

524 /
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



XXXVI:1

თბილისი 1964 ОКТЯБРЬ



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



СООБЩЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR



XXXVI

1964

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

9398





ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. ბოჭორიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ლ. დავითაშვილი, რ. დვალი (მთავარი რედაქტორი), ნ. კეცხოველი, ე. მახალდიანი, ნ. მუსხელიშვილი, რ. შადური (მთ. რედაქტორის მოადგილე), გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ა. წულუკიძე, ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Э. Л. Андроникашвили, А. Т. Бочоришвили, И. М. Гигинейшвили (заместитель главного редактора), Л. Ш. Давиташвили, Р. Р. Двали (главный редактор), А. И. Джanelидзе, Н. Н. Кецховели, В. В. Махалдiani, Н. И. Мухелишвили, Г. В. Церетели, Г. В. Цицишвили, А. П. Цулукидзе, Р. С. Шадури (заместитель главного редактора)

Г. С. ДАДУНАШВИЛИ

О СУЩЕСТВОВАНИИ ТОЧЕК МИНИМАКСА В ЛОКАЛЬНО ВЫПУКЛЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 14.12.1963)

1. В настоящей работе обобщаются некоторые известные теоремы о существовании точек минимакса в банаховых пространствах на случай полных локально выпуклых пространств.

Эти вопросы для банаховых пространств были исследованы Л. А. Люстерником [1], Э. С. Цитланидзе [2] и другими.

В первой части работы обобщается теорема Л. А. Люстерника об условном экстремуме. Далее обобщаются некоторые результаты Э. С. Цитланидзе [2] и К. Е. Цкирия [3] о точках минимакса в банаховых пространствах.

Как известно [6], линейное топологическое пространство называется локально выпуклым, если в нем существует фундаментальная система выпуклых окрестностей нуля.

Пусть $F(x)$ — функционал, определенный в локально выпуклом пространстве E . Точка x называется точкой минимума (максимума) этого функционала, если для каждой точки x некоторой выпуклой окрестности V_{x_0} точки x_0 имеем $F(x) > F(x_0)$ (соответственно $F(x) < F(x_0)$). Точки минимума и максимума называются точками экстремума функционала.

Теорема 1. Если x_0 есть точка экстремума функционала $F(x)$ и последний дифференцируем в этой точке в смысле Фреше, тогда при любых

$$h \in E, dF(x_0, h) = 0, \text{ т. е. } \text{grad}F(x_0) = L_{x_0} = \Theta_{[\bar{E} - \bar{E}]},$$

где \bar{E} — сопряженное к E пространство.

Исследуем задачи условного экстремума.

Пусть E и E_1 — локально выпуклые пространства. Обозначим через P множество (многообразие) из E , заданное операторным уравнением $U(x) = \Theta_{E_1}$, где $x \in P$, оператор $U(x)$ действует из E в E_1 , Θ_{E_1} — нулевой элемент пространства E_1 . Будем считать, что $U(x)$ дифференцируем в смысле Фреше на E .

Точка $x \in P$ называется правильной точкой многообразия P (см. [3]), если дифференциал $dU(x, h)$ оператора $U(x)$ в этой точке, как линейный

по $h \in E$ оператор, отображает E на все пространство E_1 , т. е. для каждого $g \in E_1$ существует элемент h такой, что

$$dU(x, h) = g. \quad (1)$$

Пусть x_0 — обыкновенная точка многообразия $U(x) = \Theta_{E_1}$ и H — подпространство нулей дифференциала $dU(x_0, h)$, тогда множество точек $x_0 + h$ называется линейным касательным многообразием многообразия $U(x) = \Theta_{E_1}$ в точке x_0 , где $h \in H$.

Так как x_0 — обыкновенная точка многообразия $U(x) = \Theta_{E_1}$, то найдется элемент $h_1 \in E$ такой, что $dU(x_0, h_1) \neq \Theta_{E_1}$, т. е. $h_1 \notin H$. Пусть h_0 — фиксированный элемент из H ; $dU(x_0, h_0) = \Theta_{E_1}$.

Лемма 1. Для всякого достаточно малого по абсолютному значению t найдется число $s(t)$ такое, что будут выполнены условия:

$$1. \quad x_0 + th_0 + sh_1 \in P,$$

$$2. \quad \lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ s \rightarrow 0}} \frac{s}{t} = 0.$$

Доказательство. В силу определения дифференциала Фреше и формулы Лагранжа, для любого линейного на E_1 функционала $F \in \bar{E}_1$ будем иметь

$$\begin{aligned} FU(x_0 + th_0 + sh_1) - FU(x_0) - S[dFU(x_0, h_1) + \beta(s)] = \\ = t[dFU(x_0 + sh_1, h_0) + \alpha(s, t)]. \end{aligned} \quad (2)$$

Легко показать, что функция $\alpha(s, t)$ непрерывна по совокупности аргументов s и t . Кроме того, непрерывна также $\beta(s)$.

Рассмотрим функцию

$$\Phi(s, t) = -t \frac{dFU(x_0 + sh_1, h_0) + \alpha(s, t)}{dFU(x_0, h_1) + \beta(s)}. \quad (3)$$

Для достаточно малого $|s|$ она непрерывна относительно (s, t) , ибо $dFU(x_0, h_1) \neq 0$ и $\lim_{s \rightarrow 0} \beta(s) = 0$. Далее, так как

$$\lim_{\substack{s \rightarrow 0 \\ t \rightarrow 0}} \alpha(s, t) = 0,$$

и

$$dFU(x_0 + sh_1, h_0) = dFU(x_0, h_0) = 0,$$

то

$$\lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ s \rightarrow 0}} \frac{\Phi(s, t)}{t} = 0.$$

Из (4) следует, что при $0 < \eta < \frac{1}{2}$ найдется $\delta(\eta) > 0$ такое, что, как только $|s| < \delta$ и $|t| < \delta$, будем иметь

$$|\Phi(s, t)| < |t| \eta. \quad (5)$$

Отсюда вытекает, что если $|t_0| < \delta$, то для любого $s \in [-\delta, \delta]$ имеет место неравенство

$$|\Phi(s, t_0)| < \delta \eta < \frac{1}{2} \delta,$$

т. е. функция $\Phi(s, t)$ при каждом фиксированном t , $|t| < \delta$ преобразует сегмент $[-\delta, \delta]$ в свою часть.

Следовательно, согласно теореме Броуэра, существует неподвижная точка функции $\Phi(s, t_0)$. Таким образом, существует точка s_0 , удовлетворяющая уравнению

$$s_0 = -t_0 \frac{dFU(x_0 + s_0 h_1, h_0) + \alpha(s, t)}{dFU(x_0, h_1) + \beta(s)}. \quad (6)$$

Из (2) и (6) вытекает, что каждому достаточно малому $|t_0|$ соответствует s_0 такое, что для любого функционала F имеем

$$FU(x_0 + s_0 h_1 + t_0 h_0) = FU(x_0),$$

т. е.

$$U(x_0 + s_0 h_1 + t_0 h_0) = U(x_0) = \Theta_{E_1}.$$

Тем самым первая часть леммы доказана. Из (6) очевидно, что $s_0 \rightarrow 0$ при $t_0 \rightarrow 0$, так что в силу (4) мы получаем доказательство и второй части леммы.

Точка $x_0 \in P$ называется точкой условного минимума функционала $F(x)$ на P , если

$$F(x) > F(x_0)$$

для всех $x \in P$ из некоторой выпуклой окрестности V_{x_0} точки $x_0 \in P$.

Пусть в пространстве E имеются мажорантные мультиномы, тогда в силу леммы 1 справедлива следующая теорема.

Теорема 2. Пусть обыкновенная точка $x_0 \in P$ условного минимума функционала $F(x)$ на P есть правильная точка P . Существует $m > 0$ такое, что для любых $\xi \in \Sigma_E$, $y \in E_1$ найдутся $h \in E$, $\eta \in \Sigma_{E_1}$, удовлетворяющие условиям

$$\|y\|_\eta > m \|h\|_\xi, \quad y = dU(x_0, h),$$

тогда существует линейный функционал $\Lambda \in E_1^*$, определенный на E_1 , такой, что для функционала

$$F(x) = F(x) - \Lambda U(x)$$

имеем

$$dF(x_0, h) = 0$$

при любых $h \in E$; Σ_E и Σ_{E_1} обозначают системы мажорантных мультиномов для пространств E и E_1 .

Семейство полуномов Σ_E , определенное по фундаментальной системе окрестностей нуля, для которого справедливо следующее: для любых ξ_1 и ξ_2 ($\xi_1, \xi_2 \in \Sigma_E$) существует $\xi_3 \in \Sigma_E$ такое, что

$$\|x\|_{\xi_3} > \max[\|x\|_{\xi_1}, \|x\|_{\xi_2}], \quad (x \in E),$$

называется семейством мажорантных мультиномов.

2. Пусть E — полурефлексивное локально выпуклое вещественное пространство с первой аксиомой отделимости и \bar{E} — пространство, сопряженное к E .

Пусть E_1 и \bar{E}_1 — локально выпуклые пространства, где E_1 полурефлексивное пространство \bar{E}_1 , сопряженное к E_1 . Будем считать, что E и E_1 — полные пространства.

Задача отыскания точек $x \in P$, на которых функционал $F(x)$ достигает условного экстремума, приводится к задаче отыскания критических точек функционала $F(x)$ относительно многообразия $U(x) = \Theta_{E_1}$.

Пусть P — регулярная поверхность, т. е. каждая точка $x \in P$ — правильная. Это значит, что для каждой $x_0 \in P$ уравнение $dU(x_0, h) = g$ для любого $g \in E_1$ имеет решение.

Нетрудно показать, что если существует $m > 0$, такое, что для каждого $g \in E_1$ и для каждого $\eta \in \Sigma_{E_1}$ найдутся $h \in E$ и $\xi \in \Sigma_E$ такие, что

$$\|g\|_{\eta} > m \|h\|_{\xi}, \quad K_{x_0}(h) = g \\ (\eta \in \Sigma_{E_1}, \quad \xi \in \Sigma_E),$$

то сопряженный оператор \bar{K}_{x_0} имеет линейную левую обратную $\bar{K}_{x_0}^{-1}$.
Уравнение

$$dF(x_0, h) = \Lambda_{x_0} [dU(x_0, h)] \quad (7)$$

называется уравнением критических точек функционала на многообразии $U(x) = \Theta_{E_1}$.

Допустим, что точка x_0 — критическая точка функционала $F(x)$ относительно многообразия $U(x) = \Theta_{E_1}$, тогда уравнение (7) примет вид

$$L_{x_0}(h) = \bar{K}_{x_0}(\Lambda_{x_0}) \cdot h \quad (8)$$

для любого $h \in E$, а $L_{x_0} = \text{grad } F(x_0)$ и $K_{x_0}(h) = dU(x_0, h)$.

Так как равенство (8) имеет место для любого $h \in E$, поэтому

$$L_{x_0} = \overline{K}_{x_0}(\Lambda x_0). \quad (9)$$

Таким образом, наша задача теперь состоит в том, чтобы найти пару элементов $x_0 \in P$, $\Lambda x_0 \in \overline{E}_1$, удовлетворяющих уравнению

$$L_{x_0} = \overline{K}_{x_0}(\Lambda x_0).$$

Если x_0 — критическая точка, то из (10) при помощи оператора \overline{K}_{x_0} находим $\Lambda x_0 = \overline{K}_{x_0}^{-1}(L_{x_0})$.

Так как L_{x_0} может не входить в область определения линейного оператора $\overline{K}_{x_0}^{-1}$, поэтому для каждого $x \in P$ построим расширения операторов \overline{K}_x^{-1} следующим образом. В область определения оператора \overline{K}_x^{-1} как в линейное замкнутое множество введем топологию, индуцируемую топологией пространства \overline{E} .

Обозначим через \overline{E}_x^1 область значений оператора $\overline{K}_x(f)$, $f \in \overline{E}_1$. Пусть пространство \overline{E} допускает разложение на прямую сумму подпространств \overline{E}_x^1 и \overline{E}_x^2 , где \overline{E}_x^2 некоторое подпространство пространства \overline{E} .

Расширим оператор \overline{K}_x^{-1} на пространство \overline{E} следующим образом: пусть $\overline{K}_x^{-1}(g) = \overline{K}_x^{-1}(g_1)$, где $g = g_1 + g_2$, $g \in \overline{E}$, $g_1 \in \overline{E}_x^1$, $g_2 \in \overline{E}_x^2$.

Теперь исследуем операторы:

$$\Omega_x = L_x - \overline{K}_x \overline{K}_x^{-1}(L_x),$$

$$A_x = h - (\overline{K}_x^{-1}) K_x(h),$$

где $h \in E$ — фиксированный элемент, а $\overline{K}_x^{-1}(L_x)$ — критический оператор, определенный нами выше.

В равенствах (11) положим $\overline{K}_x \overline{K}_x^{-1}(L_x) = B_x$, $(\overline{K}_x^{-1}) K_x = C_x$,

$$\Omega_x = L_x - B_x,$$

$$A_x = h - C_x(h).$$

Теорема 3. Пусть E , E_1 , \overline{E} , \overline{E}_1 — локально выпуклые полные пространства, в которых имеются мажорантные мультинормы, где \overline{E} , \overline{E}_1 — пространства, сопряженные к пространствам E , E_1 .

Пусть оператор $U(x)$, отображающий E в E_1 , и функционал $f(x)$, определенный на E , дифференцируемы по Фреше. Пусть оператор A_x , непрерывен на топологическом произведении $E + [0, \beta]$, где $t \in [0, \beta]$, поверхность P регулярна и для операторов L_x , B_x выполняются следующие условия: для любого $\xi \in \Sigma_E$ существуют числа M_L , M_B и $\eta \in \Sigma_E$,

$$\|L_{x_1} - L_{x_2}\|_{\xi} < M_L \|x_1 - x_2\|_{\eta}$$

и

$$\|B_{x_1} - B_{x_2}\|_{\xi} < M_B \|x_1 - x_2\|_{\eta}.$$

Кроме того, пусть для оператора $C_x(h)$ справедливо неравенство

$$\|C_{x_1}(h) - C_{x_2}(h)\|_{\eta} < M_C \|x_1 - x_2\|_{\eta}$$

для любого $\eta \in \Sigma_E$, где h — фиксированный элемент,

$$h \in E; \sup_{x \in v} \|A_x(h)\|_{\eta_i} < \infty$$

для любой конечной подсистемы $[\eta_i]_{i=1}^n \in \Sigma_E$ и любого M ; $f(x)$ — ограниченный функционал ($x \in V$ ($\|x - x_0\|_{\eta_i} < M$ $i = 1, \dots, n$)).

Если существует такое m , что для любого $g \in E_1$ и для любого $\xi \in \Sigma_{E_1}$ найдутся $h \in E$ и $\eta \in \Sigma_{E_1}$ такие, что

$$\|g\|_{\eta} \gg m \|h\|_{\xi}, \quad Dn(x_0, h) = g, \quad (12)$$

тогда на любом замкнутом компактном гомотопическом классе $[V]$ для любого α и для любой конечной подсистемы $[\xi_j]_{j=1}^n \in \Sigma_{\bar{E}}$ найдется точка $x_0 \in P$ такая, что

$$\|\Omega_{x_0}\|_{\xi_j} < \alpha, \quad j = 1, \dots, n \quad \xi_j \in \Sigma_{\bar{E}}.$$

3. Пусть P — поверхность, определенная уравнением $U(x) = \Theta_{E_1}$. Если точка $x_0 \in P$ — правильная точка поверхности P , сопряженный оператор к оператору $K_{x_0}(h) = du(x_0, h)$ обладает линейной левой обратной операцией и \bar{E} представимо как прямая сумма подпространств $\bar{E}_1^{x_0}, \bar{E}_2^{x_0} = \bar{E} \setminus \bar{E}_1^{x_0}$, то точку x_0 будем называть сильно регулярной.

Так как \bar{E} и \bar{E}_1 локально выпуклые топологические пространства, то пространство линейных непрерывных отображений $[\bar{E} \rightarrow \bar{E}_1]$ локально выпукло.

Пусть x_0 — сильно регулярная точка, тогда, так как оператор \bar{K}_{x_0} непрерывен в некоторой окрестности точки $x_0 \in P$, в точке x_0 оператор \bar{K}_{x_0} обладает регулярной окрестностью относительно любой конечной подсистемы — $[\eta_i]_{i=1}^n \in \Sigma_{[\bar{E} \rightarrow \bar{E}_1]}$.

Для достаточно малых Δx оператор $\bar{K}_{x_0 + \Delta x}$ относительно любой конечной подсистемы $[\eta_i]_{i=1}^n \in \Sigma_{[\bar{E} \rightarrow \bar{E}_1]}$ имеет линейную обратную.

В дальнейшем мы будем рассматривать регулярную окрестность $S_{x_0}(x)$; для любого Δx , $x_0 + \Delta x \in S_{x_0}(x)$ оператор $\bar{K}_{x_0 + \Delta x}$ имеет линейную левую обратную.

Пусть функционал $F(x)$ и оператор $U(x)$ дважды дифференцируемы в смысле Фреше в окрестности $S_{x_0}(x)$ и пусть G_{x_0} — локально выпуклое множество дважды дифференцируемых по Фреше функционалов $F(x)$, в котором топология введена с помощью семейства полунорм (будем считать, что они — мажорантные мультинормы) следующим образом:

$$\|F\|_{G_{x_0}}^\beta = \sup_{S_{x_0}(x)} \{ |F(x)| + \|F'(x)\|_\beta + \|F''(x)\|_\beta \}$$

для любого $\beta \in \Sigma_{\bar{E}}$.

Доказывается, что при определенных условиях для малых $\Delta F(x)$ (в смысле G_{x_0}) возмущенный функционал $F(x) + \Delta F(x)$ в окрестности $S_{x_0}(x) \cap P$ имеет хотя бы одну критическую точку.

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

(Поступило в редакцию 14.12 1963)

მათემატიკა

გ. ლაღუნაშვილი

ლოკალურად ამოზნექილ სივრცეებში მინიმუმის
წერტილების არსებობის შესახებ

რ ე ზ ი ე მ ე

შრომაში განხილულია ბანახის სივრცეში ცნობილი თეორემები ექსტრემუმისა და მინიმუმის წერტილების არსებობის შესახებ ლოკალურად ამოზნექილი სივრცეებისათვის.

თეორემა. თუ E ლოკალურად ამოზნექილი სივრცეა, ხოლო $F(x)$ ფუნქციონალის პირობითი ექსტრემუმის წერტილი x_0 არის $U(x) = \Theta_{E_1}$ მრავალსახეობის ჩვეულებრივი და რეგულარული წერტილი, მაშინ არსებობს ისეთი წრფივი ფუნქციონალი Λ განსაზღვრული E_1 სივრცეზე ($U(x) \in E_1, x \in P$), რომ

$$F(x) = F(x) - \Lambda U(x)$$

ფუნქციონალისათვის გვაქვს

$$dF(x_0, h) = 0,$$

სადაც $h \in E$ ნებისმიერია.

დასმონების ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Люстерник. Об условных экстремумах функционалов. Мат. сб., 41, 1937.
2. Э. С. Цитландадзе. Теоремы существования точек минимакса в пространствах Банаха и их приложения. Труды Моск. матем. о-ва, 2, 1953, 235—274.
3. К. Е. Цкирия. Об одной общей задаче вариационного исчисления в пространствах Банаха (I). Об устойчивости условно критических точек функционалов в пространстве Банаха (II). Труды Тбил. мат. ин-та АН ГССР, т. XXIX, 1964.
4. В. М. Миллионщиков. К теории дифференциальных уравнений в локально выпуклых пространствах. Мат. сб., 57, I, 1962, 385—706.
5. А. Д. Александров. Топология за двадцать лет. УМН, 1960.
6. Н. Бурбаки. Топологические векторные пространства. ИЛ, М., 1959.



МАТЕМАТИКА

Г. А. ДЖАНАШИЯ

ОБ УРАВНЕНИЯХ ТИПА СВЕРТКИ ДЛЯ ПОЛУОСИ
 С ОГРАНИЧЕННОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 4.7.1964)

1. В данной работе дается решение в замкнутом виде интегрального уравнения Винера—Хопфа

$$\varphi(x) - \int_0^{\infty} k(x-y)\varphi(y)dy = f(x), \quad 0 < x < \infty, \quad (A)$$

в предположении, что ядро $k(x) \in L_1(-\infty, \infty)$, $f(x) \in M(0, \infty)$, $(M(a, b))$ —пространство ограниченных измеримых функций на (a, b) ,

$1 - K(t) \neq 0$, $-\infty < t < \infty$, где $K(t) = \int_{-\infty}^{\infty} k(x)e^{ixt}dx$ (ниже заглавные

буквы будут обозначать преобразование Фурье функций, обозначаемых соответствующими малыми буквами).

М. Г. Крейн [1], развивая метод Винера—Хопфа [2], рассмотрел уравнение (A) в тех же предположениях и доказал, что условие $1 - K(t) \neq 0$ необходимо и достаточно для того, чтобы имели место теоремы типа Нетера.

В настоящей работе, используя преобразования Фурье обобщенных функций, решение уравнения (A) сводим к граничной задаче Гильберта [3] для обобщенных функций.

2. Следуя Винеру и Хопфу [2], рассмотрим уравнение

$$\varphi(x) - \int_{-\infty}^{\infty} k(x-y)\varphi(y)dy = f(x) + b(x), \quad -\infty < x < \infty. \quad (A_b)$$

где положено

$$b(x) = f(x) = 0, \quad \text{при } 0 \leq x < \infty,$$

$$b(x) = - \int_{-\infty}^{\infty} k(x-y)\varphi(y)dy, \quad \text{при } -\infty < x < 0.$$

Легко видеть, что решение уравнения (A), продолженное нулем для отрицательных x , является решением уравнения (A_b) и все решения уравнения (A_b) получаются таким образом.

3. Так как $f(x) \in M(0, \infty)$ и решение $\varphi(x)$ тоже ищется в пространстве $M(0, \infty)$, то мы не имеем возможности применять обычное

преобразование Фурье к уравнению (A_b) . Поэтому рассмотрим уравнение (A_b) в обобщенном смысле, т. е. $f(x)$ и $\varphi(x)$ будем считать обобщенными функциями (линейным непрерывным функционалом) над некоторым основным пространством. За основное пространство мы возьмем пространство $L_1(-\infty, \infty)$. Так как сопряженным пространством для $L_1(-\infty, \infty)$ является пространство $M(-\infty, \infty)$ ([4], стр. 88), то выполнение почти всюду равенства (A_b) для $\varphi(x), f(x) \in M(-\infty, \infty)$ равносильно выполнению равенства

$$\int_{-\infty}^{\infty} \overline{\varphi(x)} \psi(x) dx - \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} k(x-y) \varphi(y) dy \cdot \psi(x) dx =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \overline{f(x)} \psi(x) dx + \int_{-\infty}^{\infty} \overline{b(x)} \psi(x) dx \quad (1)$$

для всех $\psi(x) \in L_1(-\infty, \infty)$. Перепишем уравнение (1) в следующем виде:

$$(\varphi, \psi) - (k * \varphi, \psi) = (f, \psi) + (b, \psi). \quad (2)$$

4. Обозначим через R_0 пространство, двойственное по Фурье к $L_1(-\infty, \infty)$, т. е. $\Omega(t) \in R_0$, если $\omega(x) \in L_1(-\infty, \infty)$. R_0 является коммутативным нормированным кольцом с обычным умножением функций ([5], стр. 107). Далее обозначим через $R_0^+ (R_0^-)$ подкольцо R_0 , составленное из функций $\Omega_1(t) (\Omega_2(t))$, для которых прообразы $\omega_1(x) = 0$ при $x < 0$ ($\omega_2(x) = 0$, при $x > 0$). Кольцо, получающееся расширением $R_0 (R_0^+, R_0^-)$ путем присоединения единицы, обозначим через $R (R^+, R^-)$.

Преобразование Фурье обобщенных функций определяется по формуле ([6], стр. 158)

$$(\Phi, \Psi) = 2\pi(\varphi, \psi), \quad (3)$$

где Φ является обобщенной функцией над двойственным основным пространством; в нашем случае Φ является обобщенной функцией над R_0 , т. е. $\Phi \in R_0' = \tilde{M}(-\infty, \infty)$

Так как R_0 является коммутативным нормированным кольцом, то $K(t) \in R_0$ является мультипликатором в пространстве $R_0' = \tilde{M}(-\infty, \infty)$, т. е. умножение на $K(t)$ является линейной непрерывной операцией в пространстве R_0' . Отсюда по теореме о преобразовании Фурье свертки обобщенных функций ([6], стр. 179) следует, что

$$(F(k * \varphi), \psi) = (K\Phi, \Psi) = (\Phi, \overline{K}\Psi). \quad (4)$$

Применение преобразования Фурье в обобщенном смысле к уравнению (2) дает задачу

$$(\Phi, \Psi) - (K\Phi, \Psi) = (F, \Psi) + (B, \Psi), \quad (5)$$

где $K, \Psi \in R_0, F \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$, а Φ и B — искомые обобщенные функции соответственно из $\tilde{M}^+(-\infty, \infty)$ и $\tilde{M}^-(-\infty, \infty)$; здесь $M^+(-\infty, \infty)$

$M^-(-\infty, \infty)$ обозначает множество функций из $M(-\infty, \infty)$, равных нулю для $x < 0$ ($x > 0$).

Очевидно, что любая функция $w(x) \in M(-\infty, \infty)$ однозначно представима в виде $w(x) = w^+(x) + w^-(x)$, где $w^+(x) \in M^+(-\infty, \infty)$, а $w^-(x) \in M^-(-\infty, \infty)$. В силу обратимости преобразования Фурье имеет место единственность представления

$$W = W^+ + W^-.$$

где $W \in M(-\infty, \infty)$, $W^+ \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$, $W^- \in \tilde{M}^-(-\infty, \infty)$.

Лемма 1. Пусть $\Psi_0^+ \in R_0^+$, а $W^+ \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$, тогда $\Psi_0^+ W^+ \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$, т. е. имеет место равенство

$$(\Psi_0^+ W^+, \Psi) = (\Psi_0^+ W^+, \Psi^+).$$

Доказательство. На основании формул (4) и (3) имеем

$$\begin{aligned} (\Psi_0^+ W^+, \Psi) &= (W^+, \bar{\Psi}_0^+ \Psi) = 2\pi \int_0^{\infty} \overline{w^+(x)} \int_{-\infty}^{\infty} \bar{\phi}_0(y-x) \psi(y) dy dx = \\ &= 2\pi \int_0^{\infty} \overline{w^+(x)} \int_0^{\infty} \overline{\phi_0(y-x)} \phi^+(y) dy dx = (W^+, \bar{\Psi}_0^+ \Psi^+) = (\Psi_0^+ W^+, \Psi^+). \end{aligned}$$

Лемма 2. Пусть $W^+ \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$, $W^- \in \tilde{M}^-(-\infty, \infty)$. Из равенства $W^+ = W^-$ следует, что $W^+ = W^- = 0$.

Доказательство. Равенство $W^+ = W^-$ означает, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} \overline{w^+(x)} \phi(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} \overline{w^-(x)} \phi(x) dx$$

для любого $\phi(x) \in L_1(-\infty, \infty)$.

Отсюда $w^+(x) = w^-(x)$ почти всюду. Далее, так как $w^-(x) = 0$ при $x > 0$, то $w^+(x) = 0$ почти всюду.

Лемма 3. $W^+ \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$ является предельным значением функций, аналитической в верхней полуплоскости Π^+ и исчезающей на бесконечности в Π^+ .

Доказательство. Рассмотрим аналитическую в верхней полуплоскости функцию

$$W^+(s) = \int_0^{\infty} w^+(x) e^{txs} dx = \int_0^{\infty} w^+(x) e^{-x\tau} e^{ixt} dx, \quad s = t + i\tau, \quad \tau > 0.$$

Так как $w^+(x) e^{-x\tau}$ при $\tau > 0$ является суммируемой, то $W^+(s)$ исчезает на бесконечности в Π^+ ([7], стр. 19).

Далее, $W^+(s) = W^+(t + i\tau) = W_\tau^+(t) \in \tilde{M}^+(-\infty, \infty)$ при любом фиксированном $\tau > 0$, так как W_τ^+ является преобразованием Фурье функции $w^+(x) e^{-x\tau} \in M^+(-\infty, \infty)$.

Покажем, что при $\tau \rightarrow 0$ $W_\tau^+ \rightarrow W^+$ в обобщенном смысле в пространстве $\tilde{M}(-\infty, \infty)$.

$$\begin{aligned} (W_\tau^+ - W^+, \Psi) &= 2\pi (w_\tau^+ - w^+, \phi) = \int_0^\infty \overline{(w^+(x) e^{-x\tau} - w^+(x))} \phi(x) dx = \\ &= \int_0^\infty \overline{w^+(x)} \phi(x) (e^{-x\tau} - 1) dx \rightarrow 0 \end{aligned}$$

при $\tau \rightarrow 0$, при любом $\phi(x) \in L_1(-\infty, \infty)$.

Лемма доказана. Очевидно, что аналогичный факт справедлив для $W^- \in \tilde{M}^-(-\infty, \infty)$ в Π^- .

Определим преобразование Гильберта для обобщенных функций $W \in \tilde{M}(-\infty, \infty)$ по формуле

$$(H(W), \Psi) = (W, H(\Psi)). \quad (5)$$

На основании леммы работы [8], которая утверждает, что для любого $\Psi(t) \in R_0$ и для любого $t_0 \in (-\infty, \infty)$ имеет место равенство

$$H(\Psi) = \frac{1}{\pi i} \int_0^\infty \frac{\Psi(t_0)}{t_0 - t} dt_0 = \int_{-\infty}^\infty \phi(x) \operatorname{sign} x \cdot e^{itx} dx,$$

где интеграл в левой части понимается в смысле главного значения в точке t и на бесконечности, следует корректность определения (5). Далее, на основании той же леммы имеем

$$\begin{aligned} (H(W), \Psi) &= (W, H(\Psi)) = 2\pi (w, \operatorname{sign} x \cdot \phi) = \\ &= 2\pi (w^+, \phi) - 2\pi (w^-, \phi) = (W^+, \Psi) - (W^-, \Psi), \end{aligned} \quad (6)$$

с другой стороны,

$$(W, \Psi) = (W^+, \Psi) + (W^-, \Psi). \quad (7)$$

Складывая и вычитая равенства (6) и (7), получаем

$$(H(W) \pm W, \Psi) = \pm 2(W^\pm, \Psi). \quad (8)$$

5. На основании леммы 3. задачу $(\tilde{2})$ можем рассматривать как следующую граничную задачу Гильберта:

Найти функции $\Phi^+(s)$ и $\Phi^-(s)$, аналитические в Π^+ и Π^- и исчезающие на бесконечности соответственно в Π^+ и Π^- , предельные значения которых являются обобщенными функциями из пространства $\tilde{M}(-\infty, \infty)$ и удовлетворяют соотношению

$$((1 - K)\Phi^+, \Psi) = (\Phi^-, \Psi) + (F, \Psi), \quad (H)$$

где функции K и F те же, что в задаче (2), а $\Psi \in R_0$.

Допустим, что индекс уравнения (A) и задачи Гильберта (H)

$$\alpha = -\operatorname{ind}(1 - K(t)) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} d_t \arg(1 - K(t)) = 0.$$

Тогда имеет место следующая факторизация [8]:

$$1 - K(t) = \frac{X^+(t)}{X^-(t)}, \quad (9)$$

$$\text{где } X^{\pm}(t) = \exp \left[\pm \frac{1}{2} (1 - K(t)) + \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1 - K(t_0)}{t_0 - t} dt_0 \right],$$

$X^{\pm}(t) = 1 - X_0^{\pm}(t) \neq 0$, $X_0^{\pm}(t) \in R_0^{\pm}$ и $X^{\pm}(s) \neq 0$, при $s \in \Pi^{\pm}$.

Подставляя факторизацию (9) в уравнение (H) и обозначая

$$\Psi_0 = \frac{\Psi}{X^-},$$

получаем

$$(X^+ \Phi^+, \Psi_0) = (X^- \Phi^-, \Psi_0) + (X^- F, \Psi_0), \quad (10)$$

Ψ_0 пробегает все пространство R_0 .

На основании лемм 1 и 2 заключаем, что однородное уравнение

$$(X^+ \Phi^+, \Psi_0) - (X^- \Phi^-, \Psi_0) = 0 \quad (11)$$

имеет только тривиальное решение.

Используя формулы (6) и (8), будем иметь

$$\begin{aligned} 2(X^+ \Phi^+, \Psi_0) &= (X^- F + H(X^- F), \Psi_0), \\ 2(\Phi^+, \Psi_1) &= \left(\frac{1}{X^+} (X^- F + H(X^- F), \Psi_1) \right), \end{aligned}$$

где

$$\Psi_1 = \frac{\Psi_0}{X_0^+}$$

вместе с Ψ_0 пробегает все R_0 .

Перепишем последнее равенство в следующем виде:

$$\begin{aligned} 2(\Phi^+, \Psi_1) &= 2(F, \Psi_1) - 2(GF, \Psi_1) - (X_0^- F + H(X_0^- F), \Psi_1) + \\ &+ (G \cdot (X_0^- F + H(X_0^- F)), \Psi_1), \end{aligned} \quad (12)$$

где $G(t)$ определяется из равенства $\frac{1}{X^+} = 1 - G(t)$ (по теореме Винера ([9], гл. IV) $G(t) \in R_0^+$); мы воспользовались равенством $H(\Omega) = \Omega$ при $\Omega \in \tilde{M}^+$.

На основании формул (3) и (5) из (12) имеем

$$\begin{aligned} 2(\varphi^+, \psi_1) &= 2(f, \psi_1) - 2(g * f, \psi_1) - (x_0^- * f + \operatorname{sign} x(x_0^- * f), \psi_1) + \\ &+ (g * (x_0^- * f + \operatorname{sign} x(x_0^- * f)), \psi_1) \end{aligned}$$

по формуле (1).

$$\begin{aligned} \varphi^+(x) = f(x) - \int_0^{\infty} g(x-y) f(y) dy - \left(\int_0^{\infty} \chi_0^-(x-y) f(y) dy + \text{sign } x \times \right. \\ \left. \times \int_0^{\infty} \chi_0^-(x-y) f(y) dy \right) + \int_0^{\infty} g(x-y) \times \\ \times \left(\int_0^{\infty} \chi_0^-(y-z) f(z) dz + \text{sign } y \int_0^{\infty} \chi_0^-(y-z) f(z) dz \right) dy. \end{aligned}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} \varphi^+(x) = f(x) - \int_0^{\infty} g(x-y) f(y) dy - \left(\int_0^{\infty} \chi_0^-(x-y) f(y) dy \right)^+ + \\ + \int_0^{\infty} g(x-y) \left(\int_0^{\infty} \chi_0^-(y-z) f(z) dz \right) dy, \quad (13) \end{aligned}$$

$g(x)$, $\chi_0^-(x) \in L_1(-\infty, \infty)$ и определяются по формуле обращения ([7], стр. 57).

Совершенно аналогично можно найти и $\varphi^-(x)$. Формула (13) дает решение уравнения (A).

Допустим, что индекс $\kappa = -\text{ind}(1 - K(t)) > 0$.

Перепишем уравнение (H) в следующем виде:

$$\left((1 - K(t)) \left(\frac{t-i}{t+i} \right)^{\kappa} \left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{\kappa} \Phi^+, \Psi \right) = (\Phi^-, \Psi) + (F, \Psi). \quad (14)$$

Так как

$$\text{ind} \left[(1 - K(t)) \left(\frac{t-i}{t+i} \right)^{\kappa} \right] = 0,$$

то имеет место каноническая факторизация

$$(1 - K(t)) \left(\frac{t-i}{t+i} \right)^{\kappa} = \frac{X_1^+(t)}{X_1^-(t)}, \quad (15)$$

где

$$X_1^{\pm}(t) \neq 0 \quad \text{и} \quad 1 - X_1^{\pm}(t) \in R_0^{\pm}.$$

Подставляя факторизацию (15) в (14) и обозначая $\Psi = \Psi \overline{X_1^-}$, получаем

$$\left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{\kappa} X_1^+ \Phi^+, \Psi_0 \right) = (X^- \Phi^-, \Psi_0) + (X^- F, \Psi_0). \quad (16)$$

Используя лемму 2, легко доказать, что общее решение однородного уравнения (16) имеет вид

$$\Phi_0^\pm(t) = \frac{P_{\kappa-1}}{X_1^\pm(t) (t \pm i)^\kappa},$$

где $P_{\kappa-1}(t)$ — произвольный полином порядка $\kappa-1$.

Легко видеть, что общее решение уравнения (A) имеет вид $\varphi = \varphi_0 + \varphi_1$, где φ_0 является обратным преобразованием Фурье $\Phi_0^+ \in R_0^+$, а φ_1 имеет вид (13), где вместо $g(x)$ нужно подставлять обратное преобразование Фурье функции

$$1 - \frac{1}{X_1^+(t)} \in R_0^+,$$

а вместо $\chi_0^-(x)$ — обратное преобразование Фурье функции $1 - X_1^-(t) \in R_0^-$.

Допустим, что индекс $\kappa = -\text{ind}(1 - K(t)) < 0$. Перепишем уравнение (H) в виде (14). Имеет место каноническая факторизация (15). Подставляя факторизацию (15) в (14) и обозначая

$$\Psi = \left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- \Psi_0,$$

получаем

$$(X_1^+ \Phi^+, \Psi_0) = \left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- \Phi^-, \Psi_0 \right) + \left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- F, \Psi_0 \right).$$

Далее, имеем

$$(X_1^+ \Phi^+, \Psi_0) - \left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- F, \Psi_0 \right) = \left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- \Phi^-, \psi_0 \right) + \left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- F, \psi_0 \right).$$

По лемме 2

$$\left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- \Phi^-, \psi_0 \right) = - \left(\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- F, \psi_0 \right). \quad (17)$$

Так как слева стоит предельное значение аналитической функции, которая имеет нуль порядка $-\kappa$ в точке $s = -i$, то для выполнения равенства (17) необходимо и достаточно, чтобы аналитическая функция

в Π^- , $\int_{-\infty}^{\infty} \omega(x) e^{tx} dx$ имела нуль порядка $-\kappa$ в точке $s = -i$, т. е.

$$\int_{-\infty}^0 x^m \omega(x) e^x dx = 0 \quad \text{при } m = 0, 1, 2, \dots, -\kappa - 1, \quad (18)$$

где ω является обратным преобразованием Фурье обобщенной функции

$$\left(\frac{t+i}{t-i} \right)^{-\kappa} X_1^- F.$$



Условие разрешимости (18) для уравнения (A) можно переписать в виде

$$\int_0^{\infty} \mu_m(x) f(x) dx = 0, \quad m = 1, 2, \dots, -\infty,$$

где $\mu_1(x), \dots, \mu_{-\infty}(x)$ — линейные независимые решения уравнения

$$\mu(x) - \int_0^{\infty} k(y-x) \mu(y) dy = 0,$$

которое является сопряженным для (A₀).

При выполнении условий разрешимости решение уравнения имеет вид (13).

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический

институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило в редакцию 8.7.1964)

მათემატიკა

ბ. ჯანაშია

ნახევრის ტიპის ბანტოლემის შესახებ
 ნახევარღმრძისებრის შემოსაზღვრულ ფუნქციონათა კლასში

რეზიუმე

შრომში მოცემულია (A) განტოლების ამოხსნა კვადრატურებში, როცა $f(x) \in M(0, \infty)$, $k(x) \in L_1(-\infty, \infty)$, $1 - K(t) \neq 0$, სადაც $K(t)$ არის $k(x)$ -ის ფურიეს გარდაქმნა.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Г. Крейн. Интегральные уравнения на полупрямой с ядром, зависящим от разности аргументов. УМН, 13, в. 5 (83), 3, 1958.
2. N. Wiener, E. Hopf. über eine Klasse singulärer Integralgleichungen. Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin, 1931, 696—706.
3. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1962.
4. Ф. Рисс и Б. Секефальви-Надь. Лекции по функц. анализу. М., 1954.
5. И. М. Гельфанд, Д. А. Райков и Г. Е. Шилев. Коммутативные нормированные кольца. М., 1960.
6. И. М. Гельфанд и Г. Е. Шилев. Пространства основных и обобщенных функций. М., 1958.
7. Е. Титчмарш. Введение в теорию интегралов Фурье. М.—Л., 1948.
8. Р. Д. Банцури и Г. А. Джанашия. Об уравнениях типа свертки для полуоси. ДАН СССР, 155, № 2, 1964.
9. R. Paley, N. Wiener. Fourier Transforms in the Complex Domain, № 4, 1934.



МАТЕМАТИКА

З. В. САМСОНИЯ

ПРИБЛИЖЕННОЕ ПОСТРОЕНИЕ КОНФОРМНО
 ОТОБРАЖАЮЩЕЙ ФУНКЦИИ МЕТОДОМ
 ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 3.2.1964)

В настоящей статье рассматривается вопрос приближенного построения конформно отображающей функции для односвязных областей, ограниченных достаточно гладкими выпуклыми контурами.

Метод интегральных уравнений типа Фредгольма давно применяется в теории конформных отображений для эффективного и приближенного построения конформно отображающих функций. С. А. Гершгориным [2] было получено интегральное уравнение, решением которого строится отображающая функция данной односвязной на круг.

Д. А. Квеселава [1] получил аналогичное уравнение, имеющее некоторые заслуживающие внимания преимущества, которые могут оказать существенную услугу особенно при его приближенном или численном решении.

Здесь мы задаемся целью, опираясь на работу [1], построить приближенно конформно отображающую функцию.

1. Пусть B — конечная односвязная область плоскости комплексного переменного z , ограниченная достаточно гладкой выпуклой кривой L , уравнение которой дано в параметрической форме

$$\begin{aligned} x &= x(s), & (0 < s < l) \\ y &= y(s). \end{aligned}$$

Функция

$$w = \varphi(z), \quad \varphi(0) = 0, \quad \varphi'(0) > 0,$$

конформно отображающая область B на единичный круг, дается формулой [1]

$$\varphi(z) = z e^{\psi z}, \tag{1}$$

где $\psi(z)$ голоморфна в B и

$$\psi(z) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{y(\tau)}{\tau - z} d\tau + ib. \tag{2}$$

$y(t)$ является действительной функцией точек контура L и единственным решением интегрального уравнения

$$v(\sigma) + \frac{1}{\pi} \int_0^l v(s) \frac{d}{ds} \operatorname{arctg} \frac{y(s) - y(\sigma)}{x(s) - x(\sigma)} ds = -\ln r(\sigma), \quad (3)$$

а действительная постоянная b определяется следующим образом:

$$b = \frac{1}{\pi} \int_L \frac{v(\tau)}{\rho} d\rho, \quad (4)$$

где $\rho = |\tau|$.

Приближенным решением (см. [2]) интегрального уравнения (3) получаем

$$v_n(\sigma) = -\ln r(\sigma) - \frac{1}{\pi} \sum_{j=1}^n \tilde{v}(s_j) \Delta_j \omega(s_j, \sigma),$$

$\tilde{v}(s_j)$ ($j=1, 2, \dots, n$) — найденные приближенные значения функции $v(s)$ в некоторых точках, а

$$\Delta_j \omega(s_j; \sigma) = \int_{s_j - \frac{\Delta s}{2}}^{s_j + \frac{\Delta s}{2}} \frac{d}{ds} \operatorname{arctg} \frac{y(s) - y(\sigma)}{x(s) - x(\sigma)} ds,$$

где $\Delta s = \frac{l}{n}$.

Погрешность такого приближения, как уже показано (см. [2], [3]), есть $O\left(\frac{1}{n^2}\right)$.

Очевидно, для $\psi(\zeta)$ получаем приближенное значение

$$\psi_n(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v_n(\tau)}{\tau - \zeta} d\tau + ib_n, \quad (5)$$

а для отображающей функции имеем

$$\varphi_n(\zeta) = \zeta e^{\psi_n(\zeta)}. \quad (6)$$

2. Указанным путем строится приближенное значение конформно отображающей функции. Сейчас мы установим характер близости приближенной функции к истинной.

Начнем с оценки модуля разности $\epsilon_n(\zeta) = \psi(\zeta) - \psi_n(\zeta)$.

$\epsilon_n(\zeta)$ голоморфна в B и имеет следующее интегральное представление:

$$\epsilon_n(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v(\tau) - v_n(\tau)}{\tau - \zeta} d\tau + i(b - b_n).$$

Модуль $|\varepsilon_n(z)|$ достигает максимума на контуре, поэтому

$$|\varepsilon_n(z)| < \max_{\tau_0 \in L} \left| \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v(\tau) - v_n(\tau)}{\tau - \tau_0} d\tau + i(b - b_n) \right|.$$

Обозначая $\omega(\tau) = v(\tau) - v_n(\tau)$, имеем

$$|\varepsilon_n(z)| < \max_{\tau_0 \in L} \left| \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) - \omega(\tau_0)}{\tau - \tau_0} d\tau \right| + \max |\omega(\tau_0)| + \max |b - b_n|. \quad (7)$$

Оценим в правой части этого неравенства каждое слагаемое отдельно. Оценка второго слагаемого известна [2]:

$$|\omega(\tau_0)| < \frac{1 + \tau}{\pi} \frac{(\Delta s)^2}{24} \cdot Q \cdot l, \quad (8)$$

где $\tau = \frac{l + 4\pi R_0}{2l}$ (R_0 — максимальный радиус кривизны) и

$$Q = \max \left| v''(s) \cdot \frac{d\varphi}{ds} \right| + 2 \max \left| v'(s) \cdot \frac{d^2\varphi}{ds^2} \right| + 2 \max \left| v(s) \cdot \frac{d^3\varphi}{ds^3} \right|,$$

$$\left(\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y(s) - y(\sigma)}{x(s) - x(\sigma)} \right).$$

Оценка третьего слагаемого не представляет никакой трудности.

$$|b - b_n| = \frac{1}{\pi} \left| \int_L \frac{v(\tau) - v_n(\tau)}{\rho} d\rho \right| < \frac{1 + \tau}{\pi^2} \frac{(\Delta s)^2}{24} \cdot Q \cdot N \cdot l. \quad (9)$$

Осталось оценить первое слагаемое. Переходя к параметру длины дуги s ($\tau(s) = x(s) + iy(s)$) получаем:

$$\frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) - \omega(\tau_0)}{\tau - \tau_0} d\tau =$$

$$= \frac{1}{\pi i} \int_0^l \frac{[\omega(s) - \omega(s_0)] \{ [x(s) - x(s_0)] x'(s) + [y(s) - y(s_0)] y'(s) \}}{[x(s_0) - x(s)]^2 + [y(s_0) - y(s)]^2} ds +$$

$$+ \frac{1}{\pi} \int_0^l \frac{[\omega(s) - \omega(s_0)] \{ [y(s_0) - y(s)] x'(s) - [x(s_0) - x(s)] y'(s) \}}{[x(s_0) - x(s)]^2 + [y(s_0) - y(s)]^2} ds.$$

Значит,

$$\left| \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) - \omega(\tau_0)}{\tau - \tau_0} d\tau \right| <$$



$$\begin{aligned} &< \frac{1}{\pi} \left(\max_{s_0} \left| \int_0^l \frac{[\omega(s) - \omega(s_0)] \{ [y(s) - y(s_0)] x'(s) - [x(s) - x(s_0)] y'(s) \}}{[x(s_0) - x(s)]^2 + [y(s_0) - y(s)]^2} ds \right| + \right. \\ &+ \max |\omega'(s)| \cdot \max_{s_0} \left. \int_0^l \left| \frac{(s - s_0) \{ [x(s) - x(s_0)] x'(s) + [y(s) - y(s_0)] y'(s) \}}{[x(s_0) - x(s)]^2 + [y(s_0) - y(s)]^2} ds \right| \right). \end{aligned}$$

Имеем [2]

$$\begin{aligned} \max_{z_0} \left| \int_0^l \frac{[\omega(s) - \omega(s_0)] \{ [y(s_0) - y(s)] x'(s) - [x(s_0) - x(s)] y'(s) \}}{[x(s_0) - x(s)]^2 + [y(s_0) - y(s)]^2} ds \right| &\leq \\ &\leq \max_{s_0} |\omega(s) - \omega(s_0)| \cdot \pi \leq \frac{1 + \tau}{\pi} \frac{(\Delta s)^2}{12} Ql\pi. \end{aligned} \quad (10)$$

Для $\max |\omega'(s)|$ нами получена оценка

$$|\omega'(s)| \leq \frac{\tau}{\pi} \frac{\Delta s}{24} QPl + \frac{1}{\pi} \frac{(\Delta s)^2}{24} Ml, \quad (11)$$

где

$$P = \max_s \int_0^l \left| \frac{d^2 \varphi(\sigma, s)}{ds d\sigma} \right| d\sigma$$

и

$$M = \max \left| y''(\sigma) \frac{d^2 \varphi}{ds d\sigma} \right| + 2 \max \left| v(\sigma) \frac{d^2 \varphi}{ds d\sigma^2} \right| + 2 \max \left| v(\sigma) \frac{d^3 \varphi}{ds d\sigma^2} \right|.$$

Обозначая

$$K = \max_{s_0} \int_0^l \left| \frac{(s - s_0) \{ [x(s) - x(s_0)] x'(s) + [y(s) - y(s_0)] y'(s) \}}{[x(s_0) - x(s)]^2 + [y(s_0) - y(s)]^2} ds \right|,$$

на основании неравенств (10) и (11) получаем

$$\left| \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) - \omega(\tau_0)}{\tau - \tau_0} d\tau \right| \leq \frac{1 + \tau}{\pi} \frac{(\Delta s)^2}{12} Ql + \left[\frac{\tau}{\pi^2} \frac{\Delta s}{24} QPl + \frac{1}{\pi^2} \frac{(\Delta s)^2}{24} Ml \right] \cdot K. \quad (12)$$

Из формул (8), (9) и (12) окончательно имеем

$$|\varepsilon_n(\lambda)| \leq \frac{1 + \tau}{\pi} \frac{(\Delta s)^2}{8} Ql + \frac{l}{\pi^2} \frac{(\Delta s)^2}{24} [(1 + \tau)QN + KM] + \frac{\tau}{\pi^2} \cdot \frac{\Delta s}{24} QP \cdot Kl. \quad (13)$$

Для модуля разности $\varphi(\lambda) - \varphi_n(\lambda)$

$$|\varphi(\lambda) - \varphi_n(\lambda)| = |\lambda| |e^{\psi_n(\lambda)}| |e^{\varepsilon_n(\lambda)} - 1|.$$

Очевидно, что для любого $z \in \bar{B}$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n(z) = \varphi(z).$$

Заметим, что вышесказанное справедливо и в том случае, когда вместо s взят произвольный параметр t ($t_0 < t < t_1$).

3. Приведем алгоритм вычисления приближенных значений отображающей функции и некоторые примеры, решаемые по этому алгоритму

1. Пусть

$$x = x(t), \quad y = y(t) \quad (0 < t < 2\pi).$$

Приближенное решение интегрального уравнения (3) строится следующим образом:

а) Решаем линейную систему алгебраических уравнений

$$\tilde{v}(t_i) + \frac{1}{\pi} \sum_{j=1}^n \tilde{v}(t_j) \Delta_j \omega(t_j; t_i) = -\ln r(t_i), \quad (14)$$

$(i = 1, 2, \dots, n)$

$$\Delta_j \omega(t_j; t_i) = \int_{t_j - \frac{\Delta t}{2}}^{t_j + \frac{\Delta t}{2}} \frac{d}{dt} \operatorname{arctg} \frac{y(t) - y(t_i)}{x(t) - x(t_i)} dt;$$

б) по значениям $\tilde{v}(t_i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) определяем $v_n(t)$:

$$v_n(t) = -\ln r(t) - \frac{1}{\pi} \sum_{j=1}^n \tilde{v}(t_j) \Delta_j \omega(t_j; t). \quad (15)$$

II. Подставляя $v_n(t)$ в формулу (5) и разделяя в выражении $\phi_n(x+iy) = u_n(x, y) + iv_n(x, y)$ действительные и мнимые части, находим

$$u_n(x, y) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_n(t) \frac{[y - y(t)] x'(t) - [x - x(t)] y'(t)}{[x - x(t)]^2 + [y - y(t)]^2} dt, \quad (16)$$

$$v_n(x, y) = -\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_n(t) \frac{[x(t) - x] x'(t) + [y(t) - y] y'(t)}{[x - x(t)]^2 + [y - y(t)]^2} dt +$$

$$+\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} v_n(t) \frac{x(t) x'(t) + y(t) y'(t)}{x^2(t) + y^2(t)} dt. \quad (17)$$



III. Для отображающей функции $\varphi_n(x+iy)$ имеем

$$\operatorname{Re} \varphi_n(x+iy) = xe^{u_n(x,y)} \cos v_n(x,y) - ye^{u_n(x,y)} \sin v_n(x,y), \quad (18)$$

$$\operatorname{Im} \varphi_n(x+iy) = xe^{u_n(x,y)} \sin v_n(x,y) + ye^{u_n(x,y)} \cos v_n(x,y). \quad (19)$$

Пример 1. Рассмотрим на плоскости z окружность

$$z = z(t) = R(\cos t + i \sin t).$$

Система (14) в этом случае примет вид

$$\tilde{v}(t_i) + \frac{1}{\pi} \sum_{j=1}^n \tilde{v}(t_j) (\Delta_j \omega(t, t_j)) = -\ln R.$$

$$(i=1, 2, \dots, n)$$

Легко видеть, что решением системы является

$$\tilde{v}(t_i) = -\frac{1}{2} \ln R \quad (i=1, 2, \dots, n).$$

Из формулы (15) получаем

$$v_n(t) = -\frac{1}{2} \ln R,$$

а формулы (16) и (17) дают

$$u_n(x, y) = -\ln R, \quad v_n(x, y) = 0.$$

Для отображающей функции получаем

$$\zeta = \varphi_n(z) = ze^{-\ln R} = \frac{1}{R} z.$$

Пример 2. Рассмотрим эллипс

$$x = \frac{6}{5} \cos t, \quad y = \frac{4}{5} \sin t \quad (0 < t < 2\pi).$$

Мы решили этот пример на вычислительной машине (БЭСМ-2), положив $n=30$. В качестве контрольной функции взяли ([2], стр. 420)

$$P(z) = z - 0,198z^3 + 0,046z^5 - 0,01z^7 + 0,002z^9.$$

Результаты вычислений в некоторых точках приведены в таблице

z	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{1}{2}i$	$\frac{1}{3}i$	$\frac{3}{4}i$	$0,5 + 0,5i$	$1 + 0,2i$
$\varphi_n(z)$	0,4667	0,3139	0,9282	0,5283i	0,3456i	0,8636i	0,5417+ +0,4358i	0,8468+ +0,1067i
$P(z)$	0,4766	0,3262	0,9303	0,5263i	0,3409i	0,8459i	0,5432+ +0,4454i	0,8511+ +0,1162i



В заключение заметим, что А. Бакушинским и В. Власовым получены результаты [3, 4], при помощи которых можно решить эту задачу для бесконечных областей и областей, ограниченных контурами более общего вида.

Академия Наук Грузинской ССР
Вычислительный центр

(Поступило в редакцию 3.2.1964)

მათემატიკა

ზ. სამსონია

კონფორმულად გადასახველი ფუნქციის მიახლოებით
აპეგა ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდით

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია სასრულ ცალადბმულ არეთა წრეზე კონფორმულად გადასახველი ფუნქციის მიახლოებით აგების საკითხი ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდის გამოყენებით.

გამოყენებულია [1] შრომაში მიღებული ინტეგრალური განტოლება. მასზე დაყრდნობით აგებულია ალგორითმი წრეზე კონფორმულად გადასახველი ფუნქციის მიახლოებით ასაგებად. შეფასებულია დაშვებული ცდომილება და ამოხსნილია რიცხვითი მაგალითები.

დადოვებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. А. Квесе л а в а. О применении интегральных уравнений в теории конформных отображений. Труды Вычислительного центра, АН ГССР, т. II, 1961.
2. Л. В. Кан т о р о в и ч и В. И. Кры л о в. Приближенные методы высшего анализа. Изд. 5-е, М.—Л., 1962.
3. Вычислительные методы и программирование. Изд. МГУ, 1962.
4. В. В л а с о в, А. Бакушинский. Метод потенциалов и численное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Журнал вычислительной математики и математической физики, т. III, 3, 1963.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Я. А. МИНДЛИН

ОБ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЯХ ПЛОСКОСТИ
 С ПОЛОСТЬЮ В ВИДЕ КРУГА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 20.1.1964)

Содержанием настоящей заметки является решение задачи об упругих колебаниях внешности круга при произвольных начальных условиях и при произвольно заданных на окружности компонентах σ_r , $\tau_{r\theta}$ вектора напряжения, действующего на площадку, нормальную к r . Проекции вектора смещения в полярных координатах, как известно, выражаются формулами

$$u_r = \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta}, \quad u_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} - \frac{\partial \psi}{\partial r}, \quad (1)$$

где функции φ и ψ удовлетворяют уравнениям

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \Delta \varphi, \quad \frac{1}{b^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \Delta \psi, \quad (2)$$

$$a = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}, \quad b = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}, \quad (3)$$

где через ρ обозначена плотность среды, λ и μ — упругие постоянные Ляме, Δ — оператор Лапласа. Мы ставим себе задачей найти интегралы уравнений (2) во внешности круга радиуса R , если

$$u_r \Big|_{t=0} = u_r^{(0)}(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n^{(1)}(r) \cos n\theta + b_n^{(1)}(r) \sin n\theta,$$

$$u_\theta \Big|_{t=0} = u_\theta^{(0)}(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n^{(2)}(r) \cos n\theta + b_n^{(2)}(r) \sin n\theta,$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial t} \Big|_{t=0} = u_r^{(1)}(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n^{(3)}(r) \cos n\theta + b_n^{(3)}(r) \sin n\theta,$$

$$\frac{\partial u_\theta}{\partial t} \Big|_{t=0} = u_\theta^{(1)}(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n^{(4)}(r) \cos n\theta + b_n^{(4)}(r) \sin n\theta, \quad (4)$$

$$\delta_r \Big|_{r=R} = f(\theta, t) = \rho \sum_{n=0}^{\infty} p_n^{(1)}(t) \cos n\theta + q_n^{(1)}(t) \sin n\theta,$$

$$\tau_{r_0} \Big|_{r=R} = F(\theta, t) = \rho \sum_{n=0}^{\infty} p_n^{(2)}(t) \cos n\theta + q_n^{(2)}(t) \sin n\theta. \quad (5)$$

Предполагаем, что коэффициенты $a_n^{(i)}(r)$ и $b_n^{(i)}(r)$ удовлетворяют условию вида

$$\lim_{r \rightarrow \infty} r^{n+1+\varepsilon} a_n^{(i)}(r) = 0; \quad \lim_{r \rightarrow \infty} r^{n+2+\varepsilon} a_n^{(i)}(r) = 0 \quad (i = 1, 2); \quad (6)$$

$$\lim_{r \rightarrow \infty} r^{n+2+\varepsilon} a_n^{(i)}(r) = 0; \quad \lim_{r \rightarrow \infty} r^{n+3+\varepsilon} a_n^{(i)}(r) = 0 \quad (i = 3, 4). \quad (7)$$

Аналогичные соотношения имеем для функций $b_n^{(i)}(r)$. Для решения задачи воспользуемся представлением решения волнового уравнения (2) интегралом [1]. Имеем

$$\begin{aligned} \varphi(r, \theta, t) = & \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} [A_n^{(1)}(at - r \cos h \xi) + \right. \\ & \left. + A_n^{(2)}(at + r \cos h \xi)] \cos hn \xi d\xi \cos n\theta \right\} + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} [B_n^{(1)}(at - r \cos h \xi) + \right. \\ & \left. + B_n^{(2)}(at + r \cos h \xi)] \cos hn \xi d\xi \sin n\theta \right\}, \quad r > R. \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi(r, \theta, t) = & \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} C_n^{(1)}(bt - r \cos h \xi) + \right. \\ & \left. + C_n^{(2)}(bt + r \cos h \xi)] \cos hn \xi d\xi \cos n\theta \right\} + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \int_0^{\infty} [D_n^{(1)}(bt - r \cos h \xi) + \right. \\ & \left. + D_n^{(2)}(bt + r \cos h \xi)] \cos hn \xi d\xi \sin n\theta \right\}. \quad (9) \end{aligned}$$

Введем для сокращения письма обозначения

$$\begin{aligned} A_n^{(1)}(-\mu) + A_n^{(2)}(\mu) &= A^{(1;n)}(\mu), \\ -A_n^{(1)}(-\mu) + A_n^{(2)}(\mu) &= A^{(2;n)}(\mu) \end{aligned} \quad (10)$$

и аналогичные обозначения для других функций. При этом будем иметь, удовлетворяя начальным условиям,

$$a_n^{(1)}(r) + b_n^{(2)}(r) = \int_0^{\infty} [A^{(1;n)'}(r \cos h \xi) - D^{(1;n)'}(r \cos h \xi)] \cos h(n+1)\xi d\xi, \quad (11)$$

$$a_n^{(2)}(r) - b_n^{(2)}(r) = \int_0^{\infty} [A^{(1;n)'}(r \cos h \xi) + D^{(1;n)'}(r \cos h \xi)] \cos h(n-1)\xi d\xi, \quad (12)$$

а также

$$a_n^{(2)}(r) + b_n^{(4)}(r) = \int_0^{\infty} [aA^{(2;n)''}(r \cos h \xi) - bD^{(2;n)''}(r \cos h \xi)] \cos h(n+1)\xi d\xi, \quad (13)$$

$$a_n^{(2)}(r) - b_n^{(4)}(r) = \int_0^{\infty} [aA^{(2;n)''}(r \cos h \xi) + bD^{(2;n)''}(r \cos h \xi)] \cos h(n-1)\xi d\xi. \quad (14)$$

Аналогичные интегральные уравнения получаем и для производных $B^{(i;n)}$, $C^{(i;n)}$ ($i = 1, 2$). Интегральные уравнения (11) — (14), решение которых было найдено нами в [1], дают искомые функции $A_n^{(2)}$, ... $D_n^{(2)}$ при изменении аргумента в промежутке (R, ∞) ; $A_n^{(1)}(-\mu)$, ... $D_n^{(1)}(-\mu)$ для $R < \mu < \infty$.

Полагая, что

$$P_n(\mu) = A^{(1;n)'}(\mu) - D^{(1;n)'}(\mu); \quad Q_n(\mu) = A^{(1;n)'}(\mu) + D^{(1;n)'}(\mu), \quad (15)$$

$$\alpha_n(r) = a_n^{(4)}(r) + b_n^{(2)}(r); \quad \beta_n(r) = a_n^{(4)}(r) - b_n^{(2)}(r), \quad (16)$$

имеем

$$P_n(r) = -\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} [(n+1)\alpha_n(r \cos h \xi) + r \cos h \xi \alpha_n'(r \cos h \xi)] T_n(\operatorname{sech} \xi) d\xi, \quad (17)$$

$$Q_n(r) = -\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} [(n-1)\beta_n(r \cos h \xi) + r \cos h \xi \beta_n'(r \cos h \xi)] T_{n-2}(\operatorname{sech} \xi) d\xi.$$

Функция $T_n(x) = \cos(n \arccos x)$ — n -й полином Чебышева. Таким образом, функции $A^{(1;n)}(r)$ и $D^{(1;n)}(r)$ определяются для $R < r < \infty$. Аналогично находятся функции $A^{(2;n)}(r)$ и $D^{(2;n)}(r)$ в том же промежутке. Из формул (10) получаем функции $A_n^{(1)}(-\mu)$ и $A_n^{(2)}(\mu)$ для $R < \mu < \infty$ и аналогично — функции $B_n^{(1)}(-\mu)$ и $B_n^{(2)}(\mu)$; $C_n^{(1)}(-\mu)$ и $C_n^{(2)}(\mu)$; $D_n^{(1)}(-\mu)$ и $D_n^{(2)}(\mu)$ для $R < \mu < \infty$. С целью определения функций $A_n^{(1)}(\mu)$, $B_n^{(1)}(\mu)$, $C_n^{(1)}(\mu)$, $D_n^{(1)}(\mu)$



для значений аргумента, изменяющихся в промежутке (R, ∞) , будем удовлетворять граничным условиям. Для компонентов вектора напряжения, действующего на площадку границы, имеем формулы

$$\sigma_r = \lambda \operatorname{div} \bar{u} + 2\mu \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \tau_{r\theta} = \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{1}{r} u_\theta \right]. \quad (18)$$

Подставляя (8), (9) в (1), а затем полученные выражения — в (18), получаем после несложных преобразований систему интегральных уравнений для определения функций $A_n^{(1)}(\mu)$ и $D_n^{(1)}(\mu)$:

$$\begin{aligned} p_n^{(1)}(t) + q_n^{(2)}(t) = & \int_0^\infty [A_n^{(1)''}(at - R \cos h \xi) + \\ & A_n^{(2)''}(at + R \cos h \xi)] [(a^2 - b^2) \cos hn \xi + b^2 \cos h(n+2)\xi] d\xi - \\ - b^2 \int_0^\infty [D_n^{(1)''}(bt - R \cos h \xi) + D_n^{(2)''}(bt + R \cos h \xi)] \cos h(n+2)\xi d\xi, \quad (19) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_n^{(2)}(t) - q_n^{(1)}(t) = & \int_0^\infty [A_n^{(1)''}(at - R \cos h \xi) + \\ & + A_n^{(2)''}(at + R \cos h \xi)] [(a^2 - b^2) \cos hn \xi + b^2 \cos h(n-2)\xi] d\xi + \\ + b^2 \int_0^\infty [D_n^{(1)''}(bt - R \cos h \xi) + D_n^{(2)''}(bt + R \cos h \xi)] \cos h(n-2)\xi d\xi. \quad (20) \end{aligned}$$

Аналогичные интегральные уравнения получаем и для производных $B_n^{(1)}(\mu)$ и $C_n^{(1)}(\mu)$.

Члены правых частей уравнений (19) и (20), содержащие функции $A_n^{(1)''}(\chi)$ и $D_n^{(2)''}(\chi)$, представляют собой известные функции, имеющие производную. Для сокращения письма мы обозначим их соответственно через $\alpha_{n-2}^{(2)}(t)$, $h_{n+2}^{(2)}(t)$, $\alpha_{n-1}^{(2)}(t)$, $h_{n-1}^{(2)}(t)$.

$$\alpha_{n+2}^{(2)}(t) = \int_0^\infty A_n^{(2)''}(at + R \cos h \xi) [(a^2 - b^2) \cos hn \xi + b^2 \cos h(n+2)\xi] d\xi, \quad (21)$$

$$h_{n+2}^{(2)}(t) = b^2 \int_0^\infty D_n^{(2)''}(bt + R \cos h \xi) \cos h(n+2)\xi d\xi. \quad (22)$$

Аналогично $\alpha_{n-1}^{(2)}(t)$ и $h_{n-1}^{(2)}(t)$.

Члены правых частей уравнений (19) и (20), содержащие функции $A_n^{(1)}(\chi)$ и $D_n^{(1)}(\chi)$, разобьем на два слагаемых, предварительно введя замену переменной интегриации

$$at - r \cos h \xi = \zeta, \quad bt - r \cos h \xi = \tau.$$

Тогда имеем

$$\int_0^{\infty} [] d\xi = \int_{-\infty}^{-R} \{ \} dz + \int_{-R}^{at-R} \{ \} dz, \quad (23)$$

$$\int_0^{\infty} [] d\xi = \int_{-\infty}^{-R} \{ \} dz + \int_{-R}^{bt-R} \{ \} dz. \quad (24)$$

Первые слагаемые правых частей (23), (24) представляют собой известные функции, имеющие производную. Для сокращения письма мы их обозначим соответственно через

$$\alpha_{n+2}^{(1)}(t), \quad h_{n+2}^{(1)}(t), \quad \alpha_{n-2}^{(1)}(t), \quad h_{n-2}^{(1)}(t).$$

Введем обозначения

$$\begin{aligned} p_n^{(1)}(t) + q_n^{(2)}(t) - \alpha_{n+2}^{(1)}(t) - \alpha_{n-2}^{(2)}(t) + h_{n+2}^{(1)}(t) + h_{n-2}^{(2)}(t) &= G_n(t), \\ p_n^{(2)}(t) - q_n^{(1)}(t) - \alpha_{n-2}^{(1)}(t) - \alpha_{n-2}^{(2)}(t) - h_{n-2}^{(1)}(t) - h_{n-2}^{(2)}(t) &= G_n^{(2)}(t). \end{aligned} \quad (25)$$

При принятых нами обозначениях интегральные уравнения (19) и (20) примут вид

$$\begin{aligned} G_n(t) = \int_{-R}^{at-R} \frac{A_n^{(1)''}(\zeta) (-1)^n \left[(a^2 - b^2) T_n \left(\frac{\zeta - at}{R} \right) + b^2 T_{n+2} \left(\frac{\zeta - at}{R} \right) \right] d\zeta}{V(\zeta - a)^2 - R^2} - \\ - b^2 \int_{-R}^{bt-R} \frac{D_n^{(1)''}(\zeta) (-1)^n T_{n+2} \left(\frac{\zeta - bt}{R} \right) d\zeta}{V(\zeta - b)^2 - R^2}, \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} G_n^{(2)}(t) = \int_{-R}^{at-R} \frac{A_n^{(2)''}(\zeta) (-1)^n \left[(a^2 - b^2) T_n \left(\frac{\zeta - at}{R} \right) + b^2 T_{n-2} \left(\frac{\zeta - at}{R} \right) \right] d\zeta}{V(\zeta - a)^2 - R^2} + \\ + b^2 \int_{-R}^{bt-R} \frac{D_n^{(2)''}(\zeta) (-1)^n T_{n-2} \left(\frac{\zeta - bt}{R} \right) d\zeta}{V(\zeta - b)^2 - R^2}, \end{aligned} \quad (27)$$

причем функции, стоящие в левых частях уравнений (26) и (27), при $t=0$ обращаются в нуль в силу непротиворечивости начальных и граничных условий. Как в первом, так и во втором интегралах уравнений (26) и (27) нижний и верхний пределы интеграла можем свести соответственно к 0 и x . Для этого в первом интеграле положим $\zeta = y - R$, а во втором — $\zeta = \frac{b}{a} y - R$ и обозначим $at = x$. Уравнения (26) и (27) представляют со-



бой систему интегральных уравнений первого рода типа Вольтерра [2] с ядром, зависящим от разности аргументов. Обычными приемами мы находим функции $A_n^{(1)''}(y)$ и $D_n^{(1)''}(y)$. Таким образом, функции, соответствующие расходящимся волнам, находятся всюду. Предполагая существование решения рассмотренной нами задачи, разложимого в ряд Фурье, коэффициенты которого удовлетворяют указанным нами условиям непрерывности (6) и (7), в силу доказанного [1] нами представления решения волнового уравнения (2) в виде (8) можем утверждать, что полученное решение представлено в виде сходящихся рядов (8) и (9). Для случая, когда на границе полости заданы смещения, эта задача была нами ранее решена [3]. Задачу со смещениями при нулевых начальных условиях и конечных тригонометрических суммах для $u_r|_{r=R}$ и $u_\theta|_{r=R}$ исследовал [4] академик Смирнов.

Академия наук СССР
Институт механики

(Поступило в редакцию 20.1.1964)

დრეკადობის თეორია

ი. მიწლინი

წრიული ხვრელით შესუსტებული დრეკადი უსასრულო
სიბრტყის რხევა

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია დინამიკური დრეკადობის თეორიის ზოგადი ამოცანა უსასრულო სიბრტყისათვის, რომელიც შესუსტებულია წრიული ხვრელით. ამოცანა დაყვანილია გარკვეული ტიპის ინტეგრო-ფუნქციონალურ განტოლებებზე, რომელთა ამოხსნები ამოწერილია შედარებით მარტივი უსასრულო მწკრივების სახით.

დასაწყვებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Миндлин. Математический сборник, 55, (97), № 2, 1961.
2. V. Volterra. Lecons sur les équations integrales, Paris, 1913.
3. Я. Миндлин. ДАН СССР, 25, № 4, 1939.
4. В. Смирнов. ДАН СССР, 14, № 2, 1937.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Е. И. ОБОЛАШВИЛИ

ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РИМАНА—ГИЛЬБЕРТА
 ДЛЯ ОДНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ СМЕШАННОГО
 ТИПА С ПРИМЕНЕНИЕМ К ТЕОРИИ ОБОЛОЧЕК

(Представлено академиком Н. П. Векуча 19.6.1964)

Пусть D — односвязная конечная область плоскости переменных x, y , ограниченная при $y > 0$ кривой Ляпунова σ с концами в точках $P(0,0)$, $Q(1,0)$ и при $y < 0$ характеристиками $PR(x+y=0)$, $QR(x-y=1)$ системы

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} - \operatorname{sign} y \cdot \frac{\partial v}{\partial y} &= au + bv, \\ \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} &= cu + dv. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Эллиптическую и гиперболическую части данной области будем обозначать соответственно через D_1 и D_2 .

Рассмотрим следующую задачу:

Найти непрерывные в замкнутой области \bar{D} функции $u(x, y)$, $v(x, y)$, удовлетворяющие системе (1) в области $D (y \neq 0)$ при граничных условиях

$$\left. \begin{aligned} \alpha u + \beta v|_{\sigma} &= \varphi(x, y), \\ u + v|_{y=-x} &= \psi(x), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $\psi(x)$ непрерывно дифференцируема на PR ; φ, α, β непрерывны по Гельдеру на σ , причем $\alpha^2 + \beta^2 \neq 0$.

Наша цель — достигнуть эффективности решения этой задачи. Поэтому рассмотрим случай, когда коэффициенты системы (1) удовлетворяют условиям

$$\left. \begin{aligned} a = d, \quad b = -c \quad \text{при } y > 0, \\ a - b = d - c \quad \text{или } a + b = c + d \quad \text{при } y < 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Рассмотрим, например, случай, когда $a - b = d - c$ при $y < 0$. Методом А. В. Бицадзе [1] задача решается эффективно.

В области D_1 система (1) легко приводится к виду

$$\frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + A(z)w = 0, \quad (4)$$

общее решение которого дается формулой [2]



$$w(z) = \Phi(z) \exp \frac{1}{\pi} \iint_{D_1} \frac{A(\Sigma) d\xi d\eta}{\Sigma - z}, \quad (5)$$

где

$$w(z) = u(x, y) + iv(x, y), \quad A(z) = -\frac{1}{2} (a - ib),$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \equiv \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad z = x + iy,$$

$\Phi(z)$ — произвольная аналитическая функция в D_1 .

