

1963



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



46

XXXI:3

524

სსრკ ეცნიერებათა აკადემიის 1963 СЕНТЯБРЬ



თ. ბურბულაძე

ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის უმსახვო მართი  
 კლასის ელიფსური სისტემისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. კუბრაძემ 29.1.1962)

ჩვენ აქ მოვიყვანთ [1]-ში მიღებული შედეგების გამოყენებას სასაზღვრო ამოცანათა თეორიაში ერთი კერძო შემთხვევისათვის, სახელდობრ: როცა  $m=2$ , ხოლო  $n$  ნებისმიერი ნატურალური რიცხვია<sup>1</sup>.

ვნახოთ, თუ რა სახე ექნება [1]-ში მიღებულ ზოგიერთ ფორმულას ამ შემთხვევისათვის.

(1) სისტემა მიიღებს სახეს

$$A \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) u(x) = w(x), \quad (4.1)$$

სადაც

$$A \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) \equiv \sum_{i_1, i_2=1}^2 A^{(i_1 i_2)} \frac{\partial^m}{\partial x_{i_1} \partial x_{i_2}}, \quad A^{(i_1 i_2)} \equiv \left\| a_{ik}^{(i_1 i_2)} \right\|_{k=1, 2, \dots, n}^{i=1, 2, \dots, n}$$

$A \left( \frac{\partial}{\partial x} \right)$  ოპერატორის შეუღლებული ოპერატორი იქნება

$$\tilde{A} \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) \equiv (-1)^2 \sum_{i_1 i_2=1}^2 A^{*(i_1 i_2)} \frac{\partial^2}{\partial x_{i_1} \partial x_{i_2}} \equiv A^* \left( \frac{\partial}{\partial x} \right).$$

$\Phi(x, y)$  ფუნდამენტალური ამოხსნათა მატრიცი, რომელიც განსაზღვრულია (1.1) ფორმულით, შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$\Phi(x, y) = \sum_{i_1, \dots, i_2(n-1)=1}^2 B^{(i_1 \dots i_2(n-1))} \frac{\partial^{2(n-1)} \varphi(x, y)}{\partial x_{i_1} \dots \partial x_{i_2(n-1)}},$$

სადაც

$$\varphi(x, y) = i \sum_{j=1}^{2n} (-1)^j d_j \sigma_j^{2(n-1)}(x, y) \ln \sigma_j(x, y).$$

(2.9) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$\iint_{B_1} \left[ v A \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) u - u A^* \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) v \right] d\tau = \sum_{k=1}^2 \int_{S_k} N^{(k)}(v, u) \cos(n, x_k) ds, \quad (4.2)$$

<sup>1</sup> აქ შენარჩუნებულია [1]-ში მიღებული აღნიშვნები და ტერმინები.



სადაც

$$\sum_{k=1}^2 N^{(k)}(v, u) \cos(n, x_k) \equiv v \sum_{i_1, i_2=1}^2 A^{(i_1, i_2)} \frac{\partial u}{\partial x_{i_2}} \cos(n, x_{i_1}) - u \sum_{i_1, i_2=1}^2 A^{*(i_1, i_2)} \frac{\partial v}{\partial x_{i_2}} \cos(n, x_{i_1}). \quad (4.3)$$

ენახოთ ახლა, თუ რა სახე ექნება (2.19) ფორმულას. გვაქვს

$$H(v, u) \equiv \sum_{i_1, i_2=1}^2 \left( \frac{\partial v}{\partial x_{i_1}} A^{(i_1, i_2)} \frac{\partial u}{\partial x_{i_2}} \right) \equiv \sum_{i_1, i_2=1}^2 \sum_{r, s=1}^2 a_{rs}^{(i_1, i_2)} \frac{\partial v_r}{\partial x_{i_1}} \frac{\partial u_s}{\partial x_{i_2}},$$

$$\sum_{h=1}^2 T^{(h)}(v, u) \cos(n, x_h) \equiv v \sum_{i_1, i_2=1}^2 A^{(i_1, i_2)} \frac{\partial u}{\partial x_{i_2}} \cos(n, x_{i_1}). \quad (4.4)$$

მაშასადამე, თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$T \equiv \sum_{i_1, i_2=1}^2 A^{(i_1, i_2)} \frac{\partial}{\partial x_{i_2}} \cos(n, x_{i_1}), \quad (4.5)$$