Общее решение системы (1), непрерывное в замкнутой области D_2 , получится следующим образом. В D_2 система (1) имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} &= au + bv, \\ \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} &= cu + dv. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Обозначим $u + v = U$, $u - v = V$; тогда сложением и вычитанием уравнений системы (6) получим

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} &= (a + c)U, \\ \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial V}{\partial y} &= (a - b)V + (a - d)U. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Очевидно, и обратно: если U , V — решения системы (7), то $u = \frac{1}{2}(U + V)$,

$v = \frac{1}{2}(U - V)$ будут решениями системы (6). Поэтому легко получим, что решения системы (6), которые будут удовлетворять условию [3]

$$u(x, y) + v(x, y)|_{y=-x} = \phi(x),$$

представятся в виде

$$\left. \begin{aligned} u(x, y) &= \omega_1(x, y) + \omega_2(x, y), \\ v(x, y) &= \omega_1(x, y) - \omega_2(x, y), \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где

$$\omega_1(x, y) = \frac{1}{2} \phi \left(\frac{x-y}{2} \right) \exp \int_{\frac{y-x}{2}}^y [a(x-y+t, t) + c(x-y+t, t)] dt,$$

$$\omega_2(x, y) = \left\{ \Psi(x+y) + \int_0^y f(x+y-t, t) \exp \left[\int_0^t (a(x+t-\tau, \tau) - b(x+t-\tau, \tau)) d\tau \right] \cdot dt \right\} \exp \int_0^y [b(x+y-t, t) - a(x+y-t, t)] dt,$$

$$f(x, y) = \frac{d(x, y) - a(x, y)}{2} \phi \left(\frac{x-y}{2} \right) \exp \int_{\frac{y-x}{2}}^y [a(x-y+t, t) + c(x-y+t, t)] dt,$$

$\Psi(t)$ — произвольная непрерывно дифференцируемая функция в $(0, 1)$ и непрерывная в $[0, 1]$. Из (8) получим

$$u(x, 0) + v(x, 0) = \phi \left(\frac{x}{2} \right) \exp \int_{-\frac{x}{2}}^0 [a(x+t, t) + c(x+t, t)] dt \equiv \psi_0(x). \quad (9)$$

Если нам удастся найти решения $u_1(x, y)$, $v_1(x, y)$ и $u_2(x, y)$, $v_2(x, y)$ системы (1), удовлетворяющие соответственно условиям

$$\alpha u_1 + \beta v_1|_{\sigma} = \varphi(t), \quad t \in \sigma; \quad u_1 + v_1|_{y=-x} = 0, \quad (10)$$

$$\alpha u_2 + \beta v_2|_{\sigma} = 0, \quad t \in \sigma; \quad u_2 + v_2|_{y=-x} = \psi(x), \quad (11)$$

то искомое решение задачи (2) получится в виде суммы

$$\left. \begin{aligned} u(x, y) &= u_1(x, y) + u_2(x, y), \\ v(x, y) &= v_1(x, y) + v_2(x, y). \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Обозначим через $F_1(\zeta)$ обобщенную аналитическую в области D_1 функцию $u_1(x, y) + iv_1(x, y)$, удовлетворяющую уравнению (4). В силу второго из условий (10), согласно (9),

$$\operatorname{Re}[(1-i)F_1(x)] = 0, \quad 0 < x < 1. \quad (13)$$

Симметрическую область области D_1 относительно PQ обозначим через D_1^* .

Определим следующие функции:

$$\left. \begin{aligned} A^*(\zeta) &= \begin{cases} A(\zeta), & \zeta \in D_1; \\ -\overline{A(\bar{\zeta})}, & \zeta \in D_1^*; \end{cases} \\ F_1^*(\zeta) &= \begin{cases} F_1(\zeta), & \zeta \in D_1; \\ -i\overline{F_1(\bar{\zeta})}, & \zeta \in D_1^*. \end{cases} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

В силу обобщенного принципа симметрии Римана—Шварца [2] из (12) заключаем, что $F_1^*(z)$ — обобщенная аналитическая функция в $D_1 + D_1^*$, удовлетворяющая уравнению

$$\frac{\partial F_1^*(z)}{\partial \bar{z}} + A^*(z)F_1^*(z) = 0. \quad (15)$$

Общее решение этого уравнения представится формулой

$$F_1^*(z) = \Phi(z) \exp \frac{1}{\pi} \iint_{D^*} \frac{A^*(\Sigma) d\bar{\zeta} d\eta}{\Sigma - z} \equiv \Phi(z) \exp \Omega(z), \quad (16)$$

где $\Phi(z)$ — произвольная голоморфная функция внутри $D^* \equiv D_1 + D_1^*$.

В силу первого из условий (10), согласно (14) и (16), получим следующие граничные условия для $\Phi(z)$:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Re} [(\alpha - i\beta) \exp \Omega(t) \cdot \Phi(t)] &= \varphi(t), \quad t \in \sigma; \\ \operatorname{Re} [i(\alpha + i\beta) \exp \Omega(\bar{t}) \cdot \Phi(\bar{t})] &= \varphi(\bar{t}), \quad t \in \bar{\sigma}, \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

где $\bar{\sigma}$ — зеркальное отображение σ относительно действительной оси. Очевидно, индекс задачи (17) зависит только от α и β .

Так как D^* симметрична относительно действительной оси и содержит ее отрезок PQ , то эту область можем конформно отобразить на круг $\left| z - \frac{1}{2} \right| < \frac{1}{2}$ так, чтобы σ была во взаимно-однозначном и непрерывном соответствии с верхней полуокружностью, а $\bar{\sigma}$ — с нижней полуокружностью этого круга. Поэтому с самого же начала можем предполагать, что σ — полуокружность.

Задача (17) является задачей Римана—Гильберта с разрывными коэффициентами. Как известно, в случае круга, решение этой задачи строится эффективно, если оно существует [4]. Зная $\Phi(z)$, $F_1^*(z)$ определяем формулой (16). Когда $z \in D_1$, $F_1^* = F_1(z) = u_1 + iv_1$, т. е. в области D_1 u_1 и v_1 определены. В области D_2 u_1 и v_1 определяются условием непрерывности в D :

$$u_1(x, y) = u_1(x + y, 0) \exp \frac{1}{2} \int_0^y [b(x + y - t, t) - a(x + y - t, t)] dt,$$

$$v_1(x, y) = v_1(x + y, 0) \exp \frac{1}{2} \int_0^y [b(x + y - t, t) - a(x + y - t, t)] dt.$$

Перейдем к построению решений $u_2(x, y)$, $v_2(x, y)$ задачи (11). Обозначим через $F_2(z)$ обобщенную аналитическую в области D_1 функцию $u_2(x, y) + iv_2(x, y)$, удовлетворяющую уравнению (4). Из условий (11) и (9) получаем

$$\operatorname{Re}[(\alpha - i\beta)F_2(t)] = 0, \quad t \in \sigma; \quad (19)$$

$$\operatorname{Re}[(1 - i)F_2(x)] = \phi_0(x), \quad 0 < x < 1. \quad (20)$$

В силу (19) [6] существует такая голоморфная функция $\chi(z) \neq 0$ при $\operatorname{Im} z > 0$, являющаяся решением задачи сопряжения

$$\chi^+(t) = \frac{\alpha - i\beta}{\alpha + i\beta} \chi^-(t), \quad t \in \sigma \text{ при } \operatorname{index} \frac{\alpha - i\beta}{\alpha + i\beta} \equiv \alpha > 0,$$

и

$$\chi^+(t) = \frac{\alpha + i\beta}{\alpha - i\beta} \chi^-(t), \quad t \in \sigma \text{ при } \alpha < 0,$$

причем $\chi^+(t) = \overline{\chi^-(t)}$, что функция

$$F_2^*(z) = \begin{cases} \chi(z) F_2(z), & z \in D_1 \\ -\chi\left(\frac{\bar{z}}{2\bar{z}-1}\right) \cdot \overline{F_2\left(\frac{\bar{z}}{2\bar{z}-1}\right)}, & z \in D_1^0 \end{cases} \quad \text{при } \alpha > 0$$

и

$$F_2^*(z) = \begin{cases} \frac{1}{\chi(z)} \cdot F_2(z), & z \in D_1 \\ -\frac{1}{\chi\left(\frac{\bar{z}}{2\bar{z}-1}\right)} \cdot \overline{F_2\left(\frac{\bar{z}}{2\bar{z}-1}\right)}, & z \in D_1^0 \end{cases} \quad \alpha < 0$$

будет обобщенной аналитической функцией в верхней полуплоскости, удовлетворяющей уравнению

$$\frac{\partial F_2^*(z)}{\partial \bar{z}} + A_0(z) F_2^*(z) = 0,$$

где

$$A_0(z) = \begin{cases} A(z), & z \in D_1; \\ -\frac{1}{(2\bar{z}-1)^2} \overline{A\left(\frac{\bar{z}}{2\bar{z}-1}\right)}, & z \in D_1^0, \end{cases}$$

D_1^0 — зеркальное отображение D_1 относительно σ .

В силу условия (20) $F_2^*(x)$ будет удовлетворять следующим граничным условиям:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Re} \left[\frac{1-i}{\chi(x)} F_2^*(x) \right] &= \phi_0(x), \quad 0 < x < 1; \\ \operatorname{Re} \left[\frac{1+i}{\chi\left(\frac{x}{2x-1}\right)} F_2^*(x) \right] &= -\phi_0\left(\frac{x}{2x-1}\right), \\ &-\infty < x < 0, \quad 1 < x < \infty \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

при $x > 0$. Когда $x < 0$, будем иметь аналогичные граничные условия.

Решение задачи (21) для полуплоскости, как известно, строится эффективно, если оно существует [4].

При $\zeta \in D_1$, $F_2(\zeta) = \frac{1}{\chi(\zeta)} F_2^*(\zeta) = u_2 + iv_2$, т. е. в области D_1 u_2 и v_2 определены. В области D_2 u_2 и v_2 определяются условием непрерывности, что дает

$$u_2(x, y) = H_1(x, y) + u_2(x + y, 0)H_2(x, y),$$

$$v_2(x, y) = H_1(x, y) + v_2(x + y, 0)H_2(x, y),$$

где H_1 и H_2 определяются с помощью (8) (так как они громоздки, не будем их выписывать).

Пусть оболочка состоит из кусков оболочек положительной и отрицательной кривизны. Известно, что соответствующим выбором криволинейных координат x, y на срединной поверхности оболочки систему уравнений равновесия безмоментной оболочки можно записать в виде (1) (см., например, [2, 6]), где $y > 0$ соответствует части оболочки положительной кривизны, а $y < 0$ — отрицательной кривизны. Компоненты напряжения вычисляются с помощью u, v . Пусть срединной поверхности оболочки соответствует в плоскости комплексного переменного $\zeta = x + iy$ односвязная область D , рассмотренная выше.

Задача (2) соответствует следующей задаче для оболочки: определить безмоментное напряженное состояние составной оболочки, когда на открытой границе куска оболочки положительной кривизны и на части границы оболочки отрицательной кривизны задана одна составляющая напряжения.

Выше рассмотрен случай (3). Нужно отметить, что при $y > 0$ условию (3) удовлетворяют только оболочки положительной кривизны второго порядка, а при $y < 0$ — многие оболочки отрицательной кривизны не только второго порядка; например, для оболочки, срединная поверхность которой является прямым геликоидом, имеет место $a - b = d - c$.

Мы получили, что задача (2) не всегда имеет решение для любых φ и ψ . Это значит, что при любой заделке данную составную оболочку нельзя рассчитать по безмоментной теории. Если индексы задач (16) и (23) нуль, то безмоментное состояние рассмотренной оболочки, очевидно, определяется однозначно и эффективно.

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

(Поступило в редакцию 19.6.1964)

ა. ოზოლაშვილი

შემოქმედებული ტიპის მართი განტოლებათა სისტემისათვის
რიმან-ჰილბერტის ამოცანის ეფექტური ამოხსნა
და მისი გამოყენება გარსთა თეორიაში

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომში ეფექტურად არის ამოხსნილი (1) განტოლებათა სისტემისათვის (2) სასაზღვრო ამოცანა (3) პირობის შესრულებით. დადებით და უარყოფით სიმრუდიანი ზედაპირებისაგან შედგენილი გარსის უმომენტო დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრა მიიყვანება სწორედ ზემოთ განხილულ ამოცანაზე.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Бунцадзе. Уравнения смешанного типа. Изд. АН СССР, 1959.
2. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. Физматгиз, 1959.
3. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений. ГОНТИ, 1938.
4. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. Физматгиз, 1962.
5. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Гостехиздат, 1942.
6. Е. И. Оболашвили. Одно обобщение принципа симметрии Римана—Шварца и его применения. ДАН СССР, 1964 (печатается).



КИБЕРНЕТИКА

В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ, И. А. СХИРТЛАДЗЕ

РАСЧЕТ МОМЕНТОВ ИНФОРМАЦИИ II ПОРЯДКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 11.1.1964)

Цель статьи — вычислить моменты информации II порядка с целью сравнения их с информационной эффективностью и высказать соображения о связи между пропускной способностью канала и коэффициентом корреляции входа и выхода канала. Вычислим μ_2 :

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^n (-\lg P_i - H_0)^2 = \sum_{i=1}^n P_i \lg^2 P_i - H_0^2, \quad (1)$$

где

$$H = \begin{pmatrix} -\lg P_1, & -\lg P_2, & \dots & -\lg P_n \\ P_1, & P_2, & & P_n \end{pmatrix}$$

— случайная величина, т. е. информация, H_0 — ее математическое ожидание, т. е. обыкновенная энтропия, а величину $H_\sigma = \sum_{i=1}^n P_i \lg^2 P_i$ назовем дисперсионной энтропией. Окончательно

$$\mu_2 = H_\sigma - H_0^2. \quad (2)$$

Найдем те условия, в которых μ_2 минимальна, т. е. такое распределение вероятностей, для которого μ_2 достигает минимума:

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^n P_i \lg^2 P_i - \left(- \sum_{i=1}^n P_i \lg P_i \right)^2. \quad (3)$$

Ищем условный экстремум выражения (3) при помощи неопределенных множителей Лагранжа при условии, что

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1. \quad (4)$$

Составляем функцию

$$F = K \left[\sum_{i=1}^n P_i \ln^2 P_i - H_0^2 \right] + \lambda \left[\sum_{i=1}^n P_i - 1 \right],$$

$$\frac{\partial F}{\partial P_i} = K[\ln^2 P_i + 2 \ln P_i + 2H_0(\ln P_i + 1)] + \lambda = 0.$$

После упрощения получаем

$$P_i = e^{-(H_0 + 1) \pm \sqrt{(H_0 + 1)^2 - 2H_0 - \frac{\lambda}{K}}}.$$

Вставляем значение P_i в условия нормировки с целью определения λ :

$$\sum_{i=1}^n P_i = ne^{-(H_0 + 1) \pm \sqrt{(H_0 + 1)^2 - 2H_0 - \frac{\lambda}{K}}} = 1,$$

$$-\frac{\lambda}{K} = 2H_0 - 2(H_0 + 1) \ln n + \ln^2 n.$$

Для $P_i^{(1)}$, $P_i^{(2)}$ получим

$$P_i^{(1)} = e^{-(H_0 + 1) + (H_0 + 1) - \ln n} = \frac{1}{n},$$

$$P_i^{(2)} = e^{-(H_0 + 1) - (H_0 + 1) + \ln n} = \frac{n}{e^2(H_0 + 1)}.$$

Ввиду того что выражение для $P_i^{(2)}$ не удовлетворяет условию нормировки (4), для нас корни $P_i^{(2)}$ непригодны; остаются только корни $P_i^{(1)}$ и окончательно получаем, что для распределения $P_i = \frac{1}{n}$ μ_2 достигает своего минимального значения; оно равно 0.

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \lg^2 \frac{1}{n} - \left(- \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \lg \frac{1}{n} \right)^2 = 0.$$

Так как μ_2 — дисперсия случайной величины, она всегда > 0 , поэтому 0 — ее минимальное значение.

Рассмотрим простой пример для схемы

$$\begin{pmatrix} A_1 & A_2 \\ P & 1 - P \end{pmatrix}.$$

μ_2 выражается следующим образом:

$$\mu_2(P) = P^2 \lg^2 P + (1 - P) \lg^2 (1 - P) - [-P \lg P - (1 - P) \lg (1 - P)]^2.$$

После элементарных выкладок получаем

$$\mu_2(P) = P(1 - P) \lg^2 \frac{P}{1 - P}.$$

График этой функции дан на рис. 1.

Расчет начнем для независимых систем X и Y . Элементарно получаются следующие формулы для начальных моментов II порядка:

$$\alpha_{10} = \sum_i \sum_j (-\lg P_i) P_{ij} = H(X); \quad \alpha_{01} = H(X)H(Y); \quad \alpha_{12} = H(X)H_\sigma(Y);$$

$$\alpha_{21} = H_\sigma(X)H(Y); \quad \alpha_{22} = H_\sigma(X)H_\sigma(Y); \quad \alpha_{20} = H_\sigma(X); \quad \alpha_{02} = H_\sigma(Y).$$

Для центральных моментов имеем

$$\mu_{20} = H_\sigma(X) - H^2(X),$$

$$\mu_{02} = H_\sigma(Y) - H^2(Y).$$

Для корреляционного момента

$$\mu_{11} = \sum_i \sum_j (-\lg P_i - H(X)) \times$$

$$\times (-\lg P_j - H(Y)) P_{ij} = 0,$$

и коэффициент корреляции

$$r = \frac{\mu_{11}}{\sqrt{\mu_{02} \mu_{20}}} = 0.$$

Этот результат вполне понятен, так как системы независимы. Для зависимых систем имели бы

$$\alpha_{10} = H(X); \quad \alpha_{01} = H(Y); \quad \mu_{20} = H_\sigma(X) - H^2(X); \quad \mu_{02} = H_\sigma(Y) - H^2(Y).$$

Для корреляционного момента

$$\mu_{11} = \sum_i \sum_j (-\lg P_i - H(X)) (-\lg P_j - H(Y)) P_{ij} =$$

$$= \sum_i \sum_j P_{ij} \lg P_i \lg P_j - H(X)H(Y),$$

$$r = \frac{\sum_i \sum_j P_{ij} \lg P_i \lg P_j - H(X)H(Y)}{\sqrt{(H_\sigma(X) - H^2(X))(H_\sigma(Y) - H^2(Y))}}.$$

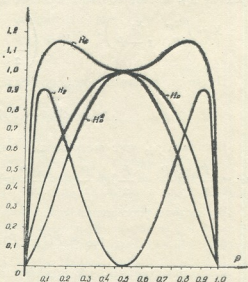


Рис. 1

Нас интересует зависимость между коэффициентом корреляции (входа и выхода канала) и пропускной способностью каналов, работающих без потерь. Если канал работает без потерь, коэффициент корреляции $r=1$ и для таких каналов он является пропускной способностью. Пока-



жем на примере. Возьмем дискретный канал, который работает с шумом, но без потерь [1]:

$$X = (x_1, x_2); \quad Y = (y_1, y_2, y_3, y_4);$$

$$P(y_1 | x_1) = P(y_2 | x_1) = P(y_3 | x_2) = P(y_4 | x_2) = \frac{1}{2}.$$

Выясним, как изменяется μ и r в зависимости от P (вероятность передачи x_1). Расчет соответствующих вероятностей дает

$$X = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ P & 1-P \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \frac{P}{2} & \frac{P}{2} & \frac{1-P}{2} & \frac{1-P}{2} \end{pmatrix}.$$

После этого для момента корреляции получаем

$$\mu_{11} = P(1-P) \lg^2 \frac{P}{1-P}.$$

Величина μ_{20} уже вычислена, а для величины μ_{02} получаем

$$\mu_{02} = \frac{P}{2} \lg^2 \frac{P}{2} + \frac{P}{2} \lg^2 \frac{P}{2} + \frac{1-P}{2} \lg^2 \frac{1-P}{2} + \frac{1-P}{2} \lg^2 \frac{1-P}{2} - H^2(Y).$$

Вследствие упрощения

$$\mu_{02} = P(1-P) \lg^2 \frac{P}{1-P}.$$

Нетрудно заметить, что коэффициент $r = 1$.

Очень просто показать, что этот канал действительно работает без потерь. Скорость передачи информации [2, 3]

$$R = H(X) - H(X|Y).$$

Для $H(X|Y)$ получаем 0. Так что рассеяние информации в канале равно 0, и канал работает со скоростью передачи, равной $R = H(X)$, а величина $H(X)$ зависит от P , т. е.

$$R = R(P) = H(P) = -P \lg P - (1-P) \lg (1-P).$$

Максимальное значение $R(P)$ по всевозможным P и есть пропускная способность. Графически это показано на рис. 2.

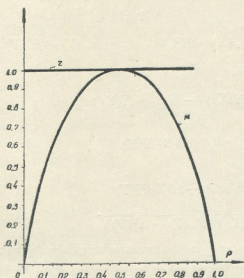


Рис. 2



Скорость передачи составляет $I \frac{\text{бит}}{\text{на одну передачу}}$, и это есть про-
пускная способность.

Возможно, что эти результаты имеют общий характер, работы в этом направлении продолжают.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило в редакцию 11.1.1964)

კიბერნეტიკა

ვ. ზავახანიძე და ი. სხირტლაძე

ინფორმაციის II რიგის მომენტთა ანგარიში

რეზიუმე

შრომაში ინფორმაცია განხილულია როგორც შემთხვევითი სიდიდე. განგარიშებულია აღნიშნული შემთხვევითი სიდიდის II რიგის მომენტები, დისპერსია, კორელაციური მომენტი სისტემისათვის. მომენტები განგარიშებულ იქნა მათი ინფორმაციული ეფექტიანობის შედარების მიზნით.

შრომის შემდგომ ნაწილში განხილულია კავშირის არხი და შესავალსა და გამოსავალს შორის კორელაციის კოეფიციენტის გამოსახულება. განხილულია უდანაკარგო არხი, თუმცა ასეთ არხში ხმაური არსებობს, მაგრამ არხი ისეთია, რომ მაინც უდანაკარგოდ მუშაობს. სწორედ ასეთი არხებისათვის შრომაში ნაჩვენებია, რომ კორელაციის კოეფიციენტი $r=1$, რაც რაოდენობრივად გვიხსნისათვის შესავალსა და გამოსავალს შორის არსებით კავშირს.

ის გარემოება, რომ უდანაკარგო არხებისათვის $r=1$ სწორედ იმაზე მიგვითითებს, რომ შესავალსა და გამოსავალს შორის ისეთი მტკიცე კავშირია, რომ ინფორმაცია არ იკარგება.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Файнштейн. Основы теории информации. Пер. с англ., ИЛ, М. 1960.
2. А. Я. Хинчин. Понятие энтропии в теории вероятностей. Успехи математических наук, VIII, в. 3 (55), 1953, 3.
3. А. Я. Хинчин. Об основных теоремах теории информации. Успехи математических наук, XI, в. 1(67), 1956, 17.

Т. Д. ЭБРАЛИДЗЕ

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛА С ШУМОМ В КВАНТОВОМ СЛУЧАЕ

(Представлено академиком В. И. Мамасახлисовым 26.3.1964)

Согласно негэнтропийному принципу Бриллюэна [1], любая информация, переданная через какую-нибудь физическую систему, увеличивает негэнтропию этой системы, и максимальное количество информации I , которое может быть передано сигналом приемнику, равно «дефекту энтропий», т. е. разности между максимальной энтропией, которой мог бы обладать канал с энергией

$$E_2 = E_1 + P\tau, \quad (1)$$

и действительной энтропией канала

$$I = S_2 - S_1 = \int_T^{T_{\text{эф}}} \frac{1}{T} \frac{dE}{dT} dT, \quad (2)$$

где $E(T)$ — энергия канала как функция температуры, T — абсолютная температура канала, а $T_{\text{эф}}$ — температура, которую имел бы канал после превращения всей энергии сигнала в тепло. Предполагается при этом, что канал находится в состоянии термодинамического равновесия. (Здесь и далее количество информации измеряется в единицах энтропии). В (1) P — средняя мощность сигнала, τ — длительность сигнала.

Интересно выяснить, какой вид имеет пропускная способность канала с шумом в квантовом случае ($h\nu \gg kT$). Решение этого вопроса является целью настоящей работы.

Из (2) можно получить пропускную способность канала, т. е. максимальное количество информации, переносимое сигналом в единицу времени. Она равна

$$c = \frac{1}{\tau} \int_T^{T_{\text{эф}}} \frac{1}{T} \frac{dE}{dT} dT = \int_T^{T_{\text{эф}}} \frac{1}{T} \frac{dP_n(T)}{dT} dT, \quad (3)$$

где $P_n = \frac{1}{\tau} E(T)$ — мощность шума.

Так как канал находится в равновесном состоянии и передача информации в канале электрической связи происходит одним проводом, то

мощность шума и «флуктуационная мощность», отдаваемая одним проводником, совпадут друг с другом. Поэтому, согласно [2], можно написать

$$P_n(T) = \int_0^{\infty} \frac{R(\nu) W(\nu) d\nu}{|Z(\nu)|^2}, \quad (4)$$

где $R(\nu)$ — омическое сопротивление одного проводника цепи, $Z(\nu)$ — полное сопротивление — импеданс, $W(\nu)$ — спектральная плотность флуктуационной электродвижущей силы, а $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ — частота. В квантовом случае спектральная плотность флуктуационной электродвижущей силы дается формулой Найквиста:

$$W(\nu) d\nu = \frac{4R h \nu d\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}. \quad (5)$$

Подставляя выражение (5) в (4), для мощности шума получаем

$$P_n(T) = 4 \int_0^{\infty} \frac{R^2 h \nu d\nu}{|Z(\nu)|^2 (e^{h\nu/kT} - 1)}. \quad (6)$$

Допустим, канал состоит из двух проводов, имеющих одинаковое омическое сопротивление R . Тогда «флуктуационная мощность», отдаваемая одним проводником, равна

$$P_n(T) = \int_0^{\infty} \frac{h\nu d\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} = \frac{\pi^2}{6h} (kT)^2. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (3), находим

$$C = \frac{k^2 \pi^2}{3h} (T_{эф} - T). \quad (8)$$

На основании (1) и (3) можно написать

$$P_n(T_{эф}) = P_n(T) + P. \quad (9)$$

Отсюда, учитывая (7), получаем $T_{эф} = T \sqrt{1 + \frac{6hP}{\pi^2 (kT)^2}}$. Подставляя это выражение в (8), для пропускной способности канала при полном сопротивлении $2R$, средней мощности сигнала P и температуре теплового шума T будем иметь

$$C = \frac{\pi^2 k^2 T}{3h} \left(\sqrt{1 + \frac{6hP}{\pi^2 (kT)^2}} - 1 \right). \quad (10)$$

Эта формула совпадает с формулой для пропускной способности фотонного канала, полученной в работе [3].

Основные свойства формулы (10) рассмотрены в той же работе [3].

Теперь рассмотрим электрический канал, полное сопротивление которого равно $\sqrt{(2R)^2 + (2\pi Lv)^2}$, т. е. предположим, что электрическая цепь состоит из индуктивности L и пары проводников, имеющих одинаковое омическое сопротивление. В этом случае при $R = \text{const}$ из (6) имеем

$$P_n(T) = \frac{(kT)^2}{h} \beta^2 \int_0^\infty \frac{\eta d\eta}{(1 + \eta^2)(e^{\beta\eta} - 1)}, \quad (11)$$

где

$$\eta = \frac{\pi L}{R} \nu \quad \text{и} \quad \beta = \frac{hR}{\pi LkT}.$$

Согласно [4], имеем

$$N = \int_0^\infty \frac{\eta d\eta}{(1 + \eta^2)(e^{\beta\eta} - 1)} = \frac{1}{2} \left[\ln \frac{\beta}{2\pi} - \frac{\pi}{\beta} - \psi \left(\frac{\beta}{2\pi} \right) \right]. \quad (12)$$

Обозначим $\frac{\beta}{2\pi}$ через Z , тогда

$$N = \frac{1}{2} \left[\ln Z - \frac{1}{2Z} - \psi(Z) \right], \quad (13)$$

где $\psi(Z)$ есть ψ -функция.

Рассмотрим случай $Z \gg 1$, т. е. $\beta \gg 2\pi$.

Асимптотическое разложение $\psi(Z)$ для больших значений Z имеет вид [4]

$$\psi(Z) \approx \ln Z - \frac{1}{2Z} - \sum_{k=1}^{n-1} \frac{B_{2k}}{2k Z^{2k}}, \quad (14)$$

где B_{2k} — число Бернулли.

Подставив (14) в (12), получим

$$N = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{B_{2k}}{2k Z^{2k}}.$$

Из этого выражения с точностью до члена $\sim \frac{1}{Z^4}$ имеем

$$N = \frac{1}{2} \left(\frac{B_2}{2Z^2} + \frac{B_4}{4 \cdot Z^4} \right). \quad (15)$$



Как известно [4], $B_2 = \frac{1}{6}$ и $B_4 = -\frac{1}{30}$, поэтому

$$N = \frac{1}{4} \frac{1}{6Z^2} - \frac{1}{8} \frac{1}{30Z^4}. \quad (16)$$

Из (16), учитывая, что $Z = \frac{\beta}{2\pi}$, находим

$$N = \frac{1}{\beta^2} \frac{\pi^2}{6} - \frac{1}{\beta^4} \frac{\pi^4}{15}. \quad (17)$$

Таким образом, при $kT \ll \frac{\hbar R}{2\pi^2 L}$ для $P_n(T)$ из (11) будем иметь

$$P_n(T) = \frac{\pi^2}{6} \frac{(kT)^2}{\hbar} - \frac{\pi^6}{15} \left(\frac{L}{R}\right)^2 \frac{(kT)^4}{\hbar^3}. \quad (18)$$

Так как мощность сигнала в практических случаях мала, то и прирост температуры канала также будет малой величиной, если энергия сигнала в канале превратится в тепло. Следовательно, омическое сопротивление проводника будет меняться незначительно. Поэтому R можно принять за независимую от температуры величину. Подставляя (18) в (3), находим

$$C = \frac{\pi^2 k^2 T}{3\hbar} \left(\frac{T_{\text{эф}}}{T} - 1\right) - \frac{4}{45} \frac{\pi^6 k^4 T^3}{\hbar^3} \left[\left(\frac{T_{\text{эф}}}{T}\right)^3 - 1\right] \left(\frac{L}{R}\right)^2. \quad (19)$$

На основании (9) и (18) можно написать

$$\frac{k^2 \pi^2}{6\hbar} (T_{\text{эф}}^2 - T^2) - \left(\frac{L}{R}\right)^2 \frac{\pi^6 k^4}{15\hbar^3} (T_{\text{эф}}^4 - T^4) - P = 0. \quad (20)$$

В (20) второй член пропорционален $T_{\text{эф}}^4 - T^4$. Так как $T \ll \frac{\hbar R}{2\pi^2 Lk}$, то $T_{\text{эф}}^4 - T^4$ будет малой величиной по сравнению с $T_{\text{эф}}^2 - T^2$. Поэтому в (20) вторым членом можно пренебречь. Тогда из (20) получим $T_{\text{эф}} = T \sqrt{1 + \frac{6\hbar P}{\pi^2 (kT)^2}}$. Подставляя это выражение в (19), для пропускной способности канала при полном сопротивлении $\sqrt{(2R)^2 + (2\pi Lv)^2}$, средней мощности сигнала P и температуре теплового шума $T \ll \frac{\hbar R}{2\pi^2 Lk}$ получаем

$$C = \frac{\pi^2 k^2 T}{3\hbar} \left(\sqrt{1 + \frac{6\hbar P}{\pi^2 (kT)^2}} - 1 \right) - \frac{4}{45} \left(\frac{L}{R}\right)^2 \frac{\pi^6 k^4 T^3}{\hbar^3} \times \\ \times \left[\left(1 + \frac{6\hbar P}{\pi^2 (kT)^2}\right)^{3/2} - 1 \right]. \quad (21)$$

Как видно, индуктивность уменьшает пропускную способность канала. Когда $L \rightarrow 0$, выражение (21) переходит в формулу (10). При $L \rightarrow 0$ и $\frac{6hP}{\pi^2(kT)^2} \ll 1$ выражение (21) дает

$$C = \frac{P}{T}, \quad (22)$$

что совпадает с формулой Шеннона [5] для широкополосного сигнала с аддитивным гауссовым шумом.

Допустим теперь, что полное сопротивление канала равно

$$\sqrt{(2R)^2 + \frac{1}{(2\pi RC^x)^2}},$$

где C^x — емкость конденсатора. Ясно, что в этом случае канал состоит из пары проводов, имеющих одинаковое омическое сопротивление, и из конденсатора с емкостью C^x . Формула (6) в данном случае при $R = \text{const}$ примет вид

$$P_n(T) = \frac{\pi^2}{6} \frac{(kT)^2}{h} - \frac{(kT)^2}{h} \beta^2 \int_0^\infty \frac{\eta d\eta}{(1 + \eta^2)(e^{\beta\eta} - 1)}, \quad (23)$$

где

$$\frac{(kT)^2}{h} \frac{\pi^2}{6} = \int_0^\infty \frac{h\nu d\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}, \quad \beta = \frac{h}{4\pi RC^x kT} \text{ и } \eta = 4\pi RC^x \nu.$$

Интеграл, входящий в (23), совпадает с интегралом (12). Поэтому при $\beta \gg 2\pi$, т. е. при $kT \ll \frac{h}{8\pi^2 RC^x}$, согласно (17), выражение (23) примет вид

$$P_n(T) = \frac{\pi^2}{6} \frac{(kT)^2}{h} - \frac{\pi^2}{6} \frac{(kT)^2}{h} + \frac{(kT)^2}{h} \frac{1}{15} \beta^2 \pi^4.$$

Отсюда, если учесть, что $\beta = \frac{h}{4\pi RC^x kT}$, имеем

$$P_n(T) = \frac{16}{15} \pi^6 (RC^x)^2 \frac{(kT)^4}{h^3}. \quad (24)$$

Тогда для пропускной способности канала получаем

$$C = \frac{64}{45} \pi^6 \frac{(RC^x)^2}{h^3} k^4 T^2 \left[\left(\frac{T_{\text{эф}}}{T} \right)^3 - 1 \right]. \quad (25)$$

Выражая $\frac{T_{\text{эф}}}{T}$ через среднюю мощность сигнала P с помощью (9) и (24), окончательно для пропускной способности канала находим

$$C = \frac{64}{45} \pi^6 \frac{(RC^x)^2}{h^3} k^4 T^3 \left\{ \left(1 + \frac{15h^3 P}{16\pi^6 (RC^x)^2 (kT)^4} \right)^{3/4} - 1 \right\}. \quad (26)$$

Когда $\frac{15h^3 P}{16\pi^6 (RC^x)^2 (kT)^4} \ll 1$, из (26) опять получим формулу (22).

Таким образом, максимальное количество информации, переносимое сигналом в единицу времени при $Z = \sqrt{(2R)^2 + 1/(2\pi\nu C^x)^2}$, при средней мощности сигнала P и температуре теплового шума $T \ll \frac{h}{8\pi^2 RC^x k}$ выражается формулой (26), которая при $C^x \rightarrow \infty$ переходит в формулу Шеннона [5] для широкополосного сигнала с аддитивным гауссовым шумом.

Рассмотрим случай, когда полное сопротивление канала равно

$$Z = \sqrt{(2R)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C^x\omega} \right)^2},$$

где $\omega = 2\pi\nu$. Очевидно, что канал состоит из пары проводов, имеющих одинаковое омическое сопротивление R , конденсатора емкостью C^x и индуктивности L . В этом случае «флуктуационная мощность», отдаваемая одним проводником, равна

$$P_n(T) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{R^2 h \omega d\omega / 2\pi}{[(2R)^2 + (L\omega - 1/C^x\omega)^2] \left(e^{\frac{h\omega}{kT}} 2\pi - 1 \right)}. \quad (27)$$

Выражение (27) при $R = \text{const}$ можно привести к следующему виду:

$$P_n(T) = \frac{1}{\pi} \frac{R}{L} kT \int_0^{\infty} \frac{\alpha\beta\eta^3 d\eta}{[\alpha^2\eta^2 + (\eta^2 + 1)^2] (e^{\beta\eta} - 1)}, \quad (28)$$

где

$$\beta = \frac{h}{kT 2\pi\nu LC^x}, \quad \alpha = 2 \frac{LC^x}{VLC^x} \text{ и } \eta = \sqrt{LC^x} \omega.$$

При произвольных α и β выразить функцию $P_n(T)$ не через интеграл не удастся. Выражение (28) можно переписать так:

$$P_n(T) = \frac{R}{L} \overline{K(T)}, \quad (29)$$

где

$$\overline{K(T)} = \frac{kT}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\alpha \beta \eta^3 d\eta}{[\alpha^2 \eta^2 + (\eta^2 + 1)^2] (e^{\beta \eta} - 1)}$$

есть квантовое выражение средней магнитной энергии $(2R)LC^x$ контура. Как известно [2], когда $\alpha \gg 1$,

$$\overline{K(T)} = \frac{1}{2} kT \quad \text{при} \quad \frac{hR}{\pi L} \ll kT \left(\beta \ll \frac{1}{\alpha} \right), \quad (30)$$

$$\overline{K(T)} = \frac{\pi^2}{6} \frac{(kT)^2}{h} \frac{L}{R} \quad \text{при} \quad \frac{hR}{\pi L} \gg kT \left(\beta \gg \frac{1}{\alpha} \right). \quad (31)$$

Из (30) и (31) можно найти

$$P_n(T) = \frac{1}{2} \frac{R}{L} kT \quad \text{при} \quad \alpha \gg 1 \text{ и } \beta \ll 1/\alpha, \quad (32)$$

$$P_n(T) = \frac{\pi^2}{6} \frac{(kT)^2}{h} \quad \text{при} \quad \alpha \gg 1 \text{ и } \beta \gg 1/\alpha. \quad (33)$$

Как было показано выше, пропускная способность при мощности шума (33) дается формулой (10). Легко можно убедиться, что при $P_n(T) = \frac{1}{2} \frac{R}{L} kT$ пропускная способность канала выражается формулой

$$C = \frac{1}{2} k \frac{R}{L} \ln \left(1 + \frac{2LP}{kTR} \right), \quad (34)$$

которая совпадает с формулой Шеннона [5], при $\nu_m = \frac{1}{2} \frac{R}{L}$, где ν_m есть максимальная ширина полосы.

Таким образом, когда затухание сильно, т. е. $\frac{2RC^x}{\sqrt{LC^x}} \gg 1$ и $T \gg \frac{Rh}{\pi Lk}$, пропускная способность не зависит от емкости. Когда $\frac{2RC^x}{\sqrt{LC^x}}$ и $T \ll \frac{Rh}{\pi Lk}$, пропускная способность также не зависит от индуктивности.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 26.3.1964)

ფიზიკა

ბ. მბრალნიძე

გეოგრაფიის მკვლევარების განყოფილების დირექტორის განყოფილება
კვანტურ ფიზიკის ინსტიტუტში

რეზიუმე

ინფორმაციის ნეგენტროპიული პრინციპისა და ელექტრონიული ფლუქტუაციის თეორიის გამოყენებით შრომაში გამოთვლილია ელექტრონიული კავშირის არხის გამტარუნარიანობა.

განხილულია ელექტრული არხის სხვადასხვა შემთხვევა. მიღებულია არხის გამტარუნარიანობის გამოსახულებები, როდესაც წრედი შედგება ომური წინააღმდეგობისაგან, ომური წინააღმდეგობისა და ინდუქტივობისაგან, ომური წინააღმდეგობისა და ტევადობისაგან და ბოლოს განხილულია შემთხვევა, როდესაც არხი წარმოადგენს $(2R)LC^x$ კონტურს.

შრომაში ნაჩვენებია, რომ, როდესაც სიგნალის ფარდობა ხმაურთან მიერე სიდიდეა, მიღებული შედეგები გადადის განიერზოლიანი ადიტიური ჰაუსის ხმაურის მქონე არხის გამტარუნარიანობის შენონის $C = \frac{P}{T}$ ფორმულაში.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Бриллюэн. Наука и теория информации. М., 1960.
2. В. Л. Гинзбург. Некоторые вопросы теории электрических флуктуаций. УФН, 1952, стр. 348.
3. Д. С. Лебедев, Л. Б. Левитин. Максимальное количество информации, переносимое электромагнитным полем. ДАН СССР, т. 149, №6, 1963.
4. И. С. Градштейн и И. М. Рыжик. Таблица интегралов, сумм, рядов и произведений. М., 1962, стр. 342.
5. К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. ИЛ, М., 1963.

А. М. АХАЛБЕДАШВИЛИ и Д. И. СИХАРУЛИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ДЛИННОПЕРИОДНОГО СЕЙСМОГРАФА В ТБИЛИСИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 28.2.1964)

В настоящее время в сейсмологии особо актуальным вопросом является исследование подкорового субстрата Земли. Характер дисперсии скоростей длиннопериодных поверхностных сейсмических волн выражает особенности строения глуболежащих слоев. Поэтому при изучении внутреннего строения Земли можно получить ценные результаты на основе наблюдений над длиннопериодными волнами Релея и Лява.

Исследование этого вопроса началось с создания приборов, которые могли бы зарегистрировать колебания почвы с периодом 30 секунд и выше, примерно до нескольких сотен секунд. Созданием таких приборов занимались американские ученые (Беньоф, Пресс, Юинг—длиннопериодные сейсмографы, Ленер—длиннопериодные гальванометры) [1—3]. В Советском Союзе конструированием длиннопериодных сейсмографов занимались сотрудники Института физики Земли АН СССР [4]. Были созданы действующие макеты вертикального сейсмографа с гальванометрической регистрацией для записи сейсмических волн с периодом главным образом 20—300 секунд. Соответственно была разработана теория длиннопериодного вертикального сейсмографа [5].

Основное затруднение при конструировании сейсмографа заключалось о том, что существующие вертикальные сейсмографы, например СВК и СВГ, при увеличении периода выше стандартного не выдерживали «нуль» и происходило «хромание» маятников. Выход из этого положения был найден путем применения такой пружины, которая имеет начальную нулевую длину и представляет собой один из катетов специально рассчитанного силового треугольника. Этим обеспечивается достаточная устойчивость положения равновесия маятника при его периоде $T_1 = 30$ секунд.

Было установлено, что ξ —нулевая длина пружины—вычисляется по формуле

$$\xi = z - \frac{g}{4\pi^2} T^2, \quad (1)$$



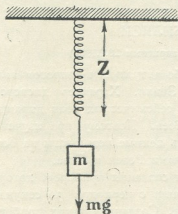
где χ —длина пружины в растянутом положении (фиг. 1), T —период собственного колебания пружины.

Конструкция концов крепления этой пружины дает возможность регулировать длину χ так, чтобы значение ξ по формуле (1) было равно нулю.

Для получения длинного периода впервые был использован СВК со специальными конструктивными изменениями. В 1961 г. этот длиннопериодный вертикальный сейсмограф был установлен на Тбилисской центральной сейсмической станции для регистрации длиннопериодных релейских волн. Это был третий вертикальный сейсмограф, установленный в Советском Союзе после Москвы и Симферополя¹.

Установленный в Тбилиси вертикальный сейсмограф, имеющий период $T_1=30$ секунд, соединен со стандартным, гальванометром, период которого $T_2=21$ секунд, его критическое сопротивление $r_k=1700$ ом и чувствительность к току

$$P_2 = 4,56 \cdot 10^{-10} \frac{A}{\text{мм/м}}.$$



Фиг. 1

В связи с этим для получения нормальной кривой увеличения для гальванометра требовалось затухание $D_2=14,144$, намного больше обыкновенного. Записи волн велись на обыкновенном регистре РС-II со скоростью вращения барабана 15 мм в минуту и шагом винта 8 мм.

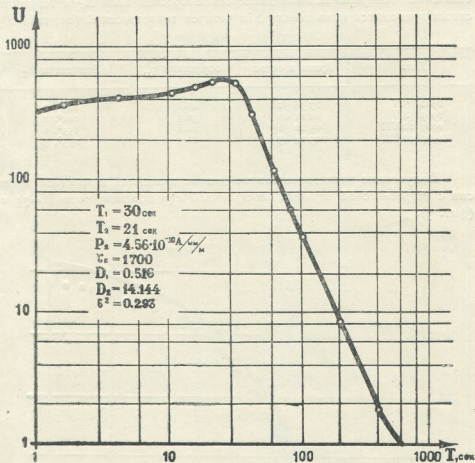
При выбранном режиме работы $T_1=30$ секунд, $T_2=21$ секунд, $D_1=0,5165$, $D_2=14,144$, $\sigma^2=0,293$ увеличение сейсмографа $v=424$. Кривая увеличения показывает, что от одной до 40 секунд увеличение постепенно падает и будет равно 1 при $T=500$ секунд.

В течение 1,5 года работы на центральной сейсмической станции Тбилиси получены записи поверхностных сейсмических волн от многих землетрясений из разных мест земного шара. Как показывает наблюдения, достоинством этого прибора можно считать и то, что, кроме регистрации длиннопериодных волн при сильных землетрясениях, ξ на сейсмограммах хорошо отмечаются и вступления объемных волн.

На первом этапе интерпретации наблюдаемых материалов представлялось целесообразным исследовать релейские волны, формировавшиеся в земной коре, ведь сейсмографами общего типа удается зарегистрировать

¹ Установка длиннопериодного вертикального сейсмографа в Тбилиси произведена с участием В. П. Архангельского.

волны L_R только в узком диапазоне периодов, соответствующих высоко-частотной зоне дисперсионной кривой. К тому же пока еще не имеется достаточного количества экспериментальных дисперсионных кривых волн L_R по наблюдениям на сейсмических станциях Кавказа.



Фиг. 2

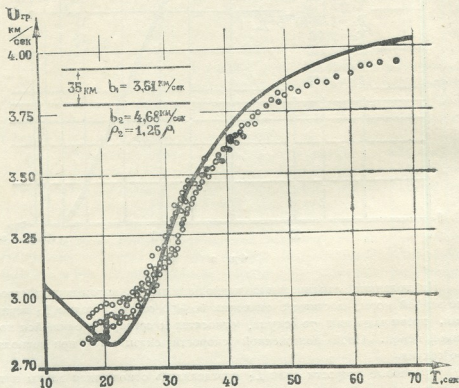
Наблюдаемые максимальные периоды волн L_R , выражающих строение земной коры, достигают значения 60—70 секунд. Волны L_R периодами, превышающими 70 секунд, относятся к среде, находящейся под земной корой. Слой пониженной скорости сказывается при периодах 100 секунд.

Групповые скорости волн L_R определялись отношением длины пути по временам пробега вершин волн. За величину периода принимались интервалы между двумя гребнями.

Изучены записи поверхностных волн из различных эпицентров японских землетрясений. Дисперсия скоростей волн L_R , возникающая при землетрясениях этого района, зарегистрированных на центральной сейсмической станции Тбилиси, мало отличаются друг от друга. Поэтому сопоставление экспериментальных дисперсий скоростей волн L_R с теоретическими приводится нами только для четырех землетрясений (см. табл.).

Дата	Время в очаге	Координаты φ_N	Эпицентры λ_E
1962 7.V	17 38 52	45,1	147°, 0
1963 8.V	10 22 09	36,6	141°, 1
1963 10.VII	05 22 56	46,4	153°, 6
1963 10.VII	03 14 43	46,5	153°, 5

Полученные экспериментальные данные находятся в хорошем согласии с теоретической кривой, построенной при помощи коры $H=35$ км (фиг. 3).



Фиг. 3



Из фиг. 3 хорошо видно, что экспериментальные точки наблюдаемой дисперсии при больших периодах лежат ниже теоретической кривой. Очевидно, такое отклонение экспериментальных данных от теоретической кривой при больших периодах вызвано существованием слоя пониженной скорости, находящегося в верхней части оболочки Земли.

Констатируем: полученные в этой работе данные о мощности коры, определенной на основе исследования дисперсии волн L_R , находятся в хорошем согласии с данными, полученными по волнам L_Q [6]. Эти и другие результаты, касающиеся мощности коры, дают основание еще раз отметить, что мощность континентальной коры в основном везде является одинаковой.

Разумеется, такой тип строения не может включить в себя такие аномальные области континентов, какими являются островные дуги и большие горные массивы.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 28.2.1964)

გეოფიზიკა

ა. აბალგადაშვილი და დ. სიხარულიძე

ბრძელპერიოდული ვიბრაციალური სეისმოგრაფის
მუშაობის ცდა თბილისის ცენტრალურ სეისმურ
სადგურში

რ გ ზ ი უ მ ე

დედამიწის ქერქისა და განსაკუთრებით მანტიის აგებულების შესასწავლად დიდი მნიშვნელობა აქვს დაკვირვების წარმოებას გრძელპერიოდულ ხედაპირულ ტალღებზე.

ამ მიზნით თბილისის ცენტრალურ სეისმურ სადგურში დადგმულ იქნა გრძელპერიოდული ვერტიკალური სეისმოგრაფი. ხელსაწყოს 1,5 წლის მუშაობის შედეგად რეგისტრირებულია დედამიწის სხვადასხვა ადგილზე მომხდარი მიწისძვრების შედეგად წარმოქმნილი L_R ტიპის ტალღები. ტალღების სიჩქარეთა დისპერსიის გამოკვლევის საფუძველზე დადგენილია დედამიწის ქერქის გასაშუალებული სისქე $h = 35$ კმ იაპონია-თბილისის ტრასაზე.

დაკლასიფიკაციის მიხედვით — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Benioff, F. Press. Progress report on long period seismographs. Geophys. s., t, № 3, 1958.
2. M. Ewing, F. Press. Further study of atmospheric pressure fluctuations recorded on seismograph. Trans. Amer. Geophys. Union, 34, 1953.
3. F. Press, M. Ewing, F. Lehner. A long period seismographs system. Trans. Amer. Geophys. Union, 39, № 1, 1958.
4. В. Т. Архангельский, Д. Т. Кириос и др. Опыт наблюдения длиннопериодных сейсмических волн на станции Симферополь. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 5, 1961.
5. В. Т. Архангельский. Вопросы теории длиннопериодного вертикального сейсмометра. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 10, 1960.
6. Д. И. Сихарулидзе. Дисперсия волн Лява и изучение строения земной коры по наблюдениям Кавказских сейсмических станций. Труды Института геофизики АН СССР, т. XIX, 1960.

Т. Г. ГАБРАШВИЛИ, А. И. КАРЦИВАДЗЕ

К ВОПРОСУ ЗАМЕРЗАНИЯ КАПЕЛЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 16.4.1964)

Изучению замерзания переохлажденных капель воды посвящены многочисленные работы, результаты которых проанализированы в монографии Б. Дж. Мейсона [1].

По исследованиям Бигга [2], примесь NaCl понижает температуру замерзания пропорционально концентрации раствора.

При этом средняя температура замерзания капель с увеличением концентрации NaCl в начале убывает медленно, а после достижения определенной концентрации скорость снижения резко увеличивается.

Его данные качественно согласуются с законом Рауля, по которому понижение температуры замерзания растворителя пропорционально молярной концентрации растворенного вещества.

Замерзание взвешенных в масле капель насыщенного раствора NaCl исследовалось также Б. В. Кирюхиным и С. И. Певзнером [3]. По их данным, капли раствора с $d = 3$ мм замерзали при $t = -35^{\circ}\text{C}$, при этом температура замерзания капель снижалась пропорционально $\lg d$.

Следует отметить, что, по данным Е. Г. Зак и А. Д. Малкиной [4], исследовавших замерзание капель растворов NaCl, подвешенных на термонарах, замерзание происходило при значительно более высоких температурах, чем в опытах Б. В. Кирюхина и С. И. Певзнера.

Ниже приводятся данные экспериментов, проведенных в Институте геофизики АН Грузинской ССР по исследованию влияния электрического поля на замерзание капель раствора NaCl.

Капли водных растворов различной концентрации подвешивались на тонкой ($\sim 20 \mu$) волосной нити и помещались в охлаждаемую камеру объемом 2100 см^3 .

В камере температура снижалась практически с постоянной скоростью, равной $1^{\circ}/\text{мин}$. В непосредственной близости от капли помещалась малоинерционная чувствительная термонара, позволяющая фиксировать

замерзание капли по моменту его скачкообразного повышения температуры, вызванного выделением скрытой теплоты фазового перехода.

Одновременно с этим производились наблюдения через микроскоп и осуществлялось микрофотографирование в поляризованных лучах по методике, изложенной в работе Н. В. Глики [5].

Для изучения влияния электрического поля в камере капля помещалась между двумя пластинками с постоянной разностью потенциалов. Напряженность поля доводилась до 2000 в/см.

На рис. 1 и 2 приведены кривые зависимости средней температуры замерзания (T) капель раствора NaCl от логарифма концентрации $\left(\ln \frac{n}{N}\right)$ без электрического поля и при напряженности 2000 в/см, где n —число молей NaCl, N —число молей воды.

Сравнение показывает, что ход кривых, построенных по данным Бигга и нашим данным, отображает качественно одинаковую зависимость T от $\ln \frac{n}{N}$, количественно же результаты отличаются существенно.

В частности, при относительно малых концентрациях $\left(\ln \frac{n}{N} \cong 4,2\right)$ температура замерзания капель с $d = 500 \mu$ значительно выше, чем полученная Биггом для капель с $d = 1000 \mu$.

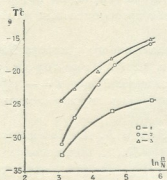


Рис. 1. Зависимость температуры замерзания капель растворов NaCl от концентрации: 1—по Биггу для капель с $d = 1000 \mu$ в отсутствие внешнего электрического поля; 2—для капель с $d = 800 \mu$ при $E = 0$; 3—для капель с $d = 800 \mu$ при $E = 2000$ в/см

Следует отметить, что по сравнению с данными Бигга [6] более высокие температурные замерзания получаются в наших опытах и для капель чистой воды. При этом последние хорошо согласуются с данными Хеверли и [7].

Причиной этих расхождений, по всей вероятности, является различие в условиях эксперимента.

Как известно, Бигг свои опыты проводил с каплями воды, помещенными между двумя несмешивающимися жидкостями. Этим устранялось влияние твердых поверхностей и предотвращалась возможность попадания ядер замерзания.

В наших же опытах, как и в опытах Хеверли, капли подвешивались в воздухе и возможность попадания частичек пыли не была исключена.

Интересуясь в основном не установлением абсолютных значений температуры замерзания капель, а изучением

ее изменения от различных факторов, можно не усложнять эксперимент и опыты проводить с подвешенными в воздухе каплями.

Более того, в последнем случае условия эксперимента ближе подходят к естественным.

Кривые (рис. 1 и 2) показывают, что хлористый натрий понижает точку замерзания на величину, которая возрастает с увеличением концентрации.

При этом в отсутствии электрического поля с увеличением концентрации скорость снижения температуры замерзания заметно повышается.

Эта тенденция в значительно меньшей степени выражена при наличии электрического поля.

На рис. 1 и 2 отчетливо выделяется повышение температуры замерзания под влиянием электрического поля.

При этом, как показывает табл. 1, с увеличением концентрации раствора влияние электрического поля на степень повышения точки замерзания возрастает.

Интересные результаты получаются из анализа табл. 2, а именно, оказывается, в электрическом поле влияние размеров капель на повышение температуры их замерзания с увеличением концентрации убывает (от 2,1°C до 0,5°C), в то время как при E=0 это влияние растет (от 2,2°C до 3,0°C).

При малых концентрациях раствора влияние размеров капель на температуру замерзания в электрическом поле и без него практически одинаково (1,9—2,2°C), с увеличением же концентрации это влияние оказывается ощутимым (0,5 ÷ 3,0°C).

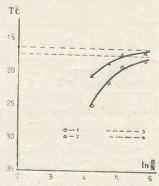


Рис. 2. Зависимость температуры замерзания капли раствора NaCl с $d=500 \mu$ от концентрации: 1—при $E=0$; 2—при $E=2000$ в/см; 3—температура замерзания капли чистой воды при $E=0$; 4—температура замерзания капли чистой воды при $E=2000$ в/см

Таблица 1

Концентрация NaCl, г/см ³	Повышение температуры замерзания, °C $\Delta t = t_{E=0} - t_{E=2000}$	
	$d = 500 \mu$	$d = 800 \mu$
0,00	0,9	0,7
0,01	1,1	0,8
0,02	1,7	—
0,03	2,9	1,0
0,05	4,5	2,0
0,10	—	4,5
0,15	—	6,5

С понижением концентрации температуры замерзания капле растворов асимптотически приближаются к соответствующим их значениям для капле чистой воды.

Таблица 2

Концентрация NaCl, г/см ³	E = 0			E = 2000 в/см		
	Температура замерзания, °C		[$\frac{1000}{T-300}$] °C	Температура замерзания °C		[$\frac{1000}{T-300}$] °C
	d=500μ	d=800μ		d=500μ	d=800μ	
0,00	-17,3	-15,1	2,2	-16,4	-14,3	2,1
0,01	-18,0	-15,8	2,2	-16,9	-15,0	1,9
0,03	-21,4	-19,0	2,4	-18,5	-18,0	0,5
0,05	-25,0	-22,0	3,0	-20,5	-20,0	0,5

Вотсутствии электрического поля с уменьшением размера капле температура замерзания понижается незначительно, а в электрическом поле повышение температуры замерзания с уменьшением размера капле делается более заметным.

Как известно [8], прочность связи иона с ближайшими молекулами воды и их влияние на трансляционное движение последних описывается соотношением

$$\frac{\tau_i}{\tau} = \left(\exp \frac{\Delta E}{RT} \right);$$

где

τ —среднее время пребывания молекулы воды в положении равновесия, когда она находится в окружении молекул воды;

τ_i —среднее время пребывания молекулы воды в ближайшем к иону положении равновесия;

ΔE —изменение величины потенциального барьера для обмена ближайших молекул воды, вызванное действием иона.

Различные ионы на трансляционное движение молекул действует по-разному.

У некоторых ионов $\Delta E > 0$ и соответственно $\frac{\tau_i}{\tau} > 1$ такие ионы ослабляют трансляционное движение молекул воды, находящихся в сольватных оболочках.

Для других ионов $\Delta E < 0$, $\frac{\tau_i}{\tau} < 1$ и молекулы воды вблизи них становятся более подвижными, чем в чистой воде. Это явление называется отрицательной гидратацией.

Согласно Берналю и Фаулдеру [9], действие ионов аналогично повышению или понижению температуры раствора.

В случае, когда $\Delta E > 0$, ионы понижают структурную температуру воды в растворе, а при $\Delta E < 0$, наоборот, повышают его.

По данным О. Я. Самойлова [8], при температуре $21,5^\circ\text{C}$ для ионов N_a^+

$$\Delta E = 0,25 \frac{\text{ккал}}{\text{г. ион}},$$

а для Cl^-

$$\Delta E = -0,27 \frac{\text{ккал}}{\text{г. ион}}.$$

В капле раствора NaCl в воде при отсутствии электрического поля анионы и катионы вместе со своими сольватными оболочками распределены в среднем равномерно и находятся в хаотическом движении со случайными скоростями в случайных направлениях.

Мейсон [10] высказал мысль, что в растворах электролитов группы нейтральных молекул, концентрирующихся вокруг ионов, могут действовать как ядро замерзания.

По всей видимости, речь может идти о группах молекул, концентрирующихся вокруг тех ионов, которые снижают, а не повышают трансляционное движение.

В электрическом поле должно наблюдаться упорядочение движения ионов, в результате чего в одной части капли раствора будет иметь место скопление ионов натрия, а в другой — хлора.

Таким образом, в определенном сферическом сегменте капли существенно повысится концентрация ионов, которые снижают трансляционное движение молекул воды и понижают структурную температуру.

Можно предположить, что это будет способствовать образованию зародышей твердой фазы воды при более высокой температуре, чем при отсутствии электрического поля.

Здесь надо отметить, что если высказанное предположение является верным, то в растворах, где гидратация ионов характеризуется большим положительным значением ΔE , эффект повышения точки замерзания под влиянием электрического поля должен быть выражен в большой степени. Так, например, температура замерзания капель раствора LiCl в электрическом поле должна повысится в большей мере, чем это наблюдается в растворах NaCl , так как для ионов Li^+

$$\Delta E = 0,73 \frac{\text{ккал}}{\text{г. ион}}.$$

Косвенным подтверждением высказанного предположения может служить отмеченный выше экспериментальный факт увеличения влияния



электрического поля на степень повышения точки замерзания с возрастанием концентрации.

Согласно исследованиям Вейля [11], ориентировка диполей, в поверхностном слое чистой воды препятствует переходу к тетраэдрической структуре льда и способствует переохлаждению воды.

Повышение температуры замерзания капель растворов под влиянием электрического поля может быть вызвано также тем, что ионы натрия, перемещаясь к поверхности капли, будут вызывать переориентировку диполей поверхностного двойного электрического слоя (слой Гельмгольца) и тем самым способствовать фазовому переходу вода—лед.

Для выяснения механизма замерзания электролитов в электрическом поле необходимо провести дополнительные исследования.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт геофизики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 16.4.1964)

გეოფიზიკა

თ. ბაბარაშვილი, ა. კარცივაძე

მარილთა წყალხსნარების წვეთების გაყინვის
საკითხისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია სუფრის მარილის წყალხსნარის წვეთების გაყინვის პროცესის ექსპერიმენტული შესწავლის შედეგები. ნაჩვენებია, რომ ელექტრული ველის გავლენით ასეთი წვეთების გაყინვის ტემპერატურა მატულობს და ეს ნაზარდი ხსნარის კონცენტრაციის ფუნქციაა (იხილეთ სურ. 1,2).

მოცემულია ამ ეფექტის ფიზიკური მექანიზმის შესაძლო სქემა.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Дж. Мейсон. Физика облаков. Гидрометеониздат, 1961.
2. В. G. Mason. Progress in cloud physics research. A progress report on recent investigations at Imperial College, London. Archiw für Met. Geophys. u. Bioklima, а, 6, 1953.
3. Б. В. Кирюхин, С. М. Певзнер. Температура замерзания взвешенных в масле капель воды и растворов солей. Труды ГГО, в. 57, 1956.



4. А. Д. Малкина и Е. Г. Зак. Экспериментальное исследование замерзания капель воды и водных растворов. Труды ЦАО, № 9, 1952.
5. Н. В. Глики, А. А. Елисеев, Н. М. Марченко. Образование монокристаллической гранулы льда при замерзании переохлажденной капли воды. ДАН СССР, т. 135, № 3, 1960.
6. E. K. Bigg. The supercooling of water. Proc. Phys. Soc., 66, 1953.
7. G. R. Neveryly. Supercooling and crystallization. Trans. Amer. Geop. Un., 30, 1949.
8. О. Я. Самойлов. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. Изд. АН СССР, 1957.
9. Дж. Берналь и Р. Фаулер. Структура воды и ионных растворов. Успехи физических наук, т. XIV, в. 5, 1934.
10. B. G. Mason. The nature of iceforming nuclei in the atmosphere Quart. Journ. of the Royal Met. Soc., Vol. 76, 1950.
11. W. A. Weyl. Surface Structure of water and Some of Its. Physical and Chemical Manifestations. Journ. Colloid Sci., 6, 1951.



ХИМИЯ

В. П. ГОУАДЗЕ, М. И. ТАРЕНКО

ЦВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ НА РОДАНИСТЫЕ АЛКИЛЫ И СИНТЕЗ
 НОВЫХ ФЛУОРЕСЦИРУЮЩИХ КРАСИТЕЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 6.3.1964)

Синтезированные еще в прошлом столетии органические тиоцианаты (роданиды) нашли практическое применение лишь сравнительно недавно. Поэтому выявление для тиоцианатов новых химических реакций и изучение механизма этих процессов имеют не только теоретическое, но и прикладное значение. Органические тиоцианаты широко используются в сельском хозяйстве, здравоохранении, промышленности синтетических красителей, производстве полимерных материалов и т. д. [1].

Специфической цветной реакции для отдельного определения алифатических тиоцианатов в присутствии ароматических роданорганических соединений не существует. Между тем, необходимость подобных методов, их научное и практическое значение едва ли можно оспаривать.

В настоящем сообщении впервые описывается отличная от существующих методов определения тиоцианатов [2—4] цветная реакция роданистых алкилов с хинолином, позволяющая идентифицировать роданистые алкилы в присутствии арилпроизводных роданидов не по продуктам разложения, а по реакции их молекулы в целом.

На основе общеизвестной аналогии свойств родана с галоидами мы предположили, что роданистые алкилы с хинолином должны давать цветную реакцию образования цианиновых красителей, подобно реакции галоидных алкилов, описанной в работах [5—7].

Опыты подтвердили наше предположение о том, что роданистые: метил, этил, пропил, изо-пропил, бутил, амил и изо-амил, а также дироданэтилен—при нагревании с хинолином дают красно-бурую окраску раствора. Интенсивность окраски пропорциональна количеству взятого алкила. Оттенки окраски зависят от скорости нагрева и температуры [8].

Из окрашенных продуктов реакции был выделен флуоресцирующий кристаллический краситель оранжевого цвета. Всего получено четыре новых флуоресцирующих красителя—из продуктов взаимодействия

роданистого метила и хинолина, роданистого этила и хинолина, роданистого пропила и хинолина и роданистого бутила и хинолина. Растворы выделенных красителей, а также окрашенная ими вата или бумага при освещении фильтрованным ультрафиолетовым светом интенсивно флуоресцировали желтым цветом.

С целью установления механизма найденной цветной реакции и подтверждения аналогичности ее реакциям галоидных алкилов с хинолином были предприняты опыты по синтезу четырех не описанных в литературе первых представителей четвертичных аммониевых солей роданистых алкилов с хинолином. Новые соли роданалкилатов хинолина были получены двумя методами: нагреванием роданистого алкила с хинолином и обменной реакцией между роданистым серебром и йодалкилатом хинолина.

Таким образом, были синтезированы соли следующего состава:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) $C_9H_7NCH_3CNS$, | 2) $C_9H_7NC_2H_5CNS$, |
| 3) $C_9H_7NC_3H_7CNS$, | 4) $C_9H_7NC_4H_9CNS$. |

При проведении этих опытов мы исходили из того соображения, что в данном случае механизм реакции должен быть аналогичным механизму, предложенному В. И. Кузнецовым и З. М. Пименовой [7] для 1,2-дихлорэтана.

Из солей роданалкилатов хинолина нагреванием их раствора с избытком хинолина, а в другом случае в растворе спиртовой щелочи были выделены флуоресцирующие красители, идентичные красителям, выделенным из продуктов нагревания роданистых алкилов с хинолином. Все полученные красители характеризовались оранжевым цветом. Максимум поглощения, определенный для трех из этих красителей, находится при $\lambda_{max} = 476m\mu$ (рис. 1). Такой максимум поглощения характерен для апоцианиновых красителей.

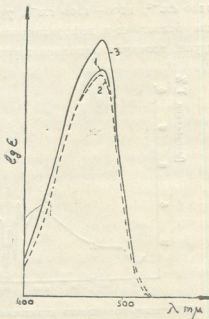
Известно, что при обработке галоидалкилатов хинолина спиртовым раствором щелочи получается смесь двух красителей: ксантоапоцианина (оранжевого) и эритроапоцианина (красного) [6].

Факт образования красителей при нагревании вышеотмеченных солей роданалкилатов хинолина со спиртовым раствором щелочи или избытком хинолина по аналогии упомянутой выше реакции показывает, что и в данном случае образуются апоцианиновые красители.

С целью уточнения последнего обстоятельства определялся элементарный состав выделенных кристаллических красителей, проводились опыты по удалению ионогенно-связанной роданистой группы красителя обработкой полученных красителей раствором вычисленного количества нитрата серебра. Из красителя роданистая группа удалялась количественно, после чего краситель давал отрицательную реакцию на серу. Следовательно, в красителе, как и предполагалось, рода-

нистая группа связана ионогенно и краситель не содержит другой связанной серы, кроме серы роданистой группы.

Рис. 1. Спектры поглощения красителей, синтезированных: 1 — из роданистого метила и хинолина; 2 — роданистого этила и хинолина; 3 — роданистого пропила и хинолина



В таблице приведены данные элементарного состава новых красителей.

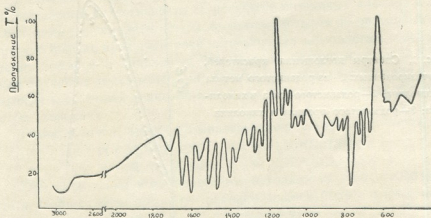
Таблица

Формула красителя	T _{пл} в градусах	Найдено %				Вычислено %			
		C	H	N	S	C	H	N	S
C ₁₈ H ₁₃ N ₂ (CH ₃) ₂ CNS	235 — 237 разл.	73,4	5,32	12,64	8,9	73,0	5,54	12,16	9,28
C ₁₈ H ₁₃ N ₂ (C ₂ H ₅) ₂ CNS	238 — 240 разл.	73,70	6,46	11,38	8,7	73,94	6,21	11,25	8,58
C ₁₈ H ₁₃ N ₂ (C ₃ H ₇) ₂ CNS	238 — 242 разл.	74,53	6,40	10,26	7,32	74,75	6,78	10,46	7,98
C ₁₈ H ₁₃ N ₂ (C ₄ H ₉) ₂ CNS	240 — 245 разл.	75,71	6,95	9,24	7,88	75,28	7,27	9,78	7,47

На нижеприведенной кривой ИК спектра поглощения красителя, полученного нагреванием роданистого метила и хинолина (рис. 2) (1), характеристические частоты колебания 1600—1700 см⁻¹, 1300—1400

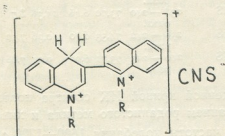
(1) Спектр снят М. С. Гергай.

$см^{-1}$, 600—730 $см^{-1}$ указывают на наличие в молекуле красителя роданистой группы [9,10]. Частоты 2960—2980 $см^{-1}$, 1525—1600 $см^{-1}$, 1080—1140 $см^{-1}$, 1100—1200 $см^{-1}$, 730—760 $см^{-1}$ характерны соответственно для валентных и деформационных колебаний метиленовой и метильной групп, молекулы хинолина, групп С—N и С—H [11—12].



ИК-спектр поглощения апоцианинового красителя, полученного из роданистого этила и хинолина (таблетки в KBr)

Таким образом, экспериментальные данные показали, что цветная реакция роданистых алкилов с хинолином протекает через стадию образования соли роданалкилата хинолина. Последняя в присутствии избытка хинолина образует при нагревании интенсивно окрашенные апоцианиновые красители. Выделенные из продуктов реакции оранжевые флуоресцирующие вещества представляют собой ксаптоапоцианиновые красители, имеющие общую формулу.



R — метил, этил, пропил, бутил



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Цветная реакция на роданистый алкил

В пробирку, содержащую 1 мл свежеперегнанного хинолина, вносится одна капля исследуемого вещества. Пробирка нагревается на открытом пламени горелки или спиртовки. В присутствии роданистого алкила раствор окрашивается от красного до красно-бурого цвета в зависимости от продолжительности и скорости нагрева. Быстрое нагревание в течение 1—2 минут при температуре 300—330° дает красную окраску. Длительное и постепенное нагревание вызывает побурение раствора. Чувствительность реакции составляет 0,1 мл роданистого алкила в 1 мл. Ароматические роданиды не дают описанной реакции и не мешают определению.

2. Синтез солей роданалкилатов хинолина

7,3 г (0,1 моля) роданистого метила и 26 г (0,2 моля) свежеперегнанного хинолина помещались в ампулу из молибденового стекла, добавлялись 10 мл этилового спирта. Ампула запаивалась и нагревалась в кипящей воде в течение 72 часов. После этого ампула вскрывалась, и содержимое с целью удаления непрореагировавших веществ и побочных продуктов реакции экстрагировалось сухим эфиром. Эфирный экстракт выливался, а оставшаяся густая жидкость помещалась в кристаллизатор над P_2O_5 . Через 2—3 дня выделившиеся кристаллы отделялись, отжимались между листами фильтровальной бумаги и высушивались. Температура плавления соли 146—147°. Найдено % CNS'—28,18; $C_9H_7NCH_3CNS$. Вычислено % CNS'—28,72.

Аналогично получались соли из роданистого этила и хинолина, роданистого пропила и хинолина, а также роданистого бутила и хинолина с тем изменением, что в данном случае продукты реакции экстрагировались водой, водные экстракты упаривались до густой жидкой массы, которая затем несколько раз экстрагировалась сухим эфиром. Жидкость помещалась в вакуум-эксикатор над P_2O_5 . Кристаллизация отмечалась лишь спустя несколько дней, но на воздухе закристаллизовавшаяся соль быстро превращалась в жидкость.

Найдено % CNS — 26,22; $C_9H_7NC_2H_5CNS$. Вычислено % CNS — 26,86.

Найдено % CNS — 24,76; $C_9H_7NC_3H_7CNS$. Вычислено % CNS — 25,22.

Найдено % CNS — 23,09; $C_9H_7NC_4H_9CNS$. Вычислено % CNS — 23,77.

Все соли при действии раствора K_2HgJ_4 давали осадки. При хранении в открытом сосуде соль сравнительно быстро приобретала красноватый цвет.

3. Синтез флуоресцирующих красителей

а) Нагреванием роданистого алкила и хинолина

В колбу, снабженную обратным холодильником, вносилось 7,3 г (0,1 моля) роданистого метила и 26 г (0,2 моля) свежеперегнанного хинолина. Смесь кипятилась в течение 15 минут. После охлаждения до комнатной температуры к реакционной массе добавлялось 100 мл бензола. Окрашенный в красно-бурый цвет бензольный раствор отделялся от густой массы и выливался. Оставшаяся реакционная масса загустевала и превращалась в аморфный порошок. Последний обрабатывался сухим хлороформом, а затем — эфиром и переносился в эксикатор. Сухой аморфный краситель перекристаллизовывался три раза из горячего спирта. Выход 2—2,5 г.

По такой же схеме были выделены красители—продукты взаимодействия роданистого этила и хинолина, роданистого пропила и хинолина и роданистого бутила и хинолина.

Все полученные красители нерастворимы в бензоле, эфире и хлороформе, труднорастворимы в воде, спирте и ацетоне при комнатной температуре. Растворяются при нагревании в воде, спирте и ацетоне. Растворимы в кислотах. Дают положительную реакцию на роданистую группу. Растворы красителей или окрашенная ими вата в фильтрованном ультрафиолетовом свете флуоресцируют желтым цветом (рис. 1, 2 и табл.).