მაშინ (2.19) და (4.2) ფორმულები (4.3), (4.4) და (4.5)-ს გამო მიიღებენ სახეს

$$\iint_{B_1} \left[ v A \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) u + H(v, u) \right] d\tau = \int_S v T u ds, \quad (4.6)$$

$$\iint_{B_1} \left[ v A \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) u - u A^* \left( \frac{\partial}{\partial x} \right) v \right] d\tau = \int_S (v T u - u T^* v) ds. \quad (4.7)$$

ადვილია იმაში დარწმუნება, რომ

$$\sum_{j=1}^2 N^{(j)}(\Phi(x, y), u(y)) \cos(n, y_j) = \Phi(x, y) T u - [T_y^* \Phi^*(x, y)]^* \cdot u.$$

ე. ი. რეგულარული  $u(x)$  ვექტორის ზოგადი წარმოდგენის (3.10) ფორმულა შემდეგნაირად გადაიწერება:

$$\iint_{B_1} \Phi(x, y) A \left( \frac{\partial}{\partial y} \right) u(y) d\tau_y - \int_S \Phi(x, y) \cdot T u ds_y +$$

$$+ \int_S [T_y^* \Phi^*(x, y)]^* u ds_y = \begin{cases} \beta u(x), & x \in B_1, \\ \frac{1}{2} \beta u(x), & x \in S, \\ 0, & x \in B_2. \end{cases} \quad (4.8)$$

სადაც

$$\beta = -2\pi(2n-2)! \det A^{(11)} \cdot E.$$

ეს ფორმულები  $n=2$ -თვის მიღებულია [2, 3]-ში.

(4.8)-დან ჩანს, რომ (4.1)-ის ნებისმიერი რეგულარული ამოხსნა წარმოიდგინება შემდეგი პოტენციალების საშუალებით:

$$V(x; \lambda) = \int_S \Phi(x, y) \lambda(y) ds_y -$$

განზოგადებული მარტივი ფენის პოტენციალი,

$$W(x; \mu) = \int_S [T_y^* \Phi^*(x, y)]^* \mu(y) ds_y -$$

განზოგადებული ორმაგი ფენის პოტენციალი,

$$U(x; \nu) = \iint_{B_1} \Phi(x, y) \nu(y) d\tau_y -$$

განზოგადებული მოცულობითი პოტენციალი.

თუ (4.8)-ში ჩავსვამთ

$$u(y) = \|\delta_{ik}\|_{k=1, 2, \dots, n},$$

სადაც  $i = 1, 2, \dots, n$ , მივიღებთ

$$\int_S [T_y^* \Phi^*(x, y)]^* ds_y = \int_S T_y \Phi(x, y) ds_y = \begin{cases} \beta, & x \in B_1, \\ \frac{1}{2} \beta, & x \in S, \\ 0, & x \in B_2. \end{cases} \quad (4.9)$$

როგორც ცნობილია [2, 3], (4.9)-ის გამოყენებით მარტივად მიიღება ნახტომის ფორმულები აღნიშნული პოტენციალებისათვის:

$$[W(y_0; \mu)]^{(1)} = \frac{1}{2} \beta \cdot \mu(y_0) + W(y_0; \mu),$$

$$[W(y_0; \mu)]^{(2)} = -\frac{1}{2} \beta \cdot \mu(y_0) + W(y_0; \mu),$$

$$[TV(y_0; \lambda)]^{(1)} = -\frac{1}{2} \beta \cdot \lambda(y_0) + TV(y_0; \lambda), \quad (y_0 \in S), \quad (4.10)$$

$$[TV(y_0; \lambda)]^{(2)} = \frac{1}{2} \beta \cdot \lambda(y_0) + TV(y_0; \lambda)^{(1)}.$$

იმისათვის, რომ (4.1) სისტემისათვის შევიწყვალოთ სასაზღვრო ამოცანები, საჭიროა  $H(v, u)$  ბილინიარულ ფორმას დაედოს გარკვეული პირობები დადებითად განსაზღვრულობის შესახებ. ჩვენ ქვემოთ ვიგულისხმებთ, რომ არსებობენ ნამდვილი მულტიფები

$$\alpha_0 > 0, \quad \beta_0 > 0, \quad a_{ik}, \quad b_{ik} \quad (a_{kk} + b_{kk} \neq 0)$$

(<sup>1</sup> სიმბოლოები  $[f(y_0)]^{(1)}$  და  $[f(y_0)]^{(2)}$  აღნიშნავენ  $f(y)$  ფუნქციის ზღვარს, როცა  $x \rightarrow y_0 \in S$  სათანადოდ  $B_1$  ან  $B_2$  არიდან;  $\lambda(y_0), \mu(y_0), y_0 \in S$  ზღვდერის კლასის ვექტორებია.

ისეთი, რომ

$$\sum_{i, k=1}^2 (\xi^{(i)} \cdot A^{(ik)} \xi^{(k)}) \cong \alpha_0 \sum_{i, k=1}^2 (a_{ik} \xi_i^{(i)} + b_{ki} \xi_k^{(k)})^2 + \beta_0 \sum_{k=3}^n \sum_{i=1}^2 [\xi_i^{(k)}]^2, \quad (4.11)$$

სადაც

$$\xi^{(k)}, \quad (k=1, 2) \text{ и}$$

განზომილებიანი ნებისმიერი ნამდვილი ვექტორია:

$$\xi^{(k)} = \|\xi_i^{(k)}\|_{i=1, 2, \dots, n}.$$

კერძოდ, თუ (4.1) სისტემა მძლავრად ელიფსურია ვიზიკის აზრით [4], მაშინ

$$b_{ki} = 0, \quad a_{ik} = 1$$

ხოლო, თუ (4.1) ფიზიკური სისტემაა, ე. ი. შეესაბამება ანიზოტროპული დრეკადი ტანის წონასწორობის მდგომარეობას, მაშინ  $n=2$ ,  $a_{ik} = b_{ki} = 1$  (იხ., მაგალითად, [2, 3]).

(4.11)-დან ადვილად მიიღება, რომ, თუ  $H(u, u) = 0$  რაიმე  $B$  არეში, მაშინ ამ არეში

$$u(x) = \alpha(x), \quad (4.12)$$

სადაც

$$\alpha(x) = \sum_{k=1}^{n+1} c_k \alpha^{(k)}(x), \quad (4.13)$$

$c_k$  ნებისმიერი მუდმივებია,

$$\alpha^{(k)} = \|\alpha_{ik}\|_{i=1, 2, \dots, n},$$

$$k = 1, 2, \dots, n, \quad \alpha^{(n+1)}(x) = \left( -\frac{x_2}{b_{21}}, \frac{x_1}{a_{12}}, 0, \dots, 0 \right).$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ  $\alpha^{(k)}(x)$ ,  $k = 1, 2, \dots, (n+1)$  ვექტორები წრფივად დამოუკიდებელნი არიან.

შეენიშნოთ, რომ, თუ (4.1) სისტემა მძლავრად ელიფსურია, მაშინ  $c_{n+1} = 0$ ; ე. ი. (4.12) იქნება ნებისმიერი მუდმივი ვექტორი, ხოლო, თუ საკმე გვაქვს ფიზიკურ სისტემასთან, მაშინ (4.12) გამოსახავს დრეკადი ტანის ხისტ გადაადგილებას.

ჩვენ აქ განვიხილავთ შემდეგ სასაზღვრო ამოცანებს:

შიგა სასაზღვრო ამოცანები. ვიპოვოთ რეგულარული  $u(x)$  ვექტორ-ფუნქცია, რომელიც  $B_1$  არეში დააკმაყოფილებს (4.1) სისტემას, ხოლო  $S$ -ზე ერთ-ერთ შემდეგ პირობას:

1.

$$[u(y_0)]^{(1)} = f(y_0), \quad -D^{(1)}(u; \omega; f)$$

ამოცანა,

2.

$$[Tu(y_0)]^{(1)} = g(y_0), \quad T^{(1)}(u; w; g)$$

ამოცანა,

3.

$$[(T + h(y_0))u(y_0)]^{(1)} = \tilde{g}(y_0), \quad -\tilde{T}^{(1)}(u; w; \tilde{g}) \\ (y_0 \in S)$$

ამოცანა.

გარე სასაზღვრო ამოცანები. ვიპოვოთ რეგულარული  $u(x)$  ვექტორ-ფუნქცია, რომელიც  $B_2$  არეში დააკმაყოფილებს (4.1) სისტემას, ხოლო  $S$ -ზე და უსასრულობაში ერთ-ერთ შემდეგ პირობას:

1.

$$[u(y_0)]^{(2)} = f(y_0), \quad u(x) - u_0(x) = O(1), \\ \frac{\partial}{\partial x_k} (u(x) - u_0(x)) = o\left(\frac{1}{R}\right), \quad -D^{(2)}(u; w; f)$$

ამოცანა,

2.

$$[Tu(y_0)]^{(2)} = g(y_0), \quad u(x) - u_0(x) = o(1), \\ \frac{\partial}{\partial x_k} (u(x) - u_0(x)) = O\left(\frac{1}{R}\right), \quad -T^{(2)}(u; w; g)$$

ამოცანა,

3.

$$[(T + h(y_0))u(y_0)]^{(2)} = \tilde{g}(y_0), \quad u(x) - u_0(x) = O(1), \\ \frac{\partial}{\partial x_k} (u(x) - u_0(x)) = O\left(\frac{1}{R}\right), \quad -T^{(2)}(u; w; g) \\ (y_0 \in S)$$

ამოცანა.