б) Нагреванием роданэтилата хинолина со спиртовым раствором щелочи

В колбу, снабженную обратным холодильником, вносилось 2,26 г роданэтилата хинолина, 1,7 мл метилового спирта и 1,2 мл 10%-ного спиртового раствора КОН. Смесь нагревалась на водяной бане до кипения. Спустя 10 минут добавлялись 1,2 мл раствора КОН и 7 мл метилового спирта. Нагревание продолжалось еще 30 минут. Реакционная масса имела ярко-красный цвет. При стоянии в течение ночи из реакционной массы выделялось кристаллическое вещество оранжевого цвета. Последнее отделялось от красного раствора фильтрованием и перекристаллизовывалось из горячего спирта. Спиртовые растворы красителя флуоресцировали желтым цветом. Давали осадки при действии K_2HgI_4 и положительную реакцию на роданистую группу. Выход—60—80 мг. Температура плавления 238—240°, с разложением.

Найдено % N — 11,13; $C_{18}H_{13}N_2(C_2H_5)_2CNS$. Вычислено % N — 11,25.

Найдено % C — 73,30; $C_{18}H_{13}N_2(C_2H_5)_2CNS$. Вычислено % C — 73,95.

Найдено % H — 6,1; $C_{18}H_{13}N_2(C_2H_5)_2CNS$. Вычислено % H — 6,21.

Выводы

1. Найдена цветная реакция на роданистые алкилы.
2. Установлен механизм цветной реакции роданистых алкилов с хинолином. Показано, что цветная реакция роданистых алкилов при нагревании с хинолином, подобно реакции галоидных алкилов с хинолином, протекает через стадию образования роданалкилатов хинолина. Последние при действии избытка хинолина образуют интенсивно окрашенные апоцианиновые красители.
3. Синтезированы четыре новые соли роданалкилатов хинолина и четыре новых флуоресцирующих апоцианиновых красителя.

Академия наук Грузинской ССР
Институт прикладной химии и электрохимии

(Поступило в редакцию 6.3.1964)

ჰიშია

3. გოგუაძე, მ. ტარნიშვილი

როდანალკილებზე ფერადი რეაქცია და ახალ ფლუორესცენტულ
საღებავთა სინთეზი

რეზიუმე

ორგანული თიოციანატები ჯერ კიდევ გასული საუკუნიდანაა ცნობილი [1], მაგრამ პრაქტიკული გამოყენება ამ ნაერთებმა არც თუ ისე დიდი ხნის წინ ჰპოვეს. ამიტომ თიოციანატებისათვის ახალ ქიმიურ რეაქციათა გამოვლინებასა და ამ პროცესთა მექანიზმის შესწავლას აქვს თეორიული და პრაქტიკული ინტერესი. ორგანული თიოციანატები ფართო გამოყენებას ჰპოვებენ სოფლის მეურნეობაში, ჯანმრთელობის დაცვის საქმეში, სინთეზური საღებავების მრეწველობაში და პოლიმერთა წარმოებაში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ფლუორესცენტურ საღებავთა სინთეზის ახალ შესაძლებლობათა გამოვლინებას.

ალიფატური თიოციანატების ცალკე განსაზღვრისათვის (არომატული თიოციანატების თანხლების პირობებში) არ არსებობს რაიმე მეთოდი. ამასთან, ამგვარი მეთოდის აუცილებლობასა და მის მეცნიერულ და პრაქტიკულ მნიშვნელობაზე ორი აზრი არ არსებობს.

ამ შრომაში თიოციანატების განსაზღვრის არსებული მეთოდებისაგან [2 — 4] განსხვავებით, პირველი შემთხვევაა, რაც როდანალკილებზე ფერადი რეაქციაა აღწერილი. ეს რეაქცია საშუალებას იძლევა როდანალკილები მის არილწარმოებულებთან თანხლების პირობებშიც კი, განსაზღვროთ არა საანალიზო ნივთიერების დაშლის პროდუქტების საშუალებით, არამედ ამ ნივთიერების მთლიანი მოლეკულის რეაქციით.

შესწავლილ იქნა ამ ახალი რეაქციის მექანიზმი, რის შედეგადაც დადგენილია, რომ ხსენებული ფერადი რეაქცია მიმდინარეობს ქინოლინიუმის როდანალკილატის მარილების წარმოქმნის სტადიის გავლით; უკანასკნელი მარილები კი ტუტე არის ზეგავლენით ინტენსიურად შეღებულ აპოციანიტის საღებავებს ქმნის. აღნიშნული ტუტე არეებისაგან გამოყოფილ იქნა კსანტოაპოციანიტური ფლუორესცენტური საღებავები.

ჩვენ მიერ ნაპოვნი ფერადი, ქიმიური რეაქციის საშუალებით მიღებულია ოთხი ახალი ქინოლინიუმის როდანალკილატის მარილი და სინთეზირებულია ოთხი ახალი ფლუორესცენტული კსანტოაპოციანიტური საღებავი.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Мельников и Н. Д. Сухарева. Реакции и методы исследования органических соединений, 8. Госхимиздат, М., 1959.
2. W. E. Kemp. The Analysis of Aliphatic and Aromatic Thiocyanates. Analyst, 64, 1938, 648.
3. А. Н. Паиченко, Г. С. Смирнова. О количественном определении роданистой группы в органических соединениях. ЖОХ, II, 2, 1932, 193.
4. М. И. Таренко. Колориметрическое определение роданорганических соединений в воздухе. Сборник трудов Института гигиены труда и профзаболеваний, V, 1958, 115.
5. A. Kaufman, P. Strübin. Über Chinolin — Farbstoffe I Mitt die Apocyanine. Ber., 44, 1911, 690.
6. К. Венткатерман. Химия синтетических красителей. Госхимиздат, Л., 1957.
7. В. И. Кузнецов и З. М. Пименова. Цветная реакция на дихлорэтан. ЖАХ, VII, 2, 1952, 89.
8. М. И. Таренко. Цветная реакция на роданистые алкилы. Сборник трудов Института гигиены труда и профзаболеваний. V, 1958, 125.
9. М. И. Порай-Кошиц, Г. В. Цинцадзе и С. П. Ионов. Распределение электронной плотности в ионе родана. Сообщения АН Грузинской ССР, XXXII:1, 1963, 51.
10. E. Lieber N. R. Rao, I. Ramachandran. UK Spektr organic Thiocyanates and isothiocyanates Spectrochim. Acta, 13, 4, 1959, 296.
11. Применение спектроскопии в химии. М., 1959.



БИОХИМИЯ

Т. Г. СААКАШВИЛИ

**МАРГАНЕЦ, МЕДЬ И ЦИНК В КРОВИ БОЛЬНЫХ
 „ГИПЕРТРОФИЕЙ“ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

(Представлено академиком А. П. Цулукидзе 8.3.1964)

Результаты проведенного нами изучения количественного содержания [1] некоторых микроэлементов в здоровой и «гипертрофированной» предстательных железах показали целесообразность и перспективность исследований в этом направлении.

Судя по литературным данным, разработка вопросов этиологии и патогенеза «гипертрофии» предстательной железы в этом аспекте еще никем не предпринималась.

Методом эмиссионного спектрального анализа нами исследовано количество марганца, меди и цинка в крови 113 больных «гипертрофией» предстательной железы и для контроля — в крови 28 пожилых здоровых мужчин, первичных доноров.

Мы не сочли возможным использовать для контроля имеющиеся в литературе данные, потому что для сравнения требуется однородная группа лиц, во-первых, в отношении пола и возраста, в данном случае пожилых мужчин, во-вторых, по признаку проживания в одной и той же климатической полосе, так как известно, что биогеохимические провинции определяют состав микроэлементов.

Исученные больные разбиты на три группы. К первой отнесены больные, поступившие в клинику по поводу выраженных в той или иной степени дизурических явлений, ко второй—26 больных, перенесших простатэктомию, к третьей—45 больных «гипертрофией» предстательной железы с надлобковым свищем мочевого пузыря.

Последняя группа, в свою очередь, подразделена на две подгруппы. В подгруппу, обозначаемую нами «а», вошли 25 больных, имевших надлобковую фистулу мочевого пузыря меньше трех месяцев, в подгруппу «б» — 20 больных, которые оставались с надлобковой фистулой более трех месяцев.

Исследования крови производились лишь на 15—20-й день после вмешательства, так как в литературе имеются данные о влиянии процесса операции на перераспределение микроэлементов в крови.

— Кровь бралась из локтевой вены в одно и то же время дня с тем, чтобы исключить влияние суточных колебаний содержания микроэлементов (табл. 1—6).

Таблица 1

Содержание микроэлементов в крови здоровых и больных „гипертрофией“ предстательной железы (в мг % на золу)

Элемент	Здоровые пожилые мужчины	Больные „гипертрофией“ предстательной железы	Всего <i>n</i>	Нужное <i>n</i> ¹	<i>t</i>	<i>P</i>
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$				
Цинк	111,6 ± 12,4	85,42 ± 9,9	67	64	2,1	< 0,05 тенденция к понижению < 0,01
Медь	33,76 ± 3,9	25,34 ± 4,0	60	55	1,4	
Марганец	4,51 ± 0,6	2,34 ± 0,2	59	59	3,9	

Таблица 2

Содержание микроэлементов в крови больных „гипертрофией“ предстательной железы (в мг % на золу)

Элемент	До операции	После операции — простатэктомии	Всего <i>n</i>	Нужное <i>n</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$				
Цинк	85,42 ± 9,9	115,95 ± 10,2	68	64	2,0	= 0,05
Медь	25,34 ± 4,0	45,83 ± 8,9	56	51	2,8	< 0,02
Марганец	2,34 ± 0,2	20,92 ± 4,1	59	54	5,4	< 0,01

Таблица 3

Содержание микроэлементов в крови здоровых и оперированных больных „гипертрофией“ предстательной железы (в мг % на золу)

Элемент	Здоровые пожилые мужчины	Больные после простатэктомии	Всего <i>n</i>	Нужное <i>n</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$				
Цинк	111,6 ± 12,4	115,95 ± 14,8	51	51	0,2	> 0,7 тенденция к повышению < 0,01
Медь	33,76 ± 3,9	45,83 ± 8,9	42	39	1,3	
Марганец	4,51 ± 0,6	20,92 ± 4,1	44	44	4,0	

(¹ Чтобы довести надежность выводов до 95%.

Таблица 4

Содержание микроэлементов в крови больных «гипертрофией» простаты до и после эписцистостомии в продолжение первых трех месяцев (в мг% на золу)

Элемент	До операции	После операции — подгруппа „а“	Всего <i>n</i>	Нужное <i>n</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$				
Цинк	85,42 ± 9,9	80,04 ± 13,9	67	64	0,3	> 0,7
Медь	25,34 ± 4,0	20,52 ± 3,6	61	60	0,8	> 0,4
Марганец	2,34 ± 0,2	3,28 ± 0,4	59	56	2,2	< 0,05

После эписцистостомии в продолжение первых трех месяцев, в сравнении с неоперированными больными, повышено количество марганца.

Таблица 5

Содержание микроэлементов в крови больных «гипертрофией» предстательной железы до и после операции—эписцистостомии (мочевой пузырь открыт свыше трех месяцев) (в мг% на золу)

Элемент	До операции	После операции — подгруппа „б“	Всего <i>n</i>	Нужное <i>n</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$				
Цинк	85,42 ± 9,9	84,80 ± 10,6	62	55	0,1	—
Медь	25,34 ± 4,0	43,76 ± 9,8	57	48	1,9	> 0,05
Марганец	2,34 ± 0,2	10,06 ± 2,9	54	47	3,4	< 0,01

Когда мочевой пузырь длительное время (свыше трех месяцев) остается открытым, в крови нарастает количество марганца и имеется тенденция к повышению количества меди.

Таблица 6

Содержание микроэлементов в крови больных «гипертрофией» предстательной железы после эписцистостомии (в мг% на золу)

Элемент	Подгруппа „а“	Подгруппа „б“	Всего <i>n</i>	Нужное <i>n</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$				
Цинк	80,04 ± 13,9	84,80 ± 10,6	45	44	0,3	> 0,7
Медь	20,52 ± 3,6	43,76 ± 9,8	44	43	3,0	< 0,01
Марганец	3,28 ± 0,4	10,06 ± 2,9	45	44	2,5	< 0,01

При длительном существовании надлобкового свища отмечается повышение количества меди и марганца.

Как видно из таблицы, в крови больных «гипертрофией» предстательной железы понижено количество цинка и марганца; отмечается тенденция к понижению количества меди.

Таким образом, после простатэктомии содержание цинка и марганца в крови повышается, причем количество цинка достигает уровня, отмеченного у здоровых, а количество марганца превышает его.

Наблюдается тенденция к повышению количества меди.

Прежде чем перейти к обсуждению полученных результатов, кратко коснемся биологической роли изученных микроэлементов.

А. О. Войнар и А. К. Русанов [2] установили, что микроэлементы, в частности цинк, марганец, медь, находятся в различных участках коры и подкорковых ядрах головного мозга человека, причем изучение химической топографии микроэлементов в отдельных участках коры мозга обнаружило, что различия морфологической структуры и физиологической функции сочетаются с неравномерным распределением микроэлементов. Накопление тяжелых металлов в ядрах названных клеток в наибольшей степени выражено в зрелом и старческом возрастах [3]. В ряде случаев сущность действия микроэлементов на организм определяется их участием в сложных биохимических процессах, протекающих в самой центральной нервной системе.

Цинк обнаружен во всех тканях человеческого организма, но наибольшее его содержание отмечено в гипофизе, половых железах и их продуктах. Путем введения радиоизотопа Zn^{65} животным установлено свойство предстательной железы накапливать цинк [4].

Исследованиями А. О. Войнара проведенными методом электрофореза с помощью Zn^{65} , установлено, что прочно связанная с белками фракция цинка движется с α_1 -глобулинами, рыхло связанный с белками цинк — с β_1 -глобулином.

По данным целого ряда авторов, цинк оказывает несомненное влияние на активность гонадотропных гормонов гипофиза, половых гормонов и ряда ферментов. Цинк влияет на углеводный, жировой и белковый обмен и на синтетическую функцию печени. Отмечено также, что при недостатке цинка уменьшается содержание белков плазмы крови, нарастает содержание мочевой кислоты и падает выделение с мочой креатинина.

Марганец также обнаружен во всех тканях организма.

Бертран и Медигресону [6] установили склонность марганца к накоплению в половых органах. О химических формах пребывания марганца в тканях мало что известно.

Марганец участвует в деятельности эндокринных желез, хотя, по данным О. В. Николаева, его связь с ними менее ясна, чем связь некоторых других микроэлементов.

Марганец необходим для процессов аэробного окисления углеводов, способствует накоплению гликогена в тканях. Под влиянием марганца повышается способность печени синтезировать мочевины, усиливается выделение креатинина в моче.

Медь — один из тех микроэлементов, биологическая роль которых весьма многогранна. Она является необходимым веществом для нормальных жизненных процессов.

Медь усиливает активность некоторых гипофизарных гормонов и, по мнению некоторых авторов, даже больше, чем цинк.

Обсуждение результатов

Сопоставляя и увязывая результаты наших исследований с литературными данными, можно предположить следующее: во-первых, учитывая биологическую роль изученных нами микроэлементов, надо полагать, что нарушение равновесия между эндокринными железами, изменение активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, характеризующее климакс, и особенно патологический, отмечаемый рядом авторов у мужчин при развитии «гипертрофии» предстательной железы имеет тесную связь с изменением количества микроэлементов в крови.

Во-вторых, изменение с возрастом количественного состава и формы пребывания микроэлементов в головном мозгу, установленное Г. А. Бабенко [3] предполагает их участие в развитии особенностей, характеризующих центральную нервную систему в старости, а отсюда — и в ряде возрастных изменений в организме в целом.

Не исключено, что на определенном фоне указанные изменения микроэлементов в головном мозгу переступают границы обычных возрастных, а это, опять-таки в определенных условиях, может повлечь за собой развитие патологических процессов. В данном случае мы имеем в виду установленную рядом авторов в плазме крови больных «гипертрофией» предстательной железы диспротеинемию, возникающую вследствие понижения количества альбуминов и увеличения глобулинов и иногда переходящую в гипопропротеинемию, а также понижение антитоксической функции печени, нарушение клубочковой фильтрации и канальцевой реабсорбции почек.

Можно допустить, что нарушение равновесия белков плазмы первично вызывается не понижением протениогенной функции печени, как это представляется некоторым авторам, а непосредственно под влиянием центральной нервной системы. Возможность такого нарушения без участия печени показана рядом авторов.

При понижении количества альбуминов рыхло связанный с ними цинк должен переходить в ионизированное состояние. Это предположе-

ние подтверждается следующим обстоятельством. Как известно, альбумины обладают ограниченной способностью связывать анионы и катионы, в том числе и цинк; между альбуминами и связанными с ними анионами и катионами имеется равновесие, которое по тем или иным причинам может нарушиться. С. Я. Капланский последствия этого нарушения иллюстрирует на примере кальция, который отщепляется и переходит в ионизированное состояние. Почему бы не предположить того же в отношении цинка при понижении уровня альбуминов. В предыдущих исследованиях, касающихся формы пребывания микроэлементов в предстательной железе, нами установлено, что в «гипертрофированной» предстательной железе по сравнению с здоровой увеличивается количество диализируемого цинка. Учитывая способность предстательной железы концентрировать цинк, что показано на примерах введения радиоизотопа Zn^{65} [4], легко можно допустить, что увеличение количества ионизированного цинка в опухоли происходит и за счет его перехода из крови при отщеплении от альбуминов. Это предположение хорошо увязывается с нашими данными о резком увеличении цинка в «гипертрофированной» предстательной железе [1] и его понижении в крови, где количество цинка после простатэктомии выравнивается.

Ионизированный цинк, притекая в предстательную железу и накапливаясь в ней, повышает в данных условиях ее митотическую активность и содействует росту опухоли. Активация же митотических процессов цинком и его содействие росту опухоли показаны рядом авторов [8].

Тенденцию к понижению количества меди в крови больных можно поставить в связь опять-таки с понижением уровня альбуминов, с которыми медь находится в непрочном соединении. Остальная часть меди остается в крови с глобулинами.

Диспротеинемия и уменьшение количества цинка, меди и марганца в крови вызывают, со своей стороны, расстройства функций печени, что, в свою очередь, осложняет картину диспротеинемии поскольку известна большая роль печени в сохранении белкового равновесия.

Таким образом, и без того нарушенное гормональное равновесие, о чем речь шла выше, усугубляется ослаблением участия печени в сохранении гормонального баланса и понижением уровня альбуминов в кровяной сыворотке. Ведь известно, что здоровая печень обладает способностью выделять из организма эстрогены, а альбумины хорошо связывают гормоны, в частности андрогены и эстрогены. Все это имеет большое значение в регулировании концентрации гормонов в крови.

Что касается нарушений функций почек и их последствий, столь резко обнаруживающихся и приобретающих почти ведущую роль при

«гипертрофии» предстательной железы, то и здесь, конечно, наряду с другими причинами, должно играть роль и функциональное состояние головного мозга, желез внутренней секреции, главным образом гипофиза и надпочечников, которые рассматриваются как промежуточные звенья в сложнорефлекторных реакциях, регулирующих деятельность почек. Все это вполне увязывается с биологической ролью микроэлементов.

В связи с вопросом нарушения функций почек и дизурических явлений уместно вспомнить, что Хвалла установил у больных «гипертрофией» предстательной железы изменение надпочечников и увеличение количества адреналина в крови, что можно считать следствием влияния гипоталамуса. Возможно, дизурические явления вначале обуславливаются влиянием адреналина на мочевой пузырь, которое выражается в усилении тонуса сфинктера и ослаблении детрузоров мочевого пузыря. Может быть, этим и объясняется обстоятельство, резко подчеркнутое А. П. Цулукидзе [9] и заключающееся в том, что величина предстательной железы не определяет степени дизурических явлений: при большой предстательной железе расстройства мочеиспускания могут быть выражены слабо и наоборот; стало быть, дело не в механическом препятствии.

Что касается других микроэлементов, количество которых также понижено или имеет тенденцию к понижению в крови больного, то после простатэктомии они выравниваются, а количество марганца даже превышает «норму». Повышение марганца отмечается также и после эпицистостомии. Весьма возможно, что тут мы имеем дело с компенсаторным явлением, например мобилизацией организмом марганца для поднятия функций печени и почек. Ведь марганец содействует улучшению синтеза гиппуровой кислоты, повышению выделения креатинина в моче, а также общего азота и азота мочевины.

Было бы слишком смело утверждать, что наши предположения уже вплотную, окончательно, подвели нас к вскрытию механизма развития «гипертрофии» предстательной железы. Мы не склонны упрощать эту трудную задачу, те чрезвычайно сложные взаимоотношения, которые имеются между всеми органами и эндокринными железами и регулируются деятельностью нервной системы.

Перед нами встает необходимость дальнейших работ, последующих, уже экспериментальных, исследований на базе и для проверки наших теперешних выводов, результаты которых позволяет еще глубже проникнуть в этиологию и патогенез изучаемого заболевания, выдвинуть и разрешить в новом свете вопросы его профилактики и лечения.

თ. სააკაშვილი

მანგანუმი, სპილენძი და თუთია სისხლში წინამდებარე
ჯირკვლის „ჰიპერტროფიის“ დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომში მოყვანილია წინამდებარე ჯირკვლის „ჰიპერტროფიით“ დაავადებულთა სისხლში მანგანუმის, სპილენძისა და თუთიის შემცველობის შესწავლის შედეგები. კვლევა-ძიება ჩატარებულია ემისიური სპექტრული ანალიზის გამოყენებით. დადგენილია, რომ წინამდებარე ჯირკვლის „ჰიპერტროფიის“ დროს ავადმყოფის სისხლში კლებულობს თუთიისა და მანგანუმის რაოდენობა და სპილენძს დაქვეითების ტენდენცია ემჩნევა.

პროსტატექტომიის შემდეგ თუთიის რაოდენობა უთანაბრდება დონეს, რაც დადგენილია ხანშიშესული პირველადი დონორი მამაკაცის სისხლში, ხოლო მანგანუმის რაოდენობა მატულობს; აღინიშნება სპილენძის მომატების ტენდენციაც.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Г. Саакашвили. О количественных изменениях шести элементов в „гипертрофированной“ предстательной железе. Труды Института урологии АН ГССР, т. 2, 1963, 67—70.
2. О. А. Войнар и А. К. Русанов. Химическая топография микроэлементов в головном мозгу человека по данным спектрального анализа. Биохимия, т. 14, в. 2, 1949, 102.
3. Г. А. Бабенко. Микроэлементы головного мозга человека и животных. Автореферат. Донбасс, 1953.
4. R. Prüt, M. Sierp, E. Willet, J. Whitmore. Radioactive Zinc in the prostate; some factors influencing concentration in dogs. JAMA, 15, 169, 1959.
5. А. О. Войнар. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М., 1960.
6. E. S. Underwood. Trace elements in human and animal nutrition. New-Jork, 1956.
7. M. Shirakawa. Clinical and experimental Study on quantitative analysis of Zinc in prostate. Acta Urol. Taron., 7, 3, 1961, 352—362.
8. K. Stern, R. Wileheim. The Biochemistry of Malignant Tumors. Brooklyn № 4, 1943.
9. А. П. Цулукидзе. Хирургические заболевания мочевых и половых органов М., 1955.

БИОХИМИЯ

П. А. КУРАШВИЛИ, Ц. И. КАРТОЗИЯ, Г. Г. БЕРАДЗЕ, Н. Г. МУКЕРИЯ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛКОВО-
ЛИПОИДНОГО ОБМЕНА У БЕЛЫХ КРЫС

(Представлено академиком В. С. Асатиани 16.4.1964)

С развитием экспериментальной биологии и медицины крысы получили широкое применение как лабораторные подопытные животные.

При разработке вопросов питания и ряда заболеваний крысы как экспериментальные животные имеют исключительное значение. Поэтому для успешного проведения экспериментальной работы необходимо точное знание их биологических особенностей.

В задачу настоящей работы входит одновременное изучение компонентов белково-липидного обмена у здоровых животных и установка возрастных особенностей изучаемых компонентов.

Литературные данные о нормативе белково-липидного обмена белых крыс немногочисленны и часто разноречивы.

Некоторые авторы [1] указывают, что соотношение белковых фракций крыс резко колеблется в зависимости от индивидуальных особенностей животных: содержание альбуминов — от 49 до 70%, α -глобулинов — от 10 до 22%, β -глобулинов — от 7 до 17%, γ -глобулинов — от 6 до 15%.

Е. М. Пантелоурис и Н. А. Патриция [2] исследовали содержание различных фракций белка у мышей, начиная с 12-го дня эмбрионального состояния до взрослого периода, и пришли к заключению, что у эмбрионов на ранних стадиях развития почти совершенно отсутствуют альбумины и α -глобулины, отмечается наличие β и γ фракции белка.

Работ о возрастных особенностях белково-липидного обмена мы не встречали.

На 39 белых крысах возрастом от одного месяца до одного года, из которых 11 одномесячные, 18 двухмесячные, пять трехмесячные и нянь годовалые, нами изучены следующие показатели белково-липидного обмена: общий белок и его фракции, фракции липопротеидов, холестерин сыворотки крови и содержание гексоз.

Материал обработан методом вариационной статистики, что обеспечивает достоверность полученных результатов.

Переходим к анализу материала.

Таблица 1

Общий белок						
Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	5,47—8,92	$6,98 \pm 0,266$	0,840	0,2406	$< 0,05 > 0,02$
2	2 месяца	6,55—9,35	$7,75 \pm 0,245$	0,811		
3	3 месяца	8,06—9,99	$8,71 \pm 0,339$	0,758	3,6688	$< 0,01$
4	1 год	8,06—9,39	$8,41 \pm 0,246$	0,550	0,7018	$< 0,5 > 0,2$

Как видно из табл. 1, до трех месяцев происходит нарастание общего количества белка (6,98—7,75—8,71), а к годовалому возрасту отмечается тенденция к снижению этого показателя; между тем, разница более наглядна между одним и тремя месяцами ($P < 0,01$), чем между одним и двумя месяцами ($P < 0,05 > 0,02$).

Таблица 2

Альбумины						
Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	49,19—57,41	$52,94 \pm 1,573$	3,147	1,8059	$< 0,2 > 0,1$
2	2 месяца	44,64—56,70	$50,10 \pm 2,572$	5,143		
3	3 месяца	42,88—43,08	$43,00 \pm 0,199$	0,399	10,3357	$< 0,01$
4	1 год	33,48—37,59	$39,74 \pm 1,927$	4,309	1,6982	$< 0,2 > 0,1$

Как показывает табл. 2, отмечается последовательное снижение количества альбуминов с возрастом (52,94—50,10—43,00—39,74).

Что касается α -глобулиновой фракции белка, можно отметить, что она в наших условиях трудно разделялась; поэтому величины (количество) α_1 и α_2 -глобулинов приводим вместе. На трудное разделение α -глобулиновой фракции белка некоторых грызунов указывается также в работах Денисовой [3].



Таблица 3

α -глобулины

Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	17,41—28,16	22,90 \pm 2,023	4,045	0,4243	> 0,5
2	2 месяца	19,50—26,53	24,00 \pm 1,621	3,241		
3	3 месяца	26,92—31,44	28,22 \pm 1,078	2,156	2,8144	<0,02>0,01
4	1 год	21,48—36,98	25,56 \pm 2,314	5,174	1,0256	<0,5>0,2

Таким образом (табл. 3), α -глобулины сыворотки крови нарастают до трех месяцев (22,90—23,45—28,22); притом это нарастание более значительно в трехмесячном возрасте ($P < 0,02 > 0,01$) по сравнению с возрастом до двух месяцев ($P > 0,5$), а в годовалом возрасте отмечается тенденция к снижению (25,56) этой фракции.

Что касается β -фракции белка, то она в наших условиях в некоторых случаях разделялась на две и три (β_1 ; β_2 ; β_3) фракции. Поскольку это разделение не происходило во всех случаях, мы даем анализ β -фракции в целом.

Таблица 4

β -глобулины

Группы	Возраст	Мин.-Макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	14,83—16,18	15,54 \pm 0,328	0,657	0,2887	> 0,5
2	2 месяца	13,53—17,71	15,01 \pm 1,806	3,611		
3	3 месяца	16,55—17,00	16,84 \pm 0,918	1,836	1,4014	<0,2>0,1
4	1 год	17,44—23,98	20,45 \pm 1,931	3,862	4,5268	<0,02>0,01

Анализ показывает (табл. 4), что β -фракция белка до двух месяцев изменений не претерпевает (15,54—15,01), с трехмесячного возраста отмечается незначительное (16,84) нарастание ($P < 0,2 > 0,1$) этой фракции, а в годовалом возрасте отмечается значительное (20,45) ее повышение ($P < 0,02 > 0,01$).



Таблица 5

γ-глобулины

Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	6,39—10,32	$8,59 \pm 0,911$	1,822	1,1378	$<0,5>0,2$
2	2 месяца	9,52—13,28	$10,84 \pm 1,755$	3,510		
3	3 месяца	8,60—13,24	$11,94 \pm 0,640$	1,281	2,1091	$<0,1>0,05$
4	1 год	11,20—22,58	$18,35 \pm 1,087$	2,430	5,0817	$<0,01$

Таким образом (табл. 5), отмечается последовательное нарастание γ-глобулинов (8,59—10,84—11—94—18,35); притом до трехмесячного возраста эти изменения незначительны ($P < 0,5 > 0,2$; $P < 0,1 > 0,05$), а в годовалом возрасте заметно (18,38) возрастают ($P < 0,01$).

Таблица 6

Гексозы

Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	0,090—0,225	$0,163 \pm 0,0398$	0,0690	0,1893	$> 0,5$
2	2 месяца	0,117—0,241	$0,175 \pm 0,0141$	0,0469		
3	3 месяца	0,177—0,260	$0,233 \pm 0,0128$	0,0286	3,7888	$< 0,01$
4	1 год	0,275—0,428	$0,341 \pm 0,0300$	0,0672	6,7924	$< 0,01$

Табл. 6 свидетельствует о том, что количество гексоз сыворотки крови изменяется по возрастным группам (0,169—0,175—0,233—0,341). Эти изменения незначительны до двух месяцев ($P > 0,5$), но к трем месяцам разница увеличивается ($P < 0,01$), отмечается также значительное нарастание количества гексоз к одному году ($P < 0,01$).

Таблица 7

α -липопротеиды

Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	34,21—63,26	48,55 \pm 6,625	13,249	0,2263	> 0,5
2	2 месяца	37,15—63,73	50,42 \pm 4,735	11,598		
3	3 месяца					
0	1 год	32,37—53,71	45,60 \pm 4,274	9,558	0,7209	<0,05>0,02

По данным табл. 7, α -фракция липопротеидов значительных изменений по возрастным группам не претерпевает. Можно лишь отметить ее небольшое увеличение до двух месяцев (48,55—50,42) и тенденцию к понижению к годовалом возрасте (50,42—45,60) ($P < 0,05 > 0,02$).

Незначительно изменяется и β -фракция липопротеидов (см. табл. 8).

Таблица 8

Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	36,73—65,79	51,44 \pm 3,309	6,617	0,3199	> 0,5
2	2 месяца	36,27—62,88	49,59 \pm 4,743	11,618		
3	3 месяца					
4	1 год	46,29—63,63	53,60 \pm 3,754	8,402	0,6233	> 0,5

Сопоставляя данные α - и β -фракции липопротеидов, можно отметить, что в месячном возрасте β -фракция липопротеидов преобладает над α -фракцией, в двухмесячном возрасте наблюдается некоторое выравнивание количеств этих фракций, а в годовалом возрасте — более выраженное перемещение α -фракции к β , т. е. нарастание β -фракция липопротеидов.

Таблица 9

Холестерин

Группы	Возраст	Мин.-макс.	$M \pm m$	$\sigma \pm$	Достоверность различия t	Достоверность исследования P
1	1 месяц	40,02—53,36	43,36 ± 3,325	6,670	2,6912	<0,05>0,02
2	2 месяца	46,69—78,03	63,90 ± 6,870	15,361		
3	3 месяца	60,2—80,30	70,24 ± 3,197	7,150	0,7722	<0,5>0,2
4	1 год	69,88—88,18	76,06 ± 3,198	7,151	1,2870	<0,5>0,2

Как показывает табл. 9, происходит нарастание количества холестерина с возрастом (43,36—63,90—70,24—76,06); притом, оно более наглядно в возрасте от одного до двух месяцев ($P < 0,05 > 0,02$).

В. М. Мереженским, А. С. Жигалковичем, Т. Г. Ластовской и М. А. Кильчевской [4] было также указано, что уровень общих липидов и холестерина в сыворотке крови неполовозрелых крыс ниже, чем у взрослых и старых животных.

На основе вышеизложенного можно заключить, что показатели белково-липидного обмена изменяются с возрастом; причем изменения в одних случаях носят характер последовательного увеличения (гексозы, β и γ -глобулины и холестерин сыворотки крови), в других же—последовательного понижения (альбумины), а некоторые показатели (общий белок, α -глобулины, α и β -липопротеиды) нарастают до годовалого возраста, после чего отмечается тенденция их снижения.

Приведенные данные должны быть приняты во внимание при проведении экспериментов на белых крысах.

Министерство здравоохранения Грузинской ССР

Институт педиатрии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 16.4.1964)

ბიოქიმიკა

პ. შურაშვილი, ც. კარტოზია, გ. ბერაძე, ნ. მუკერია

თეთრი თაგვების ცილოვანი და ლიპოიდური ცვლის
მაჩვენებლების ასპეკტებში თავისებურების შესახებ
რ ე ზ ი უ მ ე

მრავალი დაავადების საკითხების გადაწყვეტაში თეთრ თაგვებს, როგორც საექსპერიმენტო საცდელ ცხოველებს, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ, რისთვისაც აუცილებელია ამ ცხოველის ბიოლოგიური თავისებურების ზუსტი ცოდნა.

წარმოდგენილი შრომა ეხება თეთრი თავგების ცილოვანი და ლიპოიდური ცვლის კომპონენტების ნორმატივების დადგენას და ამ მაჩვენებლების ასაკობრივი თავისებურების შესწავლას.

ჩატარებული შრომის შედეგად, ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ ცილოვანი და ლიპოიდური ცვლის მაჩვენებლები განიცდიან ასაკობრივ ცვლილებებს, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული თეთრ თავგებზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის დროს.

დავოწმებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. U. Medgyes, S. R. Hollan, E. P. Stark. Serumeiweißbefunde bei normalen und nervenresezierten Ratten. Folia haemat. (DDK), 80, № 2, 1963, 172—177.
2. E. M. Pantelouris, A. Hale Patricia. Developmental changes in the plasma protein pattern of the mouse. Nature (Engl.), 195, № 4836, 1962, 79—81.
3. И. А. Денисова. О разделении методом электрофореза α -и β -глобулиновых фракций в сыворотке крови некоторых грызунов. Лабораторное дело, № 1, 1964, 12—15.
4. В. М. Мержевский, А. С. Жиголковский, Т. Г. Ластовская, М. А. Кильчевская. Некоторые показатели липидного и белкового обмена у крыс разных возрастов при подавлении функции щитовидной железы. Труды I Биохимической конференции. Тарту, 1961, 105—109.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. Д. ДАНГАДЗЕ, В. М. КАКАБАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ КОКСОВАНИЯ НА СПЕКАЕМОСТЬ
И КОКСУЕМОСТЬ ГРУЗИНСКИХ УГЛЕЙ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 15.1.1964)

Скорость коксования является весьма важным фактором, влияющим на качество кокса. Зависимость качества кокса от скорости коксования изучали многие авторы [1, 2]. Исходя из того, что теоретических методов для определения оптимальной скорости коксования различных углей и шихт не имеется, мы сочли необходимым изучить влияние скорости коксования на спекаемость и коксуемость угольных концентратов ткибульской и тқварчельской ЦОФ. При изучении этого вопроса пользовались лабораторным методом прямого определения коксуемости [3]. Данный метод предусматривает получение ряда важных технологических характеристик процесса коксования и качества получаемого кокса.

Коксование вели по температурному режиму, обеспечивающему среднюю скорость коксования 10,3; 13,8 и 18,3 мм/час с периодом коксования соответственно 320, 240 и 180 минут и конечной температурой в центре пирога 950°. Взятые нами скорости коксования в промышленных условиях соответствуют 20, 15 и 12 часам периода коксования. В этих пределах вполне возможно изменять скорость коксования в производственных условиях и тем самым влиять на качество получаемого кокса. В опытах насыпной вес, влажность, содержание фракции 0—3 мм и вес коксуемой загрузки для ткибульского и тқварчельского угольных концентратов были постоянными и соответственно составляли 770 кг/м³, 9%, 90% и 2 кг.

Зависимость изменения в течение всего периода коксования средней скорости подъема температуры в центре коксуемой массы от скорости коксования дана на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1 и 2, с изменением скорости коксования меняются теплофизические и физико-химические свойства коксуемой массы, характер протекания процессов размягчения пластического состояния и образования кокса. Вследствие разного протекания этих процессов при различных скоростях коксования из одного и того же угольного

концентрата получается кокс, различный по физико-механическим свойствам.

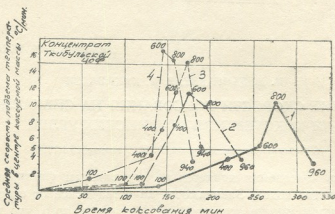


Рис. 1. Изменение средней скорости подъема температуры в центре коксующейся массы. Условные обозначения: 1—скорость коксования 10,3 мм/час; 2—13,8 мм/час; 3, 4—18,3 мм/час

Оценка качества опытного кокса производилась на основе гидравлического принципа согласно вышеуказанному методу [3], а также копровым методом [2]. Полученные результаты по оценке физико-механических свойств кокса на основе гидравлического принципа (табл., рис. 3)

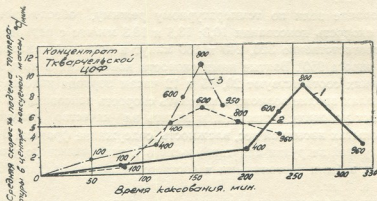


Рис. 2. Изменение средней скорости подъема температуры в центре коксующейся массы

показывают, что с повышением скорости коксования спекаемость и коксующесть ткибульского угольного концентрата значительно возрастают. Показатель истираемости M_{10} снижается. Прочностные показатели кокса: выход фракции >40 мм (после одного сбрасывания с высоты 1,85 м), показатель дробимости M_{25} и прочность кускового кокса Π —

увеличиваются. Средний диаметр кусков кокса после одного сбрасывания и испытания в лабораторном барабане (300 оборотов) растет, вследствие чего общий коэффициент газопроницаемости повышается.

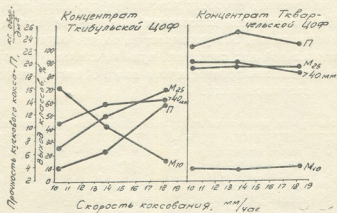


Рис. 3. Зависимость физико-механических свойств кокса от скорости коксования

Качество кокса из ткварчельского концентрата при различных скоростях коксования остается достаточно высоким, хотя физико-механические свойства кокса несколько меняются. При повышении скорости коксования от 10,3 до 13,8 мм/час показатели M_{10} уменьшаются, а M_{25} и П повышаются. Дальнейшее увеличение скорости коксования вызывает ухудшение физико-механических свойств кокса.

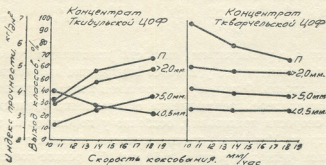


Рис. 4. Влияние скорости коксования на индекс прочности (P_k) и выход различных фракций

На рис. 4 приведены результаты испытаний кокса копровым методом, причем они хорошо согласуются с результатами, полученными на основе гидравлического принципа. Данные испытаний, проведенных обоими методами, показывают, что с повышением скорости коксования

увеличиваются спекаемость и коксуюемость ткибульского концентрата, а также прочность тела кокса (Π_k).

Испытание образцов кокса из тнварчельского концентрата показывает, что с увеличением скорости коксования прочность тела кокса понижается. Но при скорости коксования 13,8 мм/час выход фракции 0,5 мм — минимальный. Это указывает на то, что означенная скорость является оптимальной для спекания при коксовании тнварчельского концентрата. Понижение прочности тела кокса объясняется повышением пористости и трещиноватости.

Таблица

Влияние скорости коксования на физико-механические свойства кокса

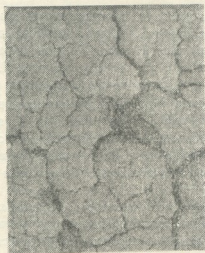
Наименование угольного концентрата	Скорость коксования, мм/час	Выход фракции кокса после одного сбрасывания с высоты 1,85 м, %		d_{50} — средний диаметр кусков кокса, мм	d_{300} — средний диаметр кусков кокса после 300 оборотов в барабане, мм	d_{10}/d_{300} — отношение среднего диаметра кусков кокса до и после испытания в барабане	M_{25} — выход фракции > 25 мм после 300 оборотов в барабане, %	M_{10} — выход фракции 10 мм после 300 оборотов в барабане, %	Π — прочность кускового кокса, кг. оборотов/дм ²	Γ — коэффициент газопроницаемости
		> 60 мм	> 40 мм							
Ткибульская ЦОФ „Г“	10,3	—	42,8	9,7	6,6	7,1	24,7	70,6	3,8	0
	13,8	15,8	57,1	14,5	10,0	4,8	49,0	41,3	6,3	48
	18,3	—	61,1	22,2	17,1	—	2,7	67,7	14,3	13,6
Тнварчельск ЦОФ „Ж“	10,3	48,1	89,3	44,5	24,9	2,2	85,0	9,5	22,3	252
	13,8	8,0	89,2	41,9	24,8	2,0	86,5	8,5	24,5	233
	18,3	14,2	81,8	38,7	23,7	—	2,1	86,0	10,0	22,6

Как известно, с увеличением скорости коксования увеличивается температурный градиент, что усиливает внутренние напряжения в коксе и его трещиноватость. Фотографии корольков кокса, приведенные на рис. 5, дают наглядное представление о повышении трещиноватости с повышением скорости коксования, особенно у корольков из тнварчельского концентрата. Усиление трещиноватости вызывает уменьшение крупности кокса (выхода фракции > 60 мм). Но резкое повышение спекаемости у ткибульского концентрата с повышением скорости коксования приводит к увеличению выхода фракции кокса > 40 мм, среднего диаметра кусков кокса и коэффициента газопроницаемости, в то время как для тнварчельского концентрата эти показатели соответственно снижаются.

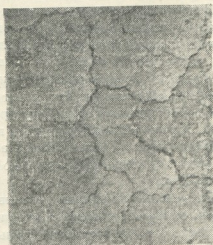
Полученные результаты показывают, что влияние скорости коксования на спекаемость и коксуюемость для ткибульского и тнварчельского

Концентрат Ткибульской ЦОФ

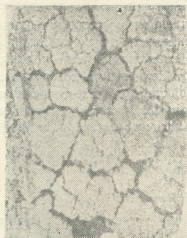
Концентрат Ткварчельской ЦОФ



а



а



б



б

Рис. 5. Вид сети трещин коксовых корольков: а—13,8 мм/час,
б—18,3 мм/час

угольных концентратов выявляются в разной степени. Это влияние более четко выражено у слабо спекающегося ткибульского концентрата, у
7. „Земель“, XXXVI:1, 1964.

которого с повышением скорости коксования физико-механические показатели кокса резко повышаются. У тварчельского концентрата это влияние выражено слабо.

Неодинаковое влияние скорости коксования на спекаемость и коксуемость грузинских углей обуславливается различным изменением вязкости их пластической массы в стадии пластичности. Уменьшение вязкости пластической массы угля приводит к улучшению спекания. Н. С. Грязнов [4] пришел к заключению, что повышение спекаемости при увеличении скорости нагрева может быть объяснено уменьшением вязкости в пластическом состоянии; при этом с ускорением нагрева вязкость у хорошо спекающихся углей понижается незначительно, а у слабо спекающихся — более резко. Данные нашего исследования грузинских угольных концентратов хорошо согласуются с вышеуказанным соображением.

Полученные результаты показывают, что повышение скорости коксования оказывает различное влияние на спекаемость и коксуемость ткибульского и тварчельского угольных концентратов. Специфический характер этих углей необходимо учесть при составлении из них шихт и подборе оптимального режима.

Выводы

1. Увеличение скорости коксования оказывает на спекаемость и коксуемость грузинских угольных концентратов различное влияние: с повышением скорости коксования спекаемость и коксуемость у слабо спекающегося ткибульского угольного концентрата резко повышаются; у хорошо спекающегося тварчельского концентрата до определенного предела увеличиваются в незначительной степени, после чего снижаются.

2. За оптимальную скорость коксования в наших условиях можно принять: для ткибульского угольного концентрата 18,3 мм/час, для тварчельского 13,8 мм/час.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 15.1.1964)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. დანგაძე, ვ. კაკაბაძე

დაკოქსვის სიჩქარის გავლენა საქართველოს ნახშირების
 შეცხოვადობასა და კოქსვადობაზე

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა დაკოქსვის სიჩქარის გავლენა ტყიბულისა და ტყვარჩელის ნახშირის კონცენტრატების შეცხოვადობასა და კოქსვადობაზე. დადგინდა, რომ დაკოქსვის სიჩქარის გაზრდა 10,3-დან 18,3 მმ/საათ-მდე

სხვადასხვა გავლენას ახდენს აღნიშნული კონცენტრატების შეცხოვადობასა და კოქსვადობაზე. კერძოდ, სუსტად შეცხოვადი ტყიბულის ნახშირის კონცენტრატიდან მიღებული კოქსის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები დაკოქსვის სიჩქარის გაზრდით მკვეთრად უმჯობესდება, მაშინ როცა ტყვარჩელის კარგად შეცხოვადი კონცენტრატისათვის ადგილი აქვს კოქსის აღნიშნულ თვისებათა გაუმჯობესებას გარკვეულ ზღვრამდე (13,8 მმ/საათი). ამის შემდეგ კოქსის ხარისხი ეცემა.

დაკოქსვის სიჩქარის სხვადასხვა გავლენა საქართველოს ნახშირის კონცენტრატების შეცხოვადობასა და კოქსვადობაზე უნდა აიხსნას შემდეგი მოსაზრებებით: დაკოქსვის სიჩქარის ზრდა იწვევს ნახშირის პლასტიკური მასის სიბლანტის შემცირებას და ამის გამო შეცხოვადობის ზრდას; მაგრამ ტყიბულის ნახშირისათვის პლასტიკური მასის სიბლანტის შემცირება ხდება მკვეთრად, ტყვარჩელის ნახშირისათვის კი—უმნიშვნელოდ.

იზრდება რა დაკოქსვის სიჩქარის გაზრდით კოქსის დაბზარვის ხარისხი, იგი აუარესებს კოქსის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს, მაგრამ ტყიბულის ნახშირის შეცხოვადობის მკვეთრი ზრდის გამო დაბზარვის გაზრდით გამოწვეული უარყოფითი გავლენა ნაკლებად ვლინდება.

დადგენილია, რომ ჩვენს პირობებში დაკოქსვის ოპტიმალური სიჩქარე ტყიბულის ნახშირის კონცენტრატისათვის არის 18,3 მმ/საათი; ტყვარჩელის კონცენტრატისათვის კი—13,8 მმ/საათი.

დადგენილი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. В. Сперанская. Влияние скорости коксования на качество кокса. Сталь, 6, 7, 1956.
2. Е. М. Таиц. Свойства каменных углей и процесс образования кокса. Metallurgizdat, 1961, 169.
3. И. Н. Николаев. Лабораторный метод определения коксуемости углей. Известия АН СССР, ОТН, 5, 749, 1952.
4. Н. С. Грязнов. Пластическое состояние и спекание углей. Metallurgizdat, 1962, 111.



Д. Д. ТАБИДЗЕ

СОВРЕМЕННОЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ БАССЕЙНА Р. КОДОРИ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ СКЛОН БОЛЬШОГО КAVKAZA)

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 3.3.1964)

Несмотря на столетнюю историю изучения современного оледенения Большого Кавказа, нельзя считать окончательно разрешенным столь важный вопрос, как общее количество и площадь распространения кавказских ледников.

Современное оледенение хорошо изучено лишь на обоих склонах центральной части Главного Кавказского хребта, а о количестве ледников на его северных и южных отрогах пока еще не существует единого мнения. Совершенно недостаточно изучены ледники на южном склоне западной части Главного хребта, где К. Подозерским [1] в 1911 г. описаны 134 ледника, а П. Иваньковым [2] в 1959 г. насчитано 214 ледников.

В настоящей статье предлагается каталог ледников бассейна р. Кодори, где сосредоточено, по данным К. Подозерского, 90% ледников южного склона западной части Главного Кавказского хребта.

Сведения о ледниках бассейна р. Кодори встречаются в трудах Г. Радде [3], Н. Альбова [4], П. Буша [5], Н. Динника [6], Э. Вебера [7], К. Подозерского [8, 9], Л. Маруашвили [10], Г. Тушинского [11] и Д. Мгеладзе [12].

В конце XIX в. завершились первые крупномасштабные топографические съемки всей территории Кавказа (ледники были засняты как составная часть рельефа). На основании этих материалов топограф К. Подозерский [1] в 1911 г. впервые определил количество и площадь кавказских ледников и дал краткое морфометрическое описание каждого из них. В бассейне р. Кодори им описан 121 ледник, общей площадью 76,997 км².

В 1960—1963 гг. в этом районе нами было исследовано 139 ледников, общая площадь которых составила 58,88 км².

Полученное расхождение в количестве и площади ледников можно было бы объяснить сокращением площади оледенения и расчленением ледников за последние 60 лет.

Отмеченные изменения в бассейне р. Кодори, безусловно, имели место. В связи с отступанием ледников полностью исчезли 19 описанных К. Подозерским ледников (№ 18, 19, 20, 27, 34, 43, 48, 52, 54, 55, 56, 61, 62, 63, 89, 92, 93, 97 и 106, по нумерации К. Подозерского) и под-

Каталог ледников бассейна р. Кодори

№ ледников	Название ледников	Название потока, вытекающего из ледника (или группы ледников)	Морфологический тип	Общая экспозиция	Наибольшая длина, км	Общая площадь, км ²	Выс., м		Высота фирновой линии (м), год и способ определения
							высшей точки фирнов. поля	конца ледника	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бассейн р. Чхаати									
1	Чегалы	р. Чегалы	Кар.	В	430	0,2	2940	2700	
2	—	р. Юж. Марух	"	В	1255	0,65	3025	2425	
3	—	"	"	Ю	675	0,4	2905	2750	
4	Юж. Марух	"	Дол.	СЗ	3920	2,15	3360	2365	2700, 1963, пол.
5	Марух-баши	"	Вис.	З	1540	0,97	3720	2770	
6	Карач	"	Кар.	СЗ	755	0,27	3415	2742	
7	Юж. Карач	"	"	СЗ	1050	0,44	3480	2920	
8	—	"	"	С	650	0,12	3460	2915	
9	Зап. Эрцахо	р. Чхаати	"	Ю	1300	0,34	3350	2610	
10	Вост. Эрцахо	"	"	Ю	1195	0,53	3450	2950	
11	—	"	"	З	913	0,34	3325	2920	
12	Зап. Эрцог	"	"	Ю	753	1,36	3490	2960	
13	Эрцог	"	Вис.	ЮЗ	1260	0,46	3550	2920	
14	—	"	Кар.	З	710	0,22	3260	2830	
15	—	"	Тес.	ЮВ	825	0,15	2550	2220	
16	—	р. Чхалта-дзих	Кар.	ЮЗ	640	0,26	3350	2830	
17	—	"	"	ЮВ	600	0,18	3250	2850	
18	—	"	Лед. скл.	Ю	415	0,08	2800	2610	
19	—	"	"	Ю	546	0,26	3290	2830	
20	—	"	"	З	456	0,08	3060	2740	
21	—	"	Кар.	З	1120	0,51	3440	2910	
22	Юж. Софруджу	р. Джесяра	Кар. дол.	Ю	2360	3,24	3633	3134	3250, 1963, Гф.
23	—	"	Вис.	З	420	0,05	3305	3110	
24	—	р. Адеба	Кар.	ЮВ	350	0,15	3015	2710	
25	—	"	"	Ю	865	0,31	3220	2760	
26	Адеба	"	"	З	1400	1,65	3500	2780	
27	—	"	"	З	678	0,14	3365	2830	
28	—	Ацаиш-Ацгара	"	ЮЗ	570	0,11	3095	2610	
29	—	"	"	ЮВ	920	0,82	3240	2720	
30	—	"	"	ЮВ	3630	1,1	3458	2610	
31	—	"	"	ЮВ	1000	0,43	3350	2770	
32	Джугуртурлючат	"	"	Ю	1210	0,53	3550	2866	
33	—	"	"	ЮЗ	760	0,56	3296	2720	
34	—	"	"	З	1005	0,2	3400	2720	
35	—	"	"	З	918	0,19	3395	2740	
36	Зап. Птыш	"	"	З	917	0,4	3350	2850	
37	—	"	"	З	420	0,8	2825	2710	
38	—	"	Кар.	З	420	0,08	2825	2710	
39	—	"	"	З	362	0,07	2850	2660	
40	—	р. Юж. Птыш	Лед. скл.	СЗ	350	0,09	2650	2400	
41	—	"	Кар.	СВ	255	0,06	2820	2755	
42	Юж. Птыш	"	"	В	1076	2,1	3200	2477	
43	—	"	"	Ю	250	0,12	3056	2926	
44	—	"	"	В	754	0,36	3110	2675	
45	Зап.-Домбай-Ульген	"	"	В	808	0,75	3260	2670	

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
46	Домбай-Ульген	"	Лед. скл.	Ю	600	0,24	3390	2500	
47	Вост. Домбай-Ульген	"	Лед. лав.	Ю	900	0,4	2850	2310	
48	—	"	Кар.	З	1000	0,34	3260	2690	
49	—	"	"	З	720	0,14	2970	2730	
50	—	"	"	СЗ	360	0,14	2650	2490	
51	Шхазизга	р. Бол. Сибиста	"	С	410	0,18	2955	2800	

51

24,88

Бассейн р. Хецквари

52	Хецквара	р. Хецквара	Лед. лав.	Ю	800	0,5	2130	1920	
53	—	—	Кар.	З	750	0,2	3110	2735	
54	—	—	"	З	400	0,1	3115	2790	
55	—	—	"	СЗ	850	0,25	3180	2880	
56	—	—	"	З	780	0,3	3170	2825	
57	Хутна	—	Дол.	СЗ	2300	1,5	3400	2600	2947, 1962,
58	—	—	Кар.	З	490	0,2	3070	2850	Гф.

7

3,05

Бассейн р. Генцвиши

59	—	р. Генцвиши	Лед. скл.	Ю	200	0,05	2800	2700	
60	Генцвиши	"	Кар.	ЮВ	760	0,22	3170	2750	3033, АФС,
61	—	"	"	Ю	300	0,15	3150	2955	1955, IX

3

0,42

Бассейн р. Клыч

62	—	р. Клыч	Кар.	В	400	0,17	3000	2800	
63	—	"	"	В	650	0,5	3090	2830	
64	—	р. Ачапара	"	СВ	1025	0,77	3250	2615	
65	—	"	"	СВ	950	0,5	3200	2670	
66	—	"	Дол.	В	1450	1,35	3210	2600	2995, 1962,
67	Ачапара	"	Кар.	ВС	800	0,32	3210	2910	пол.
68	—	"	Лед. скл.	С	190	0,02	3300	3100	
69	—	"	Тес.	З	300	0,05	2900	2650	
70	—	"	Лед. лав.	СВ	1100	0,27	2950	1740	
71	—	р. Клыч	Лед. скл.	СВ	250	0,07	2710	2600	
72	—	"	"	СВ	250	0,05	2800	2700	
73	—	"	Кар.	СВ	550	0,18	3020	2600	
74	—	"	"	В	800	0,22	3280	2420	
75	Клыч	р. Юж. Клухор	Дол.	СВ	2510	1,35	3490	2347	2845, 1962,
76	—	"	Кар.	В	200	0,02	3400	3100	Гф.
77	—	"	"	В	100	0,01	3320	3170	
78	—	"	"	В	920	0,13	3130	2670	
79	—	"	"	В	1060	0,2	3100	2755	
80	—	"	"	В	200	0,04	3150	3020	
81	—	"	"	В	350	0,2	3850	2710	
82	—	"	Ког.	СВ	650	0,34	2620	2440	
83	—	"	Кар.	С	650	0,28	3360	3000	
84	—	"	"	С	490	0,25	3150	3110	
85	—	"	"	СЗ	580	0,12	3120	2855	

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
86	—	р. Нахар	"	СЗ	570	0,15	3210	2950	
87	—	"	"	СЗ	860	0,15	3200	2930	
88	—	"	"	СВ	360	0,08	3060	2850	
89	—	"	"	СВ	280	0,1	3100	2770	
90	Нахар	"	Дол.	С	1250	0,3	3300	2670	2930, 1962,
91	—	"	"	С	850	0,3	3200	2755	пол.
92	Намших	р. Намших	Кар.	СЗ	556	0,2	2960	2800	
93	—	"	"	С	250	0,05	2850	2720	

32

8,74

Бассейн р. Гвандри

94	—	р. Гвандра	Дол.	ЮВ	1495	0,8	3300	2500	
95	—	"	Кар.	В	415	0,1	3100	2950	
96	—	"	Лед. лав.	В	850	0,25	2330	2250	
97	—	"	Кар.	Ю	1200	0,31	3270	2860	
98	—	"	"	З	385	0,2	3320	2960	
99	—	"	"	З	180	0,08	3510	3200	
100	—	"	"	З	755	0,2	3560	2900	
101	—	"	"	СЗ	530	0,15	3400	3000	
102	—	"	Дол.	СЗ	1220	0,45	3500	2820	
103	Гвандра	"	"	СЗ	1250	0,6	3200	2730	2960, 1962,
104	—	"	Кар.	С	1170	0,4	3010	2530	Гф.
105	—	р. Вост. Гвандра	"	СЗ	905	0,4	3250	2740	
106	—	"	"	СЗ	340	0,28	3110	2700	
107	—	"	"	В	120	0,1	3010	2750	
108	—	р. Вост. Гвандра	Кар.	З	910	0,37	3200	2730	
109	—	р. Бегина	Тес.	СЗ	250	0,14	3115	2950	
110	—	"	Кар.	З	245	0,16	3260	3100	
111	Гвагва	"	Дол.	СЗ	1256	0,55	3045	2630	2940, 1962,
112	Бегина	"	Кар.	З	450	0,2	3080	2900	пол.
113	—	"	"	З	300	0,15	3985	2840	

20

5,89

Бассейн р. Сакени

114	Олбак	р. Олбак	Кар.	В	350	0,07	3200	3060	
115	—	р. Сакени	"	СВ	1400	1,02	3220	2840	
116	—	"	"	СВ	1120	0,35	3230	2820	
117	—	"	"	СВ	1460	1,35	3210	2700	
118	—	"	"	Ю	600	0,4	3050	2880	
119	—	"	"	ЮВ	790	0,3	2400	2880	
120	Сакени	"	Дол.	ЮВ	3360	2,8	3900	2470	3213, 1962,
121	—	"	Кар.	Ю	860	0,57	3300	2900	Гф.
122	—	"	"	ЮЗ	850	0,65	3180	2850	
123	—	"	"	З	320	0,22	3240	2929	
124	—	"	Дол.	С	520	1,45	3250	2650	
125	—	"	Кар.	С	250	0,25	3170	2915	
126	—	"	"	Ю	290	0,17	3200	3020	
127	Чепара	р. Чепара	Дол.	СЗ	2125	1,57	3600	2800	3000, 1962,
128	—	"	Кар.	С	650	0,4	3256	2910	Гф.
129	—	р. Сакени	"	СВ	1080	0,72	3410	3170	3200, 1962,
130	—	"	Вис.	СЗ	1500	0,75	3820	3010	пол.
131	—	"	"	СЗ	1600	0,81	3760	2960	
132	—	"	"	СЗ	1490	0,47	3740	3040	
133	—	"	"	СЗ	1460	0,3	3770	3020	
134	Зал. Харихра	р. Харихра	"	З	915	0,25	3390	2700	

20

14,87

Бассейн р. Амткели

135	Амткели	р. Амткели	Кар.	С	600	0,21	2840	2570	2800, АФС, 1955, IX
-----	---------	------------	------	---	-----	------	------	------	------------------------

Бассейн р. Брамба

136	—	р. Аликваста	Кар.	З	300	0,1	2750	2600	2900, АФС, 1955, IX
137	Ходжал	"	"	СЗ	1045	0,31	3012	2850	
138	Брамба	"	"	СЗ	770	0,3	3000	2825	
139	—	"	"	С	500	0,22	2970	2675	

4

0,93

перглись расчленению 20 (№ 24—7,8; 31—13, 14; 32—15, 16, 17, 18, 33—19, 20, 21, 36—25, 26; 38—30, 31, 32; 40—33, 34; 41—35; 36; 50—44, 45, 46, 47; 51—48, 49; 64—53, 54; 69—60, 61 70—62, 63; 74—66, 67; 78—77, 78; 80—90, 91; 98—99, 100; 99—101, 102; 100—103, 104 и 106 — 106, 107). Однако следует отметить и ряд ошибок, допущенных К. Подозерским при изучении ледников бассейна р. Кодори.

1. Автор не описывает существующие и в настоящее время 19 ледников (№ 1,23, 24, 28, 40, 41, 52, 68, 69, 70, 72, 74, 89, 88, 96, 98, 118, 125, 134, по нашей нумерации).

2. К. Подозерским дано описание восьми ледников (№ 14, 15, 49, 102, 107, 108, 112 и 114, по нумерации К. Подозерского), которые фактически не существуют на указанных им участках и вообще существовать не могли.

Если учесть эти ошибки, то можно предполагать, что в конце XIX столетия в исследуемом нами бассейне число ледников составляло 132.

В 1916 г. А. Рейнгард [13] на основании тех же картографических материалов, которыми пользовался К. Подозерский, сравнительно подробно описал ледники западной части Главного Кавказского хребта. В бассейне р. Кодори он дает описание 130 ледников (А. Рейнгард не описывает ледники северного склона Панавского хребта в верховьях р. Брамбы). По тогдашним условиям оледенения эта цифра близка к действительности, но, поскольку автор на своей карте оледенения западного Кавказа не дает нумерации ледников, местонахождения девяти описанных им ледников дополнительно к данным К. Подозерского установить не удается.

В 1959 г. П. Иванов [2] на основании крупномасштабных топографических карт, составленных в 1946 г. с применением аэрофото съемки, дает суммарное количество площадей и числа ледников по отдельным речным бассейнам Главного Кавказского хребта.

Данные П. Иванова для бассейна р. Кодори на 1/3 превышают наши данные (П. Иванов в исследуемом бассейне насчитывает 174 ледника общей площадью 87,54 км²). К сожалению, объяснения некоторых методических приемов определения площади и количества лед-

Иваньков П. Иванов не дает; в частности, не известно, как различались
 эти ледники и снежники, которые, как известно, обозначаются на топо-

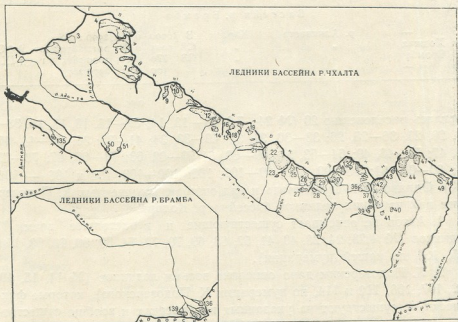


Рис. 1

графических картах одинаковыми знаками, что, кстати, отмечалось
 самим же Ивановым еще в 1957 г. [14]. Если принять за ледники



Рис. 2

все участки территории Кавказа, изображенные на топографических картах синими горизонталями, то лишь в этом случае площадь и количество этих участков могут совпасть с данными П. Иванькова.

В 1960—1963 гг. в зоне современного оледенения бассейна р. Кодори нами были проведены многочисленные маршруты для площадного гляцио-геоморфологического исследования территории, что дало возможность рекогносцировки ледников на топографических картах масштаба 1:50000. В целях уточнения контуров отдельных ледников, особенно в их фирновых частях (в некоторых случаях труднодоступных), нами были использованы аэрофотосъемки 1947 г.

60% ледников бассейна р. Кодори, общая площадь которых составляет 33,40 км², расположены на южном склоне Главного хребта Большого Кавказа. Этот хребет на расстоянии 96 км составляет северную границу исследуемого бассейна и в западной части представлен слабобрасчленной высокой стеной (левый склон р. Чхалта), средняя абсолютная высота которой 3420 м (максимальная высота Главного хребта в пределах бассейна р. Кодори 4047 м — вершина Домбай-Ульген). Его восточная часть сравнительно понижается (до 3325 м абсолютной высоты) и характеризуется ответвлением южных отрогов — Кодорского, Гвагвинского, Клычского и Хутийского хребтов, средний гипсометрический уровень которых лишь на 100 м уступает главному водоразделу. В гребневых частях вышеупомянутых отрогов располагается 51 ледник общей площадью 23,22 км².

Относительно небольшую площадь ледники занимают на Чхалтском хребте (№ 50, 51, 135), на северном склоне горы Шхатизга, и в районе горы Хокель на северном склоне Панавского хребта (№ 136, 137, 138, 139).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт географии им. Вахушти

(Поступило в редакцию 16.4.1964)

გეოგრაფია

დ. ტაბიძე

თანამედროვე ბაჭინვალება მდ. კოდორის აუზში
 (კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთი ფერდობი)

რეზიუმე

მდ. კოდორის აუზში, კავკასიონის მთავარ წყალგამყოფ ქედსა და მის სამხრულ განშტოებაზე წარმოდგენილია 139 ყინვარი, რომელთა საერთო ფართობი 58,42 კმ²-ს შეადგენს. ყინვარების რაოდენობის 60% საერთო ფართობით 33,40 კმ² მდებარეობს კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ ფერდობზე, რომლის საშუალო აბსოლუტური სიმაღლე 3420 მეტრს

აღწევს: ქედი აღმოსავლურ ნაწილში შედარებით დადაბლებულია და მას ახასიათებს განშტოებანი კოდორის, ღვადვის, კლიჩის, ხუტისასა და ჩხალთის ქედების სახით, რომელზედაც 58 ყინვარი მდებარეობს 25,02 კმ² საერთო ფართობით.

მდ. კოდორის აუზში არსებული 139 ყინვარიდან, უდიდესია ხეობის ტიპის ოთხი ყინვარი: მარუხი (№ 4), სოფრიჭი, (№ 22), კლიჩი (№ 75) და საკენი (№ 120). მათი სიგრძეები საშუალოდ 2 კმ-ს აღემატება, ხოლო საკენის ყინვარის სიგრძე 3366 მეტრს აღწევს. დანარჩენი კარული, ფირნული, ცირკული, ვიწრობის, ფერდობის, თოვლზვავისა და ტაფობისა, სულ 135 ყინვარი, ზღვის დონიდან საშუალოდ 2900—3000 მეტრ სიმაღლეზე მდებარეობენ და შედარებით მცირე განზომილებებით ხასიათდებიან.

მდ. კოდორის აუზში გავრცელებული ყინვარებიდან ყველაზე დაბალ ჰიტსომეტრიულ ნიშნულზე მდებარეებს საზხ. მარუხის ყინვარის ენა — 2365 მ ზღვის დონიდან, ხოლო თოვლზვავების ყინვარები (№№ 52, 70, 96) კიდევ უფრო დაბლა — 1700—2000 მეტრ სიმაღლეზე მდებარეობენ ზღვის დონიდან.

დადოვებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Подоцерский. Ледники Кавказского хребта. Записки Кавказского отд. Русского географического о-ва, кн. XXIX, в. 1, 1911.
2. П. Иваньков. Оледенение Большого Кавказа и его динамика за годы 1890—1946. Известия Всесоюзного географического о-ва, т. 91, в. 3, 1959.
3. Г. Радде. Предварительный отчет о путешествии д-ра Г. Радде по Кавказу, летом 1865 г. Записки Кавказского отд. Русского географ. о-ва, кн. VIII, 1873.
4. Н. Альбов. Отчет о ботанических исследованиях Абхазии за 1890 г. Записки Кавказского отд. Русского географического о-ва, кн. XV, 1893.
5. Н. Буш. Ледники западного Кавказа. Записки Русского географического о-ва, т. XXXII, № 4, 1935.
6. Н. Динник. Современные и древние ледники Кавказа. Записки Кавказского отд. Русского географического о-ва, кн. XIV, в. 1, 1890.
7. В. Вебер. Остатки недавних ледников на Панавском хребте на Кавказе. Известия Кавказского отд. Русского географического о-ва, т. XIV, 1901.
8. К. Подоцерский. Следы и остатки ледников в верховьях р. р. Бзыби, Гумисты и Амткели. Известия Кавказского отд. Русского географ. о-ва, т. XV, 1902.
9. К. Подоцерский. На Панавском хребте и по ущелью р. Кодори. Известия Кавказского отд. Русского географического о-ва, т. XIV, № 3, 1901.
10. Л. Маруашвили. Геоморфологическая характеристика бассейна р. Кодори. Фонды Института географии им. Вахушти АН ГССР, 1958.
11. Г. Тушинский. Ледники, снежники, лавины Советского Союза. М., 1963.
12. Д. Мгеладзе. Ледники. Справочник по водным ресурсам СССР, т. XI, Закавказье. 1935.
13. А. Рейнгад. Снеговая граница в западном Кавказе между Эльбрусом и Марухом. Известия Кавказского отд. Русского географического о-ва, т. XXIV, № 3, 1916.
14. И. Иваньков, В. Соколов. Вечные снега и их изображения на топографических картах. М., 1937.



სპელეოლოგია

ბ. ბიჩხიძე

ბარახას მღვიმის (ოღვიში) სპელეოლოგიური დახასიათება

(წარმოადგინა აკადემიოსმა თ. დავითაიამ 3.4.1964)

ბარახას მღვიმე მდებარეობს დ. ჩხოროწყუდან აღმოსავლეთით, 5 კმ-ს დაშორებით, სოფ. ვარახაში, მდ. ბუმეს (მდ. ოჩხომურის მარცხენა შენაკადი), მარცხენა მხარეზე, ზღ 170 მ, მდ. ბუმეს თანამედროვე დონიდან 4 მ სიმაღლეზე.

ბარახას მღვიმე აღმოაჩინა და აღწერა ლ. მარუაშვილმა [1] 1943 წელს. სავლელ დაკვირვების (23. IX. 1963) საფუძველზე ჩვენ ვიძლევეთ სიღრუვის სპელეოლოგიური (კომპლექსური) დახასიათების ცდას.

მღვიმე გამოთქმულია ნეოგენური ასაკის კონგლომერატულ შრეებში, რომლის შემადგენლობაში სპარბობს პორფირიტული ქანები, ხოლო აქა-იქ ერევა კირქვებიც. კალციტით შეცემენტებულ კონგლომერატებში წყლის შექანიკური და ქიმიური მოქმედებით წარმოიშვა ვარახას პორიზონტალური (აღმავალი), ორსართულიანი დახშული მღვიმე (იხ. გეგმა).

სიღრუვის მთავარი გვირაბი (პირველი სართული) ორიენტირებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ; მისი სიგრძე 225 მეტრია. შესასვლელიდან 40 მეტრზე, გვირაბს მარჯვენა მხრიდან გამოეყოფა განშტოება, რომელიც 6 მეტრით ამალეების შემდეგ მეორე სართულს ქმნის. იგი ჯერ სამხრულ-აღმოსავლურ მიმართულებას იღებს, ხოლო შემდეგ ჩრდილო-აღმოსავლურს და ეპარალელურა მთავარ გვირაბს; მისი სიგრძე 90 მეტრია. მღვიმეს აქვს აგრეთვე მცირე სიგრძის განშტოებები; ასე, რომ სიღრუვის ჯამური სიგრძე 320 მ აღწევს.

მთავარი გვირაბი იწყება ცენტრალური ოდიშის კლასტოკარსტულ მღვიმეთა უმრავლესობისათვის დამახასიათებელი შესასვლელი დარბაზით (სიმაღლე 5 მ, სიგანე 15 მ), რომელიც 30 მ შემდეგ მნიშვნელოვნად ვიწროვდება. აქედან იწყება და 80 მ მანძილზე გრძელდება გვირაბში კანიონი (სიღრმე 2 მ, სიგანე 0,3—2 მ), რომლის ორივე გვერდის ტერასები გაუყვება. მდიხარის ეს უწინდელი ფსკერი ამჟამად ტერასად გადაქცეულა, რადგან მიწისქვეშა ნაკადი ღრმად ჩაჭრილა მასში.

მთავარი გვირაბის შესასვლელსა და ბოლო პუნქტს შორის სიმაღლეთა სხვაობა + 10 — 12 მ აღწევს. მასში მოძრაობა 200 მეტრამდე გამართულად შეიძლება, ხოლო 225 მ იქით გავლა შეუძლებელია. მღვიმის მეორე სართული (განშტოება) მთავარ გვირაბს უკავშირდება ტერასული ზედაპირის სიმაღლეზე იგი წინა ნაწილში მნიშვნელოვნად მაღლდება და აჩენს რამდენიმე (2; 0,5;

2 და 1,5 მ) საფეხურს, ხოლო შემდეგ თითქმის ერთიდაიგივე დონეზე რჩება. განშტოების ჭერი კი დიდ კონტრასტულობას იჩენს: ადგილი აქვს ხვრელებისა და დარბაზების მორიგეობას. ასეთი დარბაზებია განშტოებიდან 25, 70, 80 და 90 მეტრზე.

მღვიმის შესასვლელ დარბაზთან გვხვდება ლოდნარი, რომელიც იქვე ჭერიდან და კედლებიდან მორღვეულა. გვირაბის ბოლო ნაწილში არის თიხის დანაგროვები. განშტოების მესამე (2 მ) საფეხურიდან დაწყებული, მის ბოლო პუნქტამდე გვხვდება ქვარგვალეები და მშრალი თიხა.

გარახას მღვიმის უდიდესი ნაწილი მოკლებულია კალციტის ნალენთ წარმონაქმებს, მაგრამ ამ მხრივ განსაკუთრებულს გარახასათვის და საერთოდ, ოდიშის კლასტოკარსტული მღვიმეებისათვის, წარმოადგენს განშტოების 25-ე მეტრზე მდებარე გუმბათოვანი დარბაზი. მასში გვხვდება თითქმის ყველა ფორმის ნალენთი წარმონაქმები, რაც კარსტული მღვიმეებისათვის არის დამახასიათებელი; ესენია: სტალაქტიტები, სტალაგმიტები, სვეტები, ფარდები, ანტოდიტები და სხვა.

კალციტის დიდი რაოდენობით არსებობას გაუპირობებია აგრეთვე კალციტის ქერქით აგებული მრავალრიცხოვანი წყალსატევები (გუბეები), რომლებიც დარბაზის ფსკერიდან კანიონამდე არის გადაჭიმული და ასე იზვიათია კლასტოკარსტული მღვიმეებისათვის.

მღვიმეთა კლიმატების იმ კლასიფიკაციის შესაბამისად, რომელიც ა. კ რ უ ბ ე რ ს [2] აქვს მოცემული, გარახას სიღრუვე თბილ მღვიმეებს მიეკუთვნება. თბილ მღვიმედ კრუბერი თვლის ჰორიზონტალურ დახშულ სიღრუვეს, რომლის დახურული ბოლო მიმართულია შესასვლელიდან ზემოთ. ზაფხულში ასეთი სიღრუვის ფსკერისპირა ცივი ჰაერი მიემართება გარეთა თბილი ჰაერისაკენ; იმავდროულად, ჭერის გაყოლებით მასში იძულებით შეიწოვება გარეთა თბილი ჰაერი. მისი მოძრაობა თანდათან ნელდება გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, ხოლო ზამთარში ჰაერცვლა წყდება, რადგან ზედაპირის (გარეთა) ცივსა და მძიმე ჰაერს არ შეუძლია ავიდეს ზევით და იქიდან გამოდევნოს თბილი ჰაერი.

მართალია, კრუბერს ცნებისათვის — „თბილი“ განმარტება არ მიუცია, მაგრამ მისი დახასიათებიდან და ჩვენი დაკვირვებიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ თბილი მღვიმის საშუალო წლიური ტემპერატურა მოცემული ადგილის საშუალო წლიურ ტემპერატურაზე მაღალი უნდა იყოს. ეთანხმება რა თბილი მღვიმის ბუნებას, გარახას სიღრუვის შესასვლელ დარბაზში შეიმჩნევა ფსკერისპირა ცივი ჰაერის გამოსვლა გარეთ, რაც მღვიმისა და გარე სამყაროს მიჯნაზე წარმოშობს ნისლს.

მაღალჭერიანი შესასვლელი დარბაზის არსებობის გამო მღვიმეში სინათლე 35 მ აღწევს, ხოლო შემდეგ მუდმივი სიბნელეა. მღვიმის სიბუურ რეჟიმზე დაკვირვებით ვლინდება, რომ სინათლიანი ნაწილის მოკლე მანძილზე (35 მ) ადგილი აქვს ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელოვან შემცირებას — 24,5-დან 15,4°-მდე, ხოლო ბნელი ნაწილის დიდ მანძილზე (165 მ) — უმნიშვნელო შემცირებას — 15,4°-დან 14,9°-მდე. მთავარი გვირაბის და განშტოების

ერთობლივად მანძილზე (100 მ) ჰაერის ტემპერატურა თანაბარი არ არის: იგი 0,6°-ით მაღალია განშტოების დარბაზში. ამის მიზეზი უნდა იყოს განშტოების შედარებითი დახშულობა, ჰაერის აბსოლუტური სინოტივე მღვიმის სინათლიან ნაწილში კლებულობს 24,0 მმ-დან 16,2 მმ-დე, ხოლო შემდეგ — ერთი-დაიგივე რჩება; თუმცა განშტოებაში მხოლოდ 0,1 მმ-ით მატულობს.

ჰაერის შეფარდებითი სინოტივე შესასვლელთან 78 პროცენტს აღწევდა, ხოლო მთავარი გვირაბის ბოლო პუნქტში მან 96 პროცენტი შეადგინა. განშტოების ჰაერის ტემპერატურის მაღალმა დონემ გავლენა მოახდინა შეფარდებითი სინოტივეზეც, მაგრამ განსაკუთრებული როლი კი ითამაშა სიღრუვიდან წყლების ღრმა ფენებში გადასვლამ. ამის გამო მეორე სართულის შეფარდებითი სინოტივე დაბალია და 91 პროცენტს აღწევს.

გარახას მღვიმიდან გამოედინება მუდმივი მოქმედი ნაკადი. მისი ხილული სათავე ჩნდება სიფონის სახით, მთავარი გვირაბის 195 მეტრზე. თავდაპირველად მღვიმური ნაკადის კალაპოტი განიერია და გვირაბის სუსტი დახრილობის გამო მდორედ მიედინება; აქ იგი აჩენს ჩატბორებულ ადგილებს და მკვეთრად გამოხატულ შეანდრებს. შემდეგ ნაკადი შედის მის მიერვე გაჭრილ ძვირე სიგანისა და სიღრმის კანიონში. დინება ამ ნაწილში სწრაფია და მოკლებულია შეანდრებს.

მღვიმური ნაკადს აძლიერებს განშტოების სამხრეთ-აღმოსავლური ნაწილიდან შემოსული წყალი. განშტოების ჩრდილო-აღმოსავლური ნაწილი კი, დიდი ხანია დაუტოვებია წყალს. სინათლიან დარბაზში შესვლისას ნაკადი აჩენს 1 მ სიმაღლის ჩანჩქერს, რომლის ძირში ტბა არის წარმოდგენილი; აქედან კი იგი დიდი სიჩქარით მიედინება მიწისზედა მდინარე ბუმესაკენ და ამ უკანასკნელთან ერთად ქმნის მდ. ოჩხომურის ერთ-ერთ მარცხენა შენაკადს.

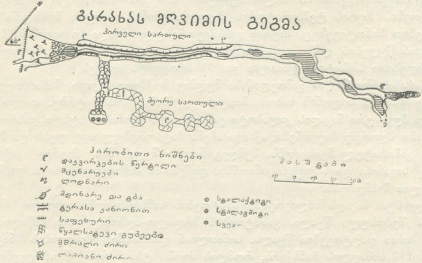
მღვიმური ნაკადის დებიტი საკმაოდ დიდია და აღწევს 28—30 ლწ. მასზე წვიმისა და თოვლისაგან ნაყოფი წყალი არ უნდა ახდენდეს გავლენას. მღვიმური ნაკადის ხილულ სათავესა და მის ეროზიის ბაზისს (მდ. ოჩხომური) შორის მანძილი მცირეა და სიმაღლეთა სხვაობა 35 მ აღწევს, ამიტომ ნაკადი ინტენსიურ ეროზიულ მუშაობას აწარმოებს. ასეთ პირობებში მოსალოდნელია მოძავალში მღვიმის როგორც სიღრმითი, ისე სიგრძითი მომატება. გარახას მღვიმის წყალი სუფთაა (სასმელად იყენებენ) და ცივი (13,5°).

გარახას მღვიმის ნახევრადსინათლიანი დარბაზი ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ნიადაგურ-მცენარული საფარის განვითარებისათვის. კონგლომერატების შემადგენელ ნივთიერების გახსნის შედეგად ნიადაგი იღებს ნეშომპალა-კარბონატულ სახეს. მასზე იზრდებიან ჩრდილისა და ტენისმოყვარული ისეთი ბალახოვანი მცენარეები, როგორცაა: გვირის სამი სახე; ირმის ენა—

Phyllitis scolopendrium (L.) Newm, ტაბელა—*Pteris cretica* და უჭურველი—*Asplenium rufa muraria*; ამასთან ერთად აქ გვხვდება დიდი სივრცობრივი გაგრეკლების (დაბალი ზონიდან აღზებამდე), მქონე მცენარეები: ფურისულა—*Primula sibthorpii* Hoffm, გველის სურო—*Vinca pubescens* d'rvv; კაკასიური სურო—*Hedera helix* L, მარშანცია—*Marschandia* sp., ქვატეხია—*Saxi-*

fraga mollis Smith, მჭადა—*Oplismenus undulatif.* (Ard) P. B. მწვანე ხაესი—*Mnius* sp., მყაველა—*Oxalis acetosella* L. და სხვა მცენარეები¹.

მღვიმის ბნელ ნაწილში ნიადაგურ-მცენარული საფარი არ გვხვდება. საერთოდ კი, აღმავალი დასშული მღვიმეები უმცენარეულოა არა იმიტომ, რომ ძასში სათანადო ეკოლოგიური პირობები არ არის, არამედ მცენარეთა თეს-
ლის გადამტანი აგენტების (ქარი, წყალი) უმოქმედობის შედეგად.



ცხოველთა საარსებო პირობები გარახას მღვიმეში კარგია. მასში გვხვდება სპელეოფაუნის თითქმის ყველა ძირითადი ტიპი, როგორიცაა: ტროგლოფილები, ტროგლობიონტები და მათ შორის გარდამავალი ფორმა — ლამურას სახით. გახარას მღვიმეში გვხვდება ლამურას ორი სახე ცხვირნალების ოჯახიდან: მცირე ცხვირნალა — *Rhinolophus hipposideros* Rechst და სამხრეთის ცხვირნალა — *Rhinolopsus eryale* Blasius. მასში მრავლად გვხვდება ყურწვეტა მღამიობი — *Myotis oxygnathus* Montic და ფრთაგრძელი ლამურა — *Miniopterus schreibersi* Kühl².

ლამურები წარმოიშვა ისეთი ცხოველისაგან, რომელიც ადრეული გეოლოგიური ეპოქების თბილ ჰავაში ცხოვრობდა. მეოთხეული პერიოდის გაყინვარების ცივ კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებით, სითბომოყვარული და ტემპერატურის კონტრასტებს შეჩვეული ცხოველი ლამურა იძულებული გახდა მღვიმეებისათვის შეეფარებინა თავი.

ტროგლოფილებიდან (მღვიმის დროებითი ან შემთხვევითი მობინადრეები რომლებიც ბუნაგს იკეთებენ მღვიმის პირას ან შესასვლელთან ახლოს)

¹ მცენარეთა სახეები განსაზღვრა ე. სოხაძემ.
² ლამურათა სახეები განსაზღვრა რ. ავალიანმა.

აღსანიშნავია — მთბავეები, ობობები, მრავალფეხიანები; მღვიმის შესასვლელთან მაჩვს ღრმა სორო გაუთხრია.

მღვიმურ ფუნათა ყველაზე გავრცელებული ცხოველია ნიფარგუსი, რომელიც ზღვიური ცხოველების შთამომავალს წარმოადგენს. ეს ტროგლობიონტი (ისეთი ცხოველებია, რომლებიც მღვიმეში იბადებიან, ცხოვრობენ და კვებიან) ცხოველი გარახას მღვიმის წყალსატევ გუბებში პირველად ნახა ლ. მ ა რ უ ა შ ვ ი ლ მ ა [1]. მუდმივ წყვილიაღში შეჩვეულ ნიფარგუსს (*Niphargus sp.*) თეთრი ფერი მიუღია და მხედველობის ორგანოები დაუკარგავს, სამაგიეროდ, არაჩვეულებრივად განვითარებია სმენის, ყნოსვისა და შეხების შეგრძნება.

გარახას მღვიმე წარმოიშვა მდ. ოჩხომურის მეორე, 20 მ ტერასის გაფორმების შემდეგ. გ რ. დ ე ვ დ ა რ ი ა ნ ის [3] სქემის შესაბამისად, ეს არის შავი ზღვის ახალევექსინური აუზის, ვიურმული გამყინვარების (ზედა მეოთხეული) ეპოქა ანუ ზედა პალეოლითის დასასრული, ხოლო პ. ფ ე დ ო რ ო ვ ის [4] მიხედვით — შავი ზღვის კარანგატული აუზის, რის — ვიურმული გამყინვარებათაშორისი ეპოქა ანუ ზედა პალეოლითის შუა (სოლუტრეს) პერიოდი. ეს მეორე შეხედულება უფრო სწორი უნდა იყოს, რამდენადაც შავი ზღვის აუზის პლეისტოცენური ტრანგრესიები ემთხვეოდა გამყინვარებათაშორისულ ეპოქებს. გარახას მღვიმის მთავარი გვირაბი (პირველი სართული) განვითარების ახალგაზრდა სტადიაში უნდა იყოს, რადგან მასში ინტენსიური ეროზიული მოქმედება მიმდინარეობს; ხოლო მეორე სართულის მშრალი ნაწილი სიკვდილის სტადიაში უნდა იყოს გადასული, რადგან მასში არსებულმა წყლებმა ღრმად გადაინაცვლეს და მღვიმის გაფართოება-გაღრმავება შეიცვალა ავსება-შევიწროვების ტენდენციით.

სართულიანი კლასტოკარსტული მღვიმეები იშვიათად გვხვდებიან. გახარას მღვიმის სართულიანობა განაპირობა ახევეების ზონაში მდებარე, ხსნადობის თვისებების მქონე ქანებში დიდი დებიტის მიწისქვეშა ნაკადის მოქმედება.

გარახას მღვიმე მიეკუთვნება მიწისქვეშა ლანდშაფტის კარსტული ტიპის კლასტოკარსტულ ქვეტიპს და გამომუშავებულია კონგლომერატებში. მღვიმური ლანდშაფტის კლასიფიკაციით იგი შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: 1) მიწისზედა და მიწისქვეშა ლანდშაფტებს შორის გარდამავალ და 2) საკუთრივ მღვიმურ ჯგუფებად, პირველში შედის გარახას მღვიმის შესასვლელი დარბაზი, რომლისთვისაც დამახასიათებელია: ნახევრადსინათლიანობა, ამინდის დღეღამურ და სეზონურ ცვლილებათა მცირე კონტრასტულობა (წლის თბილ პერიოდში ჰაერის დიდი ტემპერატურა და აბსოლუტური სინოტივე, დაბალი შეფარდებითი სინოტივე), მიწისქვეშა ნაკადი, პირველადი განვითარების ნეშომბალა-კარბონატული ნიადაგები, ჩრდილისა და ტენისმოყვარული ბალახოვანი მცენარეები, მღვიმის დროებითი ან შემთხვევითი (ტროგლოფილი) ძობინადრეები. მღვიმური ლანდშაფტის ეს ჯგუფი გარდამავალი საზღვრითაა გამოყოფილი. მიწისქვეშა ლანდშაფტის მღვიმურ ჯგუფს მიეკუთვნება გარახ. „მოამბე“, XXXVI:1, 1964.

ხას სიდრუვის დანარჩენი ნაწილი, რომელიც შემოფარგლულია მკვეთრი საზღვრით. ამ ჯგუფის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებას წარმოადგენს: მუდმივი სიბხელე, ჰაერის ტემპერატურისა და სინოტივის უმნიშვნელო ცვლილება (ტემპერატურა და აბსოლუტური სინოტივე დაბალია; ხოლო შეფარდებითი — მაღალი), მიწისქვეშა ნაკადი, უნიადაგობა, უმცენარეულობა და მხედველობის ორგანოებს მოკლებულ მღვიმურ ცხოველთა (ტროგლობიონტთა) არსებობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ვახუშტის სახელობის
გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.3.1964)

СПЕЛЕОЛОГИЯ

Б. А. ГЕРГЕДАВА

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЩЕРЫ ГАРАХА
(ОДИШИ)

Резюме

На основании полевых наблюдений и обработки литературных материалов дается спелеологическая характеристика подземных полостей Гараха, расположенных в 5 км к востоку от районного центра Чхороцку, и освещаются их геоморфологические, климатические, гидрологические и биоспелеологические особенности.

Применяя оригинальную схему классификации подземных ландшафтов, пещеру Гараха, выработанную в конгломератах, относим к кластокарстовому подтипу.

დავით აღმაშენებლის სახელობის ინსტიტუტი — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. მარუაშვილი. შუქი ბნელეთში. გამომც. „საბჭოთა საქართველო“, თბილისი, 1963.
2. А. А. Крубер. Карстовая область горного Крыма. М., 1915.
3. გრ. დევედარიანი. კალბეთის ბარის მდინარეთა ქსელის მეოთხეული ისტორიის საკითხისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შრომებ, ტ. XVI, № 4, 1955.
4. П. В. Федоров. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. Изд. АН СССР, М., 1963.



პატროგრაფია

ა. შანჩაველი

ლაზეროფირული გამკვთი ძარღვი ჰიათურის ქვარც-პოროფირული წყებიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწინძემ 8.6.1964)

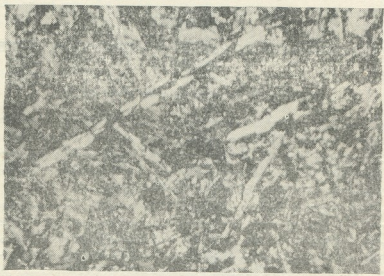
ჩვენ მიერ ქ. ჰიათურის მახლობლად, მდ. ყვირილის ხეობაში, კვარც-პოროფირულ წყებაში შენიშნულ იქნა 1—1,2 მეტრის სიმძლავრის გამკვთი ძარღვი, რომელიც თავისი ბუნებით ძლიერ ჰგავს ლამპროფირულ ქანებს. ლამპროფირული ქანები საქართველოში არც თუ ისე ხშირია. ამიტომ ამ ქანის დახასიათება გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს.

მაკროსკოპულად იგი ღია მოშწვანო-ნაცრისფერი ქანია ჟანგისფერი ჩანაწინწკლებით. სტრუქტურა პოროფირულია, ძირითადი მასის სტრუქტურა კი—პოლიკრისტალური. პოროფირული გამონაყოფებისა და ძირითადი მასის რაოდენობით ურთიერთდამოკიდებულება ასეთია: ფენოკრისტალები 13,3%, ძირითადი მასა 86,2%. პოროფირული გამონაყოფები წარმოდგენილია ოლივინით, რომლის კრისტალების სიგრძე ხშირად 1 მმ აღწევს, ხასიათდება თავისი დამახასიათებელი ფორმებით, უმეტესად დაბზარულია და ბზარები ამოვსებულია ლიმონიტით. ოლივინს ახასიათებს ობაციტიზებული არშიები; ძალზე შეცვლილია. საღი მარცვლები არ გვხვდება. შეცვლა გამოიხატება გაკარბონატებაში და გასერპენტინებაში. ოლივინის კრისტალები ჩანაცვლებულია სერპენტინით, უფრო ხშირად კი კარბონატით ზოგჯერ ორივე ერთად ანაცვლებს ოლივინს. რამდენიმე კრისტალში სერპენტინულ და კარბონატულ მასაში შეინიშნება შეცვლისაგან გადარჩენილი ოლივინის ძალზე მცირე ზომის რელიქტები.

ძირითადი მასა შედგება კალიშპატის, ბიოტიტის, აპატიტისა და მადნეული მინერალებისაგან. რაოდენობითი ურთიერთდამოკიდებულება ასეთია: ბიოტიტი—32,6%, ბაზისი—37,8%, მადნეული—29,6%. ბაზისი ამ შემთხვევაში წარმოდგენილია K-შპატით. საერთოდ ზემოთ დასახელებული კომპონენტები ძირითად მასაში თანაბრად არ არის განაწილებული. K-შპატი ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია. იგი გვხვდება თითქმის იზომეტრიული და მოკლე ლეისტების სახით. მრჩობლები არ ახასიათებს. აღინიშნება მხოლოდ ერთი შემთხვევა სადაც სიმეტრიული ჩაქრობის კუთხე 0° შეადგენს. გარდატების მაჩვენებელია $Ng - 1.526$, ხოლო $Np - 1.519$, რაც ორთოკლაზის მაჩვენებლებს პასუხობს.

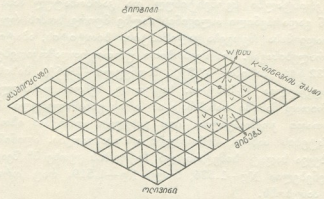
ბიოტიტი ორთოკლაზთან ერთად ძირითადი მასის ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელია. გვხვდება იდიომორფული 0,—0,8 მმ სიგრძის ფირფიტების

სახით. მათთან ერთად გვაქვს 0,1—0,3 მმ სიგრძის ქერცლებიც. მომწვანო ყავისფერია, დამახასიათებელი მკაფიო პლეოქროიზმით. ბიოტიტი ხშირად გადადის ღია მომწვანო ფერის ქლორიტში. ზოგჯერ დიდი ფირფიტების ნაპრალებში აღინიშნება რკინის ჰიდროქსანი. აპატიტი საერთოდ უცირვ რა-



სურ. 1. მინეტა. შლ. 100X. ჩანან ბიოტიტის ფირფიტები K-შპატის ძირითად მასაში. აღინიშნება აგრეთვე ლიმონიტის ჩანარები, ჯვარედინი ნიკოლები X 21

ოდენობითაა. გვხვდება წვრილი პრიზმული ჰაბიტუსის მქონე კრისტალების სახით. ძირითადი მასისათვის დამახასიათებელია ლიმონიტით ძლიერი შე-



სურ. 2. მინეტას რაოდენობითი-მინერალოგიური შედგენილობის დიაგრამა

ცვლა, რომელიც გვხვდება მრავალრიცხოვანი ფირფიტებისა და აგრეგატული აგებულების მასების სახით.

ქანის მიძივე ფრაქციის მინერალები წარმოდგენილია ბიოტიტით, ქლორიტში გადასული ბიოტიტით, მანდელუითა და აპატიტით.

მსუბუქი ფრაქცია ძირითადად შედგება ორთოკლაზისაგან, რომელიც ხშირად ხასიათდება ქარსის მცირერიცხოვანი ქერცლების ჩანართებით. აგრეთვე მასში აღინიშნება აპატიტის ჩანართებიც. დიდი რაოდენობით გვხვდება კარბონატი და გათიხებული შეცვლილი მასები.

მძიმე ფრაქცია	მსუბუქი ფრაქცია
ბიოტიტი 26,3%	ორთოკლაზი 20,90
აპატიტი 0,4%	კარბონატი 29,0%
გალიმონიტებული მასები 73,3%	გათიხებული შეცვ. მასები 50,1%

თავისი მინერალური და ქიმიური შედგენილობით გამკვეთი ქანი მკვეთრად განსხვავდება შემცველი კვარც-პორფირული წყების ქანებისაგან, მისი ქიმიური შედგენილობა ასეთია (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	სინეს-ტე	ხ. წ.	ჯამი
1	36,88	0,80	17,34	3,56	5,93	0,20	3,84	8,12	0,73	4,14	0,74	0,81	3,68	13,04	99,81
2	49,45	1,23	14,41	3,36	5,01	0,13	8,26	6,73	2,54	4,69	—	1,12	3,04	—	100,1
3	76,86	33.	10,55	1,70	0,27	33.	0,12	0,42	1,22	4,70	0,65	33.	0,63	0,01	100,1

- 1—მინეტა (ნიმუში № 1000)—ანალიტ. ქ. მთიულიშვილი).
- 2—მინეტას საშუალო დელის მიხედვით,
- 3—კვარც-პორფირი (ნიმუში 373) ანალიტ. ც. ლაბარტყავა.

ცხრილი 2

ძირითადი რიცხვითი მახასიათებლები ა. ზავარიცის მიხედვით

№	a	b	c	s	a'	m'	e'	f'	n	t	S	Q	a:c
1	9,96	28,07	5,43	56,52	—	39,6	27,0	42,2	20	1,7	14	12,2	1,8
2	12,5	26,6	3,4	57,5	—	53,0	18,0	29,0	55,1	1,8	10,8	13,4	3,8
3	8,63	7,70	0,44	83,92	45,33	10,57	—	43,90	22,07	—	178	48,76	19

ქანების ქიმიური შემადგენლობის კლასიფიკაციის სქემის მიხედვით (1), რომელიც ძირითადად ეყრდნობა რიცხვით მახასიათებლებს, ჩვენი ნიმუში მიეკუთვნება მე-5 კლასს SiO₂—სუსტად უჯერი ქანების ჯგუფს, სადაც—6(Q)—15.

1. რიცხვითი მახასიათებელი ხ-ს მაღალი მნიშვნელობა მიუთითებს, რომ ქანი ლეიკოკრატული არაა, თუმცა მაკროსკოპულად იგი ღია მომწვანო ნა-

ცრისფერია. შესაძლებელია, რომ ეს ქანის შემდგომი შეცვლით არის გამოწვეული.

2. რიცხვითი მახასიათებელი c საკმაოდ დიდია, რაც ქანის შეცვლით, მისი გაკარბონატებით აიხსნება, ამგვარად, ქანის გათვლილი ვირტუალური შემადგენლობა ამ შემთხვევაში არ პასუხობს ქანის ნამდვილ მინერალურ შედგენილობას. რის მიზეზსაც მეორადი პროცესები წარმოადგენენ.

3. S და Q რიცხვითი მაჩვენებელი დაბალია, ე. ი. ქანი SiO_2 სუსტად უჯერია.

3. $a : c = 1,8$ რაც მიუთითებს იმ გარემოებას, რომ იგი მიეკუთვნება ტუტებით ლარიმი ქანების ჯგუფს.

K_2O -ს სიქარბე გამოწვეულია ქანში ბიოტიტისა და კალიუმის მინდვრის შპატის არსებობით. H_2O -ს დიდი რაოდენობა აიხსნება მისი ძლიერი გაკარბონატებით. ამას ადასტურებს CaO -ს დიდი შემცველობა (8,24%-მდე).

სპექტალური ანალიზის შედეგად ირკვევა, რომ ქანში შედის შემდეგი ელემენტები: Ni, Co, Ti, Ba, Cu, Cr, Mo, Pb, Zn, V, Li, Be, Ga;

არ გვხვდება: W, Nb, Ta, Ag, Sb, Cd, Sn, Au, Zr.

განსაკუთრებით საყურადღებოა ზოგიერთი ელემენტის— Ni, Co, Cr, V და Li—გაზრდილი რაოდენობა. მათი სიქარბე ოლივინისა და ბიოტიტის დიდი რაოდენობით უნდა აიხსნას.

მინერალოგიური კომპონენტებით ქანი ძლიერ ჰგავს ზინეტას, რაც ლამპროფირული ქანების ჯგუფს მიეკუთვნება, მაგრამ შეცვლის გამო მისი ქიმიური შედგენილობა განსხვავდება ტიპური მინეტასაგან. რადგან ძარღვი ჰკვეთს კარბონულად დათარიღებულ ჭიათურის კვარც-პორფირულ წყებს, მისი ასაკი კარბონულზე უფრო ახალგაზრდათ უნდა ჩაითვალოს, ხოლო საკითხი ზედა საზღვრის შესახებ ჯერ ღიად რჩება.

აქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.6.1964)

ПЕТРОГРАФИЯ

А. Л. КАНЧАВЕЛИ

ЛАМПРОФИРОВАЯ СЕКУЩАЯ ЖИЛА ИЗ ЧИАТУРСКОЙ КВАРЦ-ПОРФИРОВОЙ ТОЛЩИ

Резюме

Около г. Чиатура в устье р. Квирилы была найдена секущая жила лампрофировой породы типа минетты. Лампрофировые породы в Грузии встречаются не так уже часто, а в данном районе не были описаны вовсе. Поэтому она представляет определенный интерес.

დაგროფირებული ლიტირატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Заваριцкий. Пересчет химических анализов изверженных горных пород. Справочное пособие. М., 1960.

Т. А. ЛОМИНАДЗЕ

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПЕРЕГОРОДОЧНОЙ ЛИНИИ МАКРОЦЕФАЛИТИД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. К. Габуния 11.4.1964)

Нами был изучен онтогенез перегородочной линии *Pleurocephalites tumidus* Rein. из келловейских отложений Крыма. Несмотря на то что не удалось дойти до эмбриональной камеры, особенности хода онтогенетического развития и усложнения перегородочной линии были выявлены достаточно отчетливо.

Эти исследования показали, что вторая перегородочная линия «сидит верхом» на первой. У нее двухраздельная вентральная (V), две умбональные (U , U^1), внутренняя боковая (I) и дорсальная (D) лопасти¹.

У третьей линии путем расчленения седла U^1/I появляется еще третья умбональная лопасть (U^2). На последующих перегородочных линиях уже намечается расчленение седел V/U , U/U^1 , U^1/U^2 , и усложнение перегородочной линии происходит за счет умбональных лопастей II.

Таким образом, в отличие от древних стефаноцератацей, для которых характерно возникновение лопасти I^1 на боковой стенке лопасти I и усложнение перегородочной линии за счет внутренних боковых лопастей, у макроцефалитид процесс смещения лопасти I^1 в вершину седла I/D заканчивается, и усложнение перегородочной линии происходит за счет умбональных лопастей II.

При изучении перегородочной линии макроцефалитид следует обратить особое внимание на возрастные изменения. Для келловейских и оксфордских представителей семейства характерно разное расположение перегородочной линии по отношению к радиусу спирали. У келловейских представителей *Macrocephalitidae* перегородочная линия расположена вдоль радиуса, а у оксфордских форм наклонена вперед.

На основании этого признака Улиг [2] связал макроцефалитов с нижнемеловыми симбирскитами. Детальное изучение перегородочной линии макроцефалитид показало, что отклонение перегородочной линии от радиуса спирали характерно не только для симбирскитов, но и

¹ Индексы и генетическая терминология по В. Е. Руженцеву.



для оксфордских форм макроцефалитид. Но несмотря на это, неправильно было включать их только на этом основании в род *Simbirskites*.

По мере развития наблюдаются изменения в устройстве лопастей и седел. Из сравнения перегородочных линий представителей келловейских макроцефалитид с предковыми формами видно, что особому изменению подвержена вторая боковая лопасть. У *Macrocephalites* эта лопасть узкая и трехраздельная, а в предковых группах (*Tulites*, *Defonticeras*, *Morrisiceras* и др.) широкая и двухраздельная.

У макроцефалитид, в отличие от некоторых других семейств аммонитов, при увеличении высоты оборота число лопастей и седел остается постоянным, а ширина лопастей и седел изменяется в зависимости от степени инволютности раковины. У макроцефалитид с узким пупком линия имеет широкие элементы, а у форм с широким пупком — узкие.

Плохая сохранность палеонтологического материала часто не позволяет вести наблюдения над онтогенетическим развитием перегородочной линии, и в этом случае приходится ограничиваться лишь изучением перегородочной линии на последнем обороте раковины.

В связи с этим необходимо указать на те трудности, которые встречаются на пути применения перегородочной линии взрослых форм как систематического признака для классификации семейства макроцефалитид.

Нами были изучены перегородочные линии на одинаковых диаметрах одновозрастных индивидов одного и того же вида, а также соседние линии. Во всех изученных случаях расхождения заметны даже в общем очертании перегородочной линии. При более подробном изучении различия были найдены и в деталях. В то же время часто имеет место и противоположная картина, когда перегородочные линии разных видов одного рода и даже разных родов довольно близки.

Почти все представители *Macrocephalitidae* в зрелой стадии упрощают свои перегородочные линии. Ранние лопасти и седла являются длинными и тонкими. По ходу роста раковины они укорачиваются и расширяются. Таким образом, перегородочная линия зрелой раковины по своему очертанию сильно отличается от таковой внутренних оборотов.

Упрощение перегородочной линии в зрелой стадии раковины является характерной особенностью представителей семейства макроцефалитид.

Наши наблюдения показали, что во всех изученных случаях перегородочная линия на обеих сторонах раковины макроцефалитид асимметрична.

Часто в диагнозах родов макроцефалитид одним из критериев для систематики данного семейства приводятся указания на то, что сифональная лопасть длиннее или короче первой боковой или равна ей [3, 4]. Мы убедились, что этот признак не является надежным для систематики данного семейства. Так, например, у одних видов рода *Macrocephalites* сифональная лопасть значительно длиннее первой боковой, а у других видов они равны друг другу. *Macrocephalites formosus* Sow. имеет сифональную лопасть значительно длиннее первой боковой ([5], табл. XXIV, рис. 2а), а у *M. chariensis* Waag. ([5], табл. XXV, рис. 2) они равны друг другу. Жэне [4], давая диагноз рода *Pleurocephalites* указывал, что у видов данного рода сифональная лопасть по длине равна первой боковой, а у рода *Kamptokephalites* она короче. Детальное изучение перегородочных линий макроцефалитид показало, что эта «закономерность» прослеживается не всегда.

Внутривидовая изменчивость перегородочной линии у представителей макроцефалитид настолько сильна, что трудно найти даже два индивида с одинаковыми перегородочными линиями.

Изучая перегородочные линии разных семейств юрских аммонитов, Аркелл, Троицкая, Маковский и др. пришли к выводу, что во многих случаях характер перегородочной линии не может служить достаточным основанием для определения систематического положения не только в пределах вида или рода, но даже семейства и подсемейства.

Нельзя полностью согласиться с названными исследователями в определении систематической ценности перегородочной линии, однако надо все же указать, что изменчивость отмеченных выше особенностей ее строения и расположения создает большие трудности в деле применения перегородочной линии взрослых форм макроцефалитид для систематики данного семейства. Это обстоятельство обязывает нас подходить к применению перегородочной линии с большой осторожностью и, конечно, в совокупности с другими признаками.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 11.4.1964)

პალეობიოლოგია

თ. ლონგაძე

მაკროცეფალიტიდების ტიხრის ხაზის თავისებურებათა შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

წინაპარ ფორმებთან განსხვავებით, მაკროცეფალიტიდების ტიხრის ხაზი რთულდება უმბონალური უბეების ხარჯზე.

კალოვიური და ოქსფორდული ფორმების ტიხრის ხაზის განლაგება ხვე-

ულის რადიუსის მიმართ სხვადასხვანაირია. კალოვიურ ფორმებს ტიხრის ხაზი განლაგებული აქვს რადიუსის გასწვრივ; ოქსფორდულ ფორმებს კი ტიხრის ხაზი წინ აქვთ წახრილი.

მაკროცეფალიტიდების ტიხრის ხაზების შედარებით წინაპარი ფორმების ტიხრის ხაზებთან გამოირკვა, რომ განსაკუთრებულ ცვლილებას განიცდის მეორე გვერდითი უბე. მაკროცეფალიტებს ის ვიწრო და სამტოტიანი აქვთ, ხოლო წინაპარ ფორმებს — ფართო და ორტოტიანი.

მაკროცეფალიტიდებს ხვეულის სიმადლის ზრდასთან დაკავშირებით ეცვლებათ ტიხრის ხაზის ელემენტთა სიგანე. ვიწროჭიბიან ფორმებს უბეები და უნაგირები განიერი აქვთ; ფართოჭიბიანებს კი — ვიწრო.

მოზრდილი ხვეულების ტიხრის ხაზების შესწავლამ დაგვანახა, რომ ამ ნიშნის ცვალებადობა დიდია ერთი სახის შიგნითაც კი, რაც ძლიერ ართულებს მის გამოყენებას ამ ოჯახის სისტემატიკისათვის.

დაკოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Безносков. К систематике юрских Ammonitida. Палеологический журн., № 1, 1960.
2. W. Uhlig. The fauna of the Spiti shales. Pal. Indica, ser. XV, 1910.
3. S. Buckman. Jorkshire Type Ammonites, 1922.
4. A. Jeannot. Die Macrocephaliten des Callovian von Herznach (Aargau). Eclogae Geologicae Helveticae, vol. 47, № 2, 1954.
5. L. Spath. Revision of the jurassic cephalopod Fauna of Kachh. Pal. Indica, vol. IX, mem. 2, Part II, 1928.

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Кр. ЗАХАРИЕВА-КОВАЧЕВА

ЕЩЕ ОДИН «КАМЕННЫЙ ЛЕС» НА ТЕРРИТОРИИ
БОЛГАРСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 10.7.1964)

«Вбитые камни» («Побитые камни») к западу от г. Варны до самого последнего времени считались единственным в своем роде геологическим образованием Болгарии да и всего земного шара. Предлагаемая статья есть краткое сообщение о новом «каменном лесе», который был недавно изучен нами в северо-западной части Болгарии, близ Грамады (Видинский округ). Несмотря на свои относительно скромные размеры, это образование во многом весьма подобно импозантному Дикилиту Варненского округа (рис. 1 и 2). Второй «каменный лес» расположен на площади примерно 1,5 кв. км., где беспорядочно рассеяны столбы, возвышающиеся над почвой на 40—50 см. Издали этот участок производит впечатление срубленного леса, от которого остались лишь пни приблизительно одной и той же высоты. Средний диаметр поперечного сечения колонн составляет 50—60 см, но встречаются и гораздо более толстые, с диаметром поперечного сечения до 2 м и даже несколько более. Столбы обычно имеют цилиндрическую форму, и лишь в виде исключения попадаются столбы с несколько эллипсоидальным поперечным сечением. Только верхняя часть каждого столба торчит над почвой, остальная же скрыта в породе; общая высота обычно достигает 80 см, максимально — 1 м. Там, где столбы не раскрыты эрозией, они могут иметь вид своеобразных колец на обнаженной поверхности пород. Для всех столбов характерно, подобно колоннам Дикилиту, наличие центральной полости. Полость достигает основания столба и иногда немного суживается. Кверху и книзу столбы тоже слегка суживаются; таким образом, они наиболее широки в своей средней части. Диаметр поперечного сечения центральной полости достигает 15—20 см и не зависит от толщины самой колонны. Например, имеются колонны толщиной до 110 см при диаметре поперечного сечения центральной полости 25—30 см, а в других колоннах той же толщины это сечение имеет диаметр 5—10 см. Нет ни одной колонны без центральной полости, хотя последняя может быть сверху за-



Рис. 1. „Пень“ грамадинского сарматского „каменного леса“ в положении *in situ*



Рис. 2. Один из „пней“ грамадинского „каменного леса“, вынутый из породы и положенный на бок

крыта пластом породы. Стенки колонн имеют концентрическое строение. Иногда в колонне, кроме центральной полости, наблюдаются меньшие пустоты, диаметром до 2 см. Материал, разделяющий эти меньшие пустоты, иногда оказывается разрушенным, и тогда образуется кольцевидная полость, концентрическая внутренней, сама же колонна представляется состоящей из двух пластов. Заметим, что то же самое явление нередко наблюдается в столбах Дикилиташа. В некоторых колоннах центральная полость перегорожена вертикальными перегородками.

Как и в Дикилиташе, тут встречаются двойные и тройные столбы; иногда от общего основания поднимаются два или три столба.

Наружная поверхность столбов обычно шероховата, но встречаются столбы, гладкие снаружи. Только в одном случае нами обнаружено разветвление столба у его основания, наподобие корней растения.

Стенки центральной полости всегда гладкие: там нет шероховатой поверхности, свойственной некоторым столбам Дикилиташа. Столбы состоят из желтовато-белого известняка, имеющего, как показали петрографические препараты, мелкозернистое и псевдооолитовое строение.

Все колонны принадлежат к одному и тому же горизонту. Они представляют собой включения в среднесарматских известняках. Разрез сармата, залегающего здесь горизонтально, начинается снизу желтовато-бурыми, местами серыми известковисто-песчанистыми глинами мощностью до 50 м. По Э. Коюмджиевой (устное сообщение), это — переход от нижнего сармата к среднему. Выше следует чередование маломощных известняков и глин. Непосредственно над глинами лежит тонкая пачка плитчатых известняков, принадлежащих уже к среднему сармату. Кверху известняки становятся более тонкослойными и включают прослойки зеленоватых известковистых глин. Второй горизонт среднего сармата представлен слоем серовато-белых плотных известняков мощностью до 1 м, а выше лежит слой серовато-белых глин мощностью 10 м. На этих глинах лежат тонкослойные плитчатые известняки, в которых и содержатся столбы, представляющие собой твердые конкреции. Выше — почва. Столбы легко отделяются от массы пород, их включающих.

Изложенное показывает, что столбы с. Грамада очень сходны с дикилиташскими; от последних они отличаются по материалу, из которого они построены среднесарматские столбы с. Грамады состоят из мелкозернистых известняков, а столбы Дикилиташа — из известковистых песчаников.

Второй «каменный лес» Болгарии — новое свидетельство против «инфильтрационной теории» генезиса столбов. Дикилиташа и в пользу того объяснения происхождения варненского «каменного леса», которое было предложено в 1963 г. [1].

Не может быть сомнения в том, что подобные образования, возникшие на основе некогда существовавших зарослей корнесобственных растений, имеют широкое распространение за пределами Болгарии и заслуживают пристального внимания исследователей.

Софийский государственный университет
Болгария

(Поступило в редакцию 10.7.1964)

ბალეოგიოლოგია

პრ. ზახარიევა-კოვაჩევა

კიდევ ერთი «ქვიერი ტყე» ბულგარეთის სახალხო
რესპუბლიკის ტერიტორიაზე
რეზიუმე

ლ. დავითაშვილისა და კრ. ზახარიევა-კოვაჩევას სტატიაში [1] მოცემული იყო აღმოსავლეთ ბულგარეთში, ვარნის მახლობლად, არსებული ცნობილი ეოცენური «ქვიერი ტყის» გენეზისის ახალი ახსნა. ავტორმა აღმოაჩინა და შეისწავლა მეორე ანალოგიური გეოლოგიური წარმონაქმნი ჩრდილო-დასავლეთ ბულგარეთში, სოფელ გრამადის მახლობლად, ვიდინის ოლქში. მეორე «ქვიერი ტყე», რომელსაც დაახლოებით 1,5 კვ. კმ ფართობის უბანი უკავია, წარმოდგენილია ჩვეულებრივ 40—50 სმ სიმაღლის «კუნძებით» და შუასარმატულს ეკუთვნის. ის შეიძლება წარმოქმნილიყო მხოლოდ სარმატულში გავრცელებული მცენარეების საფუძველზე.

დასომეხული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Ш. Давиташвили, Кр. Захариева-Ковачева. О происхождении «каменного леса» близ Варны (в Болгарии). Сообщения АН Грузинской ССР, т. XXX, № 4, 1963



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Р. Х. МУРУСИДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ
 КОЛЕБАНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ
 ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 9.4.1964)

Современная методика определения сейсмических нагрузок на здания и сооружения, наряду с другими данными, требует знания параметров поглощения энергии колебаний, а ближайшая перспектива развития этой методики не может обойтись без данных об изменении динамической жесткости при колебаниях, без учета нелинейной зависимости между восстанавливающими силами и деформациями и, наконец, работы конструкции в упруго-пластической стадии. Изучение вышеуказанных вопросов имеет большое значение не только с точки зрения правильного представления работы конструкции при сильных землетрясениях, но и для их рационального проектирования, тем более что, несмотря на свою актуальность, до сего времени в литературе не имеется полных данных по этим вопросам.

В настоящей статье приводятся результаты экспериментальных исследований по вопросам поглощения энергии, изменения динамической жесткости и степени нелинейности деформации при вынужденных колебаниях железобетонных изгибаемых элементов. Работа была проведена в Институте строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР на специально запроектированных и осуществленных нами силовых установках.

Экспериментальному исследованию были подвергнуты железобетонные образцы в виде консольных балок и стоек с нижним заземленным концом. Выбор консольной схемы был обусловлен ее преимуществом перед шарнирным способом закрепления, где неизбежно влияние внешнего трения.

Основные параметры исследуемых образцов были предварительно выбраны сообразно с целевой установкой опытов и техническими возможностями испытательного оборудования. Все образцы были заармированы двойной симметричной арматурой без отогнутых стержней и одинаковым процентом армирования. Геометрические размеры соответствовали: для

железобетонных балок—сечение 7×10 см, рабочий пролет $l=60$ см; для железобетонных стоек—сечение 10×7 см и рабочая высота $H=60$ и 130 см. Для защемления нижнего конца железобетонные стойки имели форму перевернутой буквы «Т» и для лучшей связи стойки с горизонтальной частью в местах перехода с двух сторон были устроены втулы.

Согласно принятой методике исследований, испытание образцов проводилось как на статическую, так и на динамическую нагрузку. Притом статические испытания, кроме обычного, одностороннего нагружения, включали в себя и испытание образцов на знакопеременную нагрузку. В настоящей статье приводятся результаты испытаний образцов только на динамическую нагрузку.

Испытания железобетонных балок проводились на силовом стенде, созданном специально для этой цели. Расчетная консольная схема осуществлялась защемлением одного конца образца в двух сечениях с помощью четырех анкерных болтов. Источником вибрационной нагрузки служила вибромашина ВМ-1. Плавность изменения частоты вынужденных

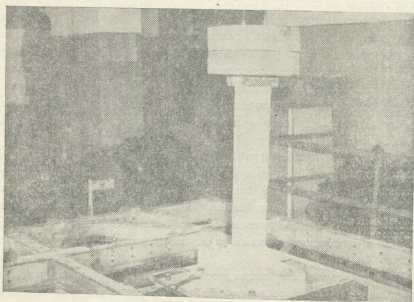


Рис. 1

колебаний достигалась с помощью коллекторного электродвигателя переменного тока, приводившего в колебательное движение вибратор посредством карданной передачи. Испытания железобетонных стоек проводились на сейсмических платформах Института строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР [1] и Грузинского политехнического института [2].

Образцы на платформах устанавливались в вертикальном положении и закреплялись с помощью четырех анкерных болтов. Для получения умеренных частот резонансных колебаний на свободных концах стоек была прикреплена дополнительная, сосредоточенная масса в виде груза. Так что испытуемая стойка фактически представляла систему с одной степенью свободы. На рис. 1 показана железобетонная стойка при ее испытании на сейсмической платформе.

В процессе экспериментов для каждого образца сперва записывались свободные затухающие колебания. Затем образцы испытывались на вибрационную нагрузку при различных значениях возмущающей силы. При этом частота вынужденных колебаний менялась плавно от нуля до своего максимального значения с прохождением резонанса.

Записи колебаний осуществлялись на осциллографах МПО-2 и Н-700 с помощью электротензометрических прогибомеров и малогабаритных вибрографов типа И-001.

Для определения коэффициента поглощения энергии колебаний наиболее часто применяется метод определения логарифмического декремента по разверткам записей собственных затухающих колебаний образцов. Обработка осциллограмм затухающих колебаний производилась по усовершенствованной методике, предложенной Е. С. Сорокиным [3]. На рис. 2, а приводятся графики изменения логарифмического декремента в зависимости от прогиба для железобетонных балок и стоек до их испытания на вибрационную нагрузку. Приведенные графики соответствуют осредненным значениям 3—4 записей для каждого образца.

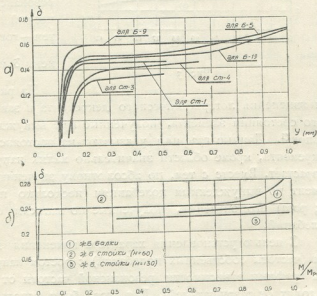


Рис. 2

Анализируя полученные результаты, замечаем, что в области малых напряжений логарифмический декремент резко возрастает; далее рост 9. „Землетряс“, XXXVI:1, 1964.

сильно замедляется и принимает стабильное значение, и, наконец, наблюдается некоторое стремление к увеличению. Как по абсолютным значениям ординат, так и по характеру очертания приведенные выше графики согласуются с аналогичными данными, полученными Е. С. Сорокиным [4].

Нужно отметить, что кривые изменения логарифмического декремента в зависимости от напряженного состояния элемента, построенные по свободным затухающим колебаниям, располагаются в пределах небольших напряжений (до 10–20% от разрушающей) и соответствуют только лишь упруго-линейной работе конструкции. Поэтому для выявления ха-

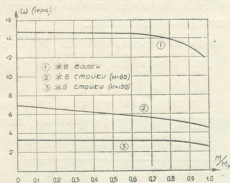


Рис. 3

рактера изменения логарифмического декремента при больших напряжениях, близких к разрушающим, были использованы вынужденные колебания с различными значениями возмущающей силы вплоть до разрушающей. По записям в стадии резонанса определялся динамический коэффициент μ и затем — логарифмический декремент δ из соотношения $\mu = \frac{\pi}{\delta}$.

На рис. 2, б показаны графики изменения логарифмического декремента в зависимости от напряженного состояния элемента, полученные при вынужденных колебаниях образцов⁽¹⁾. Данные графики указывают на постоянство логарифмического декремента, кроме области значительно малых напряжений, где он резко возрастает. Вместе с тем, по абсолютному значению логарифмический декремент по вынужденным колебаниям несколько превышает (примерно в 1,5 раза) его значения, полученные по записям свободных затухающих колебаний.

С целью установления характера изменения динамической жесткости (частоты собственных колебаний) с ростом напряжений были построены графики зависимости резонансной частоты от изгибающего момента (в долях от разрушающей). Для этого были использованы записи вынужденных колебаний в зоне резонанса при разных значениях возмущающей силы. Значения изгибающих моментов определялись соответственно про-

(¹ Здесь и на нижеприведенных рисунках графики соответствуют осредненным значениям результатов испытаний 4–5 образцов для каждого типа исследуемого элемента.

гибам (амплитудам колебаний) из имеющихся, по статическим испытаниям, графиков „сила—деформация“. Приведенные на рис. 3 графики для трех типов исследуемых образцов показывают, что, как это можно было ожидать, динамическая жесткость с ростом амплитуды напряжений уменьшается. Указанное явление объясняется прогрессирующим развитием двухсторонних трещин по мере увеличения нагрузки.

Кроме того, постепенное снижение динамической жесткости, выражающееся в уменьшении частоты собственных колебаний, а также непропорциональное увеличение пиковых значений резонансных амплитуд связаны с нелинейностью характера колебаний. Для экспериментального изучения вопроса о степени нелинейности деформации при колебаниях мы исходили из следующих соображений: дифференциальное уравнение колебаний системы с одной степенью свободы имеет вид

$$m \ddot{y} + \gamma \dot{y} + R(y) = -m \ddot{y}_0(t), \quad (1)$$

где m —сосредоточенная масса; γ —коэффициент затухания; y_0 —амплитуда колебания платформы; $R(y)$ —восстанавливающая сила, которая, вообще говоря, является нелинейной функцией.

Для стадии резонанса, т. е. когда достигается периодичность колебаний, можно написать

$$m \ddot{y} + R(y) = 0, \quad (2)$$

$$\gamma \dot{y} = -m \ddot{y}_0(t).$$

Рассмотрим первое равенство из (2)⁽¹⁾ и перепишем так:

$$R(y) = -m \ddot{y}. \quad (3)$$

(1) Второе равенство из (2) было использовано нами при определении логарифмического декремента по записям вынужденных колебаний.

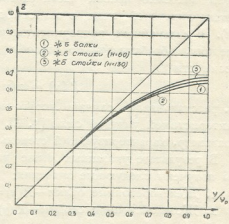


Рис. 4

Используя осциллограммы вынужденных колебаний в области резонанса, по экспериментальным значениям резонансной частоты и амплитуды колебаний, соответствующим разным величинам возмущающей силы, определяли значение правой части равенства (3), т. е. получали значения восстанавливающей силы в зависимости от амплитуды колебания (прогиба). В дальнейшем экспериментальные точки, соответствующие этим значениям, обрабатывали по способу наименьших квадратов, исходя из зависимости

$$R(y) = c(y - \beta y^3), \quad (4)$$

т. е. рассматривали случай упруго-нелинейных колебаний с „мягкой“ характеристикой упругой силы [5, 6], где c —коэффициент жесткости, а β —параметр, характеризующий степень нелинейности.

В результате указанных выше вычислений для восстанавливающей силы получены следующие значения:

1. Железобетонные балки— $R(y) = 145,33(y - 0,0017y^3)$.
2. Железобетонные стойки— $R(y) = 12,31(y - 0,000666y^3)$,
($H = 60$ см).
3. Железобетонные стойки— $R(y) = 2,24(y - 0,000255y^3)$,
($H = 130$ см).

На рис. 4 приводятся графики вида $x = y - \beta y^3$, где степень нелинейности деформаций при колебаниях отражается отклонением от прямой, проведенной под углом 45° . Так как прогибы, соответствующие разрушению для каждого типа исследуемых образцов, имеют разные значения, то для их сравнения в смысле оценки степени нелинейности графики построены в относительных величинах. Из этих графиков видно, что кривые, соответствующие разным типам исследуемых образцов, мало отличаются друг от друга и отклонение их от линейности составляет примерно 30%.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
Тбилиси

(Поступило в редакцию 9.4.1964)

სამშენებლო ინსტიტუტი

რ. მურუსიძე

აკინბაბეტონის ღუნვადი ელემენტების იძულებითი
რხმვის მძსპარიმენტული ბამოკვლევა

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაგებობათა სესიმურ დატვირთვაზე რაციონალურად განაგარიშებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კონსტრუქციების რეალური მუშაობის უა-

თვალისწინებას ძლიერი მიწისძვრების შემთხვევაში. ამ მხრივ, მიუხედავად საკითხის აქტუალობისა, ლიტერატურაში ჯერ კიდევ არ მოიპოვება სრულყოფილი მონაცემები რკინაბეტონის დინამიკური დეფორმაციული თვისებების შესახებ.

სტატიაში მოცემულია რკინაბეტონის ღუნვადი ელემენტების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. მოყვანილია რხევის ლოგარითმული დეკრემენტისა და დინამიკური სიხისტის ცვალებადობის გრაფიკები ელემენტების დაძაბულობის მდგომარეობასთან დამოკიდებულებით. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე განხილულია საკითხი რხევის დეფორმაციასა და აღმდგენელ ძალას შორის არახაზოვანი დამოკიდებულების შესახებ და მოცემულია შედეგები ამ უკანასკნელის ხარისხის შეფასების თვალსაზრისით. აღნიშნული შედეგები მიღებულია რკინაბეტონის კონსოლური კოჭებისა და დგარების იძულებით რხევებზე გამოცდით სპეციალურ ძალოვან დანადგარზე და სეისმიკურ ბაჟანზე.

დაკოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Х. Мурусидзе. Сейсмическая платформа грузоподъемностью 20 тонн. Строительство и архитектура, № 6, 1962.
2. Сейсмическая платформа Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина. Изв. ВУЗов, серия „Строительство и архитектура“, № 3, 1961.
3. Е. С. Сорокин. К вопросу неупругого сопротивления строительных материалов при колебаниях. М., 1954.
4. Е. С. Сорокин. Метод учета неупругого сопротивления материала при расчете конструкций на колебания. Исследования по динамике сооружений. Стройиздат, 1951.
5. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. М., 1959.
6. Дж. Стокер. Нелинейные колебания в механических и электрических системах. М., 1952.

А. Ш. НОЗАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 7.2.1964)

Определение полного сопротивления рельсовых сетей переменного тока, ввиду особенностей переходного сопротивления, является трудноразрешимой задачей. Эти особенности вызваны сопротивлением земли, которое в виде составляющей входит в переходное сопротивление.

Практическое определение полного сопротивления рельсовых сетей переменного тока сравнительно легче достигается для случая двух взаимно уравновешенных нагрузок.

Допустим, что имеем две уравновешенные нагрузки (см. рис. 1), где MN — рельсовая линия; \dot{j}_0 — электрическая нагрузка фидера отсоса тяговой подстанции, выраженная в комплексном виде; \dot{j}_1 — электрическая на-

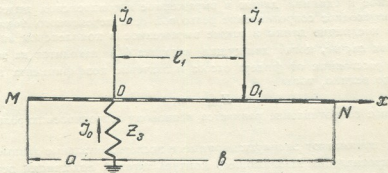


Рис. 1

грузка подвижного состава, выраженная в комплексном виде; l_1 — расстояние между электрическими нагрузками; Z_3 — сопротивление заземляющего контура тяговой подстанции; \dot{j}_0 — сила тока, возвратившегося через заземляющий контур к тяговой подстанции, выраженная в комплексном виде.

Для удобства на принципиальной схеме показано сопротивление заземляющего контура Z_3 , присоединенного непосредственно к точке отсоса. Следовательно, не принимается во внимание сопротивление фидера отсоса.

Поместим начало координат в точке присоединения фидера отсоса к рельсу.

Так как нагрузки уравнивают друг друга, то можно написать

$$|\dot{j}_0| = |\dot{j}_1| = |\dot{j}|.$$

Если найдем разность потенциалов между точками O и O_1 , где присоединяются электрические нагрузки, и полученные результаты разделим на значение полного тока, который проходит между этими точками (в нашем случае это полная нагрузка фидера отсоса), то получим полное сопротивление рельсовой сети между этими точками. В частности, когда рельсовые сети могут быть приняты бесконечно длинными, т. е. когда $a = \infty$ и $b = \infty$, значение полного сопротивления рельсовой сети переменного тока принимает сравнительно простой вид:

$$Z_{\text{пол}} = m(1 - e^{-kl_1}), \tag{1}$$

где m — волновое сопротивление рельсовой сети переменного тока; k — коэффициент затухания рельсовой сети переменного тока.

k и m иногда называются вторичными электрическими параметрами рельсовой сети переменного тока и связаны с первичными электрическими параметрами следующими выражениями:

$$m = \sqrt{ZZ_0} \text{ Ом}, \tag{2}$$

$$k = \sqrt{\frac{Z}{Z_0}} \frac{1}{\text{км}}, \tag{3}$$

где Z — полное погонное сопротивление рельсовой сети переменного тока, приведенное к единице длины и выраженное в комплексном виде; Z_0 — полное переходное сопротивление рельсовой сети переменного тока, приведенное к единице длины и также выраженное в комплексном виде.

В том случае, когда движущая нагрузка (j_1) находится на заметно большом расстоянии от фидера отсоса и значение коэффициента затухания также велико, тогда

$$Z_{\text{пол}} = m, \tag{4}$$

т. е. полное сопротивление равняется волновому сопротивлению рельсовой сети.

Как показывают эксплуатационные и экспериментальные данные, значение сопротивления заземляющего контура тяговой подстанции переменного тока играет значительную роль в распределении тока и потенциала в рельсовой сети. Если учесть влияние заземляющего контура, то для потенциала точки отсоса можно получить следующее уравнение:

$$\dot{U}_0 = -mj \frac{1 - e^{-kl_1}}{2 + \frac{m}{Z_3}}. \tag{5}$$

Так как через заземляющий контур возвращается ток \dot{j}'_0 , то для потенциала точки отсоса относительно „удаленной земли“ можно написать

$$\dot{U}_0 = -\dot{j}'_0 Z_3. \tag{6}$$

При хорошо выполненном заземляющем контуре значения потенциалов, выраженных уравнениями (5) и (6), равны друг другу. Поэтому можно написать

$$j'_0 Z_3 = m j \frac{1 - e^{-kl_1}}{2 + \frac{m}{Z_3}}, \quad (7)$$

откуда

$$m = \frac{2j'_0 Z_3}{j - j'_0 - j e^{-kl_1}}. \quad (8)$$

Если движущаяся нагрузка настолько удалена от точки отсоса, что значением e^{-kl_1} можно пренебречь (значение потенциала точки отсоса в это время станет наибольшим), то для модуля полного сопротивления рельсовой сети переменного тока из уравнений (4) и (5) можно получить

$$|Z_{\text{пол}}| = - \frac{2 |U_0|}{|J| + \frac{|U_0|}{|Z_3|}}. \quad (9)$$

Аналогично из уравнений (4) и (8) определим

$$|Z_{\text{пол}}| = \frac{2 |J'_0| |Z_3|}{|J| - |J'_0|}, \quad (10)$$

где $|U_0|$ — модуль потенциала точки отсоса относительно „удаленной земли“; $|J'_0|$ — модуль тока, вернувшегося на тяговую подстанцию через заземляющий контур; $|J|$ — модуль тока общей нагрузки фидера отсоса тяговой подстанции.

Согласно эксплуатационным нормам, значения сопротивления заземляющих контуров тяговых подстанций не должны превышать 0,5—2 Ом. Если для тяговых подстанций взять самое большое значение сопротивления заземляющего контура, допустимое по эксплуатационным нормам (2 Ом), то можно написать

$$|Z_{\text{пол}}| = - \frac{2 |U_0|}{|J| - \frac{1}{2} |U_0|}, \quad (11)$$

$$|Z_{\text{пол}}| = \frac{4 |J'_0|}{|J| - |J'_0|}. \quad (12)$$

Как вытекает из уравнений (9) и (10) или из (11) и (12), для определения полного сопротивления рельсовых сетей переменного тока при указанной в конкретном случае нагрузке необходимо произвести одновременное измерение двух изменяющихся величин. При расчете по формуле (9) или (11) необходимо одновременное измерение потенциала точки отсоса относительно „удаленной земли“ и общей нагрузки фидера отсоса. Для подсчета же по формуле (10) или (12) необходимо одновременное измерение суммарного тока нагрузки фидера отсоса и тока, протекающего через заземляющий контур.



С точки зрения удобства и простоты измерений искомым величин более целесообразно использовать формулу (10), так как на фидере отсоединенной подстанции монтируются трансформаторы тока, которые дают возможность одновременно измерить соответствующие величины внутри тяговой подстанции.

Приведенные уравнения просты по форме, поэтому их легко можно использовать для определения полного сопротивления и, следовательно, электрических параметров рельсовых сетей переменного тока промышленной частоты. Они дают возможность проверить практическим путем, т. е. в эксплуатационных условиях, теоретически вычисленные электрические параметры.

Грузинский н.-и. институт
энергетики им. А. И. Дидебулидзе

(Поступило в редакцию 7.2.1964)

ენერგეტიკა

ა. ნოზაძე

ცვლადი დენის სარელსო ქსელების სრული
წინააღმდეგობის განსაზღვრა
რ ე ზ ი უ მ ე

ცვლადი დენის სარელსო ქსელების სრული წინააღმდეგობის განსაზღვრა გადასვლის წინააღმდეგობის თავისებურების გამო ძნელად გადასაწყვეტი ამოცანაა. ამ ამოცანის გადაწყვეტა უფრო მოსახერხებელია ორი ურთიერთგამაწონასწორობელი დატვირთვის შემთხვევაში. ასეთი კერძო შემთხვევისათვის გამოყვანილია სრული წინააღმდეგობის (9) და (10) ფორმულები. (9) ფორმულის გამოყენების დროს აუცილებელია შემწოვი ფიდერის საერთო დატვირთვის დენის ძალისა $|I|$ და შემწოვი წერტილის პოტენციალის $|U_0|$ მნიშვნელობების ერთდროული გაზომვა, ხოლო (10) ფორმულით ანგარიშობისათვის აუცილებელია წევის ქვესადგურის დამიწების კონტურით დაბრუნებული დენის ძალისა $|I_0|$ და ფიდერის საერთო დატვირთვის დენის ძალის $|I|$ მნიშვნელობების ერთდროული გაზომვა.

გაზომვის წარმოების მოხერხებულობისა და სიმარტივის თვალსაზრისით, უფრო მიზანშეწონილია (10) ფორმულის გამოყენება. მოყვანილი განტოლებები თავისი ფორმით მარტივია. ამიტომ ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სამრეწველო სიხშირის ცვლადი დენის სარელსო ქსელების სრული წინააღმდეგობისა და, მაშასადამე, ელექტრული პარამეტრების განსაზღვრისათვის. მიღებული განტოლებები შესაძლებლობას იძლევა თეორიულად შევამოწმოთ გამოთვლილი ელექტრული პარამეტრების მნიშვნელობები პრაქტიკულ პირობებში.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ш. Нозадзе. Рельсовые цепи переменного тока с заземляющим контуром. Труды Института энергетики АН ГССР, т. XVI, 1962.

З. К. ЭРИСТАВИ

К ВОПРОСУ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МЕСТНОГО РАЗМЫВА ПРИ РАЗНЫХ ФОРМАХ МОСТОВЫХ ОПОР

(Представлено академиком К. С. Завриевым 26.6.1964)

При проектировании мостовых переходов назначение глубины заложения фундаментов опор производится не всегда обоснованно, и методы их расчета подлежат уточнению. Поэтому исследование этого вопроса и разработка более рационального метода прогнозирования глубины местного размыва является весьма важной народнохозяйственной задачей. Этому вопросу посвятили свои работы многие советские и зарубежные исследователи, которые вывели расчетные зависимости для определения глубин местных размывов у мостовых опор [1—4].

Следует отметить, что во всех существующих зависимостях недостаточно точно учитываются характеристика грунта, пульсационный характер скоростей и ряд других факторов, обуславливающих размыв. Это в особенности относится к связным грунтам (глинистые грунты).

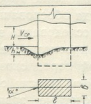




В данной статье исследуется влияние формы мостовых опор, которая является одним из основных факторов, действующих на местный размыв.

В зависимостях, приводимых советскими авторами, влияние формы опоры на размыв и ее расположение относительно направления потока учитываются коэффициентом, установленным экспериментальным путем И. А. Ярославцевым [1].

Нами были проведены лабораторные исследования для некоторых форм мостовых опор. Исследования проводились в прямоугольном бетонном лотке шириной 1,45 м, длиной 25 м и высотой бортов 0,70 м, с размываемым по всей длине дном. В боковой стенке лотка было установлено стекло для наблюдений. Расход воды измерялся треугольным водосливом в голове лотка. Передняя часть лотка служила для успокоения воды, сходящей с водослива и для равномерного подведения ее к рабочей части лотка (рис. 1). В воронку местного размыва свободно поступали донные наносы из специального бункера, устроенного в начале лотка и обеспечивающего равномерную подачу наносов по всему сечению русла. Во время опытов измерялись горизонты воды как перед, так и за опорой и глубины местного размыва непосредственно у опор с помощью мерной иглы, смонтированной на тележке. Скорости в различных створах и точках потока измерялись трубкой Пито.

Модели мостовых опор были изготовлены из дерева, разных форм—цилиндрические, овальные, прямоугольные, прямоугольные с заострением под 60° и формы падающей капли. По ширине и объему все эти формы были одинаковы.

Таблица 1

№ № р/р	СХЕМЫ ОПОРЫ	КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ K_f	РАСЧЕТНАЯ ШИРИНА ОПОРЫ $b_{оп}$										
1		$K_f = 1.20$	При нормальном набегаии потока $b_{оп} = b$										
		Примечание. При косом набегаии потока табличные значения K_f справедливы при условии $\frac{H}{b_{оп}} \leq 1$	При косом набегаии потока $b_{оп} = b \sin \alpha + b \cos \alpha$										
2		$K_f = 1.00$	$b_{оп} = d$										
3		Определяется в зависимости от угла набегаии α°	При нормальном набегаии потока $b_{оп} = b$										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>α°</th> <th>0°</th> <th>10°</th> <th>20°</th> <th>30°</th> <th>40°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K_f</td> <td>0.82</td> <td>0.85</td> <td>0.88</td> <td>0.97</td> <td>1.06</td> </tr> </tbody> </table>	α°	0°	10°	20°	30°	40°	K_f	0.82	0.85	0.88	0.97
α°	0°	10°	20°	30°	40°								
K_f	0.82	0.85	0.88	0.97	1.06								
4		Двугранный угол опоры $\beta = 60^\circ$	При нормальном набегаии потока $b_{оп} = b$										
		$K_f = 0.72$	При косом набегаии потока $b_{оп} \approx (b - \delta) \sin \alpha + b$										
5		Определяется в зависимости от угла набегаии потока α°	При нормальном набегаии потока $b_{оп} = b$										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>α°</th> <th>0°</th> <th>10°</th> <th>20°</th> <th>30°</th> <th>40°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K_f</td> <td>0.60</td> <td>0.63</td> <td>0.67</td> <td>0.71</td> <td>0.79</td> </tr> </tbody> </table>	α°	0°	10°	20°	30°	40°	K_f	0.60	0.63	0.67	0.71
α°	0°	10°	20°	30°	40°								
K_f	0.60	0.63	0.67	0.71	0.79								

Опыты проводились в различных по среднему диаметру несвязных грунтах, как в однородных, так и в неоднородных (смесь), с учетом влияния естественной отмытки на формирование воронки местного размыва и при различных глубинах потока. Величина средней скоро-

сти потока в опытах изменялась от скорости трогания до скорости сплошного влечения наносов. Длительность опытов определялась стабилизацией воронки местного размыва и колебалась от 120 до 180 минут.

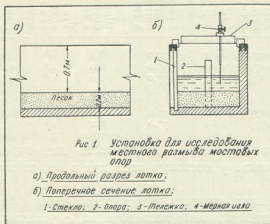


Рис. 1

Рис. 1 Установка для исследования местного размыва мостовых опор

а) Продольный разрез лотка;
 б) Поперечное сечение лотка;

1 - Стекло; 2 - Опора; 3 - Телешка; 4 - Мерная шкала

В табл. 1 сведены результаты более чем 200 опытов и приведены соответствующие значения коэффициента формы K_f который отражает влияние формы опоры на местный размыв. Величина этого коэффициента представляет собой отношение глубины размыва при исследуемой форме опоры к глубине размыва в случае цилиндрической формы. Наряду с этим в таблице также приведены зависимости для определения расчетной ширины опоры $b_{оп}$ при нормальном и косом набегающем потоке на сооружение.

Следует отметить, что обработка проведенных нами опытов подтверждает и в некоторой степени уточняет значение коэффициентов K_f , установленных И. А. Ярославцевым [3]. Наши исследования показали возможность некоторого понижения значения K_f для всех форм.

Нами исследована также опора, имеющая форму падающей капли. Она была установлена против течения потока тупым концом. Опыты показали, что при такой форме опоры, ввиду ее лучшей обтекаемости, уменьшается перепад уровней у опоры, а следовательно, и скорости потока. В результате размеры воронки и глубина местного размыва соответственно уменьшаются. Сопоставление каплеобразной формы опоры с другими формами опор наглядно показывает, что она является лучшей формой, у которой наблюдается наименьший размыв (табл. 2).

Обработка экспериментальных данных подтверждает, что характеристика грунта не влияет на коэффициент формы K_f . На основе обработки существующих материалов и дополнительных опытов в даль-

Таблица 2

Форма опоры	Средний диаметр песка d_{cp} в см	Глубина потока H в см	Средняя скорость потока V_{cp} в см/сек	Ширина опоры $b_{оп}$ в см	Угол подхвата потока к сооружению α°	Перепад z в см	Глубина местного размыва у опоры по опытам H_m в см
Прямоугольная	0,075	4,60	37,0	8,0	0°	0,72	7,65
Цилиндрическая	0,075	4,60	37,0	8,0	0°	0,62	6,90
Овальная	0,075	4,60	37,0	8,0	0°	0,54	6,00
Прямоугольная с заострением под 60°	0,075	4,60	37,0	8,0	0°	0,48	5,60
Каплеобразная	0,075	4,60	37,0	8,0	0°	0,35	4,50

нейшем предполагается вывести зависимости для определения глубины местного размыва у мостовых опор как в несвязных, так и в связных грунтах.

В заключение надо отметить, что каплеобразная форма опоры, как это показали лабораторные исследования, с успехом может быть применена в практике проектирования.

Институт гидротехники и мелиорации

Тбилиси

(Поступило в редакцию 26.6.1964)

ჰიდრამლიკა

ზ. ერისთავი

ხიდის ბურჯის ფორმის გავლენა ადგილობრივი გაყვანილობის სიღრმეზე

შრომში განხილულია ხიდის ბურჯის ფორმის გავლენა ადგილობრივი გაყვანილობის სიღრმეზე, რომელიც წარმოიქმნება უშუალოდ ბურჯის მახლობლად ნაკადის კინემატიკური სტრუქტურის დარღვევის შედეგად.

ჰიდროტექნიკურ ლაბორატორიაში ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შედგენილია ცხრილი 1. მასში მოცემულია ხიდის ბურჯის ფორმის კოეფიციენტების მნიშვნელობები (რომლებიც ითვალისწინებენ ფორმის გავლენას ადგილობრივი გაყვანილობის სიღრმეზე) და ხიდის ბურჯის საანგარიშო სიგანის დამოკიდებულებები.

ექსპერიმენტების საფუძველზე შემუშავებულია ხიდის ბურჯის ახალი ფორმა, რომელიც არსებულ ფორმებთან შედარებით გაცილებით ამცირებს ადგილობრივი გაყვანილობის ორმოს სიღრმეს.

დასომხებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Ярославцев, О. В. Андреев. Защита мостовых переходов от размыва. Автотрансиздат, М., 1959.
2. А. С. Зедгინидзе. Исследования местных размывов у мостовых опор. Трансжелдориздат, 1955.
3. А. М. Латышенков. Вопросы гидравлики искусственно сжатых русел. М., 1960.
4. Технические указания по расчету местного размыва у опор мостов. Минтрансстрой СССР, М., 1962.

Ш. И. ОНИАНИ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ НЕДР МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Дзидзигури 21.3.1964)

При исследовании тепловых атмосферных условий в горных выработках глубоких шахт одним из основных исходных положений является знание теплового состояния породного массива вокруг всех выработок вентиляционной сети. Влияние температуры неохлажденного породного массива на температуру рудничного воздуха в разных шахтах с разными горногеологическими условиями неодинаково. Как показали исследования [1—4], тепловыделения от горных пород в общем тепловом балансе рудничного воздуха значительны (30—50%) и с увеличением глубины неуклонно растут. Поэтому надежность результатов тепловых расчетов вентиляции глубоких шахт во многом зависит от точности построения температурных полей неохлажденного массива вокруг горных выработок, т. е. от полноты и качества изучения геотермии шахты.

Обычно геотермические исследования проводят методом термометрии в свежесоблюданных забоях горных выработок строящихся или находящихся в эксплуатации шахт и рудников или термокаротажем в геологоразведочных скважинах (для геотермических исследований иногда проходят и специальные скважины). Не останавливаясь на известных недостатках и достоинствах этих методов, коснемся тех трудностей, с которыми связана экстраполяция полученных названными методами данных.

Возьмем случай исследования геотермии месторождения методом термометрии в геологоразведочных скважинах. Общеизвестно, что результаты температурных измерений в этих скважинах сразу после окончания бурения или бурения и промывки не отражают действительного теплового состояния пород, окружающих скважину. Для получения значений температур, максимально приближенных к истинным величинам, после окончания бурения, цементации и промывки скважину в течение определенного времени, достаточного для восстановления теплового равновесия, оставляют в покое и измерения в ней проводят



только лишь после истечения заданного заранее интервала времени. Оставим в стороне трудность определения необходимой продолжительности выдержки и возможные погрешности температурных измерений в скважинах. Допустим, что термические измерения в скважине проведены согласно предъявляемым требованиям и полученные результаты с достаточной точностью отражают тепловое состояние пород вокруг скважины. Однако вследствие того, что после окончания бурения, как правило, производится цементация конечного участка скважины до определенной высоты от забоя (100—200 м), а выше находится слой или значительной толщины, осевший от неполного удаления бурового раствора из скважины при промывке (см. рис.), замеры температур заканчиваются значительно выше места залегания полезного ископаемого.

Такое положение вынуждает экстраполировать результаты термометрии до нужных глубин. Проще всего геотермический градиент, полученный по результатам измерений в верхней части скважины, распространить и ниже точки С (см. рис.), до почвы залегания угольной толщи. Но, ввиду того что теплофизические свойства пород, составляющих стратиграфический разрез по скважине, отличаются друг от друга значительно, такая экстраполяция может привести к существенным погрешностям и поэтому она неприемлема (хотя на практике проводится довольно часто).