აქ  $f(y_0)$ ,  $g(y_0)$ ,  $\tilde{g}(y_0)$   $y_0 \in S$  მოცემული ჰელდერის კლასის ვექტორები,  $h(y_0)$  მოცემული უწყვეტი დადებითად განსაზღვრული მატრიცია,  $w(x)$   $B_1$  ( $B_2$ ) არეში მოცემული ვექტორია, რომლისათვისაც სამართლიანია პუასონის განზოგადებული (3.12) ფორმულა სათანადოდ შიგა ან გარე უსასრულო არისათვის, ხოლო

$$u_0(x) = \beta^{-1} \iint_{B_1} \Phi(x, y) w(y) d\tau_y, \quad \beta^{-1} = \frac{1}{2\pi(2n-2)! \det A^{(11)}} \cdot E.$$

შევთანხმდეთ, რომ  $D^{(k)}$ ,  $T^{(k)}$  და  $\tilde{T}^{(k)}$ -ით ჩვენ აღვნიშნავთ სასაზღვრო ამოცანებს, რომლებიც მიიღება სათანადოდ  $D^{(k)}$ ,  $T^{(k)}$  და  $\tilde{T}^{(k)}$  ამოცანებისაგან, თუ ყველგან  $A\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)$  და  $T$  ოპერატორებს შევცვლით სათანადოდ  $A^*\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)$  და  $T^*$ -ით.

(4.6), (4.11) და (4.12)-ის საფუძველზე ადვილად მიიღება ერთადერთობის შემდეგი თეორემა:

$$D^{(k)}(u; 0; 0), \quad D_*^{(k)}(u; 0; 0), \quad \tilde{T}^{(k)}(u; 0; 0), \quad k = 1, 2,$$

$T^{(1)}(u; 0; 0)$ ,  $T_*^{(2)}(u; 0; 0)$  ამოცანებს მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნები აქვთ, ხოლო  $T^{(1)}(u; 0; 0)$  და  $T_*^{(1)}(u; 0; 0)$  ამოცანებს საზოგადოდ აქვთ თითოეულს  $(n+1)$  წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნა (4.13)-ის სახისა.

აღნიშნული სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნები წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$u(x) = v(x) + \beta^{-1} \iint_B \Phi(x, y) \omega(y) d\tau_y, \quad (4.14)$$

სადაც  $B$  არის  $B_1$  ან  $B_2$  არე იმისდა მიხედვით, თუ რომელ სასაზღვრო ამოცანას ვიხილავთ: შიგას თუ გარეს. მაშასადამე, პუასონის განზოგადებული (3.12) ფორმულის გამოყენებით აშკარაა, რომ საჭიროა შესწავლილ იქნეს შემდეგი სასაზღვრო ამოცანები:

$$D^{(k)}(v; 0; F), \quad T^{(k)}(v; 0; G)$$

და

$$\tilde{T}^{(k)}(v; 0; \tilde{G}), \quad k = 1, 2, \dots$$

სადაც

$$F(y_0) = f(y_0) - \beta^{-1} \iint_B \Phi(y_0, y) \omega(y) d\tau_y,$$

$$G(y_0) = g(y_0) - \beta^{-1} \iint_B T_{y_0} \Phi(y_0, y) \omega(y) d\tau_y,$$

$$\tilde{G}(y_0) = \tilde{g}(y_0) - \beta^{-1} \iint_B [T_{y_0} + h(y_0)] \Phi(y_0, y) \omega(y) d\tau_y.$$

განზოგადებული პოტენციალებისა და აქ აგებული აპარატის გამოყენებით, სავსებით ისე, როგორც ეს მოცემულია [2, 3]-ში, აღნიშნული სასაზღვრო ამოცანები დაიყვანება კოშის გულიან სინგულარულ განტოლებათა სისტემამდე, რომელთა ე. წ. ინდექსი უდრის ნულს და, მაშასადამე, მათთვის სამართლიანია ფრედჰოლმის თეორემები. თუ ამის შემდეგ ჩვენ ჩავატარებთ მიღებული ინტეგრალური განტოლებების გამოკვლევას, რომელიც საკმარისად დაწვრილებით ვადმოცემულია [2, 3]-ში, ადვილად დაერწმუნდებით შემდეგი თეორემების სამართლიანობაში.