Обычно в таких случаях полученные данные экстраполируют до нужных глубин следующим образом: по данным термометрии определяют геотермический градиент для каких-либо двух точек скважины 1 и 2 (см. рис.), расположенных в одном и том же слое породы, считающемся настолько однородным, что можно от бесконечно малых приращений температур переходить к конечным приращениям. Тогда

$$\text{grad } t = \frac{dt}{dH} \cong \frac{\Delta t}{\Delta H} = \frac{t_2 - t_1}{H_2 - H_1}, \text{ } ^\circ\text{C}/\text{м}. \quad (1)$$

Зная геотермический градиент и теплопроводность данной породы, можно найти величину плотности теплового потока

$$q = -\lambda \cdot \text{grad } t, \text{ вт}/\text{м}^2. \quad (2)$$

Считая удельный тепловой поток постоянной величиной и зная теплопроводность всех пород, составляющих данный стратиграфический разрез, можно найти геотермический градиент для каждой породы в отдельности

$$\text{grad } t = -\frac{q}{\lambda}, \text{ } ^\circ\text{C}/\text{м} \quad (3)$$

и тем самым определить температуры пород, залегающих ниже границы температурных измерений (точки С на рис.) с учетом теплофизических свойств пород.

Такая методика экстраполяции результатов термометрии вообще и в скважине в частности приемлема, но нельзя игнорировать некоторыми погрешностями, которые в зависимости от конкретных условий могут вызывать значительные искажения при определении температуры пород на интересующих нас глубинах.

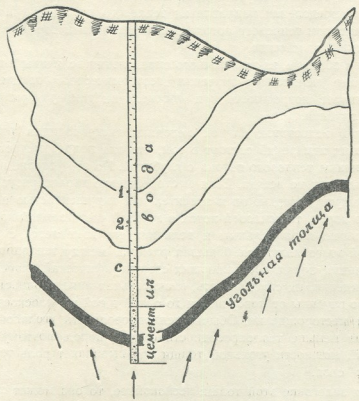


Рис. 4

Постоянная погрешность этого метода обусловлена недостаточной точностью определения теплопроводности породы по керновым материалам, взятым между точками 1 и 2 (см. рис.). Дело в том, что из керна, взятого с такой значительной глубины, можно вырезать образец с углом напластования, близким к углу напластования отобранного керна, испытание которого дает максимальную или близкую к нему величину теплопроводности для данной породы, т. е. теплопроводность породы по направлению напластования, обычно на 100—200% превышающую теплопроводность вкрест напластования. Направление же теплового потока никогда не совпадает с напластованием. В большинстве случаев угол между напластованием и направлением теплового потока.

„Геология“, XXXVI:1, 1964.

тока составляет $\approx 90^\circ$ или находится в пределах $50-90^\circ$. Поэтому при определении величины λ необходимо учитывать напластование пород и угол между вектором теплового потока и напластованием. В настоящее время это условие трудно выполнимо из-за следующих причин: 1) невозможности отбора кернов необходимого диаметра (диаметр скважин на большой глубине не превышает $60-90$ мм); 2) отсутствия методики определения направления теплового потока и влияния угла между вектором теплового потока и напластованием пород на градиент температуры в массиве.

Таким образом, из-за неточного определения величины λ получают заведомо увеличенные значения геотермического градиента, что обуславливает погрешность при определении температуры пород на нужной глубине.

Второй недостаток данной методики экстраполяции результатов термических измерений состоит в том, что она подразумевает постоянство величины теплового потока с глубиной. Но это условие на практике соблюдается не всегда. Если месторождение характеризуется сложным рельефом поверхности и значительной нарушенностью или складчатостью пород, то тепловой поток в верхней части земной коры не является плоско-параллельным и величина его изменяется с глубиной. Причиной этого являются большая разница между теплопроводностями отдельных пород, составляющих стратиграфический разрез данного месторождения, их складчатость, значительная анизотропность и непостоянство глубины от поверхности до одной и той же плоскости по всей площади месторождения. Обычно теплопроводность угольной толщи в $5-10$ раз меньше теплопроводности горных пород, поэтому при значительной мощности угольной толщи она выполняет роль теплоизолирующего слоя.

Если залегание этой толщи неспокойное, то она может существенно нарушить параллельность векторного поля теплового потока. На рисунке стрелками показана вероятная картина направлений теплового потока вблизи угольной толщи при складчатом залегании свиты и сравнительно сложном рельефе поверхности. В приведенном случае удельная величина теплового потока в окрестностях скважины при переходе через угольную толщу уменьшается. Таким образом, в подобных случаях непостоянство величины теплового потока с глубиной, не превышающей практически существующих глубин разработки полезных ископаемых, является дополнительным источником погрешности при определении температурного поля угольной толщи и вмещающих пород.

Если допустить, что погрешность экстраполяции результатов термометрии в скважинах, вызванная рассмотренными причинами, не бу-

дет выходить за пределы допустимых, то и тогда метод термометрии в геологоразведочных скважинах для исследования теплового состояния месторождений со сложным рельефом поверхности и беспокойным залеганием полезного ископаемого и вмещающих пород неприемлем, так как для тепловой характеристики всего месторождения необходимо проведение термических измерений в большом количестве скважин, выдержанных в покое в течение достаточного времени, что технически трудно осуществимо и экономически невыгодно. Иначе обстоит дело в случае месторождений с ровным рельефом поверхности и спокойным залеганием пластов малой и средней мощности или жидк. полезных ископаемых. В этом случае шахтное поле и месторождение в целом часто характеризуются одной и той же величиной геотермической ступени, которую можно определить по результатам термометрии в нескольких (2—5) скважинах. Для таких месторождений метод термометрии в геологоразведочных скважинах после восстановления в них теплового равновесия и правильной экстраполяции полученных данных является приемлемым и рациональным методом изучения геотермии.

При изучении теплового состояния месторождений, залегающих в горных районах, более приемлемым является метод термометрии в срезеобнаженных забоях горных выработок. Главный недостаток этого метода заключается в том, что его нельзя применить к разведываемым месторождениям. Если для разрабатываемых месторождений с ровным рельефом поверхности и спокойным залеганием этот метод является универсальным (точен, прост, экономичен), то для месторождений со сложным рельефом поверхности и беспокойным залеганием полезного ископаемого он имеет существенные недостатки, заключающиеся в том, что им не учитываются влияние рельефа поверхности и формы залегания пород. Как показали исследования [5], в зависимости от конкретных условий эти недочеты могут быть весьма значительными (например, местные аномалии температур в результате влияния рельефа поверхности доходят до 20—30%) и поэтому их необходимо учитывать.

Исследования, проведенные в ИГД АН Грузинской ССР, показали, что все особенности геотемпературных полей месторождений со сложным рельефом поверхности и геологическими условиями залегания можно учитывать при изучении теплового состояния недр методом электрического моделирования сплошными средами [6].

Академия наук Грузинской ССР

Институт горного дела

(Поступило в редакцию 21.3.1964)

ზ. მნიანი

სასარგებლო ნამარხთა საბადოების წიაღის სითბური
 მდგომარეობის შესწავლის საკითხისათვის

რეზიუმე

როგორც წესი, საბადოების წიაღის სითბური მდგომარეობის შესწავლისათვის გეოლოგიურ-საძიებო ჭაბურღილებსა და სანჯო გამოწამლველების ახლად გაშიშვლებულ სანგრეგებში იყენებენ თერმომეტრიის მეთოდს. სტატიაში დასაბუთებულია სითბური რეჟიმის კვლევის ამ მეთოდის უეარგისობა იმ საბადოებისათვის, რომლებიც ზედაპირის რთული რელიეფითა და რთული გეოლოგიური აგებულებით ხასიათდებიან.

ასეთ შემთხვევაში საბადოს წიაღის სითბური მდგომარეობის კვლევა მიზანშეწონილია ვაწარმოოთ ელექტროსითბური ანალოგის მეთოდით.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Щербань. Основы теории и методы тепловых расчетов рудничного воздуха. Углетехиздат, Москва — Харьков, 1953.
2. А. Н. Щербань, А. Н. Ягельский. Кондиционирование рудничного воздуха. Углетехиздат, М., 1956.
3. А. Н. Щербань, О. А. Кремнев. Научные основы расчета и регулирования теплового режима глубоких шахт, т. I. Изд. АН УССР, Киев, 1959.
4. С. И. Луговский. Проветривание глубоких рудников. Госгортехиздат, М., 1962.
5. А. А. Дзидзигури, Ш. И. Ониани, Т. О. Лацабидзе. Влияние рельефа на температурное поле недр Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения. Сообщения АН ГССР, т. XXXII, 2, 1963.
6. А. А. Дзидзигури, Ш. И. Ониани, Т. О. Лацабидзе. Исследование геотермии шахты „Комсомольская“, треста „Ткибулуголь“, методом электрического моделирования. Сообщения АН ГССР, XXXV, 2, 1964.



БОТАНИКА

И. С. КАПАНАДЗЕ

АПЕЛЬСИНЫ С ОТДЕЛЯЮЩЕЙСЯ КОЖУРОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Колаковским 16.3.1964)

Апельсины и мандарины до сих пор относят к разным видам. При классификации последних, несмотря на некоторые данные, указывающие, что в возникновении апельсинов и мандаринов участвуют одни и те же формы, не учитывается их биологическая родственная близость.

С. С. Ху [1] относит все мандарины к апельсинам с отделяющейся кожурой. Последние сообщения Т. Танака [2, 3, 4] пролили свет на многие неизвестные вопросы происхождения цитрусовых, в частности апельсинов.

Все апельсины можно разделить на две группы: 1) апельсины с отделяющейся кожурой и 2) апельсины с неотделяющейся кожурой.

Апельсины с отделяющейся кожурой имеют острый запах и характеризуются пучкообразным цветением. Уншиу (*Citrus unshiu* Marc.) относится к апельсинам с отделяющейся кожурой, однако острый запах в его коже почти полностью отсутствует.

Как было отмечено в нашей предыдущей работе [5], цитрусы являются частичными ксерофитами, поскольку водоносную паренхиму развивают только в плодах.

Косточковые ягодные растения такие же засухолюбивые, как и цитрусы, но для обеспечения нормального развития семян мезокарпий плода у них превращается в водоносную паренхиму. Цитрусовые же, помимо мезокарпной водоносной паренхимы, развивают дополнительную водоносную ткань в виде соковых мешочков.

У апельсинов с отделяющейся кожурой до конца созревания плода развивается только водоносная паренхима в виде соковых мешочков, а у апельсинов с неотделяющейся кожурой — как мезокарпная ткань, так и соковые мешочки. У апельсинов с отделяющейся кожурой с самого начала и до образования соковых мешочков и накопления в них воды функционирует мезокарпная ткань, а после образования их мезокарпная ткань выполняет второстепенную роль, постепенно редуцируется и к моменту созревания плода почти полностью деструктурирована и напоминает взбитую, пушистую вату.

Померанцевые в плодах развивают центральную и перифериальную проводящую систему. Центральные проводящие пучки располагаются в сердцевинной ткани плода, а перифериальные—в мезокарпной. Основная проводящая система каждого плодолистика состоит из одного центрального и трех перифериальных пучков. Между главными перифериальными пучками развиваются многочисленные мелкие жилки. Проводящая система каждого плодолистика сетчатообразная, напоминающая челнок с продольной перетяжкой (рис. 1).

М. Б л а н к о [6] были собраны многие представители апельсинов с отделяющейся кожурой из цитруса Кхазия, которые называются в Китае локанами или понканами. У них во время созревания плодов флавидо разрушается, а мякоть оказывается заключенной в сетку проводящих пучков. По этому признаку М. Бланко дал разновидностям цитруса Кхазия название «цитрус ретикулата», т. е. цитрус сетчатый.

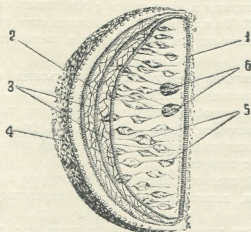


Рис. 1. Сегмент зрелого плода понкана. 1—центральный проводящий пучок; 2—основные перифериальные проводящие пучки; 3—мелкие проводящие пучки; 4—кожура; 5—соковые мешочки; 6—семена

Во главе апельсинов с отделяющейся кожурой стоят цитрусы Микро- и Макроакрумен, в частности лесной апельсин *C. Indica* Tap., *C. Licopersicaeformis* и цитрус Сунтра (*C. Chasya* Hills). Из них лесной апельсин и цитрус ликоперсикаеформис принадлежат к Микроакрумен, а Сунтра—к Макроакрумен.

Лесной апельсин [7] встречается в диком состоянии в Нюгонге, Кхазии, Манипуре. Деревцо маленькое с маленькими толстыми колючками, листья однопластинчатые, с полностью редуцированными прилистниками. Семена очень крупные, однозародышевые, семядоли кремового цвета с чуть заметным зеленым оттенком. Цветки очень мелкие, единичные, сидящие на очень коротких цветоножках. Кожура тонкая с мелкими железками, цвет кожуры желто-зеленый, эфирное масло обильное с отталкивающим острым запахом.

Цитрус ликоперсикаеформис, по данным Т. Танака, — маленькое дерево, колючки мелкие, листья однопластинчатые с чуть заметными прилистниками. Цветки очень мелкие, единичные, сидящие на укороченных цветоножках. Семена мелкие, в халазальной части закругленные, в микропиллярной заостренные, многозародышевые. Семядоли темно-зеленого цвета. Кожура плода красновато-оранжевая, типично томатного цвета, усеяна мелкими железками. Эфирное масло обильное с отталкивающим острым запахом.

У лесного апельсина и у цитруса ликоперсикаеформис концы лепестков резко отогнуты, как и у всех мелкоплодных апельсинов с отталкивающим запахом, в том числе и сацумовских.

Кхазийский апельсин [8] — деревцо кустисто-пирамидальное с мелкими цветками. Цветки белые, лепестков пять. Плоды с поразительно легко отделяющейся кожурой. В перезревшем плоде вся мякоть лежит свободно, а при разрыве кожуры дольки расходятся. Некоторые плоды имеют вытянутую форму, что придает им вид груши, подавляющее же большинство плоской или округлой формы. Мякоть сладкая, семена зеленые. Встречается в Индии, Ассаме на холмах *Chasya Hills* как в полудиком, так и в культурном виде. Дикие формы Кхазия при семенном размножении культурных форм никогда не дают. Культурные же формы распадаются на сладкие и дикие формы.

Т. Танака считает, что все первоначальные формы Микро- и Мавроакрумена мигрировали межконтинентальными путями из Индии в Китай, в долину Янцзы. В долине Янцзы вследствие генетического контакта этих форм с юносами, по всей вероятности, возникли цитрус Чу, Кино-Куни, Аустера и их дикие и культурные формы. Все мелкоплодные апельсины диких и культурных форм объединяются в цитрус Тачибана.

Климат долины Янцзы является весьма суровым с большой амплитудой колебания температур, поэтому менее морозостойкие формы апельсинов с отделяющейся кожурой типа кхазийских исчезли. Последние в основном сосредоточились в более мягких климатических условиях, в юго-восточной части Китая, в Чжецзянь, Фуцзянь, Гуандунь и других провинциях.

По всей вероятности, как в Индии, так и в юго-восточной части Китая возникли танжерини и разнообразные формы понканов. Возникновению большого богатства наилучших форм со съедобными плодами понканов способствовало то, что в Индии и во многих провинциях Китая их размножают семенами.

В процессе культивирования понканов в Китае, по-видимому, у одного мандарича (мандарин — общее название китайского должност-

ного дворянина) возникли новые сеянцы, которые были названы мандаринами. По мнению Т. Танака, эти сеянцы были перевезены из провинции Гуандунь в Японию, на остров Кюсю около 350 лет назад. Т. Танака пишет, что приблизительно в 1850 г. стал известен уншиу.

Вышеупомянутые апельсины на полуострове Сацума дали новые сеянцы, которые были вывезены в США в 1876—1878 гг., где их назвали сацумовскими апельсинами (*Satsuma orange*). Поскольку Сацума оранж имеет неподходящее название «мандарин», вызывающее путаницу в этимологии апельсинов, будет целесообразным указать на разнородность назвать сацумовским апельсином (*C. Satsuma Mare.*). Более точных данных с происхождения уншиу пока нет. Некоторые авторы [10] считают его гибридом *Citrus nobilis* Lour \times *C. sinensis* Osb. или *C. Japonica* Thunb \times *C. sinensis* Osb. Высказанное мнение о гибридном происхождении уншиу маловероятно, тем более из вышеназванных родительских пар.

Как понкан, так и уншиу, а из него Сильверхилл Сацума дают в основном четыре вариации плодов: типично плоские, шаровидные с вытянутым основанием и шероховатой кожурой.

Нашей лабораторией было доказано, что стерильность сацумовских апельсинов факториального характера. При самоскрещивании уншиу дает большое разнообразие, некоторые из них очень сходны с сеянцами понкана.

Отмеченные факты дают повод к тому, что в происхождении уншиу участвуют формы понкана.

Сацумовские апельсины имеют широкое распространение в Японии и советских субтропиках.

По данным 1961 г. [11], разновидности уншиу в Японии занимали 86 тысяч акров, в основном они сосредоточены в префектуре Аичи, Шизука, Канагава, Вакаяма, Нара, Осака, Хиросима, Эхим, Ямагучи, Кагава, Окаяма.

При отборе особое внимание японские селекционеры обращают на ранние и поздние вариации.

Для советских субтропиков исключительный интерес представляют выделенные в последнее время вариации из раннеспелых: Миагава, Камей, Като, Каватсу, Эхим № 20, Кавано; из позднеспелых: Икеда, Овари, Икирики № 36, Дзаирай, Ионезава уншиу.

Сацумовские апельсины, так же как вашингтонские пупочные, оказались весьма полиморфными, поэтому они в очень короткий срок дали множество форм.

Переход вегетативной почки в генеративную, сексуализация и дифференциация последних, а затем цветение, образование плодов и развитие семян полностью зависят от листьев [12].

На наш взгляд, все те вещества, которые вырабатываются в листьях у стерильных форм, поскольку не расходуются на образование семян, передаются материнскому растению. Вследствие накопления полового вещества из года в год все стерильные растения вегетативно оказываются нестабильными.

Можно предположить, что избыток полового вещества в виде фертилизина, сексуализина должен явиться причиной повышенной вегетативной изменчивости стерильных форм.

По своему генетическому состоянию стерильные формы можно отождествить с инцухт-линиями. Ввиду того что у стерильных форм специфические половые вещества не реализуются на образование семян, они локализируются в вегетативных частях. Таким образом, совершаются подобные самоскрещиванию и самоинцухтированию процессы.

Известно, что долговременное вегетативное размножение у некоторых растений вызывает их преждевременное старение, одряхление и гибель. Естественно, ставится вопрос, куда и на что истратилась первичная жизненная сила вегетативно размножающегося растения. По-видимому, веществами, вырабатываемыми в листьях, осуществляется соматическое гомозиготизирование, подобное долговременному самоскрещиванию.

В генетически унетенном организме мобилируются все возможности наследственной перестройки, в результате чего депрессированные формы, какого бы рода они ни были, становятся соматически весьма изменчивыми.

Апельсины с отделяющейся кожурой мигрировали к Востоку, Югу и Западу и в процессе переселения в странах средиземноморского бассейна дали новые разновидности (*C. deliciosa* Ten.).

По мнению Т. Танака, делициоза до сих пор совершенно не известна для азиатских стран. Делициозу европейцы долгое время считали китайским мандарином.

Танжеринны очень любят сухой пустынный климат, поэтому они быстро распространились в северо-западной Африке, особенно в окрестностях города Танжер, где ветер приносит пустынную пыль и влажность воздуха доходит до 5—10%.

В Алжирском ботаническом саду при семенном размножении танжерин дал наилучшего своего представителя. В честь тогдашнего директора сеянцу дали название «Клементин».

В советских субтропиках В. К. Лапин экспериментальным путем получил бессемянную триплоидную форму Клементина, которая по своей нежности, богатому медному вкусу и тающей мякоти очень интересна для тех стран, где их разводят в культуре.

Помимо Востока и Запада, апельсины с отделяющейся кожурой мигрировали к Югу, во влажные океанические условия. Южной ветвью этой группы апельсинов является благородный апельсин (*C. nobilis* Lour.). Из благородных апельсинов прибрежных районов Индии, Индокитая, Малайского архипелага славится сиамский король Кинг.

По сравнению с понканом апельсин Кинг — дерево более мощное, мало облиственное, листья широкие, ланцетовидные, цветы единичные. Плоды имеют толстую, ломкую, бугристую кожуру. Эфирное масло обильное. Кора желто-оранжевого цвета. Мякоть тающая с прекрасным вкусом и приятной горечью. Семена однозародышевые, крупные, семяздоли белого цвета. Основываясь на привкусе горечи, большой знаток советского цитрусоводства В. П. Алексеев [13] считает, что Кинг является гибридом понкана с померанцем или с помпельмусом. Очень сходным с Кингом является *сунембо*. Танака пишет, что кунембо в Японии до появления уншиу являлся единственным крупноплодным цитрусом, он был завезен в Японию из Вьетнама. Кунембо имеет те же родительские пары, что и мандарин Кинг.

Апельсины с отделяющейся кожурой в процессе взаимного генетического контакта, миграции, мутации, адаптации к разным условиям образовали множество таксономических единиц.

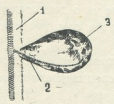


Рис. 2. Связь семян с плацентой: 1—плацента; 2—проводящий пучок

Исследования нашей лаборатории показали, что у всех представителей померанцевых семязпочка с самого начала связана с плацентой одним проводящим пучком. После оформления семязпочки последняя верхним интегументом отходит от плаценты и оказывается заключенной в обтураторе, к этому времени семязпочки ложатся на плаценту. К делению зиготы у апельсинов с неотделяющейся кожурой нижний интегумент развивает второй проводящий пучок в районе нахождения прозародыша. У апельсинов с отделяющейся кожурой такой закономерности не наблюдается и у них зародыши с плацентой связаны только одним проводящим пучком.

Биологическая особенность померанцевых указывает на то, что они являются растениями континентальных тропиков. В континентальных тропиках наблюдается два периода года: один засушливый, другой



очень влажный. Надо отметить, что репродуктивная деятельность померанцевых приурочивается к засушливому периоду года, поэтому приспособительная изменчивость дала свои генетические отпечатки в женских половых органах, в результате чего зародыши померанцевых во избежание водного голодания связаны как с материнским растением, так и с соковыми мешочками, причем в то время, когда вода не подается проводящей системой, соковые мешочки полностью обеспечивают зародыши жидкостью.

По всей вероятности, апельсины с отделяющейся кожурой образовались в более сухих условиях континентальных тропиков, чем апельсины с неотделяющейся кожурой, вследствие чего у апельсинов с отделяющейся кожурой зародыши связаны с плацентой только одним проводящим пучком, тогда как у апельсинов с неотделяющейся кожурой — двумя.

Несмотря на то что разные представители апельсинов с отделяющейся кожурой свободно скрещиваются между собой и с другими представителями померанцевых и вместе с тем находятся в разнообразных условиях тропиков и субтропиков, они сохранили свою наследственную обособленность: пучкообразное цветение, острый запах, свободную отделяемость кожуры от мякоти, полное разрушение сердцевины и флаведо к моменту созревания плода, развитие одной ткани в виде соковых мешочков для питания зародышей, связь семян с нервациями растения одним проводящим пучком, сравнительно высокая морозостойкость и зеленая окраска семядолей.

Из культурных акруменов особое внимание для сельского хозяйства заслуживают понканы, которые широко распространены в центральных и прибрежных районах Индии, в юго-восточной части Китая, в Индокитае и на островах Малайского архипелага. «Понкан» — формозское слово. «Кан» по-китайски означает «сладкий». Т. Танака предполагает, что Кан является индийским Сунтра.

Разновидностям понкана М. Бланко дал название *C. reticulata*, Льюшингтон — *C. chrysocarpa*, Т. Танака — *C. poonensis*, В. В. Маркович — *C. Khasia*.

На Филиппинских островах распространена превосходная форма понкана под названием «Батанг». На Яве разновидности Сунтра называют *Djeroek Garoet*. Сунтра широко распространен на Цейлоне. Различные формы его были завезены сюда из Явы под названием *Jamqwaran*, последний на Яве имеет вторую форму *Djeroek pasch*. *Djeroek pasch* очень похож на сингапурский мандарин. Идентичная сингапурским мандаринам форма была найдена в Индокитае и Хайнана. Она распространилась в районе *Ssu-ni* (возле Кантона). По месту ее произрастания ей дали название *C. Suhuiensis*.



Повсеместно в районах распространения цитруса Сунтра встречаются шедоки. По всей вероятности, вследствие их взаимного генетического контакта произошли апельсины с неотделяющейся кожурой.

Сухумская опытная станция
субтропических культур

(Поступило в редакцию 16.3.1964)

ბოტანიკა

ი. კაპანაძე

თავისუფალქერქიანი ფორთოხლები

რეზიუმე

თავისუფალქერქიანი ფორთოხლები ნაყოფის მომწიფების ბოლომდე ივითარებენ წყლის მატარებელ მერისტემას წვნის პარკების სახით.

თავისუფალქერქიან ფორთოხლებში მიგრაციის, ადაპტაციის, გენეტიკური ურთიერთკავშირის პროცესში, წარმოშვეს აღმოსავლური, დასავლური და სამხრული ვარიანტები.

ყველა მიკრო-მაკროკომენტისათვის დამახასიათებელია: ქერქისა და რბილობის თავისუფალი დაცილება, კონისებური ყვავილობა, ლეზნების მწვანე ფერი, თესლი მომრგვალებული ბოლოთი, თესლკვირტის დაკავშირება პლაცენტასთან ერთი გამტარი კონით და არასასიამოვნო სუნი.

დავოყვამბული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. C. C. Hu. Citrus Culture in China. California Citrograph, v. 16, 1931.
2. T. Tanaka. The origin and dispersal of Citrus fruits, having their centre of origin in India. The Indian journal of Horticulture, v. 15, № 3, 4, 1958.
3. T. Tanaka. Botanical and horticultural aspects of Asiatic citriculture. Citrus Leaves, (3): 12, 20, 32, (5): 1955, 13, 18.
4. T. Tanaka. Breeding problem in Japanese Citriculture. The Indian Journal of Horticulture, v. 15, № 3, 4, 1958.
5. И. С. Капанадзе К вопросу о ксерофитности и морозостойкости цитрусовых. Субтропические культуры, 1964.
6. M. Blanco. Flora de Filipinas. D. Candido Lopez. Manila, 1837.
7. W. T. Swingle. The Botany of Citrus and Its wild Relatives of the Orange Subfamily. The Citrus Industry, v. I, 1946.
8. В. В. Маркович. Коммерческий мандарин Индии. Труды по прикладной ботанике, т. XXIV, в. 4, 1929 — 1930.
9. H. J. Weber. Cultivated varieties of Citrus. The Citrus Industry, v. I, 1946.
10. З. И. Короткова. История распространения уншу на побережье и современное состояние его культуры. Труды по прикладной ботанике, т. XXIV, в. 4, 1929 — 1930.
11. C. A. Schroeder. Observations on the Satsuma Orange in Japan. Citrograph, v. 46, 6, 1961.
12. И. С. Капанадзе. Роль листьев в сексуализации и дифференциации почек. Сборник трудов аспирантов и молодых научных сотрудников. Л., 1961.
13. В. П. Алексеев. Мандарин *Citrus reticulata* Blanco. Бюллетень ВНИИЧСК, № 1, 1954.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. В. КОТАЕВА

О СОДЕРЖАНИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ
КОРНЕЙ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

(Представлено академиком Л. И. Джапаридзе 19.3.1964)

Нуклеиновые кислоты в биологическом отношении являются веществами первостепенной важности, так как с их превращением связаны важнейшие физиологические функции организма. В настоящее время установлено активное участие нуклеиновых кислот в белковом синтезе [1], в ростовых и формообразовательных процессах, в срастании прививок и т. д. Это подтверждается сосредоточением их в местах наибольшей активности физиологических процессов [2, 3]. Все это, вместе взятое, привлекает к данной группе веществ все большее и большее внимание исследователей различных направлений. Нам представлялось интересным изучение содержания и распределения нуклеиновых кислот в активных зонах корней виноградной лозы сортов Рканицели, Чинури и Горула, а также исследование влияния темного и светового режима на содержание указанных веществ. Выбор этих сортов был продиктован тем обстоятельством, что указанные сорта значительно отличаются друг от друга по своей физиологической активности.

Черенки лоз обрабатывались 0,01%-ным раствором гетероауксина в течение 24 часов. Далее черенки переносились на водопроводную воду, в теплицу при 20°C. Опытные черенки были разделены на две группы: одна группа с самого начала развивалась при полном освещении, другая—в темноте. Содержание НК определялось в трех активных зонах корня: кончике, зоне растяжения и всасывающей зоне—по методу, предложенному Р. Г. Цаневым и Т. Т. Марковым [4], с учетом некоторых изменений, заключающихся в дополнительной обработке материала ацетоном и спиртом, с целью удаления пигментов. Фракционирование проводилось по методу Шмидта—Тангаузера в модификации Цанева и Маркова. После удаления пигментов навеска в количестве 100 мг обрабатывалась последовательно 10 и 5%-ной тоихлоруксусной кислотой на холоду. Фосфор липидов удалялся обработкой 96%-ным этанолом, кипячением в смеси этанол-эфир (3:1), в смеси метанол-эфир (1:1) и обработкой эфиром. Остаток гидролизывался 0,5 М КОН в течение 18 часов при 37°C. После осаждения ДНК и белков в гидролизе определялось количество фосфора РНК спектро-

фотометрическим методом, на СФ-4. Осадок, содержащий ДНК, вновь гидролизовался 1N HClO₄ при 80°C дважды по 30 минут. ДНК также определялась спектрофотометрическим методом. Результаты наших исследований показали, что в отношении содержания как ДНК, так и РНК в исследуемых зонах корней наблюдается определенный градиент, носящий довольно закономерный характер.



Рис. 1. Темновой вариант. Содержание ДНК в мг % Р: А — Ркацители, Б — Горула, В — Чинаури: 1 — кончик корня, 2 — зона растяжения, 3 — зона всасывания

Наибольшим содержанием НК характеризуются корневые кончики, что, вероятно, связано со способностью этой зоны корней к более интенсивному обмену веществ.

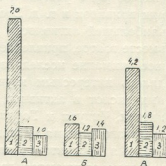


Рис. 2. Световой вариант. Содержание ДНК в мг % Р (обозначения те же, что и на рис. 1)

В зонах растяжения и всасывания количество НК резко уменьшается. Это объясняется тем, что в отношении происходящих в них синтетических процессов эти зоны являются менее активными, чем корневые кончики. Эти закономерности характерны для всех трех сортов виноградной лозы. Кроме того, в отношении синтеза НК (общее количество), так же как и в отношении содержания пигментов и активности некоторых ферментов в кончиках корней (по нашим данным), сорт Ркацители является более активным чем сорта Чинаури и Горула.

Как видно из сравнения соответствующих диаграмм [1—4], свет и темнота оказывают несколько иное влияние на синтез ДНК и РНК. В частности, у черенков, которые проращивались в темноте, синтез ДНК в кончиках корней значительно уменьшается. Что касается зон растяжения и всасывания, то содержание ДНК в них от светового и темнового режимов выращивания не изменяется. Следовательно, можно предположить, что синтез ДНК является специфичным только для корневых кончиков и неспецифичным для двух остальных зон. Что ка-

сается синтеза РНК в активных зонах корней сортов Чинури и Горула, то здесь иная картина. Увеличение содержания РНК в случае темнового воздействия здесь приходится на долю кончиков корней, тогда как в зонах растяжения и всасывания наблюдается обратная картина.

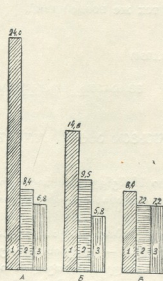


Рис. 3. Световой вариант. Содержание РНК в мг% Р (обозначения те же)

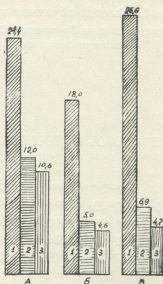


Рис. 4. Темновой вариант. Содержание РНК в мг% Р (обозначения те же)

Несколько иначе представляется синтез РНК в активных зонах корня под влиянием света и темноты у сорта Ркацители. Если у него в кончиках корней содержание РНК не зависит от действующих факторов, то в зонах растяжения и всасывания наблюдается увеличение содержания РНК в темновых условиях. Следует указать, что известный в литературе факт увеличения интенсивности роста и накопления НК в ночных условиях [5] является результатом прироста содержания именно РНК, поскольку исследователь не проводил дифференциального, определения НК.

Ввиду того что синтез НК является специфичным процессом для зоны корневых кончиков, то наблюдающееся увеличение содержания РНК в зоне растяжения и всасывающей зоне в темноте, возможно, связано с изменением условий для передвижения пластических веществ в надземную часть [6].

Общим для всех сортов можно считать тот факт, что синтез как ДНК, так и РНК является специфичным для кончиков корней. Кроме



того, распределение НК по активным зонам корня носит довольно закономерный характер. При световом и темновом режиме прорастания черенков наблюдаются различия в синтезе НК, состоящие в том, что световой фактор стимулирует синтез ДНК в кончике корня, тогда как отсутствие света ингибирует его. В отношении синтеза РНК наблюдается обратная картина в результате тех же воздействий.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило в редакцию 19.3.1964)

მეცნიერებათა ფიზიოლოგია

დ. კოტაევა

ნუკლეინის მზავიების შემცველობა მავის ფესვთა აქტიურ ზონაში

რეზიუმე

ბიოლოგიურად ნუკლეინის მზავიები უდიდესი მნიშვნელობის ნივთიერებებია, რადგან მათი გარდაქმნები დაკავშირებულია ორგანიზმის უმნიშვნელოვანეს ფიზიოლოგიურ ფუნქციებთან.

ჩვენ ვიკვლევდით ნუკლეინის მზავიების შემცველობასა და განაწილებას ვაზის ჯიშების — რქაწითელის, ჩინურისა და გორულას — ფესვების აქტიურ ზონაში. ყველა ამ ჯიშისათვის საერთო ფაქტად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ როგორც დნმ, ასე რნმ-ის სინთეზი სპეციფიკურია ფესვის წვერებისათვის. ნუკლეინის მზავიების განაწილება ფესვის აქტიურ ზონაში საკმაოდ კანონზონიერია. იმისდა მიხედვით, თუ სად ხდებოდა კალმების ზრდა — სინათლეზე თუ სიბნელეში, შეიმჩნეოდა განსხვავება ნუკლეინის მზავიების სინთეზში; სახელდობრ, სინათლის გავლენით ხდება ფესვის წვერში დნმ სინთეზის სტიმულირება; სიბნელე კი ახდენს ამ პროცესის ინჰიბირებას. საწინააღმდეგო სურათია შემჩნეული რნმ-ის სინთეზის დროს.

დაცემილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. И. Барская, Е. З. Окнина. Нуклеиновые кислоты в процессах формирования и роста семян плодовых культур. Физиология растений, т. 6, в. 1, 1959.
2. Д. А. Сабинин. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. Тимирязевское чтение, IX. Изд. АН СССР, 1949.
3. Б р а ш е. Локализация и вероятная роль нуклеиновых кислот в клетке и в эмбрионе. Успехи советской биологии, 29, 1950, 140.
4. Ф. Г. Цанев и Г. Г. Марков. К вопросу о количественном спектрофотометрическом определении нуклеиновых кислот. Биохимия, т. 26, в. 1, 1960.
5. Ю. А. Цельникер. Влияние ночных температур на рост и накопление нуклеиновых кислот в распускающихся почках бузины и липы. Физиология древесных растений. Изд. АН СССР, М., 1963.
6. Л. С. Мархосян. К вопросу об изменении обмена нуклеиновых кислот в процессах генеративного развития красноцветной периллы. ДАН АрмССР, т. 36, в. 2, 1963.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Э. Н. КЕЦХОВЕЛИ, Д. Ч. КИНКЛАДЗЕ, М. Н. ГИГИНЕИШВИЛИ

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ФИТОХРОМОВ ПЛАСТИД КОРЫ
И ДРЕВЕСИНЫ

(Представлено академиком Л. И. Джапаридзе 23.3.1964)

Вопрос о качественном составе фитохромов пластид осевых органов древесных растений не затронут в литературе. Представляется интересным сопоставление фитохромного комплекса хлоропластов листьев с фитохромами пластид коры и древесины. Последние отличаются не только своим размещением по тканям растения, но, весьма вероятно, и физиологической функцией.

Исследовались двухлетние побеги древесных пород, произрастающих в Тбилисском ботаническом саду. Для качественного анализа применялись двухмерные хроматограммы, а для идентификации фитохромов — одномерные хроматограммы [1, 2]. Спектры поглощения записывались на спектрофотометрах СФ-4, СФ-2 и СФ-10.

Первая серия анализов проведена в июне 1957 г. Хроматографирование велось в темноте при комнатной температуре 20—25°C. Качественный анализ двухлетних побегов и листьев листопадных растений был повторен в июне 1960 г. при комнатной температуре 23—24°C и в июне 1962 г. — при более высокой комнатной температуре (22—28°C).

Как видно из табл. 1, все исследованные части растений содержат «основной» состав фитохромов зеленых пластид, т. е. хлорофиллы «а» и «б», каротин, лютеин, виолаксантин и неоксантин.

Однако, кроме этих фитохромов, отмечается наличие еще нескольких желтых фитохромов и изомеров хлорофиллов «а» и «б». Один из желтых фитохромов, имеющий оранжевую окраску, располагается на одно- и двухмерных хроматограммах между лютеином и виолаксантином. Другой, бледно-лимонного цвета, располагается между виолаксантином и неоксантином. Распространение этих фитохромов по различным органам растений своеобразно. Если оранжевый фитохром встречается почти во всех органах листопадных растений, за некоторым исключением, то бледно-лимонный фитохром среди листопадных растений встречается редко, причем преимущественно в коре (табл. 1).

Кроме этих двух желтых фитохромов, в двухлетней древесине *Amygdalus urartu* обнаруживается еще один желтый фитохром ярко-лимонного цвета. На одномерной хроматограмме он вплотную приле-

11. „ბულეტენი“, XXXVI:1, 1964.

продолжение

Название растения	Объект	продолжение									
		Каротин	Лютеин	Изолютеин	Виолаксантин	Неоксантин	Хлорофилл "а"	Хлорофилл "б"	Бледно-лимонный фитохром	Изомер хлорофилла "а"	Изомер хлорофилла "б"
<i>Q. castaneifolia</i> C. A. M.	Листья	+	+	+	+	+	+	+			
	Кора	++	++	+	+	+	+	+			
<i>Q. hartwissiana</i> Stev.	Древесина	+	+	+	+	+	+	+			
	Листья	++	++	+	+	+	+	+			
<i>Q. longipes</i> Stev.	Кора	++	++	+	+	+	+	+	+		
	Древесина	++	++	+	+	+	+	+			
<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	Листья	+	+	+	+	+	+	+			
	Кора	++	++	+	+	+	+	+			
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop	Древесина	++	++	+	+	+	+	+	+		
	Листья	+	+	+	+	+	+	+			
	Кора	++	++	+	+	+	+	+			
	Древесина	+	+	+	+	+	+	+			

гает к каротину, а на двухмерных занимает место, параллельное лютеину.

Изомеры хлорофиллов «а» и «б» встречаются только в листьях *Amygdalus georgica*. Изомеризация хлорофиллов, возможно, вызвана высокой температурой окружающей среды при анализе. Впрочем, не исключена возможность присутствия изомеров «а¹» и «б¹» (изомеров хлорофилла «а» и «б») в самих растениях, особенно при более высоких температурах [3].

Из перечисленных желтых фитохромов нам удалось идентифицировать оранжевый фитохром, который на хроматограммах обнаруживается между лютеином и виолаксантином.

Спектрофотометрическое исследование комплекса желтых фитохромов пластид листьев, коры и древесины двухлетних побегов (табл. 2 и рис. 1—4 и сопоставление полученных результатов с литературными данными [4, 5] позволяют сделать заключение, что оранжевый фитохром является не зеаксантином [6, 7], а изолютеином. Изолютеин имеет, согласно Стрейну, эмпирическую формулу $C_{40}H_{56}O_4$ или $C_{42}H_{60}O_4$. В свете новых экспериментальных данных он может оказаться идентичным лютеин 5:6-эпоксиду ($C_{40}H_{56}O_3$). Последний был найден Каррером и др. в листьях *Lotus corniculatus* и *Arnica montana* и теперь рассматривается как нормальный компонент каротиноидов зеленых листьев [5]. Позднее А. Хагер [8] также добился разделения смеси пигментов на хлорофиллы «а» и «б», β-каротин, лютеин, лютеин-5:6-эпоксид, виолаксантин и неоксантин.

Таблица 2

Максимум поглощения каротиноидов в растворе

Фитохромы	Растворитель	Максимум поглощения, мμ			Спектрофотометр	Местонахождение
		I	II	III		
Каротин (сумма)	Этанол	—	452	476	СФ- 4	Листья <i>Ligustrum lucidum</i> Ait.
		—	450	477	СФ- 2	Старые листья <i>Hedera caucasigena</i> Pojark.
		424	448	475	СФ 10	Осенние листья <i>Parrotia persica</i> C. A. M.
		— (424)	454 452	480 (476)	СФ-10 СФ-10	Годичная кора <i>Parrotia</i> Годичная древесина <i>Parrotia</i>
	Бензол	432	458	487	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
Лютеин	Этанол	—	447,5	476,5	СФ- 4	Листья <i>Ligustrum</i>
		424	448	476	СФ- 2	Листья <i>Ligustrum</i>
		424	450	477	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
		424	451	478	СФ-10	Годичная кора <i>Parrotia</i>
		424	449	478	СФ-10	Годичная древесина <i>Parrotia</i>
	Бензол	434	460	490	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
Изолютеин	Этанол	—	447	475	СФ- 4	Листья <i>Ligustrum</i>
		420	446	474	СФ- 2	Листья <i>Ligustrum</i>
		420	445	473	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
		420	446	474	СФ-10	Годичная кора <i>Parrotia</i>
		420	444	473	СФ-10	Годичная древесина <i>Parrotia</i>
	Бензол	(426)	456	485	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
Ви олаксантин	Этанол	416	440	470	СФ- 4	Листья <i>Ligustrum</i>
		420	442	471	СФ- 4	Старые листья <i>Hedera</i>
		(420)	444	473	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
		420	444	473	СФ-10	Годичная кора <i>Parrotia</i>
		420	444	473	СФ-10	Годичная древесина <i>Parrotia</i>
	Бензол	(426)	454	484	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>
Неоксантин	Этанол	413	437	466	СФ- 4	Листья <i>Ligustrum</i>
		416	440	468	СФ- 2	Листья <i>Ligustrum</i>
	Бензол	423	449	479	СФ-10	Осенние листья <i>Parrotia</i>

Изолютеин имеет максимум поглощения в бензоле 456 и 485 мμ, а в этаноле—445 и 473 мμ. Отклонения в несколько микронов от максимумов поглощения, которые отмечают нами, зависят либо от точности применяемых спектрофотометров, либо от самого исследуемого объекта (табл. 2).

О соотношении изолютеина с другими желтыми фитохромами можно судить по табл. 3.

Присущи ли означенные фитохромы исследованным растениям в норме или здесь имеются артефакты, вызванные техникой анализа, — этот вопрос можно было решить лишь после специального исследования. Дело в том, что, как известно, высокая температура при работе по выделению фитохромов может вызвать явления их изомеризации и таким образом служить источником ошибок [9]. В связи с этим была проведена еще одна серия анализов 23 июня 1960 г.

Были исследованы *Quercus castaneifolia* и *Q. hartwissiana*, которые содержали в листьях и двухлетней коре изолютеин и неидентифицирован-

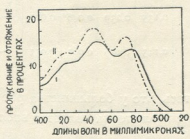


Рис. 1. Спектр поглощения лютеина и изолютеина в этаноле осенних листьев *Parrotia persica* С.А.М.: I — лютеин; II — изолютеин

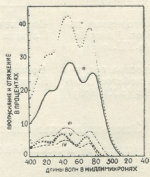


Рис. 2. Спектры поглощения желтых фитохромов в этаноле осенних листьев *Parrotia persica* С.А.М.: I — каротин; II — лютеин; III — изолютеин; IV — виолаксантин; V — неоксантин

ный лимонного цвета фитохром, располагавшиеся между виолаксантинном и неоксантином. Растирание материала, приготовление вытяжек, нанесение раствора на бумагу и хроматографирование проводились в «холодной камере» Института физиологии АН ГССР при температуре +13°C и при очень слабом электрическом освещении. Растения помещались в «холодную камеру» за 2 часа до начала анализов.

В этих условиях оказалось, что на хроматограммах идет изолютеин, а второй неидентифицированный лимонного цвета фитохром, который так легко образуется в коре *Quercus hartwissiana* при более высокой температуре (+24°C), в данном случае не обнаруживается. По-видимому, он является продуктом изомеризации.



Таблица 3

Объект	Навеска, мг	Вытяжка, мл	Количество раствора, нанесенного на хроматограмму, мл	Элюат пигментов из хроматограмм, мл	Плотность раствора (показания ФЭК-М в 10-миллиметр. кювете)				
					Каротин	Лютеин	Изолютеин	Виолаксантин	Неоксантин
Осенние листья <i>Parrotia</i> (6.XI.1963)	600	25	7	10	0,338	0,190	0,057	0,038	0,039
Неопавшие зеленые листья <i>Licium barbarum</i> (20.XII.1963)	1000	25	10	15	0,380	0,460	0,070	0,328	—
Кора годичных побегов <i>Parrotia</i> (2.XII.1963)	Большая навеска Плотная вытяжка			10	0,135	0,239	0,046	0,072	—
Древесина годичных побегов <i>Parrotia</i> (2.XII.1963)	Большая навеска Плотная вытяжка			12	0,143	0,139	0,061	0,051	—

Эти результаты дают нам право считать, что у большинства растений (табл. 1) в летний период присутствие изолютеина является вполне естественным.

Зимние анализы были проведены во второй половине января 1958 г., в полной темноте, при комнатной температуре 12—16°C.

Оказалось, что в зимний период в коре и древесине двухлетних побегов присутствуют: хлорофиллы «а» и «б», каротин, лютеин, виолаксантин и неоксантин. Исключение составляет лишь древесина *Cerasus machaleb* и *Quercus custaneifolia*, и которой неоксантин не был обнаружен.

На отсутствие неоксантина в листьях у некоторых памирских растений в летний период указывает И. П о в а [7], что, по нашим исследованиям, не имеет места у равнинных растений (табл. 1).

Сравнение данных зимнего периода с летними ясно показывает, что состав фитохромного комплекса (хлорофиллы «а» и «б», каротин, лютеин, виолаксантин, неоксантин) как летом, так и зимой одинаков у этих растений. Различие состоит в том, что у большинства изученных растений в летний период выражено так называемое «летнее состояние фитохромов», при котором у них дополнительно присутствует еще и изолютеин.

Наличие изолютеина летом должно быть связано со световым фактором¹. Сильная интенсивность света в летний период обуславливает наличие изолютеина в органах растений в естественных условиях. Зимой же при слабой интенсивности света изолютеин в природных условиях не обнаруживается, что подтверждается нашими данными. Если же в лабораторных условиях не удастся полностью избежать влияния светового фактора (например, при количественном определении желтых фитохромов), то на хроматограммах в большинстве случаев отмечается наличие изолютеина даже в зимний период [10].

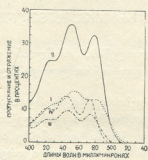


Рис. 3. Спектры поглощения желтых фитохромов в этаноле коры годичных побегов *Parrotia persica* С.А.М. осенью: I—каротин; II—лютеин; III—изолютеин; IV—виолаксантин

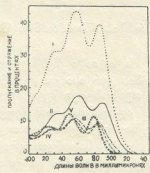


Рис. 4. Спектры поглощения желтых фитохромов в бензоле осенних листьев *Parrotia persica* С.А.М.: I—каротин; II—лютеин; III—изолютеин; IV—виолаксантин; V—неоксантин

Выводы

1. Качественный состав фитохромного комплекса коры и древесины двухлетних побегов идентичен таковому хлоропластов зеленых листьев.
2. Оранжевый фитохром, который на хроматограммах располагается между лютеином и виолаксантином, нами идентифицирован и является изолютеином с максимумами поглощения в бензоле 456 и 485 мкм и в этаноле 445 и 473 мкм.
3. В летний период естественным составом фитохромов зеленых пластид листьев, коры и древесины двухлетних побегов листопадных древесных растений являются: хлорофилл «а», хлорофилл «б», каротин, лютеин, изолютеин, виолаксантин и неоксантин.

¹ К сожалению, нам не удалось использовать работу А. Хагера (Z. Naturforsch., 106, 310 — 312, 1955), в которой также говорится о роли света в образовании данного фитохрома.

В зимний период отсутствует изолютеин.

4. Одним из главных факторов, обуславливающих наличие изолютеина в органах растений в летний период, следует считать световой фактор.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило в редакцию 23.3.1964)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ა. კეცხოველი, დ. კინკლადე, მ. გიგინეიშვილი

ქერქისა და მერქნის ფიტოქრომების თვისობრივი შედგენილობა
რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია 23 ხე-მცენარის ფოთლების, ორწლიანი ღეროების ქერქისა და მერქნის მწვანე პლასტიდების ფოტოქრომული კომპლექსის თვისობრივი შედგენილობა.

აღმოჩნდა, რომ ქერქისა და მერქნის პლასტიდების ფიტოქრომული კომპლექსი იდენტურია ფოთლების პლასტიდების ფიტოქრომული კომპლექსისა.

უცხო ნარინჯისფერი ფიტოქრომი, რომელიც ქრომატოგრამებზე აღინიშნება ლუტეინსა და ვიოლაქსანტინის შორის, ჩვენ მიერ იდენტიფიცირებულია, როგორც იზოლუტეინი. ბენზოლში იზოლუტეინის შთანქმის მაქსიმუმებია 456 μ და 485 μ , ხოლო ეთანოლში — 445 μ და 473 μ . ზაფხულში იზოლუტეინი ფოთლების, ქერქისა და მერქნის ფიტოქრომული კომპლექსის ბუნებრივი კომპონენტია. ზამთარში იზოლუტეინი არ გვხვდება.

დავრეზიუმე ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. И. Сапожников, И. А. Бронштейн и Т. А. Красовская. Применение бумажной хроматографии для анализа пигментов пластид зеленого листа. Биохимия, 20, в. 3, 1955, 286—291.
2. Э. Н. Кеңховели. Пластинные фитохромы коры и древесины. Автореферат, Тбилиси, 1958.
3. Е. Рабинович. Фотосинтез, т. I. ИЛ, 1951.
4. Е. Рабинович. Фотосинтез, т. II. ИЛ, 1953.
5. Т. Гудвин. Сравнительная биохимия каротиноидов. ИЛ, 1954.
6. H. H. Strain. Chloroplast pigments and chromatographic analysis. Thirty-second annual Priestley lectures (March 21 to 28). The Pennsylvania State University, 1958, 1—180.
7. И. А. Попова. О пигментах листьев Памирских растений. Ботанический журнал, 43, 11, 1958, 1550—1561.
8. A. Hager and Thea Bertenrath. Verteilungschromatographische Trennung von Chlorophyllen und Carotinoiden grüner Pflanzen an Dünnschichten. Planta, 58, 5, 1962, 564—568.
9. R. Douin. Analyse chromatographique sur papier des pigments chlorophylliens. Revue générale de Botanique, 60, 718, 1953, 777—796.
10. Э. Н. Кеңховели, Д. Ч. Кинкладзе. Сезонная динамика желтых фитохромов коры и древесины. Сообщения АН ГССР, XXXV:1, 1964.



ЭНТОМОЛОГИЯ

Ш. М. СУПАТАШВИЛИ, А. Л. МУХАШАВРИЯ,
 Б. В. МУРУСИДZE

**МАТЕРИАЛЫ К ПРИМЕНЕНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ
 ПРОТИВ БОЛЬШОГО ЕЛОВОГО ЛУБОЕДА (DENDROCTONUS
 MICANS KUGEL.)**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Калададзе 16.4.1964)

Большой еловый лубоед в условиях Грузии в основном повреждает восточную ель (*Picea orientalis* Link.), а в парках — европейскую ель (*P. excelsa* Link.) и ель Энгельмана (*P. Engelmanni* Engel.), реже — сосну.

По литературным данным [1], вредитель в основном поселяется на нижней части ствола на высоте 2—3 м от корневой шейки, на непокрытых почвой корнях и свежих неошкуренных пнях. В местах массового размножения вредитель поселяется и на верхней части ствола до 20—30 м.

Отмечается заселение вредителя и на сучьях. Большой еловый лубоед поселяется главным образом на ослабленных деревьях с механическими повреждениями, но часто встречается и на здоровых деревьях нормальной полноты (8,8—0,9).

Вредитель повреждает и вызывает усыхание как молодых, так и спелых деревьев [2].

Сотрудниками Института защиты растений Грузии были изучены основные моменты биологии и экологии этого опасного вредителя, а именно: зимовка, лёт имаго, длительность различных фаз развития: половая продукция, степень повреждения и мероприятия борьбы — в результате чего производству была передана инструкция по борьбе против большого елового лубоеда.

Нужно отметить то обстоятельство, что в 1957 г. в Боржомском ущельи количество заселенных вредителем деревьев составляло 2898, 1958 г. — 3493, распространяясь в последующие годы в более грозных масштабах.

Большой еловый лубоед из первого очага Боржомского лесного хозяйства распространился в лесах Бакуриани, Ахалцихе, Аспиндза, Адигени, Маяковский и Харагоули.

Позже его распространение замечено и в амбролаурских лесах.



В результате того, что вредитель размножился в массовом количестве в лесах Боржомского ущелья, борьба против большого елового лубоеда приравнивается к работам со стихийным бедствием.

Ввиду того что не существовало радикальных мероприятий против указанного вредителя, Институт защиты растений Грузии с 1961 г. ведет исследовательскую работу по разработке мероприятий против большого елового лубоеда в широких масштабах как в лабораторных, так и в полевых условиях.

В природных условиях для проведения опытов были отобраны опытные участки в лесном хозяйстве Бакуриани (Цагвери, Кечхоби, Патара Цеми) и плато в Боржомском лесном хозяйстве.

Опыты проводились с профилактической целью и для уничтожения вредителя, заселенного под корой ствола разными концентрациями, нормами, вариантами и повторностями в период лета жуков, кладки яиц и вредоносности.

Наблюдения проводились над опытными и контрольными деревьями. Опытные деревья были обработаны эмульсией 20%-ного концентрата гексахлорана, раствором технического гексахлорана и технического ДДТ в дизельном топливе, эмульсией активированного креолина, содержащего 3% гамма-изомера гексахлорана, 30%-ный смачивающий препарат ДДТ, препаратом линдана с ДДТ в нежигающих растения маслах и эмульсией 30%-ного концентрата тиофоса (см. табл.).

Как видно из таблицы, 3%-ная суспензия 30%-ного смачивающего порошка ДДТ никакого эффекта не дает, а 3%-ная эмульсия 30%-ного концентрата тиофоса вызывает смертность на 14,3% и на деревьях, обработанных этими препаратами, лубоед поселяется почти так же, как на контрольных.

20%-ная эмульсия 20%-ного заводского концентрата гексахлорана дает смертность вредителя под корой на 88,2%, но ввиду того что означенный препарат пока еще не выпускается промышленностью, внедрить его в производство не удалось, а 20%-ная эмульсия концентрата технического гексахлорана (тбилисского выпуска) вызывает гибель лубоеда под корой хотя только на 51%, но оставшаяся часть вредителя погибает во время выхода жуков из под коры (с мест окуклиения и зимовки), во время перехода на зимовку и при попытке поселения на спрыснутых местах дерева.

5%-ная эмульсия активированного креолина дает смертность вредителя на 88,2%, но ввиду малого количества яда, опыты в широких масштабах не проводились.

Материалы к применению хим. препаратов против большого елового лубоеда

Результаты испытания различных химических препаратов против большого елового лубоеда в 1961—1963 гг. в Боржомском и Бакурианском лесхозах

Наименование препарата	Концентрация, %	Количество обработанных деревьев	Смертность вредителя, %	Ожог деревьев от препарата %			Примечание
				1961 г.	1962 г.	1963 г.	
Раствор технического гексахлорана в дизельном топливе	2	50	91,0	0	51	61	Нового заселения нет
	3	50	97,8	0	53	59	
	4	100	98,5	0	49	63	
	5	62	98,5	0	51	65	
Раствор технического ДДТ в дизельном топливе	5	50	98,5	0	52	63	
20%-ный заводской концентрат гексахлорана	10	50	61,0	0	0	0	Поселение через год
	15	50	65,0	0	0	0	
	20	50	88,2	0	0	0	
20%-ный концентрат технического гексахлорана	10	100	42,0	0	0	0	Поселение через год
	15	100	46,0	0	0	0	
	20	1000	51,0	0	0	0	
Активированный креолин, содержащий 3% гамма-изомера гексахлорана	5	25	88,2	0	0	0	
Препарат линдан с ДДТ в нежигающих растении маслах	Чистый препарат	50	98,5	0	0	0	
30%-ный смачивающий порошок ДДТ	3	50	0	0	0	0	Поселяется
30%-ный концентрат тиофоса	3	50	14,3	0	0	0	
Контроль—500 деревьев	—	—	0	0	0	0	

Линдан с ДДТ в нежигающих маслах высокоэффективен против большого елового лубоеда, и смертность вредителя достигает 98,5%, но опять-таки, ввиду малого количества яда, требуются широкие опыты и уточнение фитотоксичности.

Нужно отметить, что токсичность концентратов заводского гексахлорана и технического гексахлорана, активированного креолина, линдана с ДДТ в нежигающих маслах сохраняется на деревьях больше, одного года и на них лубоед не поселяется.



Растворы технического гексахлорана и ДДТ в дизельном топливе без разбавления вызывали смертность вредителя на 98,5%, но оказались сильно фитотоксичными.

В сентябре 1962 г. на деревьях, обработанных в предшествующем году, 50% деревьев получили ожоги коры в разной степени опрыснутых частях дерева. Симптомы ожогов были следующие: на высоте 2—3 м, на границе опрыснутой и неопрыснутой части ствола деревьев было отмечено сильное смолотечение, характерное для случаев повреждения коры фитотоксичными инсектофунгицидами. Для подтверждения этого явления были срублены и окорены пять деревьев. Выяснилось, что на опрыснутой части коры дерева луб побурел и засох, а на неопрыснутых местах кора нормальной окраски, живая, хвоя зеленая и под корой имеются поселения вторичных вредителей.

Таким образом, явное отрицательное действие дизельного топлива в условиях Грузии выяснилось через год. При учетах в августе 1963 г. из деревьев, обработанных в 1962 г. раствором технического гексахлорана в дизельном топливе, с расходом 300—400 г яда на 1 м² поверхности ствола, число усыхающих деревьев составляло 60%. В ноябре 1963 г. специальная комиссия установила, что из обработанных означенным препаратом деревьев 67,5% усыхает, из них 31% уже погибли, а 36,5% находились в разной степени усыхания. У погибших от дизельного топлива деревьев зеленая хвоя сохраняется до двух лет, а потом в продолжение одного месяца опадает.

Как видно из вышесказанного, большая часть деревьев, опрыснутых 4%-ным раствором технического гексахлорана в дизельном топливе, гибнет от сильных ожогов и, кроме того, становится очагом распространения вторичных вредителей.

Проблемный совет по большому еловому лубоеду Грузинской ССР после осмотра в Боржомском ущелье усохших и усыхающих деревьев, опрыснутых раствором технического гексахлорана в дизельном топливе, отменил в августе 1963 г. применение означенного препарата и дал поручение Главному лесному управлению Грузинской ССР провести борьбу против большого елового лубоеда путем опрыскивания зараженных деревьев 20%-ной эмульсией 20%-ного концентрата технического гексахлорана до практически достигаемой высоты ствола. С выпуском 20%-ного заводского концентрата гексахлорана (на обогащенном гамма-изомером гексахлоране) опрыскивание следует проводить 20%-ной эмульсией этого препарата.

Конечно, испытания химических препаратов против большого елового лубоеда далеко не закончены, и опыты в этом направлении продолжаются.

Институт защиты растений
Тбилиси

(Поступило в редакцию 16.4.1964)

გეოგრაფია

მ. სუპატაშვილი, ა. მუხაშვილი, ბ. მურხანიძე
 მასალები ნაძვის ღიღი ლაფნიჭამიას წინააღმდეგ
 ქიმიური პრეპარატების გამოყენების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაძვის ღიღი ლაფნიჭამია (*Dendroctonus micans* Kugel.) საქართველოში ძირითადად აზიანებს აღმოსავლეთის ნაძვს (*Picea orientalis* Link.); პარკებში კი — ევროპულსა და ენგელმანის ნაძვს (*P. excelsa* Link. u *P. Engelmanni* Engel.), ხოლო იშვიათად გვხვდება აგრეთვე ფიჭვებდაც.

1961 — 1963 წლებში აღნიშნული მავნებლის წინააღმდეგ ჩვენ გამოვცადეთ სხვადასხვა ქიმიური პრეპარატი, რომელთაგან ნაძვის ღიღი ლაფნიჭამიას წინააღმდეგ მაღალეფექტური აღმოჩნდა ლინდანიისა და დღტ-ს ხსნარი ზეთში, 3%-იანი აქტივირებული კრეოლინისა და გამაზიზომეროიანი ჰექსაქლორანის კონცენტრატი, ტექნიკური ჰექსაქლორანისა და დიზელის საწვავის 4%-იანი ხსნარი.

მართალია, ტექნიკური ჰექსაქლორანის 4%-იანი ხსნარი დიზელის საწვავში იწვევს მავნებლის 100%-მდე სიკვდილიანობას, მაგრამ მისი ხმარება წარმოებაში დაუშვებელია, რადგან იგი ფიტოციდური თვისებებით ხასიათდება და ხეების ხმობას იწვევს.

ჰექსაქლორანის 20%-იანი კონცენტრატის 20%-იანი ემულსია ქერქის ქვეშ მავნებლის მხოლოდ 51%-მდე სიკვდილიანობას იძლევა, მაგრამ მას ახასიათებს საუკეთესო პროფილაქტიკური თვისებები; ფიტოციდური თვისებები კი სრულებით არ აქვს. დღესათვის წარმოებისათვის რეკომენდირებულია აღნიშნული პრეპარატი.

ჰექსაქლორანის 20%-იანი კონცენტრატის 20%-იანი ემულსია ტოქსიკურობას ტყის პირობებში ინარჩუნებს 1 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში და მავნებელი ილუბება ქერქში შეჭრისა და ჭურბოებიდან გარეთ გამოსვლის პერიოდში.

დაიწვეთხული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Старк. Фауна СССР, жесткокрылые (короеды), т. XXXI, М.-Л., 1952.
2. Ш. М. Супаташвили. Большой еловый лубоед и борьба с ним. Тбилиси, 1961.
3. Ш. М. Супаташвили. Биологические особенности большого елового лубоеда и меры борьбы с ним в Грузии. В кн.: „Защита лесных насаждений от вредителей и болезней“, Москва, 1963.

Г. А. ДУЧИДЗЕ

НОВЫЙ ПРЕПАРАТ ПРИ ТРИХОЦЕФАЛЕЗЕ СВИНЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 31.3.1964)

Трихоцефалез свиней широко распространен и причиняет большой экономический ущерб свиноводству. До настоящего времени нет эффективных средств борьбы против этого заболевания. Поэтому изысканию радикальных средств борьбы против трихоцефалеза придается большое научное и практическое значение.

В опытах по изысканию препаратов, эффективно действующих на трихоцефалюсов, были использованы диноксид, ноксид и дихлорфен. Первые два препарата были испытаны также в сочетании с местной глиной аскангель.

Для установления эффективности и токсичности препаратов были использованы всего 67 поросят, в том числе 15 контрольных, 2—3-месячного возраста, естественно инвазированные трихоцефалюсами.

Испытание препаратов проводилось по следующей методике: отобранных инвазированных поросят ставили на голодную диету в течение 12—16 часов, после чего им давали препарат однократно, утром, в дозах из расчета на 1 кг живого веса поросят: 0,15 г диноксида и 0,75 г аскангеля (1:5); 0,15 г ноксида в чистом виде или же в сочетании с 0,15 г аскангеля и 0,75 г аскангеля; 0,5 г дихлорфена. Препараты давали поросят индивидуально, вместе с комбинированным кормом, охотно поедаемым поросенком в один прием, или же групповым способом, с кормом. Опыты длились в течение 6—7 дней.

Учет эффективности вели путем ежедневного овоскопического исследования фекалий подопытных и контрольных поросят во время опыта и контрольным вскрытием животных по завершению его.

Сопоставлением данных, полученных от поросят подопытных и контрольных групп, делали заключение об эффективности препаратов.

Опыты были разбиты на три этапа. В первом этапе использованы шесть подопытных и два контрольных поросенка. Результаты этих экспериментов приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, наилучшие результаты получены от применения ноксида.

Копрологические исследования показали, что после применения препарата уже со второго дня количество выделяемых яиц трихоцефалюсов значительно уменьшается.

Таблица 1
Сравнительная эффективность антгельминтиков при трихоцефалезе свиней

№ поросят	Живой вес, кг	Заражен-ность до ле-чения (ко-личество яиц)	Наименование препарата	Дата лече-ния	Доза на 1 кг живого веса, мг	Доза на жи-вотного, г	Результаты обследования (количе-ство экземпляров)					Гельминтологи-ческое вскрыти 17/V — 1963 г.
							13/V	14/V	15/V	16/V	17/V	
1	11,5	7	диноксид с аскангелем	11/5	150 75	1,7 8,7	6	7	6	4	3 геморрагическое воспаление толстой кишки	
2	15	12	диноксид с аскангелем	11/5	150 75	2,25 11,3	12	27	22	18	15	
3	11,5	14	ноксид с аскангелем	11/5	150 75	1,7 8,7	1,0	0	0	0	1	
4	18	22	ноксид с аскангелем	11/5	150 75	2,7 13,6	9	2	2	0	0	
5	12,5	8	дихлорофен	11/5	500	6,25	24	21	6	3	0	
6	14	5	"	11/5	500	7	18	16	19	20	32	
7	16	12	контроль	—	—	—	4	39	27	16	32	
8	13	11	"	—	—	—	15	33	11	27	17	

Вскрытием установлено, что из двух поросят, получивших данный препарат, полностью освободился от трихоцефалюсов один, а у другого найден всего один экземпляр гельминта.

Таблица 2
Эффективность ноксида при трихоцефалезе свиней

№ поросят	Живой вес	Заражен-ность до ле-чения (ко-личество яиц)	Наименование препарата	Дата лече-ния	Доза на 1 кг живого веса, мг	Доза на жи-вотного, г	Результаты обследования (количе-ство экземпляров)					Гельминто-лог. вскрыт. 24/V — 1963 г.
							20/V	21/V	22/V	23/V	24/V	
9	16	12	контроль	—	—	—	10	26	24	18	22	84
10	20	12	"	—	—	—	12	25	14	50	52	144
11	16	6	"	—	—	—	18	16	27	25	20	128
12	8	9	"	—	—	—	9	12	7	13	8	49
13	8	12	"	—	—	—	17	9	14	11	12	53
14	13	15	ноксид	19/5	150	1,95	29	0	3	0	0	0
15	7,5	18	"	"	150	1,125	22	6	0	0	0	0
16	11	54	"	"	150	1,65	54	15	12	0	0	0
17	14	18	"	"	150	2,1	17	9	2	0	0	0
18	16	13	"	"	150	2,4	19	6	1	0	0	0

После применения диноксида уменьшение количества яиц в мазках не наблюдалось. При вскрытии поросят в обоих случаях найдены гельминты — соответственно три и 15 экземпляров.

После применения дихлорофена один из двух поросят освободился от трихоцефалюсов, а у другого найдены 32 гельминта.

У контрольных поросят при вскрытии найдены соответственно 32 и 17 трихоцефалюсов.

Помимо эффективности, на подопытных поросятах путем клинических наблюдений и исследований изучалось действие препаратов на организм животного. Выяснилось, что приведенные в таблице дозы ноксиды и дихлорофена переносятся поросятами свободно, без каких-либо клинически заметных отклонений от нормального состояния организма.

Установление токсических и летальных доз ноксиды для поросят

Таблица 3

№ поросят	Возраст в месяцах	Живой вес, кг	Доза на 1 кг живого веса, г	Доза на поросенка г	Результаты исследования		Примечания
					пал или выжил	пал	
1	2	8,5	0,3	2,55	выжил	—	Отмечены признаки отравления
2	2,5	11	0,3	3,3	"	—	
3	2	7	0,3	2,1	"	—	
4	3	9,5	0,4	3,8	"	—	Отмечены признаки отравления
5	3	12	0,4	4,8	"	—	
6	2,5	10	0,4	4,0	"	—	
7	2	9	0,5	4,5	"	—	Отмечены слабые признаки отравления
8	3	12	0,5	6,0	"	—	
9	3	10	0,5	5,0	"	—	
10	3	7,5	0,6	4,5	"	—	Отмечены сильные признаки отравления
11	2,5	8	0,6	4,8	"	—	
12	2,5	8	0,6	4,8	"	—	
13	3	10	0,7	7,0	"	—	Отмечены сильные признаки отравления
14	3	11	0,7	7,7	"	—	
15	2,5	11	0,7	7,7	"	—	
16	2,5	7	0,65	4,55	пал	на 3-й д.	Сильные признаки отравления
17	2,5	8	0,65	5,2	выжил	—	
18	2	8,5	0,65	5,52	пал	на 3-й д.	
19	2	8	0,75	6,0	"	—	Препарат дан вместе с кормом
20	3	9	0,75	6,75	"	—	
21	3	10	0,75	7,5	"	—	
22	2,5	9	0,8	7,2	"	—	Токсических явлений не было
23	3	10,5	0,8	8,4	"	на 3-й д.	
24	2	8	0,8	6,4	выжил	на 3-й д.	
25	2,5	7,5	1,0	7,5	"	—	
26	2	8	1,0	8,0	"	—	
27	3	11	1,0	11,0	"	—	

Что касается диноксиды, то у поросят со второго дня его применения отмечались угнетенное состояние, потеря аппетита, легкое расстройство пищеварительного тракта.

При макроскопическом осмотре внутренних органов прирезанных восьми поросят только у поросят № 1 и 2, получивших диноксид, были отмечены: геморрагическое воспаление тонкого и толстого отделов кишечника, цианоз почек, печени, точечные кровоизлияния на эндокарде.

Таким образом, лучшие результаты из испытанных препаратов показал ноксид, поэтому в следующем опыте мы испытали только этот препарат. Исследовались 10 поросят, из которых пять были контрольными, а пять — подопытными. Результаты приведены в табл. 2, из которой видно, что ноксид в дозе 150 мг на 1 кг живого веса поросенка обладает высокой эффективностью при трихоцефалезе свиней.

Исследования показали, что на третий день лечения количество яиц трихоцефалюсов в фекалиях значительно уменьшается, а на пятый день они совершенно исчезают. На шестой день всех поросят вскрыли. Из пяти подопытных поросят все оказались свободными от трихоцефалюсов, в то время как у контрольных поросят найдено 49—144 гельминта.

Для изучения действия терапевтической дозы ноксида у трех поросят исследовали мочу. Исследование мочи на белок и кровь проводилось до дачи поросятм препарата в течение 3 дней и после лечения ежедневно в течение 6 дней до прирезки животного. В моче не было обнаружено ни белка, ни крови, что указывает на безвредность лечебной дозы ноксида для поросят. Наряду с изучением гельминтоцидной природы препаратов немаловажное значение имеет выявление токсических и летальных доз их для животных.

Таблица 4

Результаты копрологических обследований и гельминтологического вскрытия поросят, леченных ноксидом серии А, Б, В, Г

№ поросят	Количество яиц трихоцефалюсов в капле				Вес поросят, кг	Доза препарата, г	Дата лечения	Вскрытие		ЭЭ %	ИЭ %
	5/1	6/1	7/1	8/1				Дата	Количество гельминтов		
	Индивидуальная дача препарата в капсулах										
13	51	27	10	64	16,5	2,5	9/1	17/1	0		
	Групповая дача препарата с кормом										
66	10	5	9	6	16				16		
6	5	6	3	8	14				3		
56	25	39	64	70	13				0		
5	7	10	8	9	13				19		
15	44	54	30	37	17				7		
										33,3	83,5

С этой целью мы испытали повышенные дозы ноксида. Всего обследовалось 27 поросят, живым весом от 7 до 14 кг. Поросята были разделены на девять групп по три поросенка в каждой. Испытаны дозы

на 1 кг веса животного от 0,3 до 1,0 г препарата. Результаты приведены в табл. 3, которая показывает, что ноксид в дозе от 0,3 до 0,5 г. на 1 кг живого веса поросят переносится животными свободно, без каких-либо клинически заметных признаков отравления.

Токсической дозой препарата является 0,55 на 1 кг живого веса поросенка. При этой дозе наблюдается угнетенное состояние, поросята большей частью лежат, с трудом встают, отмечается расстройство пищеварительного тракта, слюнотечение. В таком состоянии поросята находятся 2—3 дня, после чего выздоравливают.

Таблица 5
Результаты копрологических обследований и гельминтологического вскрытия поросят, леченных ноксидом последней серии (группа 2)

№ поросят	Количество яиц трихоцефалюсов в капле				Вес поросят, кг	Доза препарата, г	Дата лечения	Вскрытие		ЭЭ %	ИЭ %
	5/1	6/1	7/1	8/1				Дата	Количество гельминтов		
Индивидуальная дача препарата в капсулах											
115	8	12	5	6	13	1,9	9/1	17/1	13		
3	22	20	7	8	13,5	2,0			31		
116	16	14	17	14	17	2,6			25		
Групповая дача препарата с кормом											
78	11	12	7	7	15	10,2 г ноксида на всю группу			0		
48	4	8	4	12	14				0		
2	14	41	12	8	12,5				3		
65	4	5	4	1	12,5				3		
97	11	10	8	6	14				33		
									25	79,5	

Летальной дозой ноксида является 0,65 г на 1 кг живого веса. При вскрытии в трупе поросенка изменения были найдены в желудке, в тонком и толстом отделах кишечника, в печени, почках, на эндокарде.

В третьем опыте 22 поросят 2,5—3,5-месячного возраста предварительно четыре раза обследовали на наличие яиц трихоцефалюсов. Опытные поросята были распределены на три группы согласно степени зараженности и живому весу.