თეორემა 1.  $D^{(1)}(v; 0; F)$  ამოცანა ყოველთვის ამოხსნადია; ამოხსნა წარმოიდგინება ფორმულით  $v(x) = W(x; \mu)$ , სადაც  $\mu(y)$  ამოხსნაა შემდეგი კოშის გულიანი სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემისა

$$\frac{1}{2} \beta \cdot \mu(y_0) + \int_S [T_y^* \Phi^*(y_0, y)]^* \mu(y) ds_y = F(y_0),$$

რომელიც ამოხსნადია ნებისმიერი მარჯვენა მხარისათვის.

თეორემა 2.  $D^{(2)}(v; 0; F)$  ამოცანა ყოველთვის ამოხსნადია; ამოხსნა წარმოიდგინება ფორმულით

$$v(x) = W(x; \mu) + \sum_{k=1}^{n+1} a_k V(x; v^{(k)}) + a,$$

სადაც  $a_k$ , ცალსახად განსაზღვრული მუდმივებია,  $a$ —მუდმივი ვექტორი,  $\mu(y)$  ამოხსნაა სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემისა

$$\begin{aligned} -\frac{1}{2} \beta \cdot \mu(y_0) + \int_S [T_y^* \Phi^*(y_0, y)]^* \mu(y) ds_y = F(y_0) - \\ - \sum_{k=1}^{n+1} a_k V(y_0; v^{(k)}) - a, \end{aligned}$$

რომლისთვისაც შესრულებულია ამოხსნადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა, ხოლო  $\{v^{(k)}\}_{k=1}^{n+1}$  შემდეგი განტოლებებისა

$$-\frac{1}{2} \beta \cdot v(y_0) + \int_S [T_{y_0} \Phi(y_0, y)] v(y) ds_y = 0,$$

ფუნდამენტალურ ამოხსნათა სრული სისტემაა.

თეორემა 3.  $T^{(1)}(v; 0; G)$  ამოცანა ყოველთვის ამოხსნადია არ არის; მისი ამოხსნადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობაა

$$\int_S G(y) ds = 0, \quad \int_S \chi^{(n+1)}(y) G(y) ds = 0; \quad (4.15)$$

თუ ეს პირობები შესრულებულია, მაშინ ამოხსნა მოიძებნა ფორმულით

$$v(x) = V(x; \lambda) + \sum_{k=1}^{n+1} c_k V(x; \lambda^{(k)}),$$

სადაც

$\lambda(y)$  ამოხსნაა სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემისა

$$-\frac{1}{2} \beta \cdot \lambda(y_0) + \int_S T_{y_0} \Phi(y_0, y) \lambda(y) ds_y = G(y_0),$$





რომელიც (4.15) პირობებში ამოხსნადია;  $\{\lambda^{(k)}\}_{k=1}^{n+1}$  სათანადო ერთგვაროვანი სისტემის ფუნდამენტალურ ამოხსნათა სრული სისტემაა, ხოლო  $c_k$ ,  $k=1, 2, \dots, n$  ნებისმიერი მუდმივებია.

თეორემა 4.  $T^{(2)}(v; 0; G)$  არ არის ამოხსნადი ნებისმიერი  $G$ -თვის. მისი ამოხსნადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა

$$\int_S G(y) ds = 0; \quad (4.16)$$

თუ ეს უკანასკნელი შესრულებულია, მაშინ ამოხსნა წარმოიდგინება ფორმულით

$$v(x) = V(x; \lambda),$$

სადაც  $\lambda(y)$  ამოხსნაა შემდეგი სისტემისა

$$\frac{1}{2} \beta \cdot \lambda(y_0) + \int_S T_{y_0} \Phi(y_0, y) \lambda(y) ds_y = G(y_0),$$

რომელიც ამოხსნადია ნებისმიერი მარჯვენა მხარისათვის, მიუხედავად იმისა, (4.16) შესრულებულია თუ არა.

ანალოგიურად განიხილება  $T^{(k)}(v; 0; G)$ ,  $k=1, 2$  ამოცანები.

მიღებული შედეგები შეიძლება გადატანილ იქნეს მრავლადმული არეებისათვის, სავსებით ისე, როგორც ეს  $n=2$ -თვისაა შესრულებული [3].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის  
თბილისის მათემატიკის  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.1.1962)

МАТЕМАТИКА

Т. В. БУРЧУЛАДЗЕ

О НЕКОТОРЫХ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ  
ОДНОГО КЛАССА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ

Резюме

В настоящей статье дается применение результатов, полученных в [1], в теории граничных задач для одного частного случая; а именно, когда  $m=2$ ,  $n$ —произвольное натуральное число. Методом обобщенных потенциалов и применением теории сингулярных интегральных уравнений доказываются теоремы существования и единственности решения некоторых граничных задач для эллиптической системы (4.1), когда соблюдается условие (4.11).

დათვსმავალი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. В. Бурчуладзе. Обобщение метода потенциалов для некоторых эллиптических систем. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XXX, № 6, 1963.
2. Т. В. Бурчуладзе. О некоторых граничных задачах плоской анизотропной теории упругости. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе Академии Наук Грузинской ССР, т. XXVII, 1960, 293—332.
3. Т. В. Бурчуладзе. Применение сингулярных интегральных уравнений для решения некоторых граничных задач. Труды Тбилисского математич. института им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXVIII. 1962, 21—40.
4. М. И. Вишик. О сильно эллиптических системах дифференциальных уравнений. Мат. сборник, т. 29 (71), № 3, 1951.

Ш. С. ПХАКАДZE

РАЗЛОЖЕНИЕ МЕР РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

(Представлено академиком Н. И. Мухелишвили 2.3.1962)

Терминами и обозначениями, принятыми в работах [1, 2], мы будем пользоваться без ссылок.

Изучаются специальные классы (F)-мер, зависящие от  $F_1$ , где  $F_1$  — группа взаимно однозначных преобразований пространства X на себя. Эти классы выделяются из класса всех (F)-мер с помощью зависящих от  $F_1$  аксиом  $SF_1$  и  $S^*F_1$ .

Аксиома  $SF_1$ . Любой  $F_1$ -инвариантный  $\omega_0$ -аддитивный непустой класс  $M'$   $\mu$ -измеримых множеств обладает свойством: существует множество, принадлежащее классу  $M'$ , максимальной  $\mu$ -меры.

Аксиома  $S^*F_1$ . Любой  $F_1$ -инвариантный  $\omega_0$ -аддитивный непустой класс  $M'$   $\mu$ -измеримых почти ( $\mu$ ) F-инвариантных множеств обладает свойством: существует множество, принадлежащее классу  $M'$ , максимальной  $\mu$ -меры.

Ниже в случае, когда группа  $F_1$  содержит только тождественное преобразование, вместо символов « $SF_1$ » и « $S^*F_1$ » мы пользуемся символами «S» и «S\*». Ясно, что аксиомы «S» и «S\*» можно сформулировать следующим образом.

Аксиома S. Любой  $\omega_0$ -аддитивный непустой класс  $M'$   $\mu$ -измеримых множеств обладает свойством: существует множество, принадлежащее классу  $M'$ , максимальной  $\mu$ -меры.

Аксиома S\*. Любой  $\omega_0$ -аддитивный непустой класс  $M'$   $\mu$ -измеримых множеств с положительными  $\mu$ -мерами обладает свойством: существует множество, принадлежащее классу  $M'$ , максимальной  $\mu$ -меры.

Легко видеть, что аксиомы S и S\* эквивалентны между собой.

Пусть  $\mu$  есть (F)-мера. Мы будем говорить, что  $\mu$  является (F)-мерой типа (S), если оно удовлетворяет аксиоме S. Аналогично определяется смысл следующих выражений: « $\mu$  является (F)-мерой типа ( $SF_1$ )», « $\mu$  является (F)-мерой типа ( $S^*F_1$ )» и « $\mu$  является (F)-мерой типа ( $S^*$ )».

Пусть  $\eta$ —начальное порядковое число, а  $M'$ —любой заданный класс множеств. Мы будем говорить, что класс  $M'$  является  $\eta$ -мультипликативным, если из соотношения

$$M_\alpha \in M' \quad (0 \cong \alpha < \eta)$$

следует

$$\prod_{0 \leq \alpha < \eta} M_\alpha \in M'.$$

Далее, пусть  $\gamma$  есть порядковое число, а

$$a_0, a_1, a_2, \dots, a_\alpha, \dots, \quad (\alpha < \gamma) \quad (1)$$

есть  $\gamma$ -последовательность каких-нибудь объектов. Мы будем говорить, что  $a_\xi$  ( $\xi < \gamma$ ) является повторным членом последовательности (1), если найдётся такое порядковое число  $\xi' < \xi$ , что  $a_\xi = a_{\xi'}$  (в этом случае  $a_{\xi'}$  может не быть повторным членом последовательности (1)).