На первой группе поросят (шесть голов) испытывали ноксид серий А, Б, В, Г. На второй группе поросят проверяли эффективность ноксида новой серии. Третья группа поросят служила контролем и препарата не получала. Поросятам первых двух групп назначили ноксид в дозе 0,15 г на 1 кг живого веса.

В первой группе один поросенок получил ноксид индивидуально, а пять поросят—групповым методом с кормом. Общий вес для поросят,

получивших ноксид групповым методом, составлял 73 кг, общая доза препарата—11 г.

Трем поросётам второй группы назначали ноксид новой серии, индивидуально, а пяти поросётам — групповым методом с кормом (общий вес поросётов в группе равнялся 68 кг, доза ноксида—10,2 г).

Индивидуально препарат вводили в желатиновых капсулах, групповым методом—с небольшим количеством увлажненной кукурузной муки. Воду животным до дачи препарата не давали, слабительное не назначали.

На протяжении всего опыта ежедневно от каждой группы собирали фекалии, которые просматривали на наличие отошедших гельминтов. Собранных трихоцефалюсов подсчитывали отдельно от каждой группы.

Таблица 6
 Результаты копрологических обследований и гельминтологического вскрытия поросётов контрольной группы (группа 3)

№ поросят	Количество яиц трихоцефалюсов в капле				Вес поросят, кг	Вскрытие		
	5/1	6/1	7/1	8/1		Дата	Количество гельминтов	
16	7	6	3	1	13,5	16/1	33	
90	13	7	7	10	12		56	
21	18	18	16	15	20		177	
30	4	5	4	3	16		4	
32	52	55	10	42	16		88	
75	7	5	8	6	16,5		85	
8	18	18	1	3	12,5		48	
4	4	5	6	4	13		37	
							528, в среднем 66	

Забой опытных поросётов произведен на 8—9-й день после проведенной дегельминтизации. Результаты копрологических обследований и гельминтологического вскрытия отражены в табл. 4, 5 и 6.

Из табл. 4 видно, что при гельминтологическом вскрытии поросётов, леченных ноксидом, в кишечнике были обнаружены от трех до 19 трихоцефалюсов, в общем количестве 45, в среднем на каждого поросенка—11,2 экземпляра. Два поросенка из шести оказались свободными от трихоцефалюсов, у остальных произошло резкое снижение инвазии. При вскрытии все восемь контрольных поросётов оказались зараженными трихоцефалезом. У восьми поросётов в кишечниках обнаружено 528 трихоцефалюсов (в среднем у каждого зараженного поросенка 66 экземпляров). Экстенсивность серии ноксида составляет 33,3% и интенсивность 83,5%.



При вскрытии поросят, леченных ноксидом новой серии (табл. 5), обнаружено от трех до 33 трихоцефалюсов. Всего найдено 108 экземпляров, в среднем у каждого зараженного поросенка—18. Полностью от трихоцефалюсов из восьми поросят освободились два. Экстенсивность препарата составила 25% и интенсивность—79,5%.

За время опыта у поросят первой группы с фекалиями выделялось 190 трихоцефалюсов, у поросят второй группы—16. Отхождение трихоцефалюсов в основном происходило на 3—4-й день после лечения.

На протяжении всего опыта видимых клинических отклонений от нормального состояния организма нами отмечено не было. У контрольных поросят за время опыта отхождение гельминтов с фекалиями зарегистрировано не было.

В заключение можно сказать, что ноксид является высокоэффективным гельминтоцидным препаратом при трихоцефалезе свиней и одновременно безвредным в лечебных дозах. Разница между лечебной и токсическими дозами достаточно велика и поэтому применение препарата в широкопроизводственных условиях не представляет опасности.

Зоотехническо-ветеринарный
учебно-исследовательский институт
Тбилиси

(Поступило в редакцию 31.3.1964)

პარაზიტოლოგია

გ. ლუჩინძე

პრეპარატი ღორის ტრიქოცეფალოზის წინააღმდეგ

რეზიუმე

ღორის ტრიქოცეფალოზი ფართოდ გავრცელებული დაავადებაა და მეცხოველეობას საგრძნობ ზარალს აყენებს. ვეტერინარულ პრაქტიკას დღემდე ამ დაავადების საწინააღმდეგო ეფექტური საშუალება არ გააჩნია. აღნიშნულიდან გამომდინარე, გამოიხედა ახალი, ეფექტური საშუალებებისას, რომლებიც მომაკვდინებლად იმოქმედებდნენ ტრიქოცეფალუსებზე, დიდი მეცნიერული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ამ დაავადების საწინააღმდეგოდ ჩვენ გამოვცადეთ დიქლოროფენი, დი-ნოქსიდი და ნოქსიდი.

ცდები ჩატარდა სულ ტრიქოცეფალუსებით დაინვაზირებულ 67 გოჭზე. გოჭების ასაკი 2—3 თვეს შეადგენდა.

პრეპარატები გამოცდილ იქნა დეჰელმინთიზაციის როგორც ინდივიდუალური, ისე ჯგუფური წესით. ინდივიდუალური გამოცდისას პრეპარატებს ვაძლევედით ქელატინის კაპსულებში, ხოლო ჯგუფური მეთოდისას — კომბინირებულ საკვებთან, სიმინდის ან ქერის ფქვილთან შერევით.

დინოქსიდი და ნოქსიდი გამოცდილ იქნა დოზით გოქის 1 კგ ცოცხალ წონაზე 0,15 გ სუფთა სახით, ანდა თიხა ასკანგელთან ერთად, ხოლო დიქლოროფენი დოზით 0,5 1 კგ ცოცხალ წონაზე, სუფთა სახით.

ჩატარებული ცდებით დადგინდა, რომ აღნიშნული პრეპარატებიდან ყველაზე დიდი ეფექტურობით ხასიათდება ნოქსიდი; მისი ინტენსივურობა 100%-მდე აღწევს. სამკურნალო დოზა გოქის ორგანიზმზე რაიმე მავნე შემოქმედებას არ იჩენს.

ცდებით დადგენილია, რომ გოქებისათვის ტოქსიური დოზა წარმოადგენს 0,6 გ, ხოლო ლეტალურს — 0,65 გ ყოველ 1 კგ ცოცხალ წონაზე.

ნოქსიდის სამკურნალო და ტოქსიკურ დოზებს შორის ზღვარი საკმაოდ დიდია. ამიტომ პრეპარატის გამოყენება ფართო საწარმოო პირობებში საშიშროებას არ წარმოადგენს.

თ. მუსხელიშვილი

ახალი მონაცემები კავკასიური სალამანდრას—*MERTENSIELLA CAUCASICA* (WAGA) — გამრავლების უმსახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 10.2.1964)

კავკასიური სალამანდრას გამრავლების შესახებ ლიტერატურაში არავითარი კონკრეტული მონაცემები არ მოიპოვება. მიუხედავად იმისა, რომ ეს სახეობა მრავლად არის წარმოდგენილი მცირე კავკასიონის დასავლეთ ნაწილში და შედარებით ადვილი ხელმისაწვდომია, ჰერპეტოლოგებს დღემდე გადაწყვეტილი არ ჰქონდათ, ცოცხლად მოზობია ის, თუ კვერცხმდებელი. ასე, მაგალითად, ა. ნიკოლსკის [1] სიტყვებით „ითქმის ეჭვს გარეშეა, რომ კავკასიური სალამანდრა, თავისი ევროპული ნათესავების მსგავსად, ცოცხალ ნაშიერებს შობს“; ამავე აზრს ემხრობა ზ. ექვთიმიშვილიც [2], თუმცა მისივე სიტყვებით „არსებული მასალა არ იძლევა გადატვირთულ პასუხს“ ამ საკითხზე. ასეთივე აზრისაა აგრეთვე ნ. ვერეშჩაგინიც [3]. ა. ჯანაშვილის [4] თქმით, სალამანდრა, „როგორც ჩანს, შობს ცოცხალ ნაშიერებს, თუმცა უნდა ითქვას, რომ გამრავლების საკითხი ჯერჯერობა არაა დადგენილი“. პ. ტერენტიევისა და ს. ჩერნოვის [5] აზრით კი სალამანდრა, „როგორც ჩანს, წყალში მსხვილ კვერცხებს დებს“.

1963 წლის 10 ივნისს ი. დარევესკიმ და ვ. პოლოჟიჩინამ ბანისხევში (ბორჯომთან) პატარა და ცივ ლელეში მოიპოვეს ფოთოლზე დადებული კავკასიური სალამანდრას ქვირითი (იხ. სურ.), რომელიც ამჟამად ინახება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის ფონდებში.

ქვირითი მოპოვებულია სალამანდრას ტიპიურ ადგილსამყოფელოში, იქ, სადაც განსაკუთრებით მრავლადაა წარმოდგენილი ეს სახეობა, რამდენიმე დედლის მახლობლად; შედგებოდა 90 კვერცხისაგან და გროვის სახით იღო ფოთოლზე.

კვერცხების ფორმა სფერულია.

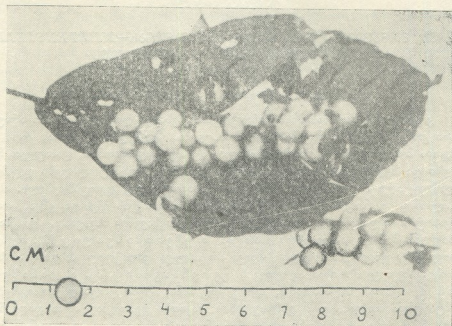
ცალკეული კვერცხების განზომილები ასეთია:

მთლიანი კვერცხების დიამეტრი—6,7—7,7 მმ;

ცილოვან გარსს მოცილებული კვერცხების დიამეტრი (ე. ი. კვერცხების დიამეტრი ყვითროვან გარსში)—5,2—6,4 მმ.

კვერცხების დიამეტრი გარსების გარეშე—4,2—4,7 მმ.

ყველაზე დამახასიათებელია ამ ქვირითისათვის (ის, რაც მას ყველა დანარჩენი კავკასიური ამფიბიის ქვირითისაგან განასხვავებს) უგარსო კვერცხების დიდი დიამეტრი—4,2—4,7 მმ, (*Rana ridibunda*, *R. camerani*, *R. macrocnemis*, *Bufo viridis*, *B. bufo*, *Hyla arborea*, *Pelobates syriacus*, *Pelodytes caucasicus* და *Triturus*-ის გვარის სამივე წარმომადგენლის კვერცხის დიამეტრი მერყეობს 1,0—2,0 მმ-ის ფარგლებში).



სურ. ფოთოლი სალამანდრას კვერცხებით

კვერცხის ყვირის გარსის ქვეშ უმეტეს შემთხვევაში მოცემულია ერთი ან რამდენიმე მსხვილი ცხიმის წვეთი, რომელიც პერივიტელინურ სითხეში იმყოფება.

როგორც ჩანს, ქვირითი ახალი დაყრილი უნდა ყოფილიყო.

ამგვარად, დადასტურებულად შეიძლება ჩაითვალოს ის ფაქტი, რომ კავკასიური სალამანდრა კვერცხმდებელი ცხოველია, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ეს სრულებით არ გამორიცხავს მოცემული სახეობის ცოცხლად მშობიარობის პოტენციალურ შესაძლებლობას უფრო მკაცრ კლიმატურ პირობებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.2.1964)

Т. А. МУСХЕЛИШВИЛИ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАЗМНОЖЕНИИ КАВКАЗСКОЙ
САЛАМАНДРЫ—*MERTENSIELLA CAUCASICA*
(WAGA)

Резюме

10 июня 1963 г. в Банисхеви (около Боржоми) И. С. Даревским и В. Ф. Положихиной добыта кладка кавказской саламандры, состоящая из 90 икринок (яиц), которая была любезно предоставлена в наше распоряжение. Яйца характеризуются следующими показателями:

- диаметр яиц в белковой оболочке—6,7—7,7 мм;
- диаметр яиц в желточной оболочке—5,2—6,4 мм;
- диаметр яиц без оболочек—4,2—4,7 мм.

Характерной чертой описываемой икры является значительно большей диаметр яиц, освобожденных от оболочек, чем у всех остальных кавказских земноводных.

Яйца сферической формы и в большинстве случаев под желточной оболочкой содержат одну или несколько капель жира, находящихся в первителлиновой жидкости.

Таким образом, можно считать установленным факт, что кавказская саламандра яйцекладущая, хотя и не исключается потенциальная возможность живорождения в более суровых климатических условиях.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся и земноводные Кавказа. Тифлис, 1913.
2. ზ. ეჭვთიმიშვილი. საქართველოს ამფიბიების სარკვევი. თბილისი, 1948.
3. Н. К. Верещагин. Земноводные Кавказа. Животный мир СССР, т. V, 1958.
4. ა. ჯანაშვილი. საქართველოს ცხოველთა სამყარო, ტ. III, ხერხემლიანები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა, 1963.
5. П. В. Терентьев и С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных. Советская наука, М., 1949.



ფიზიოლოგია

ნ. სინბარულიძე

საფეთქლის წილბების სხვადასხვა უზნის ამოკვეთის გავლენა
 მხედველობის ფუნქციაზე ძალღებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 15.1.1964)

თავის ტვინის ქერქის მიდამოს სრული და ნაწილობრივი ამოკვეთის გავლენა მხედველობის ფუნქციაზე მრავალმა მკვლევარმა შეისწავლა [1, 2, 3, 4]. ამ გამოკვლევებით ცნობილია, რომ უმადლეს ხერხემლიან ცხოველებში კეფისძიდამოს სრული ან ნაწილობრივი ამოკვეთის შედეგად ადგილი აქვს მხედველობის ფუნქციაში განსხვავებული სახის დარღვევებს. მაგრამ საკითხი იმის შესახებ, აქვს თუ არა თავის ტვინის ქერქის სხვა მიდამოებს რაიმე კავშირი მხედველობით ფუნქციასთან, ჯერ კიდევ საკვებით გარკვეული არ არის.

კლინიკური დაკვირვებებიდან ცნობილია, რომ საფეთქლის წილის ქერქის შუა და ქვედა ნაწილების გაღიზიანებისას ადამიანებში ადგილი აქვს მხედველობითი და სმენითი შეგრძნებების აღმოცენებას [5]. გარდა კლინიკური შემთხვევებისა, მკვლევართა ერთი ნაწილის მიერ მაიმუნებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან გარკვეულ იქნა, რომ საფეთქლის მიდამოს ქვედა და შუა ნაწილების ამოკვეთისას ირღვევა რთული ქცევითი აქტები მხედველობით გამღიზიანებელზე [6, 7]. მკვლევარების მიერ მაიმუნებზე ჩატარებული ცდებით დადგინდა იქნა, რომ საფეთქლის წილის ქვედა და შუა ნაწილებს აქვს უშუალო კავშირი ვიზუალურ ფუნქციასთან: ამ მიდამოს ბილატერალური დარღვევის შემდეგ ცხოველებს ეკარგებოდა შედარებით რთული მხედველობით გამღიზიანებელთა გარჩევის უნარი (სხედასახვა ფორმის ფიგურები, ფერები).

ვინაიდან ძალღებში ქერქული ველების დიფერენცირება ჯერ კიდევ არ აღწევს ისეთ საფეხურს, როგორც ამას ადგილი აქვს მაიმუნებში, საინტერესოდ მივიჩნეით გამოგვეკვლია აქვს თუ არა ძალღებში საფეთქლის წილის ქერქს რაიმე კავშირი მხედველობით ფუნქციასთან. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი მკვლევარის [8, 9, 10] მიერ ჩატარებული გამოკვლევების მიხედვით, ძალღებში საფეთქლის წილის შუა და ქვედა ნაწილების ამოკვეთისას აღინიშნება გარკვეული დარღვევები მხედველობით ფუნქციაში. მაგრამ მიხეზი, თუ რის გამო უნდა ხდებოდეს მხედველობის ფუნქციის დარღვევა ამ ძიდამოთა ამოკვეთის შედეგად, ჯერ კიდევ არაა გარკვეული. ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ძალღებში საფეთქლის წილების სწორედ ამ ნაწილების ექსტირპაციის გავლენა მხედველობით ფუნქციაზე.

მეთოდოლოგია

ცდებს ვატარებდით თავისუფალი მოძრაობის მეთოდით [11] დიდ, სპეციალურად მოწყობილ საექსპერიმენტო ოთახში. ცხოველებს წინასწარ ვაჩვენებდით საექსპერიმენტო გარემოს; შემდეგ კი ვიწყებდით ეკრანზე პროექცირებულ სხვადასხვა ცხოველების ფიგურებზე გაავტომატებული კვებითი ქცევის გამომჟღავნებას საკვები ყუთებისავე. პირობით გამოღიზიანებლად გამოყენებული იყო ძაღლის, კატის, ქათმის, კურდღლის და აგრეთვე მათი სხეულის ნაწილების ფიგურები. გარდა ამისა, პირობით სიგნალებად გამოყენებული იყო აგრეთვე ბგერითი გამოღიზიანებელიც (ზარი და გენერატორის სხვადასხვა სიხშირის ბგერები).

ამავე ძაღლებზე შევისწავლეთ სივრცეში ორიენტაციის უნარი მსხვილ-ლობითი და სმენითი რეცეპციის საფუძველზე. ცხოველებს გალიაში ვაჩვენებდით ჯამს საკვებით და შემდეგ ჯამს ვათავსებდით საექსპერიმენტო ოთახის რომელიმე ადგილზე თეჯირის უკან. ამის შემდეგ დროის სხვადასხვა ინტერვალში ძაღლებს ვუშვებდით გალიიდან და ვაკვირდებოდით მათ ქცევას. გარდა ამისა, საექსპერიმენტო ოთახის სხვადასხვა ადგილებში ვაკაჟუნებდით ჯამს ისე, რომ ცხოველი ჩვენ ვერ გვხვდავდა და ამ შემთხვევაშიც დროის სხვადასხვა ინტერვალში ვუშვებდით ძაღლებს გალიიდან და ვაკვირდებოდით მათ ქცევას.

ნორმალურ ძაღლებს აღნიშნული სახის ცდების ჩატარების შემდეგ თავის ტვინის საფეთქლის წილიდან ვუკვეთავდით ექტო-და სუპრასილივიუსის ხვეულების შუა და უკანა ნაწილებს ჯერ მხოლოდ ერთი ჰემისფეროდან. ოპერაციის შემდეგ მე-7 — მე-10 დღიდან ოპერირებულ ცხოველებზე შეისწავლებოდა იგივე რეაქციები, რაც ნორმალურზე. რამდენიმე კვირის შემდეგ ოპერაციას ვატარებდით მეორე ჰემისფეროზედაც; ვკვეთავდით იმავე უბნებს მეორე ჰემისფეროდანაც. აღნიშნულ მიდამოთა ორმხრივი ამოკვეთის შემდეგ რძდები თვის განმავლობაში ცხოველები გვყავდა დაკვირვების ქვეშ.

ცდის შედეგები

ეკრანზე ფიგურის პროექცირება მუშაობის პირველ დღეებში ცხოველებს სხვადასხვა ემოციურ განცდას იწვევდა: ძაღლები მიდიოდნენ ეკრანთან, ყროსადნენ იქ გამოსახულ ფიგურებს, იწყებდნენ წკმუტუნს, ყფას; ასე მაგ. კატის ფიგურის ეკრანზე პროექცირებისას ძაღლები იწყებდნენ ღრენას, სწრაფად გარბოდნენ ეკრანისაკენ. უნდა აღინიშნოს, რომ არა მხოლოდ ცხოველის ფიგურა, არამედ მისი რომელიმე ნაწილიც კი. ასე, მაგალითად, ძაღლის ან კატის თავი, სხეულის წინა ან უკანა ნაწილი იწვევდა ძაღლებში იმავე ემოციურ რეაქციებს, რასაც მთელი ფიგურის პროექცირება; შემდეგ ცდებში ასეთი რეაქციები თანდათანობით ქრებოდა. ფიგურის ჩვენებისას ცხოველის საკვები ყუთისაკენ 9 — 10-ჯერ წაყვანისა და კვების შემდეგ ეკრანზე ფიგურის გამოჩენა უკვე ხდებოდა პირობით სიგნალად. ამავე ძაღლებზე ბგერაზე პი-

რობითი რეფლექსების გამომუშავება ხდებოდა უფრო ადვილად და სწრაფად ვიდრე ეკრანზე პროეცირებულ ფიგურებზე.

სმენით გამლიზიანებელზე ჩვენ მიერ პირობითი რეფლექსები გამომუშავებულ იქნა გენერატორის ბგერაზე (600Hz), სადიფერენციაციოდ გამოყენებული იყო ზარი და გენერატორის ბგერა (500Hz), როდესაც პირობით მხედველობით და ბგერით სიგნალებზე ცხოველის კვებით ქცევა ვაავტომატებული და დიფერენცირებული ხდებოდა, შევისწავლიდით იმავე პირობით სიგნალებზე ძალღებში დაყოფნებულ რეაქციებს. ძალღებს 5" — 7"-ის განმავლობაში ვაძლევდით პირობით სიგნალებს. სიგნალის გამორთვის შემდეგ ძალღებს ვუშვებდით გალიიდან და ვაკვირდებოდით მათ ქცევას.

პირობითი გამლიზიანებლის მოქმედების შემდეგ 5 — 6 წუთის განმავლობაში ძალღები სწორედ მიდიოდნენ შესაბამისი საკვების ყუთისაკენ. ამ ძალღებზე ჩვენ შევისწავლიდით აგრეთვე მათ სივრცით ორიენტაციას ცნობილი მეთოდით [11]: ძალღებს სხვადასხვა ადგილას ვაჩვენებდით ჯამებს ხორციით, პურით და აგრეთვე ცარიელ ჯამებს. რამდენიმე წუთის შემდეგ ძალღებს ვუშვებდით გალიიდან და ვაკვირდებოდით მათ ქცევას. ისინი პირველ რიგში ყოველთვის მიდიოდნენ იმ ადგილისაკენ, სადაც ენახათ ხორცი. ძალღების სივრცეში ორიენტაციის უნარი სმენითი რეცეფციის საფუძველზე შეისწავლებოდა ასეთი ცდებით: საექსპერიმენტო ოთახის სხვადასხვა ადგილებში ვაკაუნებდით ჯამს, ისე რომ ცხოველი ჩვენ ვერ გვხვდავდა (ჯამის კაუნზე ცხოველს წინასწარ რამდენჯერმე მივეციით საკვები). ამის შემდეგ დროის სხვადასხვა ინტერვალებში ვუშვებდით ძალღებს გალიიდან და ვაკვირდებოდით მათ ქცევას. გამოირკვა, რომ როგორც სმენითი, ისე მხედველობითი რეცეფციის საფუძველზე აღძრული საკვების ადგილმდებარეობის ხატი ცხოველებს რამდენიმე წუთის (5 — 6) განმავლობაში ენახებოდა.

ზემოთ აღწერილი ცდების ჩატარების შემდეგ ძალღებზე ვატარებდით ოპერაციებს; ერთი ჰემისფეროს ქერქიდან ვკვეთავდით ექტო- და სუპრასილვიუსის ხვეულების შუა და უკანა ნაწილებს. პირველ ხანებში ცხოველთა ხვეულებრივი ქცევა დარღვეული იყო, რაც ვფიქრობთ, გამოწვეულია ოპერაციის ტრავმული მოქმედებით. რამდენიმე დღის შემდეგ კი ძალღები უკვე ხვეულებრივ ახდენდნენ ორიენტირებას გარემოში. ამავე დროს ისინი სწორად რეაგირებდნენ ეკრანზე ფიგურის გამოჩენაზე როგორც მარცხენა, ისე მარჯვენა თვალის დაფარვის დროს. ბგერაზე გამომუშავებულ პირობითი რეფლექსებიც აღნიშნული ოპერაციის შემდეგ კვლავ მიმდინარეობდა, როგორც ოპერაციამდე. საფეთქლის წილის ექტო-და სუპრასილვიუსის ხვეულების უკანა და შუა ნაწილების ცალმხრივი ამოკვეთა არ ახდენს თითქმის არავითარ გავლენას ცხოველის სივრცეში ორიენტაციაზე და დიფერენცირებულ ვაავტომატებულ კვებითს ქცევაზე, რაც გამომუშავდა ეკრანზე პროეცირებულ სხვადასხვა ფიგურაზე და ბგერით გამლიზიანებელზე.

ზემოთ აღწერილი ცდების ჩატარების შემდეგ ძალღებს მეორე ჰემისფეროდანაც ვკვეთდით ზემოთ აღნიშნულ უბნებს. ოპერაციის შემდეგ, დაახლოებით 2 — 3 კვირის მანძილზე, ოპერირებულ ძალღებს საგრძნობლად ერღვე-

ოდან სმენითი და მხედველობითი მიმღებლობა. სმენითი და მხედველობითი პირობითი გამლიზიანებლები ცხოველებში იწვევდა რაღაც გაურკვეველ მოძრაობებს ეკრანისაკენ, სადაც პირობითი სიგნალები იყო გამოსახული.

ოპერაციის შემდეგ შედარებით სწრაფად იქნა აღდგენილი ბგერითი პირობითი რეაქციები და აგრეთვე ცხოველთა სივრცეში ორიენტაცია, რომელიც შეისწავლებოდა სმენითი რეცეპციის საფუძველზე. 2—2, 5 თვის შემდეგ ძალღებში სავსებით აღდგა ბგერით პირობით გამლიზიანებელთა ნატიფი დიფერენციაცია და აგრეთვე სივრცეში ორიენტაციის უნარი სმენითი რეცეპციის საფუძველზე.

მუშაობის შემდგომ პერიოდში აღმოჩნდა, რომ ამ ძაღლებს სავსებით არ დაჰკარგვიათ საგნობრივი მხედველობა, არამედ იგი დიდი ხნის განმავლობაში დარჩა ნაწილობრივ დარღვეული, დაირღვა პირობითი სიგნალების ნატიფი დიფერენცირების უნარი: ოპერაციის შემდეგ 3—3, 5 თვის განმავლობაში ძალღი ვერ ახდენდა პირობითი ფიგურის ცალკეული ნაწილების დიფერენცირებას, მაგრამ მე-4 თვიდან ძაღლებს აღუდგათ ეს ფუნქციაც.

მუშაობის შემდგომ პერიოდში აღმოჩნდა, რომ ოპერირებულ ძაღლებს დარღვეული ჰქონდათ სიგნალებზე დაყოვნებული რეაქციები: რეაქციათა დრო საგრძნობლად შემცირდა; როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნორმალურ ძაღლებს საკვების ადგილმდებარეობის ხატი, ადრული პირობითი ფიგურის მოქმედებით, ენახებოდა პირობითი ფიგურის გამორთვიდან 7—9 წუთის განმავლობაში, ოპერირებული ძაღლები (აქტო- და სუპრასილივიუსის ხეულების შუა და უკანა ნაწილების ორმხრივი ამოცლა) პირობითი სიგნალის გამორთვიდან 10" — 15"-ის განმავლობაში სწორად მიდიოდნენ სიგნალის შესაბამისი საკვები ყუთისაკენ, ამ დროის შემდეგ კი მათ ეკარგებოდათ საკვების ადგილმდებარეობის ხატი (იხ. ოქმი № 1).

ოქმი № 1

20.V.1963 წ. ძაღლი „მარსი“

ძაღლს ამოკვეთილი აქვს ორივე ჰემისფეროდან სუპრა და ექტოსილივიუსის შუა და უკანა მიდამოები. ოპერაციამდე ძაღლზე შეისწავლებოდა გაავტომატებული კვებითი ქცევა სხედასხვა ფიგურებსა და ბგერებზე და დაყოვნებული რეაქციები. ძაღლს გამოუმუშავებული ჰქონდა კვებითი ქცევა № 1 ყუთისაკენ გენერატორის ბგერაზე 600Hz, № 2 ყუთისკენ — ხარზე, № 3 ყუთისკენ — ყურდღლის ფიგურაზე და № 4 ყუთისკენ — ქათმის ფიგურაზე. ეკრანის განათება, პირობითი ფიგურების ცალკეული ნაწილები და გენერატორის ბგერა 500Hz იყო კვების უარყოფითი სიგნალები.

დიფერენცირებული ცდათა რაოდენობა	დ რ ლ	პირობითი გამლიზიანებელი	ცდათა საერთო რაოდენობა	ცხოველის მდგომარეობა ცდის წინ	ძაღლის ქცევა პირობით გამლიზიანებელზე
I	I ს.	ქათამი + კვება ყუთი №-დან	I/57	ხის წყნარად ღლია გალიაში	ქათმის ფიგურაზე მაშინვე გამოდის გალიიდან, მიდის პირდაპირ № 4 ყუთისკენ, ჭამს, უკან ბრუნდება გალიაში ძანილით.

გაგრძელება

დღეში ჩა- ტარებული ცდათა რაი- დებობა	მ რ	პირობითი გამოიზიანე- ბელი	ცდათა საერ- თი რაოდენ- ობა	ცხოველის მდგომარეო- ბა ცდის წინ	ძალის ქცევა პირობით გამოიზიანებულზე
2	1.03'	კურდღელი + კვება ყუთი №3-დან	1/49	"	გამოადის გალიიდან, მიდის №3 ყუთის- კენ, ჰამს, უკან გალიაში ბრუნდება და- ხილით.
3	1.06'	ბგერა 600Hz	1/35	"	გამოადის გალიიდან, მიდის №1 ყუთის- კენ, ვაჭმევთ საჭმელს, უკან გალიაში ბრუნდება თავისით.
4	1.10'	ჭათამი 5" + + კვება ყუთი №4-დან 1"-ის შემდეგ	2/58	ზის დაკეტილ გალიაში	ვაჩვენებთ ჭათამის ფიგურას 5"-ის გან- მავლობაში. 1"-ის შემდეგ ვუშვებთ გა- ლიიდან, გამოადის, მიდის ეკრანისკენ, დგას, შემდეგ უხვევს №3 ყუთისკენ, ყუ- თამდე არ მიდის, გალიაში ბრუნდება დახილით.
5	1.14'	კურდღელი 5" + კვება ყუ- თი №3-დან 10"-ის შემ- დეგ	2/50	ზის დაკეტილ გალიაში	ვაჩვენებთ კურდღლის ფიგურას 5"-ის გან- მავლობაში, 10"-ის შემდეგ ვუშვებთ გა- ლიიდან, მიდის პირდაპირ №3 ყუთის- კენ, ჰამს, აქედან თავისით ბრუნდება გალიაში.
6	1.18'	ჭათამი 5" + კვება ყუთი №4-დან 15"- ის შემდეგ	2/58	"	ვუშვებთ გალიიდან 15"-ის შემდეგ ფი- გურის ჩვენებიდან, მიდის პირდაპირ №4 ყუთისკენ, ჰამს, უკან გალიაში ბრუნდე- ბა დახილით.
7	1.22'	ბგერა 600Hz + კვება ყუთი №1-დან 3"-ის შემდეგ	2/36	"	ვუშვებთ გალიიდან 3"-ის შემდეგ ბგე- რის მიცემიდან, მიდის პირდაპირ ყუთი №1-სკენ, ვუხსნით ყუთს, ჰამს, უკან გა- ლიაში ბრუნდება თავისით.
8	1.27'	კურდღელი 5" + კვება ყუთი №3-დან 3"-ის შემდეგ	3/51	"	ვუშვებთ გალიიდან ფიგურის ჩვენები- დან 30"-ის შემდეგ, მიდის წინ, აქედან უხვევს №4 ყუთისკენ, ჩერდება ყუთთან, უკან გალიაში ბრუნდება დახილით.
9	1.30'	კურდღელი 5" + კვება ყუთი №3-დან 10"-ის შემდეგ	3/51	"	ფიგურის ჩვენებიდან 10"-ის შემდეგ ვუშ- ვებთ გალიიდან, მიდის №3 ყუთისკენ, ვაჭ- მევთ, უკან გალიაში ბრუნდება დახილით.
10	1.33'	ზარის 5" + 5"- ის შემდეგ კვება ყუთი №2-დან	1/32	"	ზარის მიცემიდან 5"-ის შემდეგ ვუშვებთ გალიიდან, მიდის პირდაპირ №2 ყუთის- კენ, ვუხსნით ყუთს, ჰამს, უკან გალიაში ვაბრუნებთ დახილით
11	1.42'	ბგერა 500Hz + 5" + 3"-ის შემდეგ გა- ლიის გაღება	1/27	"	გაძლევეთ ბგერას 5"-ის განმავლობაში, 3"-ის შემდეგ ვუხსნით გალიის კარს. გამოადის გალიიდან, დადის წინ, საყვე- ბი ყუთისკენ არ მიდის
12	1.48'	ჭათამი 5" + + კვება ყუთი №4-დან 20"- ის შემდეგ	3/59	"	ფიგურის ჩვენებიდან 20"-ის შემდეგ ვუშ- ვებთ გალიიდან, მიდის №4 ყუთისკენ, ჩერდება, შემდეგ მიბრუნდება №4 ყუთისკენ არ ვაჭმევთ, უკან გალიაში ვაბრუნებთ დახილით

როგორც № 1 ოქმიდან ჩანს, პირობითი ფიგურით აღძრული საკვების ადგილმდებარეობის ხატი ოპერირებულ ძაღლებს ენახებოდა ფიგურის გაძორთვიდან რამდენიმე სეკუნდის განმავლობაში. ნორმალურ ძაღლებს კი საკვების ადგილმდებარეობის ხატი მეტ ხანს, რამდენიმე წუთის განმავლობაში ენახებოდათ

მუშაობის დამთავრების შემდეგ (8—9 თვის შემდეგ მეორე ოპერაციიდან) ძაღლებს ვკლავდით და ვაწარმოებდით ტვინის მორფოლოგიურ შესწავლას. ოპერაციის შემდეგ დარჩენილი ქერქის გამოკვლევებმა გვიჩვენეს აღნიშნულ უბანთა მასობრივად დანგრევა და აგრეთვე ზოგიერთი უმნიშვნელო ცვლილება მათ ახლოს მდებარე ადგილებში.

შედევების განხილვა

პირველი სერიის ცდებმა (სუპრა-და ექტოსილვიუსის ხვეულების შუა და უკანა ნაწილების ცალმხრივი ამოკვეთა) გვაჩვენა, რომ ოპერაციის შემდეგ ძაღლებში არ დაირღვა გაავტომატებული პირობითი რეფლექსური რეაქციები როგორც სმენით, ასევე მხედველობით გამლიზიანებელზე. აღნიშნულ მიდამოთა ორმხრივი ამოკვეთისას კი საბოლოოდ დარღვეული დარჩა მხედველობითი ფუნქციები; როგორც ლიტერატურული მონაცემებიდან არის ცნობილი, თავის ტვინის ქერქის საფეთქლის მიდამო ძირითადად წარმოადგენს სმენით ანალიზატორის ქერქულ ბოლოს. მაგრამ რიგი ავტორების [7, 8, 9] მიერ ამ მიდამოს გარკვეული უბნები (სუპრა-და ექტოსილვიუსის ხვეულების შუა და უკანა ნაწილები) მონაწილეობას ღებულობენ მხედველობით გალიზიანებათა ანალიზსა და სინთეზში, კერძოდ, აღნიშნულ მიდამოთა ბილატერალური ექსტრიაპაციის შედეგად ირღვევა რთული ქცევითი აქტები მხედველობით გამლიზიანებელზე.

ჩვენი ცდების მიხედვით სუპრა-და ექტოსილვიუსის ხვეულების შუა და უკანა ნაწილების ამოკვეთისას ძაღლებში დარღვეული იყო პირველ ხანებში საგნობრივი მხედველობა და დაყოვნებული რეაქციები მხედველობით გამლიზიანებელზე; ეს უკანასკნელი ბოლომდე (8—9 თვე ოპერაციის შემდეგ) დარღვეული რჩებოდა. ეს საფასებით გასაგებია, ვინაიდან ავტორთა ერთი ნაწილის აზრით „ეს მიდამო ასრულებს მხედველობასთან დაკავშირებულ ასოციაციურ ფუნქციებს“ [12].

ჩვენი შედეგების მსგავსი შედეგები აქვს მიღებული თ. მერინგს [8] ძაღლებზე ჩატარებული გამოკვლევებით. მორფოლოგიურმა გამოკვლევებმა დაადასტურეს ეს დაშვება იმით, რომ მართლაც ოპერაციის შედეგად საბოლოოდ გადაგვარებული აღმოჩნდა ასოციაციური გზა საფეთქლისა და კეფის წილებს შორის. პირველ ხანებში ძაღლებში საგნობრივი მხედველობის დარღვევა, ჩვენი აზრით, არ უნდა იყოს დამოკიდებული ამ გზის დარღვევაზე, არამედ მხედველობის ეს დეფექტი ალბათ გამოწვეული უნდა იყოს თვით ცენტრალური მხედველობითი გზის დაზიანებით. როგორც ცნობილია, ცენტრალური მხედველობითი გზა გადის საკმაოდ ახლოს საფეთქლის წილებთან. აღნიშ-

ხული ოპერაციის შედეგად იგი, რასაკვირველია, დაზიანებას უნდა განიცდიდეს: მაგრამ, როგორც თ. მე რ ი ნ გ ის გამოკვლევებიდან ჩანს, იგი საესე-ბით არ ზიანდება და ოპერაციიდან რამდენიმე ხნის შემდეგ ადგილი აქვს ცენტრალური მხედველობითი ვზის ბოჭკოების მხოლოდ ნაწილობრივ გადაგვარებას; ქერქული ბოჭკოების ძირითადი მასა კი გადაუგვარებელია, რაც განაპირობებს, ჩვენი აზრით, ძაღლებში სავნობრივი მხედველობის აღდგენას. როგორც ცნობილია, ეს გზა ბოლოვდება მხერველობითი ანალიზატორის ქერქულ ბოლოში, სადაც წარმოებს მხედველობით გალიზიანებათა უმაღლესი სინთეზი.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.1.1964)

ФИЗИОЛОГИЯ

Н. И. СИХАРУЛИДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ УДАЛЕНИЯ РАЗНЫХ УЧАСТКОВ ВИСОЧНОЙ ДОЛИ НА ЗРИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ У СОБАК

Резюме

Влияние частичного и полного удаления коры затылочной области на зрительную функцию изучалось многими исследователями. Но вопрос о том, имеют ли отношение другие участки коры к зрительной функции, пока еще не совсем выяснен.

Задачей настоящего исследования явилось изучение влияния нижних и средних отделов височной доли на зрительную функцию и поведение животных.

Опыты проводились в большой, специально оборудованной экспериментальной комнате на нормальных и оперированных собаках по методу свободного движения [1]. Животные заранее приучались к экспериментальной обстановке. После этого приступали к выработке автоматизированного пищевого поведения к кормушкам. Условными раздражителями были проецированные на экран фигур разных животных (собака, кошка, курица, кролик) и их частей. Кроме того, в качестве условных раздражителей служили также звуковые раздражители (звонок и звуки генератора разной частоты). После проведения на нормальных собаках вышеуказанных опытов, у них из височной доли головного мозга удаляли среднюю и заднюю части экто- и супрасильвиевой извилин сначала из одного полушария, а через несколько недель — из другого. После двухстороннего удаления указанных участков животные находились под наблюдением в течение многих месяцев.

После окончания работы (8 — 9 месяцев после второй операции) собаки забивались и производилось морфологическое изучение мозга. Исследование остатков коры после операции показало массивное разрушение указанных областей, а также кое-какие незначительные дегенеративные изменения близлежащих участков.

Выводы

1. При одностороннем удалении средних и задних участков экто- и супрасильвиевой извилины условные рефлексы на звуковые и зрительные раздражения, а также ориентация животных в пространстве не нарушаются. Эти реакции одинаково хорошо выявляются при изолированном раздражении как контралатерального, так и ипсилатерального глаза.

2. При двухстороннем удалении средних и задних отделов экто- и супрасильвиевой извилины нарушаются зрительные функции. Особенно долго остаются нарушенными (8 — 9 месяцев после операции) отсроченные реакции на зрительные раздражения.

3. После вышеуказанной операции не нарушаются слуховые условные рефлексы и ориентация в пространстве, которая изучалась на основе слуховой репетиции.

შეგნობის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. П. Павлов. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных. Л., 1932.
2. В. Я. Кражев и Н. И. Цинда. О нарушениях функции зрительного анализатора при двухстороннем удалении затылочных долей больших полушарий мозга собаки. Журнал высшей нервной деятельности, V, 1, 1955.
3. Н. И. Сихарулидзе. Некоторые результаты изучения удаления 17-го поля зрительного анализатора у собак. Сообщения АН ГССР, т. XXVIII, 1962.
4. Н. И. Сихарулидзе. Некоторые результаты изучения частичного и полного удаления зрительного анализатора у собак. Сообщения АН ГССР, т. XXVIII 6, 1962.
5. У. Пенфилд и Г. Дженспер. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. М., 1958.
6. K. N. Pribram, M. Mishkin. Simultaneous and successive Visual discrimination by monkeys with intertemporal lesions. Journ. Comp. physiol. Psychol., 48, 1955.
7. K. L. Chow. Anatomical and electrographical analysis of temporal neocortex in relation to visual discrimination learning in monkeys. Brain Mechanisms and Learning. A Symposium, Oxford, 1961.
8. Т. А. Мering. Состояние условнорефлекторной деятельности на зрительные раздражения у собак при повреждении височных долей. Журнал высшей нервной деятельности, 3, 1954.
9. К. Агаджанянц. О корковом центре зрения. СПб, 1904.
10. И. С. Маковский. Звуковые рефлексы при удалении височных областей больших полушарий у собак. СПб, 1908.
11. И. С. Беритов. Индивидуально-приобретенная деятельность ЦНС. Тифлис, 1933.
12. S. Poljak. Zeit. f. die Gesamte Neurol. u. Psychial., Bd. 100, 1920.



ФИЗИОЛОГИЯ

С. В. ДЖИБЛАДЗЕ, Т. Н. ОИАНИ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕМБРАННО-МИОФИБРИЛЛЯРНОЙ СВЯЗИ В ТЕТАНИЧЕСКИХ И ТОНИЧЕСКИХ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ

(Представлено членом-корреспондентом академии С. П. Нарикашвили 25.3.1964)

В настоящее время известен ряд морфологических и физиологических признаков, которым отличаются друг от друга тетанические и тонические нейромоторные единицы [1—3]. Самым важным отличительным признаком нужно считать то, что при рефлекторных реакциях тонические нейромоторные единицы могут функционировать значительно дольше, чем тетанические. Причины сравнительно быстрого утомления нервно-мышечной передачи в тетанических нейромоторных единицах более или менее известны [4]. Что касается причин сравнительно быстрого утомления тетанических мышечных волокон при их прямом электрическом раздражении, то они не совсем ясны.

Цель данной работы — выяснение некоторых причин раннего утомления тетанических мышечных волокон при их непосредственном раздражении.

Методика

Опыты проводились на разных мышцах лягушки. В качестве тетанической бралась портняжная мышца, а в качестве тонической (вернее, смешанной) — прямая мышца живота.

В первой серии опытов изучались изменения потенциалов возбуждения и сокращения тетанических и тонических мышечных волокон при их прямом электрическом раздражении. В этих опытах после «утомления» сокращения испытывалась сократительная способность миофибрилл применением некоторых химических веществ, вызывающих контрактуру помимо изменения поляризации мембраны (например, кофеин).

Во второй серии опытов изучались разные виды химических контрактур тетанических и тонических мышечных волокон, вызванных как веществами, действующими путем деполяризации мембраны мышечного волокна [5, 6], так и агентами, не вызывающими изменения поляризации мембраны (кофеин). Препараты после опытов брались для химического анализа: при помощи фотометра с автоматической записью и контролем ошибок, вызванных нестабильностью источника света и дрейфа усилителя, производилось фракционирование нуклео-

тидов, а затем спектрофотометрически определялось содержание АТФ, АДФ, и АМФ при разных состояниях препарата.

Электрическая стимуляция препарата через неполяризирующиеся хлорированные электроды производилась прямоугольными импульсами от генератора с высокочастотным выходом. Регистрация потенциалов возбуждения производилась монополярно при помощи фитильковых электродов, смоченных в физиологическом растворе. Потенциалы усиливались усилителем переменного тока и регистрировались шлейфным осциллографом.

Результаты опытов и их обсуждение

При электрическом раздражении кураризованной портяжистой мышцы максимальное тетаническое сокращение (рис. 1, а) коррелиру-

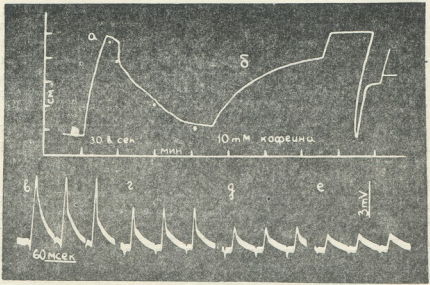
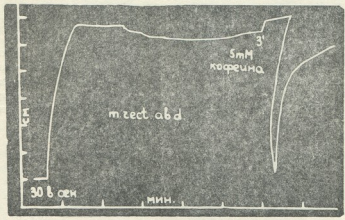


Рис. 1. Кривая сокращения (а) и потенциалы действия (б, г, д) портяжистой мышцы лягушки при длительном ритмическом электрическом раздражении: б—влияние кофеина после „утомления“ мышцы, вызванное электрическим раздражением

ется с пиковыми потенциалами, которые в течение определенного времени регистрируются без изменения амплитуды (рис. 1, б). С уменьшением величины потенциалов действия (рис. 1, г, д, е) кривая сокращения также начинает падать. Это указывает на то, что падение кривой сокращения обусловлено ослаблением возбудительных процессов на уровне плазматической мембраны, ибо, как установлено, деполяризация мембраны причинно связана с сократительным процессом [5]. Однако с таким же правом можно допустить, что параллельно с ослаблением возбуждения в миофибриллах происходит уменьшение со-

кратительного процесса, обусловленного истощением энергетических ресурсов необходимого для сокращения. Для проверки последнего допущения можно использовать химические вещества, которые вызывают контрактуру без изменения поляризации мембраны. Таким является, например, кофеин [6]. Оказалось, что после глубокого «утомления» сокращения, наступившего вследствие электрического раздражения, тетанические мышечные волокна под влиянием кофеина способны еще развивать сильную контрактуру (рис. 1, б). Этот факт явно указывает на то, что «утомление» сокращения тетанических мышечных волокон, при их электрическом раздражении, обусловлено не истощением энергетических ресурсов сокращения, а нарушением мембранно-миофибриллярной связи. Нарушение же мембранно-миофибриллярной связи, по всей вероятности, происходит вследствие ослабления тока действия, в результате чего внутриклеточное распространение возбуждения прекращается [7].

Рис. 2. Изменение сокращения прямой мышцы живота лягушки при длительном ритмическом электрическом раздражении и влияние кофеина



Иная картина наблюдается при электрическом раздражении прямой мышцы живота лягушки, которая наряду с тетаническими содержит и тонические мышечные волокна [1]. Сокращение этой мышцы после достижения своего максимума долго длится без значительного ослабления (рис. 2). Незначительное падение кривой обусловлено опять-таки утомлением тетанических мышечных волокон. В тонических же мышечных волокнах сокращение держится на максимальном уровне. Под влиянием кофеина сокращение заметно усиливается, что указывает на развитие контрактуры в тетанических мышечных волокнах. Следует указать на то, что возбуждение тонических мышечных волокон при электрическом раздражении мышцы возникает вследствие активации двигательных нервных окончаний, поскольку, как установлено, тонические мышечные волокна электрическими стимулами не возбуждаются [8].

Нами изучались калиевая и кофеиновая контрактуры. Известно, что калиевая контрактура развивается в результате деполяризации мембраны мышечных волокон [5], а кофеиновая контрактура—без изменения поляризации мембраны [6].

Под влиянием раствора Рингера, содержащего 123 mM хлористого калия, контрактура развивается как в прямой мышце живота (рис. 3, а), так и в портняжной мышце (рис. 3, б). Однако контрактуры этих мышц развиваются по-разному. Контрактура в тонических мышечных волокнах развивается более интенсивно, чем в тетанических. Кроме то-

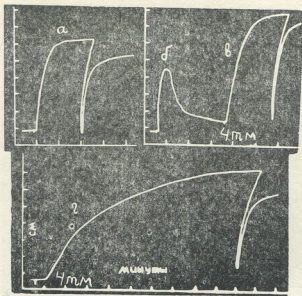


Рис. 3. Характер течения контрактур в тонических (а, з) и тетанических (б, в) мышечных волокнах; а, б—калиевая контрактура, в, з—кофеиновая контрактура

го, контрактура в тетанических мышечных волокнах через некоторое время постепенно проходит, тогда как в тонических мышечных волокнах она долго длится без ослабления.

Из описанного факта следует, что стойкая деполяризация мембраны тетанических мышечных волокон первоначально вызывает активацию сократительного субстрата, но потом, по каким-то причинам, она перестает оказывать свое активирующее влияние. В тонических же мышечных волокнах подобное нарушение мембранно-миофибриллярной связи не наступает.

Прохождение калиевой контрактуры в тетанических мышечных волокнах не обусловлено истощением энергетических ресурсов сокращения, ибо в это время добавление в раствор кофеинна (4mM) вызывает сильную контрактуру (рис. 3, в). Кроме того, если во время ка-

ливой контрактуры происходит расщепление АТФ, то после расслабления мышцы в растворе хлористого калия наблюдается ресинтез аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Если по продолжительности калиевой контрактуры тетанические и тонические мышечные волокна резко отличаются друг от друга, то по продолжительности кофеиновой контрактуры между ними нет разницы. Сравнительно медленное развитие кофеиновой контрактуры в прямой мышце живота (рис. 3, г) можно объяснить затруднением проникновения кофеина через соединительную ткань, которой обильно снабжена данная мышца.

Следующее различие между тетаническими и тоническими мышечными волокнами можно выявить изучением влияния инкубации (в растворах с различным ионным составом) на сократительную способность. По данным Хочкина и Хоровича [9], в гипертоническом растворе Рингера сокращение тетанических мышечных волокон полностью угнетается, тогда как потенциалы действия не претерпевают значительного изменения. Наши опыты показали, что при увеличении ионов натрия в растворе Рингера до 200 mM сокращение тетанической портняжной мышцы градуально уменьшается, тогда как конфигурация потенциалов действия не меняется. Так, например, через 30 минут однократные сокращения сильно угнетаются (рис. 4, б) по сравнению с нормой (рис. 4, а). Учащение раздражения вызывает усиление сокращения, но оно все же протекает гладко тонически (рис. 4, в, г, д). Величина и форма потенциалов действия за время инкубации не меняются (рис. 4, ж) по сравнению с нормой (рис. 4, е).

Под влиянием гипертонического раствора Рингера угнетается также калиевая контрактура тетанических мышечных волокон (рис. 5, а), калиевая же контрактура тонических мышечных волокон все же наступает, хотя и имеет место ее уменьшение (рис. 5, б). Интересно отметить, что кофеиновая контрактура как в тонических (рис. 5, б), так и в тетанических (рис. 5, а) мышечных волокнах после инкубации в гипертоническом растворе развивается нормально.

Вышеописанные опыты указывают на то, что под влиянием определенных условий мембранно-миофибриллярная связь в тетанических мышечных волокнах нарушается, в то время как те же условия на мембранно-миофибриллярную связь тонических мышечных волокон не влияют. Из этого вытекает, что тетанические и тонические мышечные волокна обладают различными мембранно-миофибриллярными связями.

В настоящее время для объяснения мембранно-миофибриллярных взаимоотношений большое значение придается саркоплазматическому ретикулуму. Считают, что саркоплазматический ретикулум является

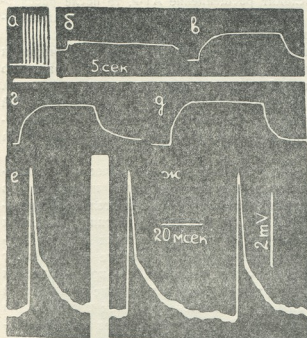
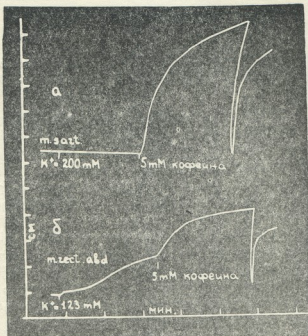


Рис. 4. Изменение сокращения (а, б, в, г) и потенциалов действия (е, ж) портняжной мышцы лягушки под влиянием гипертонического раствора хлористого натрия (220 м)

структурным основанием проведения сигнала от поверхностной плазматической мембраны к миофибриллам [10]. Вместе с тем показано, что саркоплазматический ретикулум хорошо представлен только в тетанических мышечных волокнах. В тонических мышечных волокнах саркоплазматический ретикулум или отсутствует, или развит очень слабо [11]. Поэтому можно предполагать, что в тетанических мышечных волокнах мембранно-миофибрилярная связь осуществляется электрическим проведением сигнала по тягам саркоплазматического ретикулума. В тонических же мышечных волокнах, в которых нет саркоплазматического ретикулума, по-видимому, поверхностная плазматическая мембрана имеет иную связь, а именно при деполяризации поверхностной плазматической мембраны выделяется определенное химическое вещество, которое, диффундируя до миофибрилл, вызывает активацию сократительного субстрата [12].

В определенных условиях проведение сигнала по саркоплазматическому ретикулуму прекращается, в результате чего прекращается и активация сократительных элементов тетанических мышечных волокон. В тонических мышечных волокнах из-за непосредственной и диффузной связи мембраны с миофибриллами подобные изменения не происходят. На уровне миофибрилл в тетанических и тонических мышеч-

Рис. 5. Влияние гипертонического раствора хлористого натрия на кальцевую и кофеиновую контрактуру тетанических (а) и тонических (б) мышечных волокон



ных волокнах сокращение может развиваться одинаково длительно, без утомления.

Выводы

1. При прямом ритмическом электрическом раздражении сокращение тонических мышечных волокон протекает более длительно (без утомления), чем сокращение тетанических мышечных волокон.

2. Параллельно с ослаблением сокращения тетанических мышечных волокон уменьшаются потенциалы действия. В результате этого нарушается мембранно-миофибриллярная связь, и миофибриллы выключаются из деятельности.

3. При максимальном сокращении тетанических мышечных волокон (как при прямом электрическом раздражении, так и при химических контрактурах) происходит расщепление АТФ. При «утомлении» же сокращения (в данных условиях) АТФ восстанавливается.

4. Анализ полученных данных позволяет заключить, что сравнительно быстрая утомляемость тетанических мышечных волокон определяется своеобразием мембранно-миофибриллярной связи. Мембранно-миофибриллярная связь тетанических мышечных волокон в определенных условиях нарушается значительно легче, чем тонических мышечных волокон.



ფიზიოლოგია

ს. ჯიბლაძე, თ. ონიანი

მემბრანო-მიოფიბრილური კავშირის ფუნქციური მნიშვნელობა ტონურ და ტეტანურ კუნთოვან ბოჭკოებში

რეზიუმე

ტონურ და ტეტანურ კუნთოვან ბოჭკოებში აგზნების პოტენციალებისა და შეკუმშვის ერთდროული რეგისტრაციისას, აგრეთვე ქიმიური კონტრაქტურის შესწავლის შედეგად მიღებულ იქნა რიგი ახალი ფაქტებისა, რომლის საფუძველზე გამოტანილია დასკვნები.

კუნთების პირდაპირი ელექტრული გაღიზიანების პირობებში ტონური ბოჭკოები უფრო დიდხანსაა შეკუმშული (დაუღლეად), ვიდრე ტეტანური კუნთოვანი ბოჭკოები.

ტეტანური კუნთოვანი ბოჭკოს შეკუმშვის შესუსტების პარალელურად მცირდება მოქმედების პოტენციალი. ამის გამო ირღვევა მემბრანო-მიოფიბრილური კავშირი და წყდება მიოფიბრილების მოქმედება.

ტეტანური კუნთოვანი ბოჭკოს მაქსიმალური შეკუმშვისას (როგორც პირდაპირი ელექტრული გაღიზიანებისას, ისე ქიმიური ნივთიერებებით გამოწვეული კონტრაქტურის დროს) აღდგლი აქვს ატფ-ის დაშლას, ხოლო შეკუმშვის „დაღლისას—ატფ-ის აღდგენას.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. Krüger. Tetanus und Tonus der quergestreiften Skelettmuskeln der Wirbeltiere und des Menschen. Leipzig, 1952.
2. S. W. Kuffler, E. M. Vaughan, Williams. Small-nerve junction potentials. The distribution of small motor nerves to frog skeletal muscle and the membrane characteristics of the fibres they innervated. Journ. Physiol., 121, 1953, 289.
3. Е. К. Жуков. Исследования о тоне скелетных мышц, 1956.
4. Т. К. Иоселиანი и Т. Н. Ониани, Об утомлении тетанических и тонических нейромоторных единиц. Тезисы докл. IX научн. сессии Института физиологии АН ГССР, 1962, 6.
5. S. W. Kuffler. The relation of electrical potential changes to contracture in skeletal muscle. Journ. Neurophysiol., 7, 1946, 367.
6. J. Axelsson a. S. Thesleff. Activation of the contractile mechanism in striated muscle. Acta physiol. scand., 44, 1958, 55.
7. Т. Н. Ониани. Вопросы сравн. физиологии нервно-мышечного аппарата. 1964.
8. W. Burke a. B. L. Ginsborg., The electrical properties of the slow muscle fibre membrane. J. Physiol., 132, 1956, 586.
9. A. L. Hodgkin, P. Horowicz. The differential action of hypertonic solutions on the twitch and action potential of muscle fibre. Journ. Physiol., 136, 1957, 17.
10. A. F. Huxley, R. E. Taylor. Local activation of striated muscle fibres. Journ. Physiol., 144, 1958, 426.
11. D. Peachey a. A. Huxley. Structural identification of twitch and slow streated muscle fibre of the frog. Journ. cell. Biol., 13, 1962, 177.
12. R. B. Hill. The abrupt transition from rest te acivity in muscle. Proc. Roy. Soc., B, 136, 1949, 399.



ამსპერიმენტული მემცინა

რ. ჩხიძიძე

სისლპარღვევისა და ზომიერთი პარამეჩიმული ორბანოს ცვლილებები სპონტრასტო ხსნარის შეყვანის შემდეგ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 15.3.1964)

ფლებოგრაფიის მიზნით ორგანიზმში შეყვანილი სპონტრასტო ნივთიერებანი სხვადასხვა სახის ცვლილებებს იძლევა [1, 2]. სტრუქტურულ ცვლილებებს იძლევა არა მარტო კონცენტრიული სპონტრასტო ხსნარები, არამედ აგრეთვე ერთბოცენტრიანი ნოვოკაინი [3, 4, 5], რაც ძვლის ღრუში იქნება შეყვანილი. ასეთივე შედეგი აღინიშნება 50%-იანი მარილხსნარის შეყვანაზე [6]. ამ ღროს ძვლის ტვინში ჩნდება ნეკრობიოტური ცვლილებები. ადგილზე აქვს ძვლის ტვინის ფიბროზულ გადაგვარებას და ძვლისწარმომქმნელი აღორძინება გაცილებით გვიან იწყება, ვიდრე უფრო მაღალი კონცენტრაციის სერგოზინის შეყვანაზე.

ნ. კ რ ა კ ო ვ ს კ ი და ტ. მ ა ზ ხ ე ვ ი ურჩევენ, რომ ფლებოგრაფიის მიზნით გამოყენებული არ იქნეს 50%-ზე მეტი კონცენტრაციის ხსნარები, თუმცა საამისო მონაცემებს თავიანთ ნაშრომში არ იძლევიან [7]. ფ რ ი მ ა ნ - დ ა ლ ი [8] პერაბროდილის შეყვანაზე რაიმე ცვლილებებს კატეგორიულად უარყოფს.

სპონტრასტო ხსნარების შეყვანის ადგილას და მის გამოყოფ ორგანოთა (ღვიძლი, თირკმელი) მხრივ ცვლილებებზე მიუთითებენ სხვა მკვლევა-რები [9]. ამას გარდა პ. დ ა ვ ი დ ო ვ ი [10] აღნიშნავს, რომ კონცენტრიული ხსნარების ინტრავენური ინექცია იწვევს მიკრომორფოლოგიურ ცვლილებებს, რომლის საბოლოო გამოსავალს ვენის სკლეროზი წარმოადგენს.

ჩვენ მხედველობაში მივიღეთ ლიტერატურაში არსებული აზრი, ხოლო მეორე მხრივ ტრიოდტრასტის გავლენის შეუსწავლელობა და მიზნად დავისახეთ გამოგვეკვლია როგორც ვენის კედლის (ბარძაყის მიდამო), ისე არტერიის კედლის (არტერიოგრაფიის შემთხვევაში — ინექციის ადგილიდან 3—4 სმ ქვემოთ), ღვიძლისა და თირკმლის ცვლილებები სპონტრასტო ხსნარების შეყვანიდან სხვადასხვა ვადაში.

ძვლის ღრუს შესწავლა არ გვიწარმოებია ლიტერატურაში არსებული მონაცემების საფუძველზე. განვიზრახეთ სხვა ორგანოთა მხრივ მიღებული ცვლილებები შეგვედარებინა ძვალში არსებული ცვლილებებისათვის.

ექსპერიმენტის პირობებში (ძალღებზე) ფლებოგრაფიის (ინტრავენურ-ახტევრადული და რეტროგრადული, ტრანსოსალური) და არტერიოგრაფიის (არაპირდაპირი ფლებოგრაფიის) ღროს; სპონტრასტო ნივთიერების (50%-იანი ტრიოდტრასტი, 70 და 50%-იანი კარდიოტრასტი, 35%-იანი სერგოზინი) შეყვანიდან სხვადასხვა ვადაში კერძოდ 24 საათის, 48 საათის 3 დღის, 6 დღის,

9 დღის, 10 დღის, 13 დღის, 15 დღისა და 20 დღის შემდეგ ვაწარმოებდით გამოკვლევას. ამასთან შედარებისათვის ერთ ვადაში დაზოცილ იქნა ისეთი ცხოველები, რომლებსაც ერთდროულად ორი სახის ფლებოგრაფია გაუკეთდა (საკონტრასტო ხსნარის ორმაგი დოზა). ზოგიერთ ვადაში მოკლულ იქნა სამი ცხოველი სხვადასხვა საკონტრასტო ნივთიერებათა გავლენის შედარებისათვის (24 საათი — 3 დღე); დანარჩენში კი — 2 — 2 ცხოველი. საკონტრასტო ცხოველი (ძალდი № 228) და ამას გარდა სრულიად ჯანსაღი ძაღლისაგან აღებულ ორგანოთა ნაწილი დამუშავდა ისეთივე წესით, როგორც გამოსაკვლევი ცხოველები.

მოკლულ ცხოველის მაკროსკოპული გაკვეთისას ჩვენ მხოლოდ ერთხელ აღვნიშნეთ ცვლილებები ვენის სანათურში (თრომბი), რაც შეიძლება საკონტრასტო ნივთიერების მავნე მოქმედებას მივაწეროთ (რეტროგრადული ფლებოგრაფია, ცდა 28, ძალდი № 250). დანარჩენ შემთხვევაში აღნიშნული ცვლილებები აიხსნება იმ მანიპულაციით, რაც ფლებოგრაფიის მეთოდს ჰქირდება.

გამოკვლევა ვაწარმოეთ სრულსაკოვანი, უჯიშო, ორივე სქესის 27 ძაღლზე; აქედან საკონტრასტო ხსნარი შეყვანილ იქნა 25 ცხოველში.

მეთოდის კა

სისხლძარღვები, ღვიძლი და თირკმელი აიღებოდა ახლადმოკლული ცხოველისაგან. ორგანოთა ნაჭრებს ფიქსაციას ვუკეთებდით 12—15%-იან ნეიტრალურ ფორმალინში. ვატარებდით აღმავალი კონცენტრაციის სპირტებში და ვაყალიბებდით ცელიდინში.

ცელიდინს სისხლძარღვებისა და შინაგანი ორგანოების ანათლებს ვლუბავდით პემატოქსილინ-ფოზინით და პიკროფუქსინით (ვან-ვიზონი).

მსგავსი მეთოდიკით დამუშავებულ იქნა აგრეთვე ოპერაციის დროს ავადმყოფებზე ამოკვეთილი ვენები, რომელთაც ოპერაციამდე სხვადასხვა ვადაში გაუკეთდათ ფლებოგრაფია; სულ 9 ავადმყოფის 11 კიდურის ვენები; აქედან ფლებოგრაფია გაკეთდა 8 ავადმყოფზე; ფლებოგრაფიიდან 1 დღის შემდეგ ოპერაცია გაუკეთდა ერთ ავადმყოფს, ორი დღის შემდეგ — ორს, სამი დღის შემდეგ — სამს, ოთხი დღის შემდეგ — ერთს, შვიდი დღის შემდეგ — ერთს. ერთ ავადმყოფს ორივე კიდურზე ამოკვეთა ვენები, რომელთაგან ერთზე ფლებოგრაფია იყო ჩატარებული, მეორე ავადმყოფსაც ორივე კიდურზე ამოკვეთა ვენები, რომელსაც ფლებოგრაფია არ გაკეთებია.

ზემომოყვანილი მეთოდიკით ექსპერიმენტისა და კლინიკის მასალაზე ჩვენ მიერ დამუშავებულ იქნა 400-ზე მეტი პრეპარატი.

სისხლძარღვები. საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანიდან 24 საათის შემდეგ, როგორც 70%-იან კარდიოტრასტზე, ისე 50%-ან ტრიოტრასტზე, როცა სისხლის ნაკადს გზაზე წინააღმდეგობა არ ხვდება, ვენის კედელი შემდეგნაირად იცვლება: ენდოთელიარული უჯრედების გაფუფების გამო მათ შორის საზღვარი იშლება (ცდა 1 და 5, ძალდი № 330 და № 62).

საკონტრასტო ხსნარის შეჩერების გამო ვენის სანათურში (რეტროგრადული ფლებოგრაფია — ცდა 23 ძალდი № 235) აღინიშნება ზომიერი ანთ-

ბის მოვლენები პანფლემბიტის ან პერიფლემბიტის სახით (ინფილტრაცია ლეიკოციტებით).

არტერიის კედელი 24 საათის, 2 დღისა და 3 დღის ბოლოს (ცდა 24, 27 და 17; ძაღლები № 235, № 250, № 154) რაიმე შესამჩნევ ცვლილებებს არ გამოიკვეთა. რეტროგრადაული ფლემბოგრაფიის შემთხვევაში 2 დღის შემდეგ (ცდა 28, ძაღლი № 250) აღინიშნება ვენის კედლის შიგნითა ნახევრის დანეკროზება, დიფუზური ინფილტრაცია ლეიკოციტებით. 6 დღემდე ვენის კედელში გამოხატულია ანთებადი მოვლენები სხვადასხვა ინტენსივობით. 6 დღის თავზე (ცდა 16, ძაღლი № 139) ტრანსოსალური ფლემბოგრაფიის შემდეგ აღინიშნება ვენის კედლების ზომიერი გასქელება, კუნთოვანი ბოჭკოების საზღვრები რამდენადმე წაშლილია. 9 დღის შემდეგ (ცდა 7, ძაღლი № 113) ვენის მორფოლოგიური შენება ნორმას უახლოვდება, ანთებადი მოვლენები თითქმის არ აღინიშნება. მე-10 დღეზე აღინიშნება ბოჭკოვანი შემაერთისოვილის დიფუზური გამრავლება (ცდა 2, ძაღლი № 344). 13 დღის შემდეგ (ცდა 9, ძაღლი № 123) ვენის კედლის ჰისტოლოგიური შენება ნორმას უბრუნდება. ძისი ენდოთელარული შრე უჭრებდა ერთი უწყვეტი რიგით ფარავს ვენის შიგნითა კედელს. ენდოთელიალური უჭრედები ცვლილებების გარეშეა. ვენის კედელი ნორმალური სისქისაა, კუნთოვანი შრე ჩვეულებრივია.

თირკმლები. საკონტრასტო ნივთიერების ერთდროულად ორმაგი დოზის შეყვანიდან 24 საათის შემდეგ (ცდა 23, 24 ძაღლი № 235) აღინიშნება ინტრაკანალიკულარული გლომენულონეფრიტი. გორგლის ენდოთელიალური უჭრედები გაფუებულია და გამრავლებული. ბირთვები მკვეთრად შეღებილია, პერიგლომერულური სივრცე თავისუფალია.

ერთჯერადი შეყვანის შემდეგ (ცდა 1, 3, ძაღლები № 230, № 345) ცვლილებები თირკმლის გორგლოვანი და მილაკოვანი აპარატის მხრივ ნაკლებად გამოხატული. აღინიშნება ეპითელური უჭრედების ბირთვების მკვეთრად შეღებვა. პერიგლომერულური სივრცე თავისუფალია.

3 დღის შემდეგ აღინიშნება ენდოთელიუმის გაფუება. მე-6 დღისათვის კვლავ რჩება ენდოთელიალური უჭრედების გაფუება, შედარებით ნაკლებად გამოხატული, ვიდრე წინა დაკვირვებებში. 9 დღის შემდეგ თირკმლებში ადგილი აქვს ჰიპერემიას და გორგლის გადიდებას (ცდა 7, ძაღლი № 113). მე-10 დღეზე (ცდა 2, ძაღლი № 344) თირკმლის მორფოლოგიური შენება ნორმას უბრუნდება. მე-13 დღეს (ცდა 9, ძაღლი № 123) თირკმელი ნორმალური შენებისაა.

ღვიძლი. 24 საათის შემდეგ ორმაგი დოზის შეყვანაზე ღვიძლში აღინიშნება დიფუზური ჰეპატიტისა და პერივასკულიტის მოვლენები (ცდა 27, 28, ძაღლი № 250). ერთმაგი დოზის შეყვანით 3 დღის შემდეგ შეიმჩნევა ღვიძლის სისხლსავსეობა, ჰეპატიტის მოვლენები. 6 დღის შემდეგ (ცდა 16, ძაღლი № 139) აღინიშნება ზომიერი დიფუზური ჰეპატიტი, ინფილტრაცია ლეიკოციტებით. 9 დღის შემდეგ (ცდა 7, ძაღლი № 113) შეიმჩნევა ზომიერი პერივასკულიტი. მე-10 დღეს აღინიშნება იგივე მოვლენები, რაც წინა დღით. მე-13 და მე-15 დღეზე ღვიძლის ქსოვილში კვლავ აღინიშნება პერივასკული-

ტები. მე-20 დღისათვის ღვიძლის ქსოვილი უბრუნდება თავის ნორმალურ შენებას.

ავადმყოფებზე ოპერაციის დროს ამოკვეთილი ვენების შესწავლამ, როგორც წვივის, ისე ბარძაყის მიდამოში (საკონტრასტო ნივთიერების 50%-იანი ტრიოდრასტი, საშუალოდ ნახევარი მლ კლვამ წონაზე) რაიმე თვალსაჩინო ცვლილებები არ მოგვცა. ერთი და იგივე ავადმყოფის მეორე კიდურის ვენები, რომელზედაც ფლებოგრაფია არ გვიწარმოებია, პრაქტიკულად საკონტროლოს უდრიდა. ყველა ვადაში ამოკვეთილ და საკონტრასტო ნივთიერებიდან ინტაქტური და კონტაქტში მყოფი ვენები განიცდიდნენ ცვლილებებს, რაც საერთოდ ვარიკოზულ და ფლებოლითურ ვენებს ახასიათებს. ამის მიზეზი, ჩვენი აზრით, არის საკონტრასტო ნივთიერების დამზადების დამაკმაყოფილებელი ხარისხი, მისი დაბალი კონცენტრაცია სისხლძარღვთა სისტემაში და ძლიხარება სისხლის ნაკადთან ერთად ყოველგვარი წინააღმდეგობის გარეშე.

ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ავადმყოფებს მეტწილად ჩუტარდ. თ ტრანსს. სალური ფლებოგრაფია, რაც ზერელე ვენების ნაკლებ კონტრასტულობას იძლევა, ხოლო ლანტის დადება, ისე როგორც ჩვენ ვუჩვენეთ, აღიღებს სისხლის ხაკადის (ე. ი. კონტრასტული სისხლის) სიჩქარეს და ამდენად, მისი „დამწველი“ მოქმედება თითქმის გამორიცხულია.

საექსპერიმენტო ცხოველებში საკონტრასტო ნივთიერებათა მოქმედება უშუალოდ შეხების ადგილებსა და მის გამომყოფ ორგანოებში, მიკრომორფოლოგიური ცვლილებების თვალსაზრისით, სხვადასხვაგვარადაა წარმოუგენილი. ერთ შემთხვევაში ისინი ნორმას დაუბრუნდნენ, მაგრამ ეს მოხდა სხვადასხვა ორგანოზე და სხვადასხვა ვადებში; ცალკეულ შემთხვევებში კი განვითარდა შეუქცევადი ცვლილებები.

არტერიის კედელი პირველი 3 დღის განმავლობაში რაიმე ცვლილებებს არ განიცდის, რაც უნდა აიხსნას საკონტრასტო ნივთიერების სწრაფ გავრცელებით სისხლის სწრაფ ნაკადთან ერთად. ამ მხრივ ჩვენი მონაცემები ეთანხმება გ. ნ ა ც ვ ლ ი შ ვ ი ლ ი ს [11], ნ. ლ ო პ ა ტ კ ი ნ ი ს [12], კ. ტ ი ხ ო ნ ო ვ ი ს [13] მონაცემებს უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარებისათვისაც კი, ვიდრე ჩვენ ვხმარობთ.

ვენის კედელი სხვადასხვა ინტენსიობით განიცდის გამოხატულ ანთებად ცვლილებას, რაც ექსპერიმენტის პირობებში ნორმას უბრუნდება მე-13 დღეზე, ეს მაშინ როცა სისხლის ნაკადის გზაზე რაიმე წინააღმდეგობა არაა და ერთ კმ წონაზე საშუალოდ 1 მლ ხსნარი შეგვყავს.

თირკმლის ქსოვილში ცვლილებები შეიმჩნევა უკვე 24 საათის შემდეგ და იგი ინტენსიურადაა გამოხატული ორმაგი დოზის შეყვანისას. ანთებად ცვლილებებს ადგილი აქვს როგორც გორგლოვან, ისე მიდაკოვანი აპარატის მხრივ და იგი ნორმას უბრუნდება მე-10 — მე-13 დღეს.