Свойство (P), относящееся к (F)-мере  $\mu$ , назовём наследственным, если из утверждения «(F)-мера  $\mu$  обладает свойством (P)» следует утверждение «любая часть (F)-меры  $\mu$  обладает свойством (P)».

Приведём формулировки некоторых результатов о разложениях (F)-мер.

**Теорема 1.** Любая  $\sigma$ -конечная (F)-мера является (F)-мерой типа (S) [типа (S\*)].

**Следствие.** Любая  $\sigma$ -конечная (F)-мера является (F)-мерой типа (SF<sub>1</sub>) [типа (S\*F<sub>1</sub>)], где F<sub>1</sub>-произвольная группа взаимно-однозначных преобразований пространства X на себя.

**Теорема 2.** Пусть  $\mu$  есть (F)-мера на M, а F<sub>1</sub> есть заданная группа взаимно-однозначных преобразований пространства X на себя. Для того чтобы (F)-мера  $\mu$  была (F)-мерой типа (SF<sub>1</sub>) [типа (S\*F<sub>1</sub>)], необходимо и достаточно, чтобы любой F<sub>1</sub>-инвариантный  $\omega_0$ -мультипликативный непустой класс M'  $\mu$ -измеримых [ $\mu$ -измеримых почти ( $\mu$ ) F<sub>1</sub>-инвариантных] множеств обладал свойством: существует множество, принадлежащее классу M', минимальной  $\mu$ -меры.

**Следствие.** Пусть  $\mu$  есть (F)-мера на M. Для этого чтобы (F)-мера  $\mu$  была (F)-мерой типа (S), необходимо и достаточно, чтобы любой  $\omega_0$ -мультипликативный непустой класс M'  $\mu$ -измеримых множеств обладал свойством: существует множество, принадлежащее классу M', минимальной  $\mu$ -меры.

**Теорема 3.** Пусть  $\mu$  есть (F)-мера на M, а F<sub>1</sub> есть некоторая подгруппа группы F. Тогда, для того чтобы  $\mu$  была (F)-мерой типа (S\*F<sub>1</sub>), необходимо и достаточно, чтобы любой  $\omega_0$ -аддитивный [ $\omega_0$ -мультипликативный] непустой класс M'  $\mu$ -измеримых почти ( $\mu$ ) F<sub>1</sub>-инвариантных мно-

1°.  $\mu$  является мерой типа (S).

2°.  $\mu$  является  $\sigma$ -конечной мерой.

3°. Любой класс попарно непересекающихся  $\mu$ -измеримых множеств с положительными  $\mu$ -мерами является либо счётным, либо конечным.

Тогда, если  $\mathbf{N}$  есть  $\omega_0$ -аддитивный [ $\omega_0$ -мультипликативный]  $\mathbf{F}$ -инвариантный класс множеств  $N \subset X$ , содержащий, по крайней мере, одно множество из  $\mathbf{M}$ , то существует множество, принадлежащее классу  $\mathbf{N}$ , максимальной [минимальной]  $\mu$ -меры. При этом, если  $N'$ -множество из  $\mathbf{N}$  максимальной [минимальной]  $\mu$ -меры, то либо  $\mu(N') = 0$ , либо  $N'$  является почти ( $\mu$ )  $\mathbf{F}$ -инвариантным множеством.

Следствие. Пусть  $\mu$  есть ( $\mathbf{F}$ )-мера на  $\mathbf{M}$ . Далее, пусть выполнено, по крайней мере, одно из условий 1°, 2° и 3°.

Тогда для каждого множества  $X \subset X$  существует счётная  $\mathbf{F}$ -конфигурация множества  $X$  максимальной  $\mu$ -меры. При этом, если  $X'$ -счётная  $\mathbf{F}$ -конфигурация множества  $X$  максимальной  $\mu$ -меры, то либо  $\mu(X') = 0$ , либо  $X'$  является почти ( $\mu$ )  $\mathbf{F}$ -инвариантным множеством.