ღვიძლში, ისე როგორც თირკმელში, ანთებადი ცვლილებები ვითარდება უკვე პირველი 24 საათის განმავლობაში და იგი უფრო ინტენსიურადაა გამოხატული ორმაგი დოზის შეყვანის დროს. ამ ორგანოში ცვლილებები მკვე-

თრადაა გამოხატული და იგი ნორმას უბრუნდება მოგვიანებით — მე-20 დღეზე. ჩვენი მონაცემები ეთანხმება იმ მკვლევართა მონაცემებს, რომლებმაც შეისწავლეს იოდის შემცველი საკონტრასტო ნივთიერებების გავლენა ორგანიზმზე. ჩვენი აზრით, ტრიოდრასტი სხვა საკონტრასტო ხსნარებისაგან განსხვავებით, მეტი ტოქსიკურობით ხასიათდება ღვიძლის მიმართ.

როგორც მასალიდან ჩანს, იოდისშემცველი რენტგენოკონტრასტული ნივთიერებანი თავიანთ მოქმედებას ამჟღავნებენ ორი მიმართულებით: უშუალოდ სისხლძარღვის სანათურზე, სანამ არ განზავებულა ჯერ კიდევ სისხლის დიდ მოცულობაში, მეორე მხრივ კი იწვევენ ცვლილებებს მთელ ორგანიზმში. კერძოდ იმ ორგანოებში, რომლებიც საკონტრასტო ნივთიერებათა გამოყოფაში ძირითად როლს ასრულებს.

მიკრომორფოლოგიური ცვლილებების ხარისხი და ხასიათი დამოკიდებულია სხვადასხვა მომენტისაგან. მათ შორის ჩვენი აზრით, ძირითადია საკონტრასტო ნივთიერების კონცენტრაციის და დოზის შერჩევა, ფლებოგრაფიის მეთოდის სწორად ჩატარება.

როცა ვლაპარაკობთ ქსოვილთა სხვადასხვაგვარი ცვლილებების შესახებ, რაც გამოწვეულია საკონტრასტო ნივთიერებათა მოქმედების შედეგად, ჩვენ გამოვდივართ ცენტრალური ნერვული სისტემის წამყვანი როლის კონცეპციიდან, აგრეთვე ა. ვი შ ნ ე ვ ს კ ი ს ა [14] და კ. ბ ი კ ო ვ ი ს [15] მოძღვრებიდან, რომლებმაც დაამუშავეს ნერვული რეგულაციის მნიშვნელობა სხვადასხვა პათოლოგიური პროცესების დროს.

ზემოთმოყვანილ მკვლევართა მონაცემების შესაბამისად, ჩვენ ვფიქრობთ, რომ საკონტრასტო ნივთიერებების შეყვანა სისხლში ძირითადად ნეიროგულექტორული მოქმედებისაა, როგორც ქსოვილებზე უშუალო გავლენით, ისე ზოგადად (კრუნჩხვები და მოუსვენრობა საცდელ ცხოველებში).

ამას გარდა, არ შეიძლება გამოვირიცხოთ საკონტრასტო ნივთიერებათა „დამწველი მოქმედება“.

ჩვენ ვეთანხმებით იმ მკვლევარებს (კ. ტიხონოვი, გ. ნაცვლიშვილი და სხვ.), რომლებიც იზიარებენ იოდისშემცველი საკონტრასტო პრეპარატების ზოგადი ტოქსიკური გავლენის აზრს ნერვულ ცენტრებზე.

საკონტრასტო ნივთიერებათა ორგანიზმზე მოქმედების მექანიზმი, დაზიანების ხარისხი და მათი შექცევადობის ხასიათის დადგენა, შემდგომ გამოკვლევებს მოითხოვს. ამასთან უფრო მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს ნატიფი მეთოდების გამოყენებას.

ჩვენ სრულიად დასაშვებად მიგვაჩნია 50%-იანი ტრიოდრასტი საშუალოდ 0,5 მლ კილოგრამ წონაზე ინჰარებოდეს კლინიკაში ფლებოგრაფიის მიზნით.

ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 15.3.1964)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. Д. ЧХЕИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЯ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ И НЕКОТОРЫХ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНЫХ ВЕЩЕСТВ

Резюме

Контрастные вещества различного качества и разной концентрации оказывают неодинаковое действие на ткани органов.

С целью флебографии нижних конечностей в эксперименте на собаках и у больных изучены стенки вен; на животных, кроме того, — печень и почки.

На 27 подопытных животных установлено, что повреждающее действие контрастных веществ (70—50% — кардиограф, 50% — триодграф, 35% — сергозин) начинается с первых 24 часов и возвращается к норме в разные сроки: в венах — на 10—13-й день, в почках — через 9—10 дней, в печени — на 2-ой день.

Сведений об изменениях, возникающих под действием 50% триодграфа, в отечественной литературе мы не нашли. У больных каких-либо изменений после флебографии (50% триодграф) нами не обнаружено.

Изменения прямо пропорциональны концентрации, количеству и применяемой методике (без препятствия и с препятствием на пути кровотока). Введение 50% триодграфа в количестве 0,5 мл на кг веса больного с целью флебографии вполне приемлемо.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Рубашева. Артериография и влияние контрастных веществ на сосудистую стенку. Вестник рентгенологии и радиологии, т. 10, 1932, 462—495.
2. В. Н. Шейнис. К вопросу оценки состояния и функции глубоких вен конечностей. Хирургия, 5, 1951, 23—29.
3. Е. В. Грибенник. Об изменении костного мозга при внутрикостных инъекциях раствора новокаина. Труды Института травматологии и ортопедии, в. VI. Медгиз, 1957, 63—70.
4. Т. А. Салимханов. Изменения губчатой кости и костного мозга после интраспонгиозных вливаний различных лекарственных веществ. Материалы к съезду хирургов Северного Кавказа. Махачкала, 1960, 39—40.
5. А. Я. Штутин. Морфологические изменения костного мозга при внутрикостном обезболивании растворами новокаина различной концентрации. Вопросы травматологии и ортопедии (Реф. науч. работ). Сталино, 1960, 65—68.
6. Р. П. Аскерханов. Венография нижних конечностей. Махачкала, 1959.
7. Н. И. Краковский, Т. М. Мазаев. Ангиография в хирургии сосудов конечностей и шей. М., 1964.
8. J. Frimann-Dahl. Postoperative Roentgenuntersuehungen. Zentrbl. t. Chir., № 20, 1933, 1162—1164.
9. R. Gottlob, G. Zinne, F. Gololschmidt. Über die Festmethoden zur Feststellung der lokalen schädlichen wirkung von Röntgenkontrastmitteln bei der Angiografie. Deut. Ztschr. Chr. 285; 6, 1957, 591—600.
10. П. Д. Давыдов. Влияние на стенку сосуда концентрированных растворов при внутривенных вливаниях. Венерология и дерматология, № 10, 1929, 107.
11. Г. А. Нацвалишвили. Грудная аортография. Тбилиси, 1962.
12. Н. А. Лопаткин. Транслюмбальная аортография. Медгиз, М., 1961.
13. К. Б. Тихонов. Ангиография. Медгиз, 1962.
14. А. В. Вишневецкий. Нервная трофика и хирургия. М.—Л., 1936.
15. К. М. Быков и др. Учебник физиологии. Медгиз, М., 1955.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. О. ИОСАВА

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ КРЫС
 В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КАНЦЕРОГЕНЕЗА**

(Представлено академиком К. Д. Эристави 10.3.1964)

В настоящее время не существует единого взгляда на гистогенез опухолей слюнных желез. Их сложное морфологическое строение послужило поводом для выдвижения ряда гипотез гистогенеза указанных опухолей.

С целью выяснения некоторых спорных вопросов морфогистогенеза опухолей слюнных желез мы решили изучить динамику их развития в условиях экспериментального бластомогенеза.

Материал и методика

Подопытными животными служили беспородные белые крысы, разделенные на две группы. Животным первой группы вводили однократно в ткань околушной железы бензолный раствор 9, 10-диметил-1, 2-бензантроцен по 2 мг каждому, а крысам второй группы—тот же канцероген в подчелюстную железу.

Подопытные животные забивались через каждые 3 дня до 2 недель, через каждые 5 дней до 1 месяца, в неделю раз до 3 месяцев; в последующие сроки опыта—по мере обнаружения пальпаторно подзрительного уплотнения в железе.

Весь материал, подлежащий исследованию, фиксировался в жидкости Лизона или Карнуа. Приготавливались парафиновые срезы, препараты окрашивались гематоксилин-эозином, по Ван-Гизону, железным гематоксилином, серебрением по Гомори.

Результаты опытов

Уже с первых суток после введения бензолного раствора 9, 10-диметил-1, 2-бензантрацена наблюдаются заметные изменения паренхимы, а также стромы слюнных желез. В месте депонирования канцерогенного вещества в ткани слюнной железы образуется некроз, быстро подвергающийся распаду (рис. 1). В дальнейшем в зависимости от величины некротического очага отмечалась организация или его частичная инкапсуляция.

В случаях организации, начиная с первых суток, вокруг небольшого некротического очага развивается картина острого воспаления: наблюдаются скопления лимфоидных элементов и полиморфноядерных лейкоцитов. К концу 3-х суток начинаются пролиферация и вра-

стане в сторону некротического очага кровеносных капилляров, в петлях которых располагаются лейкоциты, лимфоциты и макрофаги. Вокруг капилляров активно размножаются фибробласты, при этом они набухают, округляются, их контуры становятся более отчетливыми. Одновременно вблизи от некротического очага наблюдаются пролиферация и дедифференцировка эпителиальных клеток ацинарных отделов, слюнных трубок и мелких выводных протоков; клетки увеличиваются в размерах, в них появляются митозы.

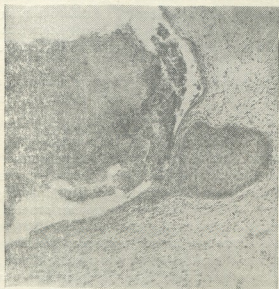


Рис. 1

Из железистых элементов вырастают тяжи из индифферентных клеток, выпячивая ацинусы, слюнные трубки и мелкие выводные протоки в сторону некротического очага; они как бы передвигаются по направлению последнего (рис. 2).

К 6-му дню опыта фибробласты принимают более зрелый вид, складываются отдельными группами, образуя тяжи грануляционной ткани, которые вместе с дедифференцированными эпителиальными клетками, общим потоком, вытянутые в одном направлении, вырастают в зону организации. К 10-му дню опыта пролиферирующие фибробласты принимают более зрелый вид и начинают вырабатывать волокна. К 15-му дню в очаге организации количество фибробластов уменьшается, а количество волокон возрастает; они становятся грубыми и однородными. В этих участках железистые элементы, находящиеся в состоянии некролиза, как бы замурованы среди волокнистой соединительной ткани: к 25—30-му дню от начала опыта размножающиеся соединительно-

тканые элементы, прорастая очаг организации, замещают эти дегенерирующие железистые элементы тяжами соединительной ткани.

В специализированных элементах железы, вблизи от введения канцерогена, начиная с 3-х суток, наблюдается пролиферация эпителиальных клеток в виде выростов, которые носят характер тяжей из малодифференцированных клеток и растут в направлении некротического очага; достигнув края некроза, они начинают стелиться пластом по его границе, постепенно окружая некротические массы. Местами наблюда-

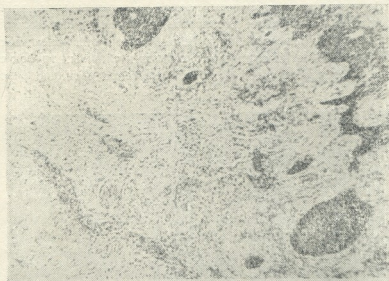


Рис. 2

ется превращение этих индифферентных эпителиальных клеток в многослойные плоские. Таким образом, возникает эпителиальная киста с некротическим содержимым в ее центре. Эпителиальная выстилка кисты неравномерной толщины, местами она состоит из нескольких слоев эпителия: выраженного базального, острого и ороговевшего рядов, а местами из индифферентных клеток, расположенных в 7—10 слоев.

В прослойках соединительной ткани вблизи депонирования канцерогена, начиная с первых суток, отмечаются выраженные воспалительные явления: расширение кровеносных и лимфатических капилляров, лейкоциты, мелкоклеточная инфильтрация лимфоцитами (которые или эмигрируют из сосудов, или размножаются из лимфоидных скоплений, находящихся в строме железы), набухание и фрагментация коллагеновых волокон, разведенных отечной жидкостью.

В случаях попадания канцерогена в интерстициальную соединительную ткань, особенно при повреждении сосуда, отмечается мелко-клеточная воспалительная инфильтрация, отек и диссоциация коллагеновых волокон. Воспалительный экссудат может содержать эритроциты (имеет геморрагический характер) или в большом количестве лейкоциты; в последнем случае экссудат имеет гнойный характер и образует в толще железы небольшую флукуирующую опухоль, которая к концу 30—35-х суток обычно исчезает.

На значительном расстоянии от места попадания канцерогена, начиная с 6-х суток, в ткани железы, наряду с нормальными дольками, наблюдаются и атипические; установить, к каким участкам железы следует их отнести, бывает порой трудно. Местами они напоминают железистые трубки. Клетки ацинарных отделов и слюнных трубок сильно увеличены, протоплазма клеток отечна, гомогенна и сильно базофиль-

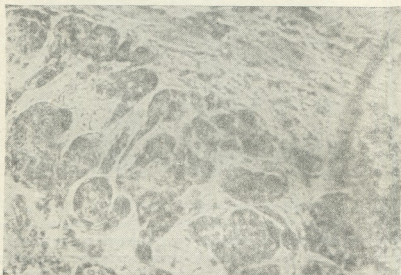


Рис. 3

на. Клетки тесно прилегают друг к другу. Некоторые ацинусы состоят из 15—20 клеток, ядра также увеличены. Митозы наблюдаются часто. Просветы выводных протоков местами сильно расширены. Во многих местах выросты индифферентных эпителиальных клеток из кубического эпителия ацинарных отделов и слюнных трубок превращаются (к 15—20-му дню опыта) в плоский (рис. 3).

Таким образом, наблюдалась метаплазия эпителия ацинарных отделов и слюнных трубок в многослойный плоский.



Со 2-го месяца опыта в специализированных элементах железы отмечаются процессы вторичной дифференцировки, развивающиеся в двух направлениях. В одних местах среди выростов и сплошных тяжей появляются железистоподобные просветы, выстланные одно- или двухрядным кубическим эпителием без признаков секреции; в других — эпителий преобразуется в многослойный плоский. В некоторых случаях наблюдается пролиферация камбиальных клеток слюнных трубок, в результате чего они окружаются муфтой из крупных эпителиальных клеток, местами превращающихся в многослойный плоский.

В последующие сроки опыта описанные выше изменения в специфических элементах железы остаются в основном такими же.

С конца первого месяца в различных участках стромы отмечены различные изменения: в одних случаях среди клеток появляются молодые фибробласты, которые складываются отдельными тяжами, приобретая постепенно веретенообразную форму и отделяясь друг от друга тонкими пучками коллагеновых волокон. По мере созревания молодые фибробласты теряют способность к делению, количество клеток постепенно уменьшается, волокон же — нарастает. В этих участках встречается значительное количество лимфоцитов, гистиоцитов и тучных клеток. В других случаях в соединительнотканых прослойках желез, а также в нескольких местах вокруг некротического очага молодые фибробласты не группируются в тяжи грануляционной ткани, а остаются рассеянными между разбросанных в различных направлениях коллагеновых пучков, которые в некоторых участках достигают значительной толщины. К 50—60-му дню опыта в подобных участках местами можно наблюдать пролиферацию этих рассеянных фибробластов с образованием отдельных клеточных скоплений. Это очаговые клеточные скопления, состоящие из крупных, атипических фибробластов с округлым, относительно крупным ядром при отсутствии воспалительной инфильтрации можно рассматривать как участки пролиферативных очагов пресаркоматозного характера [1, 2, 3]. Можно предположить, что возрастающий морфологический атипизм этих пролиферирующих клеточных групп, состоящих из незрелых атипических фибробластов, на фоне извращенного коллагенообразования и дистрофических изменений основного вещества приводит к образованию сарком.

Микроскопически обнаруживаемые опухолевые разрастания эпителия слюнных желез появляются с конца 2-го месяца. К этому сроку в ткани слюнной железы можно различить два типа железистых структур с специфическими элементами:

1. Ацинусы, выстланные кубическим эпителием, лишь частично сохранившего полярность расположения ядер. Часть же ацинусов состоит из недифференцированных пролиферирующих светлых крупных

клеток с крупным гиперхромным ядром. Базальная мембрана в части ацинусов отсутствует и в этих участках между отдельными ацинусами имеются компактные скопления клеток такого же характера.

2. В других случаях наблюдаются более крупные узелки, состоящие преимущественно из железистоподобных ходов с просветами разного диаметра, выстланных несколькими слоями индифферентных или кубических клеток, потерявших полярность. Отдельные железистоподобные ходы не имеют базальной мембраны, между ними встречаются тонкие прослойки соединительной ткани, в которых наблюдаются диффузная инфильтрация или очаговые скопления крупных индифферентных недифференцированных клеток, отличающихся то более светлой, базофильной протоплазмой и набухшими пузырьчатыми ядрами и крупными ядрышками, то более темной протоплазмой и гиперхромными, пикнотическими ядрами. Сравнительно часто встречаются митозы.

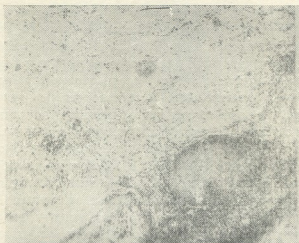


Рис. 4

Предопухолевую очаговую пролиферацию эпителия мы часто наблюдали на краю плоскоэпителиальной выстилки кист, образующихся в результате частичной инкапсуляции очага некроза (рис. 1), а также в отдельных ацинусах и железистых грубках в непосредственном со-
 сестве с некротическим очагом, а также в отдалении от него.

Описанные выше изменения в железе следует считать очагами предрака, представленными очаговыми и диффузными пролифератами эпителия (рис. 4). Возникновение таких пролифератов во многих местах железы говорит о множественности опухолевых зачатков.

По нашим наблюдениям [4, 5] опухоли в слюнных железах крыс возникали из паренхимы, а также из соединительнотканной стромы же-

лезы. Из специфических элементов, железы возникают следующие формы эпителиальных опухолей аденомы (эпителиомы), эпителиомы типа так называемых смешанных опухолей слюнных желез, аденокарциномы, плоскоклеточные раки (неороговевшие и ороговевшие), а из соединительнотканых прослоек — лимфомы лимфангиомы и саркомы.

Часто возникали также мультиформные опухоли, в которых паренхима была представлена эпителиальной тканью, но различные участки ее имели различное морфологическое строение, например: аденомы, аденокарциномы, плоскоклеточного рака (неороговевшего и ороговевшего), эпителиомы типа смешанных опухолей слюнных желез человека.

Кроме того, в нескольких случаях обнаружены смешанные злокачественные опухоли, в составе которых отмечены раковые, а также саркоматозные участки.

Этот факт следует объяснить тем, что канцерогенное вещество, введенное в ткань железы в виде бензолного раствора, равномерно распределяется, оказывая одинаковое воздействие на все тканевые элементы органа [6].

Возникновение опухолей типа, смешанных опухолей слюнных желез человека вызывает особый интерес. Эпителиальный гистогенез основной части их паренхимы не вызывает у нас сомнений. Что же касается слизевидных и хрящеподобных структур, часто встречающихся в этих опухолях, в них обнаружены три вида клеток: эпителии, миоэпителии и фибробласты. Расположение указанных участков вблизи слизистоперерожденной стромы заставляет предположить, что в их возникновении принимают участие элементы паренхимы и стромы. Указанные опухоли, по-видимому, следует считать смешанными только по морфологической картине, имеющей эпителиальный гистогенез.

Выводы

1. Нами по основным видам ткани отмечено возникновение эпителиальных и соединительнотканых опухолей.
2. В пределах эпителиальной ткани мы различаем возникновение железистых и плоскоэпителиальных раков. Железистые раки образуются из клеток ацинарных отделов, слюнных труб и мелких выводных протоков органа. Плоскоклеточные же раки исходят из подвергшихся метаплазии клеток указанных отделов, а также очагов плоскоклеточной метаплазии по краям некротического очага.
3. Источником лимфангиом, лимфом и сарком слюнных желез служат соединительнотканые прослойки между отдельными дольками железы.

4. Факт экспериментального получения эпителиом типа так называемых смешанных опухолей слюнных желез человека, возникающих в результате пролиферации клеток адинарных отделов, слюнных трубок и мелких выводных протоков, указывает на их эпителиальный истогенез.

Тбилисский институт онкологии

(Поступило в редакцию 10.3.1964)

მასპატიმნებელი მედიცინა

მ. იოსავა

პირთაბზას სანერწყვე ჯირკვლავის მორფოლოგიური
 ცვლილებები მასპატიმნებელ კანცეროგენსის პრეპარატში
 ო გ ხ ი უ გ ე

ვირთაგვების სანერწყვე ჯირკვლავში ბენზოლში გახსნილი 9,10-დიმეთილ-1,2-ბენზანტრაქენის ერთჯერადად შეყვანის შედეგად მესამე თვიდან ერთ წლამდე მიღებულ იქნა შემდეგი სახის სიმსივნეები: ადენომა (ეპითელიომა) ეპითელიომა ადამიანის ე. წ. შერეული სიმსივნის ტიპისა, ადენოკარცინომა, პრეტელუჯრედოვანი კიბო (გარქავებითა და გაურქავებლად), ლიმფომა, ლიმფანგიომა და სარკომა.

აღნიშნული სიმსივნეები, შემთხვევათა უმეტეს ნაწილში, ერთსა და იმავე ჯირკვალში გვხვდებოდა მულტიფოკალური ან აეოუული ავთვისებიანი სიმსივნეების სახით, რაც გამოწვეულია ბენზოლში გახსნილი კანცეროგენის მოქმედებით.

ადენომები და ადენოკარცინომები წარმოიშვა სანერწყვე ჯირკვლების აცინუსების, სანერწყვე მილაკებისა და წერილი გამომტანი სადინარების ეპითელიუმისაგან როგორც კანცეროგენის დებონირების უბანთან ახლო, ისე მისგან მოშორებით; ბრტყელუჯრედოვანი კიბოები კი — იგივე უბნებიდან ჯირკვლოვანი ეპითელიუმის ბრტყელუჯრედოვანი მეტაპლაზიის შედეგად.

ლიმფომების, ლიმფანგომებისა და სარკომების წყაროს წარმოადგენს წილაკთაშუა შემაერთებელქსოვილოვანი ხარისები. ზოგჯერ სარკომები წარმოიშობა ნეკროზული კერის ირგვლივ განვითარებული ნაწიბუროვან ქსოვილში, სადაც ქოტიურად განლაგებულ კოლაგენურ ბოჭკოებს შორის ხვდება უმწიფარი ატიპიური ფიბრობლასტებისაგან შემდგარი კეროვანი პროლიფერატები.

ე. წ. შერეული სიმსივნეების პარემქიმა ძირითადად წარმოდგენილია ეპითელიური სტრუქტურებით და ვითარდება ჯირკვლის აცინუსების, სანერწყვე მილაკებისა და გამომტანი სადინარების ეპითელიუმის პროლიფერაციის შედეგად. რაც შეეხება სიმსივნის პარენქიმაში შემავალ ლორწოსმაგვარ და ხრტილისმაგვარ უბნებს, მათში აღმოჩენილ იქნა სამი სახის უჯრედები: ეპითელიუმი, მიაოთელური და ფიბრობლასტები, რაც გვაფიქრებინებს, რომ აღნიშნული სიმსივნეების წარმოშობაში შესაძლებელია ნაწილობრივ მონაწილეობდნენ სტომის ელემენტებიც.

დასოფნებულ ლიტერატურაში — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. М. Васильев. Соединительная ткань и опухолевый рост в эксперименте. М., 1961, стр. 138.
2. З. В. Голберт. Об экспериментальных опухолях языка (некоторые вопросы патогенеза и гистогенеза). Архив патологии, 10, 2, 1948, 31—39.
3. Л. М. Шабалд. Очерки экспериментальной онкологии. Изд. АМН СССР, 1947.
4. В. О. Иосава. Индуцированные опухоли слюнных желез у крыс. Труды Института онкологии Минздрава СССР, т. 3, 1963, 85—94.
5. В. О. Иосава. К вопросу классификации экспериментальных опухолей слюнных желез. Труды Института онкологии Минздрава СССР, т. 3, 1963, стр. 95—105.
6. Г. Е. Георгадзе. Экспериментальные рабдомиобластомы и влияние организма на их возникновение. Тбилиси, 1963, стр. 218.

ქლინიკური მდიცინა

ლ. ღვალი

საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრების დიაგნოსტიკა და
მირუბრიული მკურნალობა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 8.4.1964)

საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქარი პირველად აღწერა მორგანმა 1768 წ., ხოლო მეიომ 1908 წ. ოპერაცია გაუკეთა 47 წლის ქალს, რომელიც ძრავალი წლის მანძილზე უჩიოდა ტკივილებს კუჭნაწლავის ტრაქტის მხრივ. ოპერაციაზე აღმოჩნდა კუჭის ნაწილობრივი ცდომა გულმკერდის ღრუში.

საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრების მიმართ ინტერესი გაიზარდა აკერლუნდის შრომის გამოქვეყნების შემდეგ (1926 წ.), რომელმაც 5 წლის განმავლობაში შეისწავლა 16 ავადმყოფი საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრით. მისი აზრით, საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქარი 6—7-ჯერ უფრო ხშირად გვხვდება, ვიდრე სხვა ლოკალიზაციის დიაფრაგმული თიაქრები.

1939 წელს ვ. ჩელიკინმა აღწერა ავადმყოფი, რომელსაც საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქარი აღენიშნებოდა. ავადმყოფი გარდაიცვალა თიაქრის შიგთავსის ჩაქედვასთან დაკავშირებული გართულებით.

სუიტმა 1952 წ. გამოაქვეყნა საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრების ოპერაციული მკურნალობის 111 შემთხვევა, ხოლო პერინქტონმა 1955 წელს გამოაქვეყნა საკუთარი მასალა საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრების; ხაწარმოებია 489 ოპერაცია.

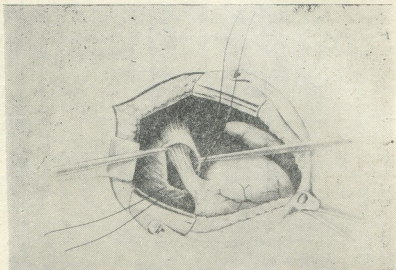
ეს პათოლოგია მეტწილად აღენიშნებათ ბავშვებსა და პირებს 50 წლის ასაკის შემდეგ. ბავშვებში დაავადება თანდაყოლილია; ხანდაზმულებში კი იგი შექმნილ ხასიათს ატარებს. თანდაყოლილი საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრების ეთიოლოგიურ ფაქტორად ემბრიონალურ პერიოდში ითვლება დიაფრაგმის განუვითარებლობა, კერძოდ როდესაც ემბრიონალურ პერიოდში კუჭი განიცდის მიგრაციას გულმკერდიდან მუცლის ღრუში. დიაფრაგმის ჩამოყალიბება ხდება ნაადრევად. ამასთან დაკავშირებით კუჭის ჩამოშვების შედეგად საყლაპავი მილი მოექცევა გაფართოებული საყლაპავი მილის ხვრელში.

საყლაპავი მილის ხვრელის შექმნილი თიაქარი უნეითარდებათ ხანდაზმულ პირებს, რომლის ეთიოპათოლოგიურ ფაქტორად ითვლება დიაფრაგმის მედიალური ფეხების ატროფია, საყლაპავ-დიაფრაგმული ფირფიტის მოდუნება და კუჭ-კარდიალური სარქვლის ფუნქციის მოშლა. გულმკერდის ღრუში უარყოფითი, ხოლო მუცლის ღრუში დადებითი წნევა ხელს უწყობს კუჭის გადახაცვლებას გულმკერდის ღრუში.

საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრებისას არჩევენ 4 სახეს. დატურებულ-ლი, პარაფთოვალური, გიგანტური და მოკლე საყლაპავი მილი. ჩვენ ვჯგონდა საშუალება მოსკოვის I სამედიცინო ინსტიტუტის პოსპიტალური ქირურ-

გის კათედრაზე გვეწარმოებინა დაკვირვება 84 ავადმყოფზე, რომელთაც აღენიშნებოდათ საყლაპავი მილის ხვრელის სხვადასხვა სახის თიაქარი; აქედან 52 მამაკაცი იყო, 32 — ქალი. იაპერაცია გაუკეთდა 53 ავადმყოფს ასაკის მიხედვით უმრავლესობა აღმატებოდა 50 წელს.

საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრების დიაგნოსტიკაში ყველაზე საიმედო სადიაგნოზო საშუალებად ითვლება რენტგენოდიაგნოსტიკური მეთოდები როგორც საკონტრასტო, ისე მიმოხილვითი. ავადმყოფების გამოკვლევა სავალდებულოა როგორც ვერტიკალურ, ისე ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში.



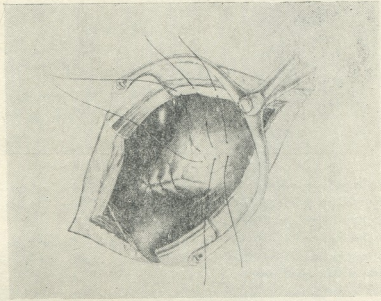
სურ. 1

ბრიკის მონაცემებით, 300 ავადმყოფიდან, რომლებიც უჩივოდნენ კუჭ-ხაწლავის სისტემის დაავადებებს, 27 შემთხვევაში რენტგენოლოგიურად ავადმყოფების ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში გამოკვლევით დადგინდა საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქარი. აღნიშნული პათოლოგიის დროს ვერტიკალურ ძდგომარეობაში კონტრასტის მიცემით ავადმყოფებს აღენიშნებათ რეგურგიტაცია. საყლაპავი მილის ხვრელის დაცურებული თიაქრების არაპირდაპირ რენტგენოლოგიურ ნიშნად ითვლება კუჭის ჰაეროვანი ბუშტის დაბატარავება, საყლაპავი მილის დისტალური ნაწილის გაფართოება. ამის მიზეზია შიგთავსის გახანგრძლივებულად გადანაცვლება კუჭიდან საყლაპავ მილში. ჰისის კუთხის დაბლაგვება.

დიაფრაგმის ზემოთ, კუჭის კარდიალური ნაწილის ლორწოვანის პროეცირება წარმოადგენს საყლაპავი მილის ხვრელის თიაქრის აბსოლუტურ ნიშანთვინებას. პარაფოფაგალური საყლაპავი მილის თიაქრების დროს ავადმყოფების რენტგენოლოგიური გამოკვლევით კუჭის ფუნდალური ნაწილი დიაფრაგმის ზემოთ მდებარეობს, ხოლო საყლაპავი მილის დისტალური ნაწილი თიაქრებისაგან განსხვავებით მუცლის ღრუშია დაცურებული.

საყლაპავი მილის ხერგლის თიაქრებიდან ყველაზე ხშირია დაცურებული ტიპის თიაქრების შემთხვევები. აღნიშნული სახელწოდება იმასთანაა დაკავშირებული, რომ კუჭის კარდიალური ნაწილის უკანა კედელი არაა დაფარული პერიტონეუმით. ამით იგი სავსებით ანალოგიურია სხვა ლოკალიზაციის დაცურებულ თიაქრებთან. დაცურებული ტიპის თიაქრები შეიძლება იყოს ფიქსირებული და მოძრავი.

დაცურებული ტიპის საყლაპავი მილის ხერგლის თიაქრის დროს საყლაპავი მილი კუჭს უერთდება შუასაყარში და მათი შეერთების ადგილას იქმნება ბლაგვი კუთხე (მახვილის ნაცვლად), რაც ხელს უწყობს კარდიის სარქველოვანი ფუნქციის მოშლას. აღნიშნული მდგომარეობა ითვლება ხელშემწყობ ფაქტორად რევურტიციის წარმოშობისათვის. მაგრამ არ არის სავალდებულო რეფლუქსის არსებობა საყლაპავი მილის ხერგლის თიაქრებისათვის. ამიტომ ზოგიერთ შემთხვევაში დაავადება უსიმპტომოდ მიმდინარეობს.



სურ. 2

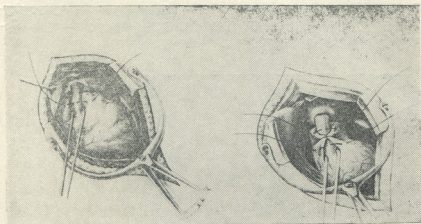
ამ დაავადების კლინიკური სიმპტომები ასეთია: გულმძარვა, ბოყინი, ღებინება და გულისრევა, რაც კარდიის სარქველოვანი ფუნქციის მოშლაზე მიუთითებს. ტკივილები მახვილისებური მორჩისა და მკერდის ძვლის უკან, ჩვენი აზრით, დაკავშირებულია რეფლუქსის დროს საყლაპავი მილის გაფართოვებასთან და კუჭის წვენით საყლაპავი მილის ლორწოვანას გაღიზიანებასთან.

კუჭიდან საყლაპავ მილში შიგთავსის გადანაცვლებამ შეიძლება გამოიწვიოს გართულება — პეპტიური ეზოფაგიტი, რაც დროთა ვითარებაში იწვევს საყლაპავი მილის დანაწიბურებას (საყლაპავი მილის დამოკლებით). ამ შემთხვევაში საჭმე გვაქვს შეძენილი მოკლე საყლაპავ მილთან. ლიტერატურაში

არის აღწერილი შემთხვევები, როდესაც პეპტიურმა ეზოთაგიტმა გამოიწვია პერფორაცია.

საყლაპავი მილის ხერეღის თიაქრის დროს წყლულების არსებობამ საყლაპავი მილის ლორწოვანზე შეიძლება გამოიწვიოს სისხლის დენა, რაც პიპოქრომულ ანემიას იწვევს.

პარაეზოფაგალური თიაქრები შედარებით იშვიათია საყლაპავი მილის ხერეღის თიაქრების სახეებს შორის. ჩვენ მიერ შესწავლილი საყლაპავი მილის ხერეღის თიაქრიანი 84 ავადმყოფიდან მხოლოდ 4 შემთხვევაში გვქონდა საქმე პარაეზოფაგალურ თიაქართან.



სურ. 3

პარაეზოფაგალური თიაქრების დროს საყლაპავი მილის დისტალური ნაწილი მუცლის ღრუშია ხოლო კუჭის ფუნდალური ნაწილი გამძვარალია გაფართოებული საყლაპავი მილის ხერეღში.

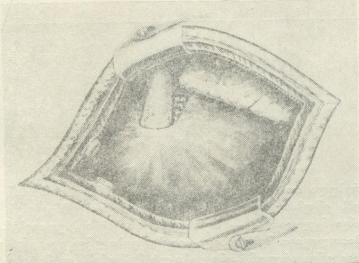
პარაეზოფაგალურ თიაქრებს მიდრეკილება აქვთ ჩაჭედვისაკენ. ამიტომ ამ სახის ყველა თიაქრების მკურნალობა მხოლოდ ოპერაციულია. ამ ტიპის თიაქრებს დროს ავადმყოფები უჩივიან ტკივილებს მახვილისებრი მორჩისა და გულის საპროექციო არეში, რაც განსაკუთრებით ძლიერდება საჭმლის მიღების შემდეგ ავადმყოფის პოზიციონალურ მდგომარეობაში ყოფნის დროს. აღნიშნული მდგომარეობა დაკავშირებულია გადანაცვლებული მუცლის ღრუს ორგანოების ზეწოლაზე.

ცდომა მუცლის ღრუდან გულმკერდის ღრუში შეიძლება განიცადოს კუჭმა, ნაწლავებმა, ბადექონმა. ამასთან დაკავშირებით პარაეზოფაგალური თიაქრები იყოფა: ფუნდალურ, ანტრალურ, ნაწლავის, კუჭ-ნაწლავისა და ბადექონის თიაქრებად.

გიგანტური საყლაპავი მილის ხერეღის თიაქარი წარმოადგენს იშვიათ ფორმას. არჩევენ ტოტალურსა და სუბტოტალურ გიგანტურ თიაქრებს. ეს დამოკიდებულია იმაზე, თუ კუჭის რა ფართი განიცდის ცდომას გულმკერდის

დრუში. აღნიშნულთან დაკავშირებულია ამ პათოლოგიის კლინიკური გამოვლინება. ჩვენ მასალაზე გიგანტური თიაქარი აღინიშნებოდა 2 შემთხვევაში. ავადმყოფებს ჩაუტარდათ ოპერაციული მკურნალობა.

საყლაპავი მილის ხერგლის თიაქრის მეოთხე ფორმას წარმოადგენს მოკლე საყლაპავი მილი, რაც შეიძლება იყოს თანდაყოლილი და შეძენილი. შეძენილი მოკლე საყლაპავი მილი წარმოიშვება დაცურებული საყლაპავი მილის რეფლუქსთან დაკავშირებით, როდესაც საყლაპავი მილი განიცდის შეჭმუხვნას, დამოკლებას და კუჭს გადაადგილებს შუასაყარში, სადაც ხდება მათი შეზრდა ირგვლივ მდებარე ქსოვილებთან. აღნიშნული პათოლოგიის დროს, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი სიმპტომებისა, ავადმყოფს შეიძლება აღენიშნებოდეს გაძნელებული ყლაპვა, რაც დაკავშირებულია საყლაპავი მილის დისტალური ნაწილის სტენოზირებასთან. ჩვენ მასალაზე აღნიშნული მდგომარეობა აღენიშნებოდა 9 ავადმყოფს.



სურ. 4

თანდაყოლილი მოკლე საყლაპავი მილი იშვიათი დაავადებაა. აღნიშნული დაავადების მიზეზად შეიძლება მივიჩნიოთ ემბრიონალურ პეროდში საყლაპავი მილისა და დიაფრაგმის არანორმალური განვითარება, როდესაც კუჭი არ ეშვება მუცლის დრუში და საყლაპავი მილის ხერგლი რჩება ფართო. აღნიშნული ლოკალიზაციის თიაქრები ფიქსირებული თიაქრების ჯგუფს მიეკუთვნება (ე. ი. ჩაქედვას არ განიცდის).

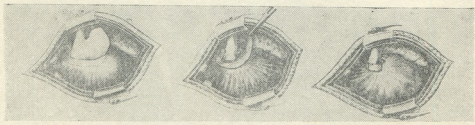
საყლაპავი მილის ხერგლის თიაქრები შედარებით იშვიათი დაავადებაა. ამის მთავარი მიზეზი ისაა, რომ არაიშვიათად ექიმები ხელოვნურად გამოიგონებენ ხოლმე დიაგნოზებს, როგორც არის მაგ., ქრონიკული ვასტრიტი, კუჭისა და 12-გოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადება, ჰიპოქრომული ანემია, ლეიქმისა და ნაღვლის ბუშტის ანთებები, ქრონიკული პანკრეატიტი, მზის

წნულის ანთება, საყლაპავი მილის დივერტიკული, სტენოკარდია და სხვა. ერთ-ერთ მიზეზად აგრეთვე დიაგნოსტიკური შეცდომებისა შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ ავადმყოფების რენტგენოლოგიური შესწავლა წარმოებს მხოლოდ ვერტიკალურ მდგომარეობაში, რაც დაუშვებლად მიგვაჩნია.

ავადმყოფების პორიზონტალურ მდგომარეობაში შესწავლა საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ საყლაპავი მილის ხერვლის თიაქრები.

დიაგნოზის თვალსაზრისით დაცურებული ტიპის საყლაპავი მილის დიაგნოსტიკისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ნ. კ ა შ ი ნ ი ს მეთოდი საყლაპავი მილის ზონდირება. ეს მეთოდი დაკავშირებულია რეფლუქსის წარმოშობასთან ამ პათოლოგიის დროს.

საყლაპავი მილის თიაქრების მკურნალობა შეიძლება იყოს კონსერვატიული და ოპერაციული. როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, პარაეზოფაგალური თიაქრები, რადგან მათ მიდრეკილება აქვთ ჩაჭედვისაკენ, მხოლოდ ოპერაციულ მკურნალობას ექვემდებარებიან.



სურ. 5

დაცურებული თიაქრების დროს მკურნალობა ნაჩვენებია მაშინ, როცა ავადმყოფებს ეწყებათ ჩივილები. კონსერვატიული მკურნალობის მომხრენი არიან ფრანგი მკვლევარები — ბლონდე, მიშო. ისინი მიუთითებენ, რომ აღხიშნული პათოლოგიით შეპყრობილი ავადმყოფები უნდა იცავდნენ გარკვეულ რეჟიმს. თავი უნდა არიდონ მძიმე ფიზიკურ მუშაობას, კორსეტების ტარებას, დიდი მნიშვნელობა აქვს დიეტის დაცვას, რაც გამოიხატება საქმლის მცირე და ხშირად მიღებაში, საკვების მიღების შემდეგ დაწოლას არ ურჩევენ.

ოპერაციულ ჩვენებად ითვლება კონსერვატიული მკურნალობის უშედეგობა, მკვეთრად გამოხატული კლინიკური სიმპტომები, რომლებსაც ავადმყოფი სრულ დაინვალიდებამდე მიჰყავს. ამავე დროს ოპერაციულ ჩვენებად ითვლება პერიოდული სისხლის დენა, რაც შემდგომში ჰიპერტროფული ანემიის სურათს გვაძლევს.

ოპერაციის მთავარი ამოცანაა — წინასწარ განისაზღვროს ოპერაციის შიზანშეწონილობა, თუ რა სახის ოპერაციაა საჭირო და რა მიდგომით უნდა იქნეს იგი ნაწარმოები. ოპერაციის შემდგომი სიკვდილიანობა 1-დან 5%-მდე აღწევს. საყლაპავი მილის ხერვლის თიაქრით გატარებული 84 ავადმყოფიდან 53 შემთხვევაში ჩატარებულია სხვადასხვა სახის პლასტიკური ოპერაცია. 39

ავადმყოფს ოპერაცია გაუკეთდა აბდომინალური მიდგომით, 12 შემთხვევაში — თოროკალური და 2 შემთხვევაში — პალიატიური ოპერაცია — ფრენიკო-ექზერეზ. 53 ოპერირებული ავადმყოფიდან 3 გარდაიცვალა. აღნიშნული პათოლოგიის დროს დაავადების ლიკვიდაციის მიზნით ჩვენ მიერ ნაწარმოებია: კრურორაფია (სურ. 1), ფუნდოპლიკაცია (სურ. 3) და გასტროპექსია (სურ. 2). ხშირად მივმართავდით ამ მეთოდების კომბინაციას, რაც ოპერაციის შემდეგ კარგ შედეგს გვაძლევს.

საყლაპავი მილის ხერელის თიაქრის დროს კუჭისა და ნაწლავების ცდომა შესასყარში წარმოებს გაფართოებული საყლაპავი მილის ხერელში. ამასთან დაკავშირებით გადანაცვლებული ორგანოების ჩაბრუნების შემდეგ მუცლის ღრუში დიაფრაგმის მედიალური ფეხები უნდა შევიწროვდეს კვანძოვანი ნაკერებით (საჭიროა 3 — 4 ნაკერი).

გასტროპექსიის მიზანია ფიქსაცია გაუკეთოს კუჭს მუცლის წინა კედელთან როგორც მცირე, ისე დიდ სიმრუდეზე. აღნიშნული მდგომარეობა საშუალებას გვაძლევს თავიდან ავიცილოდ რეციდივის განვითარება და შევქმნათ მახვილი კუთხე საყლაპავ მილსა და კუჭს შორის, რაც აუცილებელია რეგურგიტაციის თავიდან ასაცილებლად.

ფუნდოპლიკაციის მიზანია აღადგინოს სარქველოვანი ფუნქციები კუჭ-კარდიალური აპარატისა და ამავე დროს შექმნას მკვეთრად გამოხატული მახვილი კუთხე კუჭსა და საყლაპავ მილს შორის.

ოპერაცია ხორციელდება საყლაპავ მილის დისტალურ ნაწილზე კუჭის წინა და უკანა კედლის მიკერებით „მუფტის წარმოშობით“. იმ შემთხვევაში, როცა საყლაპავი მილის ხერელის დიამეტრი სავარძლო გაფართოებას განიცდის და კუჭის უმეტესი ნაწილი გამძვრალია საყლაპავი მილის ხერელში. მიზანშეწონილია ოპერაცია ვაწარმოოთ ტრანსთორაკალური მიდგომით. ტრანსთორაკალური მიდგომით ფუნდოპლიკაციის წარმოება გაძნელებულია, ხოლო ამ უკანასკნელს დიდი მნიშვნელობა აქვს საყლაპავი მილის ხერელის თიაქრების მკურნალობაში, ამიტომ ჩვენ მიერ ვერ ექსპერიმენტში, შემდეგ კი კლინიკაში, დამუშავებულია დიაფრაგმოპლასტიკის მეთოდი, რაც გამოიხატება დიაფრაგმის ნაფლეთის საყლაპავი მილის დისტალურ ნაწილზე „მუფტის“ წარმოშობაში, სადაც ხდებოდა მისი ფიქსაცია კვანძოვანი ნაკერებით (სურ. 4,5). წარმოშობილი უთმი დიაფრაგმის ნაფლეთიდან ასრულებს კარდიის სარქველოვან ფუნქციას, რაც ხელს უშლის კუჭიდან საყლაპავ მილში შიგთავსის გადანაცვლებას. კლინიკაში აღნიშნული მეთოდით გაკეთებულია 2 ოპერაცია კარგი შედეგებით.

საყლაპავი მილის ხერელის თიაქრებით მეტწილად ავადდებიან ხანდაზმული პირები. ეს დაავადება არც თუ ისე იშვიათ მოვლენად ითვლება სამედიცინო პრაქტიკაში. ოპერაციის ჩვენებად ითვლება პერიოდული სისხლის დენა, ჰიპერქრომული ანემია, გამოხატული დისპეპსიური და დისფაგიური მოვლენა, სტენოკარდიული შეტევა.

მცირე ზომის საყლაპავი ხერელის თიაქრების დროს მიზანშეწონილია ოპერაცია ვაწარმოოთ აბდომინალური მიდგომით. როგორც ჩვენმა კლინიკურ-

მა დაკვირვებამ გვიჩვენა, კურთროფია, გასტროპექსია და ფუნდოპლიკაცია ოპერაციის გამართლებული მეთოდებია.

თბილისის სიხელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვინა 8.4.1964)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Л. Г. ДВАЛИ

ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ГРЫЖИ
ПИЩЕВОДНОГО ОТВЕРСТИЯ

Резюме

Грыжа пищевода впервые была описана Морганом в 1768 г. Определенный интерес к этой патологии проявился после работы Акерлюнда, который отметил, что грыжа пищевода встречается в 6-7 раз чаще, чем грыжи диафрагмы другой локализации.

За последнее двадцатилетие как в зарубежной, так и в отечественной современной медицинской литературе имеются многочисленные работы относительно грыж пищевода.

Нам представилось возможным на кафедре госпитальной хирургии I МОЛМИ провести наблюдение на 84 больных, страдающих грыжей пищевода. Из 84 обследованных больных 53 произведена операция. Наибольшее количество больных было в возрасте выше 50 лет.

Основным диагностическим методом для выявления грыж пищевода являются рентгенологические методы обследования — как обзорный, так и контрастный. Обследование больных необходимо производить в горизонтальном и вертикальном положении. Грыжи пищевода диафрагмы, в свою очередь, делятся на скользящие, параэзофагиальные, гигантские и короткий пищевод.

Клиническая картина грыжи пищевода проявляется в отрыжках, изжогах, рвотах, особенно после приема пищи, болях в эпигастриальной и подложечной областях.

Хирургическое лечение грыж пищевода показано в тех случаях, когда консервативное лечение (диета, покой, предупреждение запоров) не дает эффекта. Из 53 оперированных больных 39 операция была произведена абдоминальным доступом, 12 — трансторакальным, а 2 — палиативная операция френико-экзерез. Основной целью операции было восстановление кардиально-желудочной функции клапанного аппарата и устранение тупого угла Гисса на месте соединения пищевода с желудком. Для осуществления этой цели нами производились крурорафия, гастропексия, фундопликация. Отдаленные результаты операции доказали эффективность этого метода хирургического лечения.

კლინიკური მდიცინა

უ. რუსაძე

ქალატვინის დახურულ ტრავმულ დაზიანებათა ზოგიერთი საკითხის შისახებ ბავშვთა ასაკში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 20.3.1964)

ბავშვთა ასაკის ტრავმული დაზიანების შესახებ არსებული ლიტერატურული წყაროები [1, 2, 3] ადასტურებენ, რომ სხეულის ტრავმულ დაზიანებათა შორის თავისქალასა და მისი შიგთავსის დაზიანებას ერთ-ერთი პირველი ადგილი უჭირავს (26,4% — 36,5%). სრულასაკოვანთა სხეულის ტრავმულ დაზიანებათა შორის ქალატვინის ტრავმის შემთხვევები 8,3%-დან 19,2%-ს შორის მერყეობს. ამგვარად, ქალატვინის დაზიანების შემთხვევები ბავშვთა ასაკში 2 — 3-ჯერ უფრო მეტია.

17 წლის განმავლობაში (1947 — 1963 წ. წ.) თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის ბავშვთა ქირურგიულ კლინიკაში გატარებულია 25436 ავადმყოფი; აქედან 6973 სხვადასხვა ტრავმით; მათ შორის ქალატვინის ძწვავე დახურული დაზიანებით — 1640 შემთხვევა, რაც 23,54%-ს შეადგენს.

მ. გორელი შევას მონაცემებით [4] საბჭოთა კავშირში სრულასაკოვან პირთა ქალატვინის ტრავმულ დაზიანებათა მეტი წილი გამოწვეულია ქუჩის ტრანსპორტით, მეორე ადგილზეა ე. წ. საყოფაცხოვრებო ტრავმის შემთხვევები. ანალოგიური მონაცემები ვიპოვეთ უცხოურ ლიტერატურულ წყაროებშიც [3].

ჩვენი მასალის მიხედვით, ქალატვინის ტრავმული დაზიანების 68,32% (1121 ავადმყოფი) გამოწვეულია საყოფაცხოვრებო ტრავმით; ქუჩის ტრანსპორტით გამოწვეულ ტრავმას კი 29,03% უკავია (476 ავადმყოფი).

საყოფაცხოვრებო ტრავმიდან გამოწვეული ქალატვინის დაზიანების მიხეზი იყო: სიმალიდან ჩამოვარდნა (587 ავადმყ.) — 52,36%; მალლიდან ჩამოვარდნილი მკვრივი საგნის თავში მოხვედრა (213 ავადმყ.) — 19%; იატაკზე წაქცევა (194 ავადმყ.) — 16,3%; უძრავ საგანზე თავის მიხლა (127 ავადმყ.) — 11,4%.

როგორც ჩანს, საყოფაცხოვრებო ტრავმიდან ყველაზე მეტად გვხვდება სიმალიდან ჩამოვარდნის შემთხვევები. ეს შეეხება განსაკუთრებით ბავშვთა უმცროს ასაკს. ჩვენ შეგვხვდა 5 წლამდე ასაკის ბავშვთა სიმალიდან ჩამოვარდნის 276 შემთხვევა, რაც ტრავმით დაზიანებულ ამ ასაკის ბავშვთა 54,2%-ს შეადგენს.



ასეთი მაღალი მაჩვენებლები მიზეზი ძირითადად მშობლებისა და მომვლელების უყურადღებობაში მდგომარეობს. ხუთი წლის ბავშვს არ შესწევს უნარი გონიერულად შეაფასოს მოახლოებული საშიშროება, პირიქით, მისი ბუნებისათვის დამახასიათებელია ინტერესი, რომ ყველაფერი გაიგოს. ეს ზოგჯერ იწვევს საბედისწერო ნაბიჯის გადადგმას და, არც თუ ისე იშვიათად, ბავშვები თავიანთი „შეუგნებლობის“ მსხვერპლნი ხდებიან.

უმცროსი ასაკის ბავშვებში იშვიათად ვხვდებით ქალატეინის მძიმე დაზიანებას სიმალლიდან ჩამოვარდნის შემდეგ. ეს აიხსნება მათი ანატომიურ-ფიზიოლოგიური თავისებურებით.

6. შვარცი [5] ასეთებს „მფრინავ ბავშვებს“ უწოდებს, რაც სავსებით მართებულია. გარდა ანატომიურ-ფიზიოლოგიური თავისებურებისა, აქ ერთ-ერთ დაცვით როლს ასრულებს ბავშვის წონა, რის გამოც ის თითქოს ჰაერში ლივლივებს და მიწასთან შეხებისას მისი ცენტრალური ნერვული სისტემა მომზადებული ხდება დარტყმის მომენტს.

ჩვენი მასალის მიხედვით, ქუჩის ტრავმა შემდეგნაირად ნაწილდება: ავტოტრანსპორტის მიზეზით — 218 ავადმყ. (45,8%), ქუჩაში წაქცევით — 167 ავადმყ. (35%), ველოსიპედის დაჯახებით — 55 ავადმყ. (11,6%), ტრამვაის მიზეზით — 36 ავადმყ. (7,6%), სულ 476 ავადმყოფი.

როგორც ჩანს, ქუჩის ტრავმაში ჰარბობს ავტოტრანსპორტით გამოწვეული ტრავმა, რაც ძირითადად სკოლის ასაკის ბავშვებში გვხვდება. ჩვენი მასალის მიხედვით, ავტოტრანსპორტით გამოწვეული ტრავმა უმთავრესად აღიზიანებოდა 6 — 10 წლის ბავშვებში, რომელთა რაოდენობა 177 იყო. ეს შეადგენს ამ სახის დაზიანებათა 87,2%-ს.

6. დამიეს [2] მონაცემებით, ბავშვთა ასაკის ტრავმატიზმი ავტოტრანსპორტით გამოწვეული თავისქალასა და მისი შიგთავსის მწვავე ტრავმული დაზიანება მძიმე, აღუდგენელი დარღვევებით ხასიათდება და ტრავმირებულთა უმრავლესობა ადგილზევე იღუპება. ეს აიხსნება მოქმედი ძალის მექანიზმით (მოძრავი საგნის დარტყმა უძრავ საგანზე).

მ. როშალის [6] აზრით, ამ დროს ადგილი აქვს ორმაგ დარტყმას: პირველი, როცა მოძრავი მანქანა ეჯახება ბავშვს, მეორე შემთხვევაში კი დაჯახებისას წარმოიქმნება ძალა, რაც ბავშვს ისვრის დიდ მანძილზე. მიწაზე დახარცების შედეგად ტრავმირებული ლეზულობს განმეორებით ტრავმას, რაც კიდევ უფრო აუარესებს მძიმე დაზიანებას.

ჩვენ მიერ დამუშავებული მასალის მიხედვით, ხუთი წლის ასაკამდე თავისქალასა და მისი შიგთავსის მწვავე ტრავმა, გამოწვეული ქუჩის ტრანსპორტით, შედარებით იშვიათად გვხვდება. ეს იმიტომ, რომ ამ ასაკის ბავშვები თითქმის ყოველთვის ზედამხედველობის ქვეშ იმყოფებიან.

ქალატეინის ტრავმის შემთხვევები უფრო ხშირია ვაჟებში. ჩვენი მასალის მიხედვით, ტრავმირებული იყო 1176 ვაჟი (71,7%) და 464 გოგო (28,3%). ვაჟები უფრო ცელქები არიან, მათი ზოგიერთი სახის თამაშობა კი სახიფათოა. ბავშვები მიიღტიან ე. წ. „გმირობისაკენ“. ისინი ცდილობენ წაბაძონ მათზე

უფროსებს და ამის გამო ხშირად ხდებიან უხეში თამაშის ან ქუჩის ტრანსპორტის მსხვერპლნი.

ს. ტეროვსკის [7] გამოკვლევით, ქალაქის დაზიანებათა რაოდენობა განსაკუთრებით დიდია 8 წლის ასაკში. ამ ასაკში ბავშვები პირველად მიდიან სკოლაში. ისინი დამოუკიდებლად გრძნობენ თავს, ჰბაძავენ უფროსებს. ნებადაურთველად ქუჩაში ან ქუჩის პირას ბურთს თამაშობენ, კიბის მოაჯირებზე სრიალებენ, ტრამვაისა და ტროლეიბუსის ბაქანზე ჩამოეკიდებიან ხოლმე და სხვა.

ჩვენი საკუთარი მისალის ანალიზის დროს მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ, რომ თავისქალასა და მისი შვიტავის მწვავე დახურული დაზიანება ასაკის ძიხედვით დაგვეყო სამ ჯგუფად. პირველ ჯგუფში შევიყვანეთ ტრავმირებული ბავშვები 5 წლამდე, მეორე ჯგუფში — 6-დან 10 წლამდე და მესამე ჯგუფში 11-დან 15 წლამდე. პირველ ჯგუფში ტრავმირებული იყო 509 ბავშვი (31%), მეორე ჯგუფში — 734 (45%), მესამე ჯგუფში — 397 (24%). ამასთან შევისწავლეთ, თუ რომელ ჯგუფში ასაკისა და მიხედვით რა სახის ტრავმა ჭარბობდა. გამოირკვა, რომ საყოფაცხოვრებო ტრავმა პირველ ჯგუფში შეადგენს 80%-ს, მეორე ჯგუფში — 64%-ს, მესამე ჯგუფში — 62%-ს; ქუჩის ტრავმა შეადგენს პირველ ჯგუფში 20%-ს, მეორე ჯგუფში — 34%-ს, მესამე ჯგუფში — 31,5%-ს.

როგორც ჩანს, 5 წლამდე ბავშვთა ასაკში ჭარბობს საყოფაცხოვრებო ტრავმის მიერ გამოწვეული ქალაქის მწვავე დახურული დაზიანება. ამ ჯგუფის ძირითად ბირთვს წარმოადგენს ტრავმა სიმაღლიდან ჩამოვარდნის შედეგად; ქუჩის ტრანსპორტით გამოწვეული დაზიანებები, კი მომდევნო ასაკების ბავშვებთან შედარებით, ამ ჯგუფში ნაკლებია.

ნ. შვარცის [5] აზრით, ყველაზე „საშიში“ მეორე ჯგუფის ასაკია. ამ ასაკში ბავშვებს აქვთ მიდრეკილება „გამომგონებლობისაკენ“. ისინი არ ემორჩილებიან უფროსებს, მიიღებიან „გმირობისაკენ“, ჰბაძავენ სწავლასხვა კიბოსურათების გმირებს, მათზე უფროსებს. მათ იზიდავს ქუჩა თავისი ხმაურითა და მოძრაობით. ამის გამო ისინი ხშირად მსხვერპლნი ხდებიან თავიანთი დაუდევარი ბუნებისა და ცელქობისა.

მესამე ჯგუფის ასაკში საყოფაცხოვრებო ტრავმით გამოწვეული დაზიანება უმთავრესად გვხვდება მკვრივი საგნის თავში მოხვედრის შედეგად, აგრეთვე სიმაღლიდან ჩამოვარდნის, ქუჩაში ეზოში თუ სკოლაში წაქცევის, ჩხუბის ან ჭიდაობის შემთხვევაში. ხშირად ქალაქის დაზიანება გვხვდება აგრეთვე ქუჩისა და სპორტული ტრავმის შემდეგ. ამ ასაკში მიღებული ტრავმა უმეტეს შემთხვევაში კლინიკურად მძიმედ მიმდინარეობს, რაც აიხსნება ამ ასაკისათვის დამახასიათებელი გარდამავალი პერიოდით.

ჩვენი აზრით, 15 წლის ასაკში ქალაქის ტრავმულ დაზიანებათა სიმცირე უნდა აიხსნას იმით, რომ ამ ასაკში ბავშვები „შეგნებულნი“ არიან, თავს იკავებენ „ქუჩის გმირობისაგან“ და, რაც მთავარია, აქტიურად არიან ჩაბმულნი სასკოლო ცხოვრებაში, აგრეთვე საზოგადოებრივ და ორგანიზაციულ საქმიანობაში.

სპორტულ იარაღებზე ვარჯიშისა და სხვადასხვა თამაშობების დროს მიღებული ქალატეინის დაზიანება ჩვენს მასალებში შეგვხვდა 37 შემთხვევაში (2,35%). ტრავმულ შემთხვევათა ასეთი სიმცარე აიხსნება სათამაშო მოედნების უზრუნველყოფით სათანადო ინვენტარითა და საექიმო კონტროლის გაძლიერებით.

ლიტერატურაში არ არსებობს ერთნაირი აზრი იმის შესახებ, თუ რომელ თვეში ქარბობს თავისქალასა და მისი შიგთავსის მწვავე დახურული დაზიანება.

ნ. დამიეს [2] მონაცემებით, ქალატეინის დაზიანებები ბავშვთა ასაკში უფრო ხშირია გაზაფხულსა და შემოდგომაზე.

ჩვენი მასალის მიხედვით, ქალატეინის დაზიანება წლის სხვადასხვა დროს შემდეგნაირად ნაწილდება: ზამთარში — 268 შემთხვევა (16,34%), გაზაფხულზე — 567 შემთხვევა (34,6%), ზაფხულში — 478 შემთხვევა (29,1%), შემოდგომაზე — 327 შემთხვევა (19,96%).

ჩვენი მასალის ანალიზით გამოირკვა, რომ დილის საათებში ქალატეინის დახურული დაზიანების შემთხვევები მცირეა, რაც იმით აიხსნება, რომ დილით ბავშვები სკოლებში მიდიან უფროსების თანხლებით და იმყოფებიან მათი ზედამხედველობის ქვეშ, ნაკლებად ცელქობენ ქუჩაში. 12 — 13 საათიდან ტრავმის შემთხვევათა რაოდენობა მატულობს. ამ დროს პირველ და მეორე ცვლის მოსწავლეები ერთმანეთს ხვდებიან. ადგილი აქვს ბავშვთა შეჯგუფებებს, ცელქობას. ამით უნდა აიხსნას ტრავმის შედარებით მეტი პროცენტი; მომდევნო საათებში ტრავმით დაზიანებათა რაოდენობა ერთ დონეზე დგას, 20 საათიდან კი მცირდება და 24 საათისათვის მინიმუმამდე დადის.

შეტად საყურადღებოა ქალატეინის დაზიანების შემდეგ გასული და სტაციონარში ჰოსპიტალიზაციის დროის საკითხი. ჩვენი მასალის ანალიზით გამოირკვევა, რომ სასწრაფო დახმარების მიერ საავადმყოფოში მოყვანილია 1197 ბავშვი ქალატეინის მწვავე დახურული დაზიანებით, რაც ასეთი დაზიანების მქონე ავადმყოფთა 72,92%-ს შეადგენს. ბავშვთა პოლიკლინიკების მოძარტვით ჰოსპიტალიზირებულია 207 ბავშვი, ანუ 12,64%, უმომართვოდ კი საავადმყოფოში მოყვანილია 236 ბავშვი (14,44%). მაგრამ არის ერთი გარემოება, რაც ყურადღების გამახვილებას მოითხოვს. ეს შეეხება ჰოსპიტალიზაციის დროსა და საათს. ამას უდაოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც დიაგნოსტიკის, ისე შემდგომი მკურნალობის წარმართვის თვალსაზრისით. მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ძირითადად ავადმყოფთა უმრავლესობა (71,1%) საავადმყოფოში შემოდის ტრავმიდან 6 საათის განმავლობაში, მაგრამ ტრავმიდან 24 საათის გასვლისა და შემდგომ დღეებში მიღებულ ავადმყოფთა რაოდენობა მინც შეადგენს 11%-ს. ეს საკმაოდ დიდი მაჩვენებელია.

მოგვიანებით შემოსულ ბავშვთა ავადმყოფობის ისტორიების განხილვამ გვიჩვენა, რომ ტრავმის მიღების მომენტში გონების დაკარგვა ან არ აღენიშნებოდა, ან თუ აღენიშნებოდა, ეს იყო მომენტალური. აღინიშნებოდა წუთიერი გამოთიშვა გონებისა უმნიშვნელო გაბრუნებითა და გულის რევით, რასაც თამაშში გართული ბავშვი ნაკლებ ყურადღებას აქცევდა. ამასთან მშობლებმაც არ იცოდნენ ამის შესახებ. მოგვიანებით დაწყებული თავის ტკივილი,

პირღებინება, თავბრუსხვევა ან, გართულებულ შემთხვევაში, გონების განმეორებით დაკარგვა მენინგეალური ან სხვა ნერვოლოგიური მოვლენებით, ნათელს ხდიდა დაავადების არსებით მხარეს.

ქალაქინის ტრავმის მიღების შემდეგ, ტვინის ტრავმული დაავადების კლინიკური სურათის გარკვევისას, საჭიროა ზუსტი და დაკვირვებული გასინჯვა როგორც ქირურგის, ისე ნევროპათოლოგის, ოკულისტის, ოტიატრისა და რენტგენოლოგის მიერ, რათა თავიდან იქნეს აცილებული დიაგნოსტიკური შეცდომები, რაც არცთუ იხე იშვიათია თავისქალასა და მისი შიგთავსის მწვავე დახურული დაზიანების მოგვიანებით ჰოსპიტალიზაციის დროს.

ჩვენი აზრით, ბავშვი, რომელსაც თავის არეში მიღებული აქვს ტრავმა, მიუხედავად იმისა, მას აქვს თუ არა კლინიკურად გამოხატული ტვინის შერყევის მოვლენები, მაინც საჭიროებს სტაციონარში მოთავსებას, სათანადო რეჟიმსა და კლინიკურ დაკვირვებას.

ჩვენი მასალის მიხედვით თავისქალასა და მის შიგთავსის მწვავე დაზიანების მქონე 1640 ავადმყოფს სტაციონარში გატარებული აქვს 11678 დღე. (ერთ ავადმყოფზე საშუალოდ 7,1 დღე). ეს კი სრულებით არაა საკმაო იმ პათომორფოლოგიური ცვლილებების ნორმალიზაციისათვის, რასაც ადგილი აქვს ქალაქინის დაზიანების შედეგად.

როგორც აღვნიშნეთ, 17 წლის განმავლობაში, საავადმყოფოში გატარებულია 1640 ავადმყოფი თავისქალასა და მისი შიგთავსის მწვავე დახურული დაზიანებით; აქედან გაეწერა ჯანმრთელი — 41,6%, გაეწერა გაუმჯობესებულ მდგომარეობაში — 56,0%; სიკვდილიანობამ შეადგინა 2,4%; აქედან პირველ ორ საათში გარდაიცვალა 22 ბავშვი (55%), 6 საათის შემდეგ — 8 (20%), 12 საათის შემდეგ — 3 (7,5%), 24 საათის შემდეგ — 2 (5%). დანარჩენი ბავშვები გარდაიცვალენ ტრავმის მიღებიდან 48 საათისა და მეტი დროის შემდეგ; მათ შორის ერთი — 35-ე დღეზე.

გარდაცვლილი ბავშვთა ავადმყოფობის ისტორიების შესწავლით დადასტურდა ქალაქინის ტრავმის თავისებური მიმდინარეობა, რაც დამახასიათებელია ბავშვთა ასაკისათვის. იგი საგნებით განსხვავდება ასეთივე ტრავმის მიმდინარეობისაგან, რაც სრულსაკოვან პირებში ხდება. მაგალითისათვის მოგვყავს ავადმყოფობის ისტორია № 2252/1729.

ავადმყოფი ლ. კ., 1 წლისა და 10 თვის. მიღებულია საავადმყოფოში 17. XII. 1961 წ. 16 საათზე. სასწრაფო დახმარების დიაგნოზი: სპაზმოფილია; ძიმღებზს დიაგნოზი: ზემო სასუნთქი გზების კატარი, სპაზმოფილია.

მიღებისას ბავშვი უგონო მდგომარეობაშია. დროგამოშვებით აქვს კრუნჩხვები, ტემპერატურა 39,6°, მაჯა — აჩქარებული, იშვიათად — ძაფისებური 130 — 146 წუთში, არასრული ავსებისა და დაჭიმულობისა. ფილტვებში აღეხიშნება ერთეული მშრალი ხიხინი, გულის ტონები — მოყრუებული. ნევროპათოლოგის კონსულტაცია: ბავშვი მივარდნილია, გუგების რეაქცია სინათლეზე ღუნეა, კანისა და მყესთა რეფლექსები დაქვეითებულია, კუნთების ტონუსი მოღუნებულია. აქვს კრუნჩხვები. კერინგის ნიშანი ორივე მხარეზე დადებითია.

ანამნეზიიდან გამოირკვა (რაც მიღებისას არ დაზუსტებულა), რომ საავადმყოფოში შემოსვლამდე ერთი დღით ადრე ბავშვი გადმოვარდნილა საწოლიდან. მას მცირე დროით დაუკარგავს გონება. ერთხელ ჰქონდა პირღებინება. ძთელი დღის განმავლობაში ბავშვი არაფერს უჭიოდა, თამაშობდა და საკვებს ხორმალურად იღებდა. მშობლებიც დამშვიდებულნი იყვნენ; მეორე დღეს კი ძოიყვანეს საავადმყოფოში აღნიშნულ მდგომარეობაში. ბავშვი გარდაიცვალა ძიღებიდან 15 საათის, ხოლო ტრავმიდან 40 საათის შემდეგ. კლინიკური დიაგნოზი: ტვინის შერყევა; პათოანატომიური დიაგნოზი: მარჯვენა საფეთქლის ძვლის მოტეხილობა, ეპიდურალური სისხლჩაქცევა; სიკვდილის მიზეზი: სისხლის დენა და სისხლჩაქცევები ტვინში.

შემთხვევის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ქალატვინის ტრავმის შემდეგ თანდათან განვითარდა სისხლის დენა, დაგროვილმა სისხლჩაქცევამ გამოიწვია ტვინის კომპრესიის მოვლენები (სუნთქვა, მჯა და კრუნჩხვები). არ იყო სათახადოდ შეკრებილი ანამნეზი. სასწრაფოდ არ იყო გაკეთებული თავისქალას რენტგენოგრაფია. არ იყო წარმოებული ლუმბალური პუნქცია.

რასაკვირველია, ავადმყოფის გარდაცვალებას ხელი შეუწყო დაგვიანებულმა ჰოსპიტალიზაციამ და „ნათელი პერიოდის“ არსებობამ.

ს. მ. ჰაჯი-კასუ მოვის, ა. მინდაძისა და ა. ზოიძის [8] აზრით, სრულსაკონეზში „ნათელი პერიოდის“ ხანგრძლივობა ერთ დღელაძეზე მეტს არ გრძელდება. ბავშვთა ასაკში კი „ნათელი პერიოდი“ შესაძლოა უფრო ხანგრძლივი იყოს [7, 9].

1960 — 61 წლამდე თავისქალას ტრავმულ დაზიანებათა მკურნალობის სტატისტიკის საკითხი მწვავედ არ მდგარა, მაგრამ ტრავმულ დაზიანებათა შემთხვევების მატებამ, არც თუ იხე იშვიათად, ტრავმის მძიმე კლინიკურმა მიძღინარეობამ, სიკვდილიანობის მატებამ, შორეული შედეგებისა და ქალატვინის ტრავმის შემდეგ ნარჩენი მოვლენების გამოვლინებამ, საშუალება მისცა ბავშვთა ქირურგებს ანალიზი გაეკეთებინათ დაგროვილი ფაქტიური მასალი-სათვის.

ბავშვთა პირველი გაერთინებული
კლინიკური საავადმყოფო
თბილისი
(რედაქციის მოუვიდა 20.3.1964)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

У. С. РУСАДЗЕ

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ЗАКРЫТОЙ ОСТРОЙ
ЧЕРЕПНОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ

Резюме

За 17 лет (1947 — 1963 гг.) в клинике хирургии детского возраста Тбилисского государственного медицинского института проведено 6973 больных с

разными травматическими повреждениями; из них с острой закрытой травмой черепа — 1640 больных, что составляет 23,4%.

Из причин, вызывающих черепно-мозговую травму, бытовая травма составляет 68,32%, уличная — 29,03%, спортивная — 2,65%.

Бытовая травма в 52,36% случаев являлась результатом падения с высоты, а уличная травма в 45,8% случаев — повреждением, полученным автотранспортом.

Бытовая травма чаще имела место у детей дошкольного возраста (36,4%), транспортная — школьного возраста (81,2%).

Большинство случаев черепно-мозговых травм приходится на возраст 6-10 лет (44,8%), у мальчиков встречаются чаще (71,7%), чем у девочек (28,3%).

По временам года травма чаще имеет место весной (36,6%) и летом (29,1%), а по часам суток в течение дня она нарастает и к 20 часам достигает максимума (8%), а потом заметно снижается.

Сроки госпитализации после получения травмы следующие: первые 6 часов — 71,1%, спустя 24 часа — 11%. Каретой скорой помощи доставлены 72,92% получивших травму, детскими поликлиниками направлены 12,64%, без направления поступили 14,44%.

Из 1640 больных выписаны здоровыми 41,6%, с улучшением — 56%, умерло 2,4%. Из них смерть от автотранспорта составляет 45%. В первые 2 часа после госпитализации умерло 22 (55%), через 6 часов — 8 (20%), 12 часов — 3 (7,5), 24 часа — 2 (5%) детей. Остальные 5 (12,5%) умерли в последующие разные дни после травмы.

Анализ материала показывает, что черепно-мозговая травма в детском возрасте характеризуется своеобразным проявлением травматической болезни головного мозга, что обусловлено анатомо-физиологическими особенностями детского возраста.

Большая репарационная способность подрастающего организма способствует сравнительно легкому клиническому течению черепно-мозговой травмы.

Изучение статистического материала позволяет судить о причинах, вызывающих черепно-мозговую травму, и намечает дальнейшие пути борьбы с ней.

დათმობადი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. А в а л и а н и. Травматические повреждения черепа и его содержимого. Педиатрия, № 1, 1949, 66.
2. Н. Г. Д а м ъ е. Основы травматологии детского возраста. Медгиз, 1960, 93 — 122.
3. J. B u r k i n s h a w. Head injuries in children. Arch. of disease in childhood, vol. 35, 1960, 181.



4. М. В. Горелышева. Травматическая болезнь головного мозга и вопросы статистики черепно-мозговой травмы. В кн.: „Черепно-мозговая травма“, М. 1962, 122 — 133.
5. Н. В. Шварц. Хирургия детского возраста, М., 1951.
6. М. Е. Рошаль. Черепно-мозговые повреждения в детском возрасте, т. 1, Баку, 1950.
7. С. Д. Терновский. Повреждения черепа. В кн.: „Хирургия детского возраста“, М., 1959, 81 — 85.
8. ა. მინდაძე და ა. ხოძე. თავის ტვინის ტრავმული დაავადებანი. თბილისი, 1960.
9. G. F. Roybotham, J. W. Machver. Analysis of 1400 Cases of Acute Injury, to Head. Brit. Med. Journ., 1:726 — 730 (Mor 27), 1954.



КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Д. С. КАКИАШВИЛИ

АРТЕРИАЛЬНАЯ ОСЦИЛЛОГРАММА ЛИЦ ПРЕСТАРЕЛОГО ВОЗРАСТА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 9.4.1964)

Определение артериального кровяного давления во врачебно-медицинской практике имеет огромное значение.

Измерение кровяного давления звуковым методом, предложенным Н. С. Коротковым [1], получило широкое распространение. Однако, по мнению ряда авторов [2, 3, 4], аускультативный метод определения кровяного давления имеет значительные недочеты, а именно: расхождение аускультативных данных с истинными величинами кровяного давления, определяемыми непосредственно в кровяном русле, а также результатов максимального и минимального давления.

Из всех существующих клинических методов определения артериального давления осциллографический метод исследования следует признать наиболее объективным и научно обоснованным [5—9].

Преимущество осциллографического метода перед аускультативным состоит в том, что он дает возможность определять не только величины максимального и минимального давления, но и так называемое среднединамическое давление, а также выясняет состояние сосудистого тонуса. Среднединамическое давление определяется моментом появления на осциллограмме наибольшей осцилляции. Величина максимальной осцилляции носит название осциллометрического индекса (ОИ) и характеризует сосудистый тонус.

Литература по вопросу о том, как изменяется форма осциллографической кривой с возрастом, весьма ограничена. Учитывая то обстоятельство, что Абхазская АССР издавна славится долголетием своих жителей, и на основе вышеизложенного мы поставили перед собой задачу изучить осциллографические данные у престарелых лиц.

С этой целью мы обследовали 100 человек в возрасте от 80 до 116 лет, независимо от состояния их здоровья.

Среди обследованных нами лиц мужчин было 72, женщин — 28, в возрасте от 80 до 89 лет—76 человек, от 90 до 99 лет—20, от 100 до 116 лет — четыре человека.

Наряду с лицами престарелого возраста нами была обследована контрольная группа из 10 человек в возрасте от 30 до 50 лет.

Осциллографическое исследование производилось на отечественном осциллографе «Красногвардеец». Осциллограммы записывались

после получасового отдыха на одинаковых симметрично расположенных артериях с правого и левого плеча в сидячем положении.

Вследствие наличия аритмии у восьми лиц осциллограммы не анализировались.

У обследованных нами лиц осциллографические показатели артериального давления колебались в пределах 95/65—205/105 мм рт. ст. У восьми обследованных осциллографические показатели артериального давления были низкими в пределах 95/65—115/75 мм рт. ст., у 53 — в пределах нормы 120/65—160/80 мм рт. ст., у 31 оказались повышенными и достигали 165/90—205/165 мм рт. ст.

Таким образом, у 59,8% обследованных осциллографические показатели артериального давления были нормальными, у 6,5% — низкими и у 33,7% — повышенными в различных пределах.

Что касается вопроса о среднединамическом давлении, то впервые И. П. Павлов [10] показал, что среднединамическое давление является постоянной физиологической величиной. Впоследствии подтвердилось, что среднединамическое давление не меняется в течение суток, а также длительное время при воздействии инъекции адреналина, атропина даже при значительной физической работе.

Таблица 1

Уровень среднединамического давления у здоровых людей среднего возраста по литературным данным

Авторы	Год издания	Среднее давление, мм рт. ст.
С. Вакез и Гомец	1932	90
Н. П. Разумов *	1933	80 — 110
А. Л. Пиналковский	1936	90
С. М. Маркузе	1939	70 — 90
Е. А. Мартынова	1939	96
Н. С. Шницер	1940	80 — 100
В. А. Бейер	1940	75 — 80
А. И. Нестеров и Е. А. Захарова	1948	80 — 100
О. С. Пархоменко	1948	80 — 90
С. С. Бух	1949	60 — 100
А. М. Давыдов	1950	75

* Свыше 50 — 120 лет.

Среднее давление у человека есть величина абсолютная и не зависит ни от свойства осциллографа, ни от окружающих его тканей, ни от состояния артерии [11—15].

Высота среднединамического давления у большинства здоровых взрослых людей равна 90 мм рт. ст. Наблюдаются индивидуальные колебания в пределах 60—100 мм рт. ст. Некоторые авторы считают, что

уровень среднего давления может колебаться от 60 до 120 мм рт. ст. (табл. 1).

При анализе высоты среднединамического давления у здоровых людей по литературным данным обращает на себя внимание отсутствие учета возрастного показателя.

Только Н. П. Разумов [11] считает, что средние цифры среднединамического давления для здоровых лиц равны 80—100 мм рт. ст., а для людей старше 50 лет—120 мм рт. ст. Других указаний на изменение высоты среднединамического давления в зависимости от возраста в доступной нам литературе мы не нашли.

У обследованных нами лиц показатели среднединамического давления колебались от 75 до 170 мм рт. ст. (табл. 2).

Таблица 2
Характеристика осциллографических показателей среднединамического давления у обследованных стариков

Среднее давление, мм рт. ст.	Группа, возраст и число обследованных							
	на правой руке				на левой руке			
	I 80—89	II 90—99	III 100—116	контроль 30—50	I 80—89	II 90—99	III 100—116	контроль 30—50
75	—	1	—	—	—	2	—	—
80	2	1	—	—	2	—	—	—
85	2	—	—	—	3	1	—	—
90	4	3	—	—	2	1	1	1
95	2	1	1	1	4	1	—	—
100	5	—	—	4	8	2	1	5
105	6	2	1	3	3	—	—	3
110	14	1	—	1	7	2	—	1
115	4	1	—	1	5	2	—	—
120	3	2	—	—	9	3	—	1
125	6	4	—	—	3	1	—	—
130	5	1	—	—	7	1	1	—
135	3	1	1	—	4	—	1	—
140	2	1	1	—	2	1	—	—
145	4	—	—	—	2	1	—	—
150	2	1	—	—	3	2	—	—
155	1	—	—	—	1	—	—	—
160	1	—	—	—	2	—	—	—
165	1	—	—	—	1	—	—	—
170	1	—	—	—	—	—	—	—

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что среднединамическое давление у 22 человек колебалось в пределах 75—100 мм рт. ст., у 34—в пределах 105—120 мм рт. ст., а у 36 человек оно было высоким, причем у 25 из них колебалось от 125 до 140 мм рт. ст., у девяти от 145 до 160 мм рт. ст. и у двух—от 165 до 170 мм рт. ст.

На основе полученных нами данных о среднединамическом давлении можем отметить, что с возрастом среднединамическое давление нарастает. Одним из основных осциллографических показателей, сосуди-

стого тонуса принято считать осциллометрический индекс. Величина осциллометрического индекса зависит от ударного объема сердца, тонуса и диаметра сосуда, а также от его эластичности. Величина осциллометрического индекса у разных людей в физиологических условиях различна и колеблется в довольно больших пределах [16]. Некоторые сведения о пределах колебания величины осциллометрического индекса приведены в табл. 3.

Таблица 3
Показатели осциллометрического индекса у
здоровых людей по данным литературы

Авторы	Год издания	Индекс, мм рт. ст.
Е. А. Мартынова	1939	21
А. И. Нестеров и Е. А. Захарова	1948	12
С. С. Бух	1949	5—40
С. М. Маркузе	1950	6
А. М. Давыдов	1950	9—12
В. Х. Агекьян	1956	4—12 и больше
В. А. Макаров	1958	17—20

Как видно из данных табл. 3, при определении осциллометрического индекса авторы не уделяли внимания влиянию возраста на величину осциллометрического индекса. Однако можно согласиться с Л. И. Борисовой [17], условно принимающей за норму осциллометрического индекса 10—20 мм.

У обследованных нами лиц осциллометрический индекс колебался от 3 до 31 мм: у 23—от 3 до 9 мм, у 57 был в пределах нормы 10—20 мм и только у 12 человек оказался повышенным.

Таким образом, у 25% обследованных осциллометрический индекс составлял 3—9 мм, что, по данным некоторых авторов [16], нормально для здоровых людей.

Следует полагать, что отмеченные пределы осциллометрического индекса у стариков можно объяснить применением эластических свойств сосудистой стенки. У 62% обследованных осциллометрический индекс был нормальным (10—20 мм), у 13% повышенным, причем среди последних в 9,7% случаев осциллометрический индекс колебался в пределах 21—23 мм, что следует считать близким к норме.

Некоторые исследователи придают большое значение особенностям осциллографической кривой [14, 18, 19, 20]. Заслуживает внимания выделение В. А. Макаровым [20] четырех основных видов осциллографических кривых: нормального, островершинного, туповершинного и платообразного.

Осциллографическая кривая, соответствующая нормальному тону-
су сосудов, обычно после точки максимального давления имеет посте-

пенное нарастание величины осцилляций до вершины кривой, соответствующей среднему давлению, а затем — постепенное снижение осцилляции к точке минимального давления.

Осциллографическая кривая с острым углом на вершине, с крутым подъемом и спадением осцилляций, а также увеличенными осцилляциями чаще всего указывает на пониженный тонус сосудов.

Упрощенная по форме кривая с тупым на вершине углом (или с закругленной вершиной) и малыми осцилляциями обычно свидетельствует

о повышенном тонусе сосудов. Когда на вершине кривой имеются две (а иногда и больше) одинаковые по величине осцилляции, получается платообразная кривая (рис. 1).

В ходе обследования стариков были выявлены 54 осциллограммы с нормальной формой осциллографической кривой. Судя по этим данным, можно полагать, что у 54 человек определялся нормальный тонус сосудов.

Примером может служить наблюдение, проведенное на женщине Д., 105 лет. Как показано на осциллограмме правой руки (рис. 2), максимальное артериальное давление равно 135, минимальное—80, среднее осциллографическое—100, осциллометрический индекс 9 мм. Вид кривой соответствует нормальной форме.

Таким образом, несмотря на старческий возраст (105 лет), у обследуемой Д. сохранен нормальный тонус сосудов, а также—цифры максимального, среднего, минимального артериального давления и осциллометрического индекса.

У 12 обследованных лиц была выявлена острровершинная форма осциллометрической кривой. Иллюстрацией может служить наблюдение над стариком К., 84 лет (рис. 3).

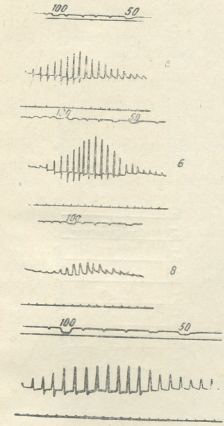


Рис. 1. Форма осциллографических кривых по В. А. Макарову (1958): А— нормальная, Б—островершинная, В— туповершинная, Г — платообразная

Как видно из рис. 3, вид кривой осциллограммы имеет острровершинную форму. Такой вид кривой чаще всего указывает на понижение тонуса сосудов и наблюдается при расслаблении сосудистой стенки.

Однако, несмотря на пониженный сосудистый тонус, цифры артериального давления у этого старика оставались нормальными: максимальное—140, среднее—102, минимальное—85, осциллометрический индекс—19 мм. Как видим, и у старика в возрасте 84 лет, несмотря на пониженный тонус артерии, объем и наполнение ее сохраняются в пределах нормы.

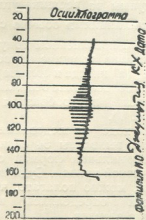


Рис. 2.

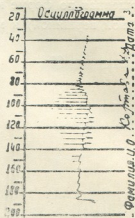


Рис. 3.

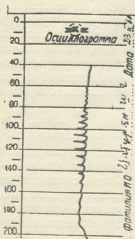


Рис. 4.

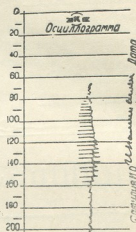


Рис. 5.

Из 92 обследованных стариков у 13 были обнаружены осциллограммы туповершинной формы. Примером может служить наблюдение над женщиной Ц., 83 лет (рис. 4). Рис. 4 показывает, что форма осциллографической кривой имеет туповершинную форму. Однако наполнение артерии достаточное, максимальное артериальное давление равно

142, минимальное—85, среднее—110, осциллометрический индекс — 6 мм.

Эти показатели говорят о том, что, несмотря на старческий возраст, сохраняется повышенный тонус сосудов с нормальными цифрами артериального давления.

У 13 стариков была обнаружена платообразная форма осциллографической кривой, указывающая на выраженные изменения сосудистой стенки.

Примером может служить наблюдение, проведенное на старике И., 90 лет (рис. 5).

Форма осциллографической кривой имеет платообразный вид. Однако осциллографические показатели максимального, среднего и минимального давления, а также осциллографический индекс остаются в пределах нормы.

Наблюдение показывает, что, несмотря на выраженное изменение сосудистой стенки, сохраняется достаточное наполнение сосудов.

Выводы

1. Осциллографические показатели максимального и минимального артериального давления у престарелых лиц в 58% случаев колеблются в пределах нормальных величин.
2. У престарелых лиц показатели среднединамического давления варьируют до 170 мм рт. ст.
3. С возрастом среднединамическое давление нарастает.
4. Осциллометрический индекс у престарелых лиц в 62% случаев сохраняется в пределах нормы.
5. В престарелом возрасте в 59% случаев сохраняется нормальный тонус сосудов.

Сухумская городская больница
им. Шервашидзе

(Поступило в редакцию 9.4.1964)

კლინიკური მედიცინა

დ. კაკიაშვილი

ხანდაზმულ ადამიანთა არტერიალური ოსცილოგრაფიის რეზიუმე

ჩვენ მიზნით დავისახეთ შეგვესწავლა ოსცილოგრაფიული ცვლილებები ხანდაზმულ ადამიანებში. შევიკრიფეთ 100 კაცი (72 მამაკაცი და 28 ქალი) 80 — 116 წლის ასაკისა (მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობის მიუხედავად). დადგინდა იქნა, რომ შემოწმებულთა 59,8%-ის არტერიალური წნევის მონაცემები ნორმალური იყო, 6,5%-ისა — დაბალი, ხოლო 33,7%-ს წნევა აწეული აღმოაჩნდა.

ხანდაზმულ ადამიანებში საშუალო - დინამიკური წნევის მაჩვენებლები აღწევნენ სინდიკის სვეტის 170 მმ-ს. საშუალო - დინამიკური წნევა მატულობს



ასაკთან ერთად. ოსცილომეტრიული ინდექსი ხანდაზმულ ადამიანთა 62%-ში რჩება ნორმალურ სიდიდეთა ზღვრებში. ხანდაზმულთა 59%-ში შენარჩუნებულია სისხლძარღვთა ნორმალური ტონუსი.

დათარგმნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. С. Коротков. К вопросу о методах исследования кровяного давления. Изд. ВМА, № 4, т. XI, 1905, 365 — 367.
2. А. И. Яроцкий. К клинической методике определения кровяного давления. Русский архив патологии, т. 12, в. 4, 401 — 413.
3. Н. П. Разумов. К методике измерения кровяного давления. Архив клинической экспериментальной медицины. М., 1923, 77 — 89.
4. М. В. Куденко. О третьей величине кровяного давления (к практике методики определения среднего давления). Клиническая медицина, т. XIV, № 6, 1936.
5. М. М. Орлов. О среднем динамическом кровяном давлении. Изд-во им. Сеченова, Севастополь, 1934.
6. И. Д. Клименко. О постоянстве среднего артериального давления. Терапевтический архив, т. 17, в. 4, 1939, 30 — 35.
7. В. И. Смирнов. К вопросу об измерении артериального кровяного давления и ценности среднего осциллографического давления в клинике. Мед. бюлл., № 1, 1939, 66 — 71.
8. С. М. Маркузе. О динамике сосудистого тонуса у сердечных больных. Клиническая медицина, т. 28, № 5, 1950.
9. М. Н. Тумановский, Т. П. Макарова, С. С. Бух. Осциллографические показатели артериального давления, их изменения во время болей в области сердца. Ст. Ижевск. мед. ин-та, т. 9, 1949, стр. 196.
10. И. П. Павлов. О нормальных колебаниях кровяного давления у собаки. Полн. собр. соч., изд. 2-е, т. 1, 1951, 30 — 72.
11. Н. П. Разумов. О среднем артериальном давлении и его значении в гемодинамическом артериальном режиме. Клиническая медицина, т. XI, № 1 — 2, 1933, 52 — 63.
12. А. Л. Вылковский. О функциональном исследовании кровообращения. Горьковское краев. изд-во, 1936.
13. А. И. Яроцкий. Среднее кровяное давление и значение его для клиники. Клиническая медицина, т. 15, № 8, 1937, стр. 924.
14. Л. П. Прессман. Кровяное давление и сосудистый тонус. М., Медгиз, 1952.
15. С. Вакез и Гомец. О среднем давлении — физиологическая константа. Клиническая медицина, № 13 — 16, 1932, 509 — 510.
16. В. Х. Агекьян. О значении осциллометрического индекса (ОИ). Вопросы кардиологии. Ереван, 1956, 118 — 125.
17. Л. И. Борисова. Некоторые показатели функционального состояния печени, сердечно-сосудистой системы и центральной нервной системы при болезни Боткина. Автореферат, Л., 1955.
18. И. Плещ. Кровяное давление, функциональная способность сердца и среднее давление. Клиническая медицина, т. XI, в. 1, 1937, 19 — 26.
19. Е. А. Захарова и А. И. Нестеров. Состояние тонуса артерии и капиллярного кровообращения при гипертонии. Труды научной сессии, посвящ. 25-летию Института физиотерапии, ч. II. М., 1948, стр. 119.
20. В. А. Макаров. Артериальная осциллография во врачебной практике. М., Медгиз, 1958.



КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Р. А. ГЕОРГАДЗЕ

О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ ВАЗОМОТОРНОГО АППАРАТА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ КОРОНАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ НА КУРОРТЕ ГАГРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 9.4.1964)

Наши предыдущие исследования [1] по динамике высшей нервной деятельности у больных хронической недостаточностью в условиях комплексного лечения на курорте Гагра показали, что целый ряд нарушений в корковой динамике, наблюдающиеся у больных в виде повышенной возбудимости корковых клеток в сочетании с их легкой истощаемостью, снижением подвижности основных нервных процессов, слабостью внутреннего торможения и наличием у ряда больных фазовых состояний (чаще уравнительной, реже парадоксальной), в значительной степени нормализуются.

Учитывая ту большую роль нервной системы [2, 3], которую она играет в патогенезе хронической коронарной недостаточности — болезни, обусловленной нервно-сосудистыми расстройствами, возникающими как на фоне органических изменений венечных сосудов, так и при ангионевротических нарушениях их функции, и, стало быть, рассматривая коронарную недостаточность как своего рода сосудистый невроз, в данной работе мы поставили своей целью провести плетизмографические исследования больных с данным заболеванием, чтобы установить функциональное состояние из вазомоторного аппарата и его изменения под влиянием комплексного лечения в условиях санатория на курорте Гагра.

Методика

Под нашим наблюдением находились 65 больных хронической коронарной недостаточностью (атеросклеротический кардиосклероз без нарушения кровообращения со стенокардией I и II степени, гипертоническая болезнь I-б стадии с атеросклеротическим кардиосклерозом без нарушения кровообращения и со стенокардией и т. д.).

До лечения больные жаловались на сжимающие и колющие боли

в области сердца и за грудиной области, отдающие в левую руку или лопатку, обычно связанные с физическим или эмоциональным напряжением, но иногда имеющие место и в покое. Все больные отмечали раздражительность, вспыльчивость, беспокойный сон.

Наряду с общим клиническим обследованием производились электрокардиография, рентгеноскопия сердца и магистральных сосудов, осциллография конечностей, капилляроскопия, определение протромбина и холестерина в крови и т. д.

Плетизмография производилась при помощи плетизмографа типа Новицкого (Моссо). Исследовались сосудистые реакции на холодовые (+2—3°C) раздражения кожи левого плеча при регистрации объемного пульса правой руки. Холодовые раздражения наносились посредством змеевика, через который пропускалась вода желаемой температуры. Кроме того, изучалось действие нитроглицерина, ионоталлантизации теплой морской ванны. Произведено свыше 250 записей плетизмограммы.

Результаты исследования и их обсуждение

Из 65 больных плетизмографически хорошо выраженные реакции на холодовое раздражение адекватного характера были найдены лишь у 19 больных. У остальных 46 человек реакции были слабыми или вовсе отсутствовали, или (3 человека) давали извращенную реакцию: вместо сужения сосудов наблюдалось их расширение.

Хорошо выраженные адекватные реакции на холод были у большинства тех лиц, у которых в плетизмограмме имелись высокоамплитудные пульсаторные колебания и хорошо выраженные респираторные волны и волны третьего порядка. Наоборот, у большинства ареактивных или гипореактивных больных пульсаторные колебания часто были низкой амплитуды, а респираторные волны и волны третьего порядка были выражены плохо либо вовсе отсутствовали.

Больные, у которых реакция на холод выражена очень хорошо

Как указывалось выше, больные, имеющие в плетизмограмме высокоамплитудные пульсаторные колебания, на холодовое раздражение реагируют адекватно, т. е. наблюдается сужение кровеносных сосудов, нередко даже чрезмерное. В качестве примера приводим плетизмограмму на рис. 1.

Как это видно на плетизмограмме (рис. 1), спустя 10—15 секунд после нанесения холодового раздражения имеет место очень сильное и быстро развивающееся сужение кровеносных сосудов конечности

(опускание кривой вниз). По прекращении холодого раздражения исходная картина восстанавливается не сразу. Несмотря на то что после прекращения раздражения проходят минуты, кровеносные сосуды остаются суженными и только спустя 8—10 минут восстанавливает-

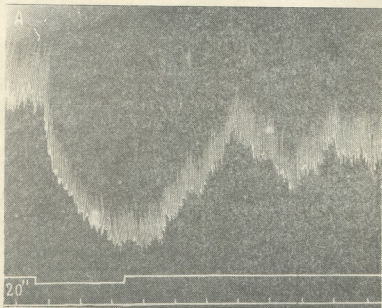


Рис. 1. Б-й К-в. Диагноз: атеросклеротический кардиосклероз без нарушения кровообращения со стенокардией II степени до лечения. Изменение плетизмограммы правой руки под влиянием холодого раздражения (+2°C) кожи левого плеча

ся исходная картина. Все это указывает на то, что возбудимость вазомоторных центров сильно повышена. Это состояние хорошо гармонирует с некоторыми клиническими данными. Больной жалуется на частые колющие боли в области сердца, пронизывающие левую лопатку и отдающие в левую руку. Боли длятся 5—10 минут, появляются в день несколько раз и хорошо купируются валидолом. Больной раздражителен, вспыльчив. Жалуется на понижение памяти. Кровяное давление 125/80, пульс 68—72 в 1 минуту. Дермографизм красный, быстрый, стойкий. Сухожильные и зрачковые рефлексы живы. Отмечается тремор век и пальцев рук.

Под влиянием лечения (теплые морские ванны, ЛФК, ионогальванизация) перечисленные выше симптомы повышенной раздражимости сглаживаются, ослабевают в значительной мере. Одновременно плетизмографические исследования указывают на снижение рефлектор-

ной возбудимости вазомоторных центров в сторону ее нормализации. Этим, очевидно, нужно объяснить то, что спустя 18—20 дней от начала лечения у того же больного (К-ва), так же как и у многих других, как это видно на рис. 2, нанесение холодового раздражения такой же

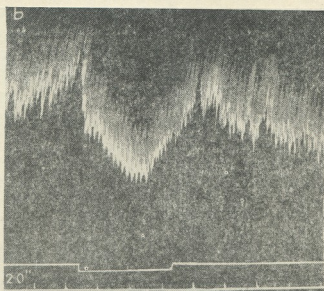


Рис. 2 Б и К-в. После 18-дневного лечения. Изменение плетизмограммы правой руки под влиянием холодового раздражения (+2°C) кожи левого плеча.

температуры вызывает значительно более ослабленный эффект, чем это наблюдалось до лечения.

Тот факт, что применяемые нами лечебные процедуры могут оказывать действие на возбудимость раздраженных вазомоторных центров, виден из того, что при нанесении, до начала систематического лечения, холодового раздражения до и после процедуры, эффект раздражения сразу же после процедуры (например, ионогальванизации) будет значительно слабее, чем до процедуры.

Больные, у которых реакция кровеносных сосудов на холодовое раздражение кожи (противоположной конечности) выражена слабо или вовсе отсутствует

Выше указывалось, что у большинства больных, у которых сосудистые рефлекторные реакции на холодовое раздражение кожи слабы или вовсе отсутствуют, в плетизмограмме пульсаторные колебания

часто малы и респираторные волны и волны третьего порядка выражены также слабо. Такое явление, по-видимому, указывает на сильное тонизирование стенок сосудов, на то, что у больных сосуды и без того сужены и холодное раздражение почти ничего не меняет. Такие боль-

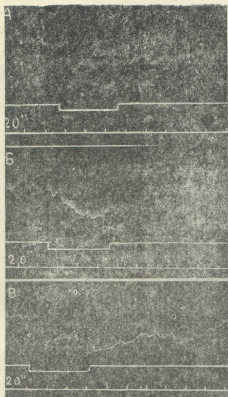


Рис. 3. Б-я Г-ян. Диагноз: гипертоническая болезнь I-б стадия, атеросклеротический кардиосклероз без нарушения кровообращения, стенокардия I степени, неврастения, нарушение жирового обмена. Возраст—56 лет. Кровяное давление 150/95, пульс 95.

А—эффект холодного раздражения (+2°C) кожи левого плеча при регистрации объемного пульса правой руки до лечения.

Б-то же самое спустя 5—6 минут после подъязычного введения нитроглицерина.

В-то же самое спустя 3—4 минуты после выхода из теплой морской ванны.

ные слабо или вовсе не реагируют на холодное раздражение и после применения сосудорасширяющих веществ (нитроглицерин), не реаги-

руют или слабо реагируют на такое же раздражение и после приема морской ванны (рис. 3).

В результате курса лечения (см. выше) у многих больных, у которых до лечения реакции сосудов на холодное раздражение отсутствовали или были выражены слабо, теперь они появляются или усиливаются. Одновременно можно наблюдать и усиление пульсаторных колебаний и налаживание хорошо выраженных респираторных волн и волн

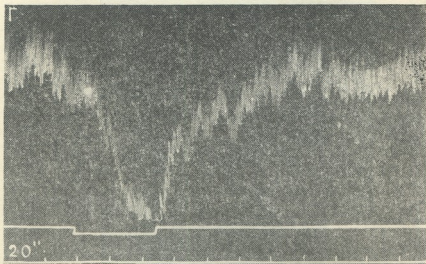


Рис. 4. Та же больная, что и на рис. 3. Спустя 2 месяца от начала санаторного комплексного лечения хорошо выражены пульсаторные колебания и другие волны плетизмограммы и в ответ на холодное раздражение кожи левого плеча рефлекторно наступает хорошо выраженная сосудосуживающая реакция на правой руке

третьего порядка, что вполне гармонирует с общим клиническим улучшением (рис. 4).

Больная была выписана из санатория со значительным улучшением. Жалоб почти не было. Кровяное давление 130/80, пульс 72 в 1 минуту.

В некоторых случаях у больных хронической коронарной недостаточностью до лечения мы наблюдали плетизмографически довольно хорошо выраженные пульсаторные колебания и другие волны. Одновременно мы наблюдали у них удовлетворительные реакции сосудов на рефлекторные холодные раздражения. Однако там, где мы не находили клинического улучшения состояния больных, сосудистые

рефлекторные реакции на холодовое раздражение также не изменялись, а иногда можно было даже заметить их некоторое ослабление с одновременным изменением плетизмограммы в сторону ухудшения выраженности различных колебаний в плетизмограмме.

Санаторий им. челюскинцев,
курорт Гагра

(Поступило в редакцию 9.4.1964)

კლინიკური მკვლელობა

რ ბიოგრაფია

ქრონიკული კორონარული უკმარისობით დაავადებულთა
ვაზომოტორული აპარატის ფუნქციური მდგომარეობა და
მისი ცვლილებები კურორტ გაგრაში კომპლექსური
მკურნალობის პირობებში

რ ე ბ ი უ მ ე

ავადმყოფთა ვაზომოტორული აპარატის ფუნქციურ მდგომარეობას ვსწავლობდით მისი რეფლექსური აგზნებადობის გამოკვლევით ნოვიცკის (მოსკო) პლექტიზმოგრაფის საშუალებით, სხვადასხვა კლინიკური ტესტების შესწავლასთან ერთად.

65 ავადმყოფიდან სიცივით (+2°C) ერთი ზედა კიდურის კანის გაღიზიანებით ადექვატური (ვაზოკონსტრიქტორული) ეფექტი მეორე კიდურის სისხლის ძარღვების მხრივ ნახული იქნა მხოლოდ 19 შემთხვევაში. დანარჩენი 46 შემთხვევაში რეაქცია ან სრულიად არ ჰქონდათ გამოხატული, ან ჰქონდათ, მაგრამ ძლიერ სუსტად (3 ავადმყოფს) ან კიდევ გაუქუმბართებული (შევიწროების ნაცვლად გამოიწვეოდა გაფართოება).

იმ ავადმყოფების უმრავლესობას, რომელთაც სიცივით გაღიზიანებაზე ჰქონდათ გაძლიერებული რეაქციები, კომპლექსური მკურნალობის შედეგად შეუზომიერდათ, ხოლო მათ, ვისაც ექვ რეაქციები სუსტად ან სრულიად არ ჰქონდათ გამოხატული, — გამოაჩნდათ ან გაუძლიერდათ. მკურნალობის შედეგად აღმოცენებული პლექტიზმოგრაფიული ცვლილებები კარგად ეფარდებოდა კლინიკურ გაუმჯობესებას.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. А. Георгадзе. К вопросу о динамике высшей нервной деятельности у больных хронической коронарной недостаточностью под влиянием комплексного лечения на курорте Гагра. Сб. трудов НИИ курортологии и физиотерапии Грузинской ССР. Абхазский филиал, т. 5, 1961, стр. 161.
2. А. Л. Мясников, Атеросклероз. М., 1960.
3. Е. М. Тареев. Внутренние болезни. М. 1951.



ციალბ ჭურჭინიძე

ერთი სტილისტური თავისებურებისათვის ძველ ქართულში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ილ. აბულაძემ 27. 6. 1964)

ბიბლიის წიგნების ქართულ თარგმანებში ყურადღებას იპყრობს ერთი თავისებურება: ხშირად მუხლი იწყება ზმნით „იყო“, რომელიც ნახშირია უპირო ზმნის შინაარსით და ამავე დროს ქართული ენის სინტაქსის თვალსაზრისით წინადადებაში ზედმეტის შთაბეჭდილებას ტოვებს.

მაგალითები:

„და იყო შემდგომად დღეთა მორათუა კაინ ნაყოფთაგან ქუეყანი-სათა მსხუერპლი უფალსა“—დაბად. 4,3 (A—51).

„და იყო ვითარცა ესმა სიტყუა ესე სოლომონისი ქირამს, განიხარა ფრიად“—3 მეფ. 5,7 (A—646).

„და იყო შემდგომად მის წლისა გამოვიდა ძე ადერისი აფეკად“—3 მეფ. 20,26 (A—570).

„და იყო ოდეს მოვედ მე ბაბილონდ, ვიხილე მე უღმრთოებაა“—3 ეზრა 3,29 (Jer.—11).

დამოწმებული მაგალითების მიხედვით „იყო“-ს ფუნქცია გაურკვეველი ჩანს. იგი აღნიშნავს, რომ რაღაც იყო, რაღაც მოხდა, მაგრამ ის, რაც „იყო“ და „მოხდა“, გადმოცემულია არა ამ „იყო“-სთან დაკავშირებული ქვემდებარით, არამედ მთელი მომდევნო წინადადებით, რომელსაც თავისი საკუთარი შემასმენელი (თუ შემასმენლები) და ქვემდებარე მოეპოვება.

ბიბლიის ტექსტებში „იყო“-სთან ერთად და მასავით უფუნქციოდ გვხვდება აგრეთვე „ყოფნა“ ზმნის კავშირებითი „იყოს“ და ე. წ. აწმყოს ხოლმეობითი „არნ“.

„და იყო ს იხილოს რაჲ მან არამყოფად ყრმაჲ ჩუენ თანა, აღესრულოს“—დაბად. 44,31 (ოშკის ბიბლია).

„და იყო ს მას დღესა შინა განხარლოს კაცმან დიაკეული ზროხათაჲ და ორნი ცხოვარნი“—ესაია, 7, 21 (ოშკის ბიბლია).

„და იყო ს მას გამსა მეგობარნი იბრძოდიან ურთიერთას ვითარცა მტერნი“—3 ეზრა 6,24 (Jer.—11).

აქც იგივე სურათი გვაქვს: „იყოს“ აღნიშნავს, რომ რაღაც უნდა იყოს, რაღაც უნდა მოხდეს, მაგრამ რაც „უნდა იყოს“ და „მოხდეს“, ნათქვამია მთელი მომდევნო წინადადებით, რომლისთვისაც აღნიშნული „იყოს“ სრულიად ზედმეტი ჩანს.

„არნ“-ით დაწყებულ წინადადებებზე მხოლოდ ორი მაგალითი ვიპოვეთ:
„და არნ ოდეს მოიწიის სული იგი ბოროტი უფლისამიერი საულის ზე-
და, მიიღის დავით ქნარი გელთა თუსთა და განისუენის საულ“—1 მეფ.
16,23¹.

„და არნ რაქამს შევალნ მეფე სახლსა მას უფლისასა, აიღ[იან] იგი წინა-
მცორავლთა მათ“²—3 მეფ. 14,28 (A—570).

მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, რომ „იყო“, „იყოს“ და „არნ“ უძღვის
ისეთ წინადადებებს, რომლებშიაც შესაბამედ მოთხრობილია წარსულ, ზომა-
ვალ და აწმყო დროებზე. მაშასადამე, „არნ“-ით დაწყებული წინადადებების
სიმცირეც ახსნას პოულობს: ბიბლიის წიგნებში, რომლებიც შინაარსით წარ-
მოადგენენ ებრაელი ხალხის ცხოვრების ისტორიას, თხრობა აწმყო დროში
იშვიათადაა მოსალოდნელი და იშვიათადაც გვხვდება³.

ბიბლიის ნუსხათა შედარებიდან კარგად ჩანს, რომ „იყო“, „იყოს“ და
„არნ“ უღართული წინადადებები ამ ზმნური ფორმების გარეშე სრულია და
სინტაქსურადაც გამართული. ბიბლიის სხვადასხვა ნუსხებში ერთი და იგივე
მუხლები ძალიან ხშირად სხვაობენ ერთმანეთისაგან ამ „იყო“, „იყოს“ და
„არნ“ ფორმების დართვა-დაურთველობით⁴:

„და იყო ოდეს აღვასრულენ სიტყუანი
ესე, გამომეცხადა მე ანგლოზი იგი“—
3 ეზრა 7,1 (Jer. — 11)

„იყო ეს ყოველი ერი, რომელნი იპოვნენ
მას შინა, იყვენ შენდა მობარკე და მორჩილ
შენდა“—2 სჯ. 20,11 (Q—1152)

„და არნ რაქამს შევალნ მეფე სახლსა
მას უფლისასა აიღ[იან] იგი წინა-მცორავლთა
მათ“⁵—3 მეფ. 14,28 (A—570)

„და ოდეს აღვასრულენ სიტყუანი ესე
გამომეცხადა ანგლოზი იგი“—იქვე (ოჰკის
ბიბლია).

„იყვენ ყოველი იგი ერი დამორჩილე-
ბულ, მობარკე თქუნდა“—იქვე (ბაქარის
ბიბლია).

„და რაქამს შევალნ მეფე სახლსა მას,
უფლისასა, აიღიან იგი წინა-მცორავლთა
მათ“—იქვე (A—51).

¹ ეგვემ მაგალითი პარიზის ნლექციონარიდან (Q—580:82 vb) მოგვაწოდა ინსტიტუ-
ტის უმცროსმა მეცნიერმა თანამშრომელმა უ. ცინდელიანმა.

² კავებში ჩასმული ნაწილი აღვადგინეთ A—51 ხელნაწერის მიხედვით, რადგან A—570
ხელნაწერს აქ აკლია. აღსანიშნავია, რომ A—51 ხელნაწერში ეს მუხლი ჩვენთვის საინტერესო
„არნ“-ს არ შეიცავს (იხ. ქვემოთ).

³ „არნ“ დართულ წინადადებებში აწმყოს ხოლმეობითთან ერთად გვაქვს II ხოლმე-
ობითის ფორმებიც, მაგრამ ეს არ უშლის ხელს იმას, რომ აღნიშნულ წინადადებებში თხრო-
ბა აწმყო დროისად მივიჩნიოთ. როგორც გამორკვეულია, ძველ ქართულში „ხოლმეობითი და
აწმყო ხშირად ერთსადაიმევე ფრაზაში ერთიმეორის გვერდით იხმარება, როგორც თანაბარი
ღირებულების (ფუნქციის) ნაკვითი... რადგან ძველად „ხოლმეობითი ეწყოდა მერმინდელი
აწმყოს მაგივრობას ფუნქციითაც და ნაკვითა წარმოების მხრითაც“^[1].

⁴ ბაქარის ბიბლიაში „იყო“-ს ნაცვლად და მის ბარალელურად ზოგჯერ ნახმარია
„იქმნა“:

„და იქმნა ოდეს აღასრულა შეწირვა ყდ დასაწუველთასა და აჰა სამოელ მოვიდა“—
1 მეფ. 13,10.

ასეთი შემთხვევები ძალზე ცოტაა; ბაქარის ბიბლიაშიც ძირითადად „იყო“-ს ხმარებაა
ჩვეულებრივი.

ამ სტილისტურ მოვლენას ძველი აღთქმის წიგნებთან ერთად ადგილი აქვს ახალი აღთქმის წიგნებშიც, მაგალითები აქაც დიდი რაოდენობით დასტურდება, ოღონდ მხოლოდ და მხოლოდ „იყო“-თი დაწყებულ წინადადებებზე:

„და იყო რაემს წარასრულნა იესუ სიტყუანი ესე, უკრდა ერსა მას სწავლაჲ იგი მისი“—მათე 7,28.

„და იყო შესლვისა მას პეტრესსა მიეგებვოდა მას კორნელიოს“—საქმე შოციქ. 10, 25.

„და იყო ვითარცა ესმა ელისაბედს მოკითხვამ მარიამისი, ჰკრთებოდა ყრმამ იგი მუცელსა მისსა და აღივსო ელისაბედ სულითა წმიდითა“—ლუკა 1,41.

„იყო“ და „არნ“-ით დაწყებულ წინადადებებზე აქ არცერთი მაგალითი არ შეგვხვედრია.

მხოლოდ „იყო“-თი დაწყებული წინადადებები, და ისიც თითო-ოროლა, გვხვდება ძველი ქართული ენის სხვა თარგმნილ ძეგლებშიც:

„და იყო ოდეს გამოვიდა ადამ და ევა, ცოლი მისი, სამოთხით, გამოვიდეს სამოთხეს აღმოსავალით კერძო“—საკითხავი ადამისი 109,4.

„და იყო რაემს მოვიდა ღმერთი სამოთხედ, დაეიმაღენით პირისაგან უფლისა“—საკითხავი ადამისი, 124,36.

„და იყო სლვისა მას მათსა ქალაქსა შინა, და მიემთხვენეს სანაგვესა რასამე დიდსა“—ბალავ. 50,5

„და იყო რაემს აღესრულნეს ოცდაშუდნი დღენი, რომლით დღითგან შეეპრა მათე, ეჩუნა უფალი იესუ ანდრეას“—აპოკრ. 22,24.

„ხოლო იყო რაემს მივიდეს კაცი მის ერისაგანნი საპყრობილედ, პოენეს კარნი იგი მის საპყრობილისანი განხმულნი“—აპოკრ. 33,5.

„და იყო შემდგომად ჟამთა რაოდენთამე... შეკრბეს ყოველნი მოციქულნი გეთსამანიას“—აპოკრ. 55,3.

„იყო დღესა ერთსა ვითარცა ილოცვიდა იგი... ვითარცა მწაფელი ვინმე, ზურგსა ზედა ჯდა“—Sin.—11, 325v.

აქ მოტანილი შვიდი მაგალითი, რა თქმა უნდა, არ ასახავს ამ თავისებური მოვლენის მიხედვით ძველი ქართული ენის თარგმნილი ძეგლების მთელ სურათს, მაგრამ ჩვენ მიერ ამ თვალსაზრისით წაკითხული საქმად ბევრი ძეგლიდან მხოლოდ შვიდი მაგალითი ბიბლიის ტექსტების მასალასთან შედარებით ძალიან ცოტაა.

რაც შეეხება ქართული ორიგინალური მწერლობის ძეგლებს, ზემოხსენებული ტიპის მაგალითები აქაც დასტურდება, ოღონდ თარგმნილი ძეგლების მსგავსად თითო-ოროლა და აგრეთვე მხოლოდ და მხოლოდ „იყო“-თი დაწყებულ წინადადებებზე.

აღსანიშნავია, რომ ქართული ორიგინალური ლიტერატურის ერთ-ერთი უძველესი ნაწარმოები „წამებაჲ შუშანიკისი“ სწორედ ამგვარი „იყო“ დართული წინადადებით იწყება:

„იყო მერვესა წელსა (მრ...) სპარსთა მეფისასა კარად სამეფოდ წარ-
მართა ვარსკენ პიტიახში, ძმ არშუშაისი“—შუშ. 11,5.

თუმცა ამ ძეგლში ეს მაგალითი ერთადერთია.

ერთი მაგალითი დავადასტურეთ „აბო ტფილელის წამებაში“ და სამი
„სერაპიონ ზარზმელის ცხოვრებაში“:

„ხოლო იყო შემდგომად სივლტოლისა მის ნერსსისა ქართლით, წარ-
მოავლინა მავდი ამირა მუმნმან ბრძანებითა ღმრთისაჲთა სტეფანოზ“—
აბო, 61,1

„და იყო ამისსა შემდგომად გარდაცვალა დაჲცა იგი გიორგისი თეკ-
ლაჲ“—ზარზმ. 340,42.

„და იყო რაჲჲამს დაიბანაკეს წმიდათა მათ ადგილსა მას ზემოქსენებულ-
სა და ქმნეს ტალავარი მახლობელად ბორცუსა მის და აღაგზნეს ცეცხლი“—
ზარზმ. 324,41.

„და იყო ვითარ ვასრულდა სარკუმლამდე, გამოხატეს თვთ მიქაელცა
ორთა მათ თანა ვალატოზთა ზედა სარკუმელსა აღმოსავლისასა“—ზარზმ.
345,16.

ასურელ მამათა ცხოვრებაში, გრიგოლ ხანტელის ცხოვრებასა და ამ
პერიოდის სხვა ძეგლებში აღნიშნულ თავისებურებაზე არცერთი მაგალითი არ
შეგვხვდებოდა, ამიტომ მოულოდნელი იყო ცხრა მაგალითის გამოჩენა „მოქ-
ცევაჲ ქართლისაჲს“ ტექსტში, თუმცა ბიბლიის წიგნებთან შედარებით ეს
ცხრა მაგალითიც ცოტაა (იხ. ძველი ქართული ავთოგრაფიული ლიტერატურ-
ის ძეგლები, გვ. 106,20; 124,23; 136,28; 134,40 და ა. შ.).

კიდევ უფრო ცოტაა „იყო“-თი დაწყებული წინადადებები მე-10 საუკუ-
ნის შემდეგდროინდელ ძეგლებში. ამ პერიოდის თარგმანებში ჩვენ ვერცერთი
მაგალითი ვერ ვნახეთ. რაც შეეხება ორიგინალურ ქართულ ძეგლებს, აქედან
მხოლოდ ერთი მაგალითი შეგვიძლია დავიმოწმოთ¹. დოგმატიკონში (ხელნა-
წერი S—1463) მოთავსებულია არსენ იყალთოელის სახელით ცნობილი პო-
ლემიკური ხასიათის თხზულება „ქსენებაჲ სიტყუსგებისაჲ და სასჯელისაჲ
სჯულისათჲს ქრისტიანეთაჲსა და სარკინოზთა“, რომელიც ამგვარად იწყება:
„და იყო რაჲჲამს მოიწია ჯელმწიფე, რომელსა ერქუა იამამე, ქალაქად ტფი-
ლისად, სარზმან(!) იყო წინაშე მისა დიდი, და შეკრბა ერი მრავალი ქრის-
ტიანეთაჲ“—309v².

რა არის ეს მოვლენა, როგორ გაჩნდა ქართულში, რა ფუნქცია აქვს
აღნიშნულ ზმნებს მოკეპულ წინადადებებში?

ძველი და ახალი აღთქმის ქართული თარგმანები შეგუჯერეთ შესაბამის
ტექსტებს ბერძნულსა და სომხურ ენებზე, აღმოჩნდა, რომ ამ მოვლენას იქაც
აქვს ადგილი:

¹ მხედველობაში არ ვღებულობთ „მოქცევაჲ ქართლისაჲდან“ ლეონტი მროველის
„წინთს ცხოვრებაში“ გადასულ რამდენიმე მაგალითს (იხ. ქართლის ცხოვრება, გვ. გვ. 72,2;
108,17, 122,10) და აგრეთვე ნიკოლოზ გულაბერისძის „სვეტიცხოვლის საკითხავში“ იმავე
„მოქცევაჲ ქართლისაჲს“ ერთ-ერთი „იყო“ დართული წინადადების გამოთრებას („და იყო
რაოდენისაჲე დღისა შემდგომად მარტკლიისა იხილეს სხუჲა სასწაული სამინედი და საკ-
რველი“ A—160, გვ. 140).

² ეს მაგალითი მოგვაწოდა ფილოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორმა თორნიკე ჭყა-
ნიაძემ.



სომხურში „იყო“-ს შესატყვისად გვაქვს *ქინქრ* და *სიხლ—ქინსლ* ზმნის (-ყო-
ფა, ქნა) უწყვეტელი და აორისტი ვენებითი გვარისა, ბერძნულში კი ზეწვიწვი
და ზეწვეთო—*γυνομαι*; ზმნის აორისტი საშუალო და ვენებითი გვარისა:

1. „და იყო შემდგომად დღეთა მრავალთა იყო სიტყუაჲ უფლისაჲ ელი-
აჲს მიმართ“.—3 მეფ. 18,1.

και ზეწვეთო *μειψήμεις* *πολλάς* και *ρήμα* *κურισ* *ζεწვეთ* *προς* *Ἡλίου*.
სლ სიხლ ქა *აორც* *რავამე* *სლ რან* *შაონ* *სიხლ* *აორ* *სიხლ*.

2. „და იყო ვითარცა აღიბყრნის მოსე ჰელნი, განძლიერდის ისრაელი“—
გამოსლ. 17,11

και ზეწვეთო *ὅταν* *ἐπιῆρην* *Μωυσης* *τάς* *χεῖρας* *κατίσχυεν* *Ἰσραηλ*

სლ ქინქრ *კრძამ* *ამრანაყრ* *ძიხე* *გბნი* *სლ* *გორანაყრ* *სორაქლ*

კავშირებითის ფორმით „იყოს“-ით დაწყებულ წინადადებებს ამ ენებში
შეესაბამება *სიხიქი*-ით (= II კავშირებითი) და *შთაი*-ით (= მომავალი) დაწყებუ-
ლი წინადადებები:

„და იყოს მას დღესა შინა განოავლინოს უფალმან მწყერი“—ესაია 7,18.
(ოშვის ბიბლია).

και *შთაი* *ἐν* *τῇ* *ἡμέρᾳ* *ἐκείνῃ* *σπασί* *κέρως* *μίσως*

სლ სიხიქი *კაორ* *კანძიქ* *გორძიხე* *შქრ* *გბანჯინ*.

რაც შეეხება „არნ“-ით დაწყებულ წინადადებებს, აღსანიშნავია, რომ მათ
ბერძნულსა და სომხურში წარსული დროის ზმნების შემცველი წინადადებები
შეესატყვისება:

„და არნ რაემს შევალნ მივე სახლსა მას უფლისასა, აღიწინ იგი წინა-
მცორვალთა მათ“].—3 მეფ. 14,28.

και ზეწვეთო *ὅτε* *εἰσπορευετο* *ἐ* *βασίλεις* *εἰς* *οἶκον* *κურის*, *και* *ἦρον* *ἀντὰ*
οἱ *παρატρέχοντες*.

სლ ქინქრ *კრძამ* *ძიხანქრ* *არქაქ* *ქ* *აორან* *შსაონ*, *რანაყრ* *კან*
აორანაყარ.

ამგვარად, როგორც ეხედავთ, ამ მოვლენას ქართულს გარდა ადგილი
აქვს ძველ ბერძნულსა და ძველ სომხურ ენებშიც. ენობრივი დაქტი, რომელიც
რამდენიმე ენაზე ერთსადაიმთავე თარგმნილ ძეგლებში გვხვდება, უთუოდ რა-
ღაც საერთო წყაროს გულისხმობს.

ზემოთქმულთან ერთად, თუ გავითვალისწინებთ შედეგ გარემოებებსაც:
1. რომ ხსენებულ თავისებურებაზე მაგალითები ხშირია ბიბლიის წიგნებში
და იშვიათია სხვა სახის თარგმნილ და ორიგინალური მწერლობის ძეგლებში,
2. რომ ბიბლიაში „იყო“-ს გვერდით გვხვდება ამავე ზმნის აწმყოსა და II კავ-
შირებითის ფორმები, იმ დროს როდესაც სხვაგან აქ უკანასკნელთა ხმარებას
ადგილი არა აქვს, და დასასრულ 3. რომ ძველი ქართული ენის სინტაქსის
თვალსაზრისით „იყო“, „იყოს“ და „არნ“ ზმნების ფუნქცია გამოკვეთილი არ
არის და ისინი წინადადებაში ზედმეტის შთაბეჭდილებას ტოვებენ, ყოველივე

ეს, ჩვენი აზრით, ბიბლიის მქონე რომელიმე ენისაკენ მიგვაქცევინებს ყურადღებას¹.

აღნიშნულ თავისებურებას ძველ ქართულ ტექსტებში დღემდე არავინ შეხებია და, მაშასადამე, მისი რაობის საკითხიც არ დასმულა.

ამ მოვლენის შესახებ სომხურში ვრთანეს ჩა ლ ხ ი ა ნ ი წერს: „წმიდა წერილთა შორის ძლიერ ხშირად გვხვდება ის ებრაული სტილი, რომლის დროსაც ფრაზას დასაწყისში *ქხჲ* ზმნა ერთვის როგორც უპირო, ახალი რაიმე აზრის დაურთავად. ასე მაგ., უსრულის წინ *ხ ლ ქხჲ*, სოულის წინ *ხ ლ ხჲ*, მომავლის წინ *ხ ლ ხჲ*, *ხ ლ ქხჲ*... რამდენსამე ადგილს მკვიდრ სომხურ საისტორიო ნაწერებშიც შესულია ეს *ხ ლ ხჲ* დანართი“² [2].

ამგვარად, ვ. ჩაღხიანი იცნობს სომხურში ჩვენთვის საინტერესო ენობრივ მოვლენას და მას წმიდა წერილის გზით შემოტანილ ებრაულ მოვლენად, ე. წ. „ებრაულ სტილად“ მიიჩნევს.

როგორც სამეცნიერო ლიტერატურაშია ცნობილი, ებრაულისათვის დამახასიათებელია წინადადების დაწყება *w'ehi*-თა (ვა იეჰი) და *w'hajā*-თი (ვე ჰაა). ესაა „და“ კავშირი „ყოფნა“ ზმნის იმპერატივსა და პერფექტთან ერთად. „ყოფნა“ ზმნა აქაც უპიროა. „ვა იეჰი“ და „ვე ჰაა“ დართული წინადადებები, აკად. გ. წერეთლის მითითებით, გადმოსცემენ თანამიმდევრობას დროში³ [3]. ამგვარი რამ სემიტური ენებიდან მხოლოდ ებრაულისათვის ყოფილა დამახასიათებელი.

ქართული მასალის ებრაული ბიბლიის სათანადო მუხლებთან შეჯერებისას აღმოჩნდა, რომ „და იყო“ და „და იყოს“ დართულ წინადადებებს ებრაულში თითქმის ყველგან *w'ehi*-თა და *w'hajā*-თი დაწყებული მუხლები შეესაბამება⁴.

რაც შეეხება „არნ“-ით დაწყებულ წინადადებებს, ებრაულში ერთის შესატყვისად (3 მეფ. 14,28) *w'ehi*-ით დაწყებული წინადადება აღმოჩნდა, მეორის შესატყვისად კი (1 მეფ. 16,23) *w'hajā*-თი დაწყებული წინადადება.

აღნიშნულ ორ მუხლში „არნ“ ქართველმა მთარგმნელმა შეიტანა, თუ ესეც ებრაული ტექსტითაა განსაზღვრული, ამაზე მთელი ბიბლიის ქართულ-ებრაული მასალის შეჯერების გარეშე ვერაფერს ვიტყვით.

რა სახის წინადადებებში გვხვდება ჩვენთვის საინტერესო ეს მოვლენა? — ქართული მასალის მიხედვით დროის გარემოებით დამოკიდებულ და დროის გარემოების შემცველ წინადადებებში.

¹ უმართებულო იქნებოდა ამ მოვლენის დაკავშირება ქართული ზღაპრების დასაწყისისათვის დამახასიათებელ „იყო და არა იყო რა“-სთან. „იყო და არა იყო რა“ ქართული სინტაქსის თვალსაზრისით სრულიად გამართული წინადადებაა. იგი ნიშნავს: იყო (რადაც) და არაფერი არ უყოფილა, ე. ი, ამ „იყო“-სთან ქვემდებარე იგულისხმება, იგი უქვემდებარო წინადადებაა, ჩვენი შემთხვევების „იყო“-ს კი ქვემდებარე არც ანაღვს და არც იგულისხმება, იგი უპირო ზმნაა.

² ამ საკითხის შესახებ სომხურში ლიტერატურა დაგვიჭებნა და გვითარგმნა პროფ. ილ. აბულაძემ.

³ აკად. გ. წერეთელმა ამ საკითხის შესახებ არსებულ ლიტერატურაზეც.

⁴ ქართული მაგალითები ებრაულთან ჩვენი თხოვნით შეადარეს პროფ. კ. წერეთელმა და დოც. მხ. შანიძემ.

ჩვენ მიერ ამოწერილი დიდძალი მაგალითებიდან მხოლოდ ორი შეგვხვდა ისეთი, რომლებშიაც დრო არ არის აღნიშნული:

„და იყო ს მრავალ ყოფისა მისგან სძისა, ერბოსა ქამდეს ყოველი დაშთომილი ქვეყანასა ზედა“. —ესაია 7,22 (ოშკის ბიბლია).

„და იყვნენ რომელნი ჰნატრიდენ ერსა ამას, სტებობდიან და აცთუნებდენ, რაათა შთათქნეს ივინი“. —ესაია 9,16 (ოშკის ბიბლია).

ებრაულში ორივეგან გვაქვს „ვე ჰაია“-თი დაწყებული წინადადებები. ეს ფაქტი იმას ნიშნავს, რომ ამგვარი უპირო ზმენების ხმარებას სხვა რიგის წინადადებებშიც ჰქონია ადგილი; ჩვენ მათზე ვერაფერს ვიტყვივით ქართულ ბიბლიაში მასალის უქონლობის გამო.

ჩვენი აზრით, უკვე სრულიად გასაგებია „იყო“, „ივოს“-ით დაწყებული წინადადებების სიმრავლე ბიბლიის წიგნებში: იგი ებრაული მოვლენაა, რომელიც გავრცელებულა ქრისტიანული მწერლობის მქონე სხვა ენებში და მათ შორის ქართულშიაც ბიბლიის მეშვეობით.

რაც შეეხება ამ მოვლენის არსებობას ორიგინალური მწერლობის ძეგლებში, როგორც ჩანს, მან ბიბლიის თარგმანის გავლენით იმდროინდელ სამწერლობო ენაშიც იჩინა თავი. ამისი ნიმუში სხვაც გვაქვს: სემიტური ენებისათვის დამახასიათებელი ე. წ. პარონომაზია ჩვენს ენაში სწორედ ბიბლიის თარგმანის მეშვეობით გავრცელდა [4]. მხოლოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ეს ორი მოვლენა ქართულმა ენამ სხვადასხვაგვარად მიიღო: პარონომაზიური კონსტრუქცია შეითვისა, ზემოხსენებული თავისებურება კი ვერ იგუა და უქუაგდო.

ამ მოვლენის სრულყოფილად შესწავლა, რაც გულისხმობს ქართული მასალის საგანგებო შედარებას როგორც ებრაულთან, ისე ბიბლიის მქონე სხვა ენებთან, მეტად საჭირო საქმეა. ამგვარი შესწავლით გაირკვევა, თუ რა გზით შემოვიდა ჩვენს ენაში ეს მოვლენა (უშუალოდ თუ რომელიმე ენის მეშვეობით), რაც თავისებური წვლილი იქნება ქართული ბიბლიის წარმომავლობის დადგენის საქმეში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ხელნაწერთა ინსტიტუტი
(რედაქციას მოუყიდა 27.6.1964)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ц. И. КУРЦИКИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ СТИЛИСТИЧЕСКОЙ ОСОБЕННОСТИ В
ДРЕВНЕГРУЗИНСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

В древнегрузинских списках Ветхого Завета стих нередко начинается словами «было», «будет», «есть». Указанные слова непосредственно синтаксическо-смыслового отношения к последующему предложению не имеют.



Это явление в оригинальных памятниках древнегрузинской письменности встречается редко. Надо полагать, что рассматриваемая стилистическая особенность в древнегрузинских переводных памятниках (в частности, в Библии) отображает специфику того языка, на котором написан источник, и проникла в древнегрузинский язык литературным путем. В пользу такого предположения говорит наличие подобных стилистических построений в древнегреческом и древнеармянском переводах Библии.

Во всех этих языках указанная особенность, должно быть, является заимствованием из древнееврейского, для которого характерно использование в начале предложения w^hehi и w^hhaja (союз «и»+имперфект или перфект глагола «быть»). Заимствование это, видимо, имело место при переводе Библии.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. არნ. ჩიქობავა. ერგატოული კონსტრუქციის პრობლემა იბერიულ-კავკასიურ ენებში. თბილისი, 1948, გვ. 121; გვ. 119.
2. ლ. ქერასხიშვილი და სხვანი. ზედაპირული და სიღრმისეული ქართული ენის შესახებ. თბილისი, 1985.
3. König. Syntactische Excursus zum alten Testament, Zeitschrift für die alttestamentliche Wissenschaft. Giessen, 1899, 259—287.
4. ქ. წერეთელი. პართოლოგია ქართულში, იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, ტ. VI თბილისი; 1954.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი რ. დვალის

Гл. редактор — академик Академии наук Грузинской ССР
Р. Р. Двали

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.9.1964; შკვ. № 1302; ანაწილის ზომა 7×11; ქალაქის ზომა 70×108; საარტიტულო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19; ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 16; უე 02806; ტირაჟი 1400.

Подписано к печати 23.9.1964; зак. № 1302; размер набора 7×11; размер бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 19; количество печатных листов 16; УЭ 02806; тираж 1400

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, ძერჟინსკის ქ. № 8
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, ул. Дзержинского № 8
გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5
Типография Издательства «Мецниереба», Тбилиси, ул. Г. Табидзе № 3/5



შიხასარსი — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

Г. С. Дадунашвили. О существовании точек минимакса в локально выпуклых пространствах	3
*გ. და დუნაშვილი. ლოკალურად ამონეშელ სივრცეებში მინიმაქსის წერტილების არსებობის შესახებ	9
Г. А. Джанашия. Об уравнениях типа свертки для полуоси с ограниченной правой частью	11
*გ. ჯანაშია. ნახევრის ტიპის განტოლების შესახებ ნახევარღერძისათვის შემოსახდურულ ფუნქციათა კლასში	18
З. В. Самсои я. Приближенное построение конформно отображающей функции методом интегральных уравнений	19
*ზ. სამსონია. კონფორმულად გამოსახველი ფუნქციის მიახლოებით აგება ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდით	25

ღრმაპლუნის თეორია — ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ — THEORY OF ELASTICITY

Я. А. Миндли н. Об упругих колебаниях плоскости с полостью в виде круга	27
*ი. მინდლინი. წრიული ხერტილი შესუსტებული დრეკადი უსასრულა სიბრტყის რბევა	32
Е. И. Оболашвили. Эффективное решение задачи Римана—Гильберта для одной системы уравнений смешанного типа с применением к теории оболочек	33
*ე. ობოლაშვილი. შერეული ტიპის ერთი განტოლებათა სისტემისათვის რიმან—გილბერტის ამოცანის ეფექტური ამოხსნა და მისი გამოყენება გარსთა თეორიაში	39

კიბერნეტიკა — КИБЕРНЕТИКА — CYBERNETICS

В. В. Чавчанидзе, И. А. Схиртладзе. Расчет моментов информации II порядка	41
*ვ. ჭავჭავანიძე და ი. სხირტლადე. ინფორმაციის II რიგის მომენტთა ანგარიში	45

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Т. Д. Эбралидзе. Вычисление пропускной способности канала с шумом в квантовом случае	47
*ტ. ებრალიძე. ნაპურის მქონე არხის გამტარუნარიანობის გამოთვლა კვანტურ შემთხვევაში	53

გეოფიზიკა — ГЕОФИЗИКА — GEOPHYSICS

А. М. Ахалбедашвили и Д. И. Сихарулидзе. Некоторые результаты работы длиннопериодного сейсмографа в Тбилиси	55
*ა. ახალბედაშვილი და დ. სიხარულიძე. გრძელპერიოდური ვერტიკალური სეისმოგრაფის მუშაობის ცდა თბილისის ცენტრალურ სეისმურ სადგურში	59

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предшествующей статьи.

* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



Т. Г. Габарашвили, А. И. Карцивадзе. К вопросу замерзания пель водных растворов солей	61
*თ. გაბარაშვილი, ა. ქარცივაძე. მარილთა წყალხსნარების წვეთების გაყინვის საკითხისათვის	66

ჰიშია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

В. П. Гогуадзе, М. И. Таренко. Цветная реакция на роданистые алкилы и синтез новых флуоресцирующих красителей	69
*ვ. გოგუაძე, მ. ტარენკო. როდანალკილებზე ფერადი რეაქცია და ახალ ფლუორესცენტრულ საღებავთა სინთეზი	75

ბიოჰიშია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

Т. Г. Саакашвили. Марганец, медь и цинк в крови больных „гипертофией“ предстательной железы	77
*თ. სააკაშვილი. მანგანუმი, სპილენძი და თუთია სისხლში წინამდებარე ჯირკვლის „ჰიპერტროფიის“ დროს	84
П. А. Курашвили, Ц. И. Картозия, Г. Г. Берадзе, Н. Г. Мукерия. Возрастные особенности показателей белково-липидного обмена у белых крыс	85
*პ. ყურაშვილი, ც. კარტოზია, გ. ბერაძე, ნ. მუქერია. თეთრი თაგვების ცილოვანი და ლიპოიდური ცვლის მაჩვენებლების ასაკობრივი თავისებურების შესახებ	90

ჰიშიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—CHEMICAL TECHNOLOGY

Н. Д. Дангадзе, В. М. Какабадзе. Влияние скорости коксования на спекаемость и коксуемость Грузинских углей	93
*ნ. დანგაძე, ვ. კაკაბაძე. დაკოქსის სიჩქარის გავლენა საქართველოს ნახშირების შეცობადობასა და კოქსუადობაზე	98

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

Д. Д. Табидзе. Современное оледенение бассейна р. Кодори (юго-западный склон Большого Кавказа)	101
*დ. ტაბიძე. თანამედროვე გაყინვარება მდ. კოდორის აუზში (კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთი ფერდობი)	107

სპელეოლოგია—СПЕЛЕОЛОГИЯ—SPELEOLOGY

გ. გერგედავა. გარაზის მღვიმის (ოდიში) სპელეოლოგიური დახასიათება	109
*ბ. А. Гергедава. Спелеологическая характеристика пещеры Гараха (Одиши)	114

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

ა. ყანჩაველი, ლამპროფირული გამკვეთი ძარღვი ჭიათურის კვარც-პორფირული წყებთან	115
*А. Л. Канчавели. Лампрофировая секущая жила из Чиатурской кварц-порфировой толщи	118

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Т. А. Ломинадзе. Об особенностях перегородочной линии макроцефалитид	119
*თ. ლომინაძე. მკროცეფალიტიდების ტიპრის ხაზის თავისებურებათა შესახებ	121



Кр. Захариева-Ковачева. Еще один „каменный лес“ на территории Болгарской народной республики 123

*კრ. ზახარევა-კოვაჩევა. კიდევ ერთი „ქვიერი ტყე“ ბულგარეთის სახალხო რესპუბლიკის ტერიტორიაზე 126

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
STRUCTURAL MECHANICS

Р. Х. Мурусидзе. Экспериментальное исследование вынужденных колебаний железобетонных изгибаемых элементов 117

*რ. მურუსიძე. რკინაბეტონის დუნვადი ელემენტების იძულებითი რხევის ექსპერიმენტული გამოკვლევა 132

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

А. Ш. Нозадзе. Определение полного сопротивления рельсовых сетей переменного тока 135

*ა. ნოზაძე. ცვლადი დენის სარელსო ქსელების სრული წინააღმდეგობის განსაზღვრა 138

ჰიდრაულიკა—ГИДРАВЛИКА—HYDRAULICS

З. К. Эристави. К вопросу измерения величины местного размыва при разных формах мостовых опор 139

*ზ. ერისთავი. ხიდის ბურჯის ფორმის გავლენა ადგილობრივი გარეცხვის სიღრმეზე 142

ნამთო სამუშაო—ГОРНОЕ ДЕЛО—MINING

Ш. И. Ошнани. К вопросу изучения теплового состояния недр месторождений полезных ископаемых 143

*შ. ოშნანი. სასარგებლო ნამარბთა საბადოების წიაღის სითბური მდგომარეობის შესწავლის საკითხისათვის 148

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

И. С. Капанадзе. Апельсины с отделяющейся кожурой 149

*ი. კაპანაძე. თავისუფალქერქიანი ფორთოხლები 156

მცენარეთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—
PHYSIOLOGY OF PLANTS

Д. В. Котаева. О содержании нуклеиновых кислот в активной зоне корней виноградной лозы 157

*დ. კოტაევა. ნუკლეინის მკაფების შემცველობა ვახის ფესვთა აქტიურ ზონაში 160

Э. Н. Кепховели, Д. Ч. Кинкладзе, М. Н. Гигинишвили. Качественный состав фитохромов пластид коры и древесины 161

*ე. კეცხოველი, დ. ქინქლაძე, მ. გიგინიშვილი. ქერქისა და მერქნის ფიტოქრომების თვისობრივი შედგენილობა 168

ენთომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

Ш. М. Супаташвили, А. Л. Мухашаврия, Б. В. Мурусидзе. Материалы к применению химических препаратов против большого елового лубоеда 169

*შ. სუპატაშვილი, ა. მუხაშავრია, ბ. მურუსიძე. მასალები ნაძვის დიდი ლაფნიკამიას წინააღმდეგ ქიმიური პრეპარატების გამოყენების შესახებ 173



პარაზიტოლოგია — П А Р А З И Т О Л О Г И Я — PARASITOLOGY

Г. А. Дучидзе. Препарат при трихоцефалозе свиней 175
 *გ. დუჩიძე. პრეპარატი ღორის ტრიხოცეფალოზის წინააღმდეგ 181

ზოოლოგია — З О О Л О Г И Я — ZOOLOGY

თ. მუსხელიშვილი. ახალი მონაცემები კავკასიური სალამანდრას... გამრავლების შესახებ 183
 *Т. А. Мухелишвили. Новые данные о размножении Кавказской Саламандры... 185

ფიზიოლოგია — Ф И З И О Л О Г И Я — PHYSIOLOGY

ბ. სინარულიძე. საფეთქლის წილების სხვადასხვა უბნის ამოკვეთის გავლენა მხედველობის ფუნქციაზე ძაღლებში 187
 *Н. И. Сихарулидзе. Изучение удаления разных участков височной доли на зрительную функцию у собак 193
 С. В. Джибладзе, Т. Н. Ониани. Функциональное значение мембранно-миофибрилярной связи в тетанических и тонических мышечных волокнах 195
 *ს. ჯიბლაძე, თ. ონიანი. მემბრანო-მიოფიბრილური კავშირის ფუნქციურა მნიშვნელობა ტონურ და ტეტანურ კუნთოვან ბოჭკოში 202

მასპერიმენტული მედიცინა — Э К С П Е Р И М Е Н Т А Л Њ А Я М Е Д И Ц И Н А — EXPERIMENTAL MEDICINE

რ. ჩხეიძე. სისხლძარღვებისა და ზოგიერთი პარენქიმული ორგანოს ცვლილებები სკონტრასტო ხსნარის შეყვანის შემდეგ 203
 *Р. Д. Чхеидзе. Изменения кровеносных сосудов и некоторых паренхиматозных органов после введения контрастных веществ 208
 В. О. Иосава. Морфологические изменения слюнных желез крыс в процессе экспериментального канцерогенеза 209
 *ვ. იოსავა. ვირთავას სანერწყვე ჯირკვლების მორფოლოგიური ცვლილებები ექსპერიმენტულ კანცეროგენების პარაცესში 216

კლინიკური მედიცინა — К Л И Н И Ч Е С К А Я М Е Д И Ц И Н А — CLINICAL MEDICINE

ლ. დვალი. საყლაპავი მილის ზერელის თიაქრების დიაგნოსტიკა და ქირურგიული მკურნალობა 217
 *Л. Г. Двали. Диагностика и хирургическое лечение грыжи пищеводного отверстия 224
 უ. რუსაძე. ქალატინის დაზურულ ტრავმულ დაზიანებათა ზოგიერთი საკითხის შესახებ ბავშვთა ასაკში 225
 *У. С. Русадзе. О некоторых вопросах закрытой острой черепно мозговой травмы в детском возрасте 230
 Д. С. Какиашвили. Артериальная осциллограмма лиц перестарелого возраста 233
 *დ. კაკიაშვილი. ზანდაზმულ ადამიანთა არტერიული ოსცილოგრამა 239
 Р. А. Георгадзе. О функциональном состоянии вазомоторного аппарата у больных хронической коронарной недостаточностью и его изменения в условиях комплексного лечения на курорте Гагра 241
 *რ. გიორგაძე. ქრონიკული კორონარული უკმარისობით დაავადებულთა ვაზომოტორული აპარატის ფუნქციური მდგომარეობა და მისი ცვლილებები კურორტ გავრამში კომპლექსური მკურნალობის პირობებში 247

ენათმეცნიერება — Я З Ы К О З Н А Н И Е — LINGUISTICS

ციალა ქუთციკიძე. ერთი სტილისტური თავისებურებისათვის ძველ ქართულში 249
 *Ц. И. Курцикидзе. Об одной стилистической особенности в древнегрузинском языке 255



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 сжатое изложение основных результатов их исследований.
2. „Сообщениями“ руководит редакционная коллегия, избираемая общим собранием Академии наук Грузинской ССР.
3. „Сообщения“ выходят ежемесячно отдельными выпусками приблизительно в объеме 16 печатных листов каждый. Выпуски каждого квартала (три выпуска) составляют один том.
4. Статьи должны быть представлены на двух языках: на грузинском и русском. На одном из них, по желанию автора,—полный текст, а на другом языке—краткое изложение основного текста.
5. Объем статьи, включая иллюстрации, не должен превышать 20 000 типографских знаков (8 страниц журнала). Разделение статьи на отдельные части для опубликования в разных выпусках „Сообщений“ не допускается.
6. Статьи действительных членов и членов-корреспондентов Академии наук Грузинской ССР сдаются непосредственно в редакцию „Сообщений“ для опубликования, а статьи других авторов публикуются только по представлению действительных членов или членов-корреспондентов Академии. Статьи, поступившие без представления, направляются редакцией одному из действительных членов или членов-корреспондентов Академии на рассмотрение, с тем чтобы в случае положительной оценки статья была представлена для опубликования.
7. Статьи (а также соответствующие иллюстрации и чертежи) должны быть представлены автором в одном экземпляре, в совершенно готовом для печатания виде. Формулы должны быть четко вписаны в текст от руки. Текстовые части на иллюстрациях должны быть выполнены на обоих языках. Никакие исправления и добавления после принятия к печати не допускаются.
8. Данные о цитированной литературе должны быть по возможности полными: необходимо указать полное заглавие статьи, название журнала, в котором опубликована статья, номер серии, тома, выпуска, год издания; если имеется ссылка на книгу, то необходимо указать полное наименование книги, место и год издания.
9. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.
10. В конце текста статьи автор на соответствующем языке должен указать название и местонахождение того научного учреждения, где выполнена работа. Статья датируется днем поступления ее в редакцию.
11. Автору представляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без виза автора.
12. Автор получает бесплатно 10 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО, 8
 Телефон 3-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб.

634241



ქვეყნის
სახელმწიფო

და მ ბ ტ კ ი ც მ ბ ჯ ლ ი ბ
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 28.3.1963.

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“

დ ე ბ ჯ 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 ასრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბახი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. „მოამბეში“ დასაბეჭდავ წერილები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მთავანზე, ავტორის სურვილისამებრ, —სრული ძირითადი ტექსტი, ხოლო მეორეზე —ძირითადი ტექსტის შემოკლებული გადმოცემა.
5. წერილის მოკლეობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 სასტამბო ნიშნს (ჟურნალის 8 გვერდს); არ შეიძლება წერილის დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოასაქვეყნებლად.
6. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდავ „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 განსაზილველად, რათა მან, დადებითად შეუასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდავ.
7. წერილები (ავტორეუ სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდავ საესებით მომზადებული. ფორმულები ხელით უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტში მკაფიოდ. ილუსტრაციებზე ტექსტობრივი წარწერები ორივე ენაზე უნდა იყოს შესრულებული. წერილის დასაბეჭდავ მიღების შემდეგ ტექსტში შესწორებებისა და დამატებების შეტანა აღარ შეიძლება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები შექლებისდა 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 ერთვის ბოლოში. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტში თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იქნეს შესაბამისი ნომერი სიის მიხედვით.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა შესაბამის ენაზე უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად არა უმეტეს ორი დღისა). თუ კორექტურა დადგენილი ვადისათვის არ იქნა წარმოდგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიხის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10 ამონაბეჭდი.

ადამტკიის მისამართი: თბილისი, ძეგლისძის ქ. 8

ტელეფონი 3-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.