Теорема 10. Пусть  $\mu$  есть ( $\mathbf{F}$ )-мера на  $\mathbf{M}$ . Далее, пусть выполнено, по крайней мере, одно из условий 1°, 2° и 3°.

Тогда, если  $\mu$  не является ( $\mathbf{F}$ )-мерой типа (B), то существует собственно почти ( $\mu$ )  $\mathbf{F}$ -инвариантное множество  $E \in \mathbf{M}$ . Следовательно, ( $\mathbf{F}$ )-мера  $\mu$  является разложимой, и

$$\mu = \mu_1 + \mu_2,$$

есть её разложение, где  $\mu_1$  и  $\mu_2$  являются частями ( $\mathbf{F}$ )-меры  $\mu$  с фундаментальными множествами, соответственно,  $E$  и  $CE$ .

Теорема 11. Пусть  $\mu$  есть ( $\mathbf{F}$ )-мера на  $\mathbf{M}$ . Далее, пусть выполнено, по крайней мере, одно из условий 1°, 2°, 3° и 4°, где через 4° обозначается условие:

4°.  $\mu$  является ( $\mathbf{F}$ )-мерой типа ( $S^*\mathbf{F}$ ).

Тогда множество всех элементов ( $\mathbf{F}$ )-меры  $\mu$  является либо счётным, либо конечным. При этом ( $\mathbf{F}$ )-мера  $\mu$  канонически разложима, и её каноническое разложение, если  $\mu_0, \mu_1, \mu_2, \dots$  есть последовательность всех попарно различных элементов ( $\mathbf{F}$ )-меры  $\mu$ , а  $E_0, E_1, E_2, \dots$  есть последовательность соответствующих фундаментальных множеств, будет

$$\mu = \mu_c + \sum_k \mu_k,$$

где  $\mu_c$ —либо часть ( $\mathbf{F}$ )-меры  $\mu$  с фундаментальным множеством  $C \sum_k E_k$ , либо нуль, смотря по тому, является ли  $C \sum_k E_k$  почти ( $\mu$ )  $\mathbf{F}$ -инвариантным множеством или множеством  $\mu$ -меры нуль.

Теорема 12. Если каждое множество попарно отделимых тривиальных частей ( $\mathbf{F}$ )-меры  $\mu$  либо счётно, либо конечно, то сумма любого

множества  $A'$  тривиальных частей (F)-меры  $\mu$  является тривиальной частью (F)-меры  $\mu$ .

**Теорема 13.** Пусть  $\mu$  есть (F)-мера на  $M$  типа  $(S^*F)$ . Тогда сумма  $\mu'$  любого непустого множества  $A'$  тривиальных частей (F)-меры  $\mu$  есть тривиальная часть (F)-меры  $\mu$ . В частности, если, кроме того,  $\mu$  является частично тривиальной (F)-мерой, то существует максимальная тривиальная часть (F)-меры  $\mu$  и, следовательно, она разложима на тривиальной и вполне нетривиальной части.

**Теорема 14.** Пусть частично тривиальная мера  $\mu$  на  $M$  является (F)-мерой типа  $(SF)$ .

Тогда максимальная тривиальная часть (F)-меры  $\mu$  и максимальная тривиальная часть меры  $\mu$  существуют и совпадают. Следовательно, максимальная вполне нетривиальная часть (F)-меры  $\mu$  и максимальная вполне нетривиальная часть меры  $\mu$  существуют и совпадают. Кроме того, максимальная нетривиальная часть (F)-меры  $\mu$  [меры  $\mu$ ] является  $\sigma$ -конечной мерой. Следовательно, (F)-мера  $\mu$  [мера  $\mu$ ] разложима на  $\sigma$ -конечной и тривиальной части.

**Теорема 15.** Следующие свойства (F)-меры  $\mu$  являются наследственными:

- 1°. Быть (F)-мерой типа (B), соответственно типа (SF), соответственно типа  $(S^*F)$ , соответственно типа (S).
- 2°. Быть элементарной, соответственно тривиальной, (F)-мерой.
- 3°. Быть вполне элементарной, соответственно вполне нетривиальной, (F)-мерой.
- 4°. Быть полной (F)-мерой.
- 5°. Быть  $\sigma$ -конечной мерой.
- 6°.  $A$  является множеством, принадлежащим классу  $N$ , максимальной, соответственно минимальной,  $\mu$ -меры, где  $N$ —какой-нибудь класс множеств  $N \subset X$ , а  $A$ —какое-нибудь множество из  $X$ .

**Теорема 16.** Пусть  $\mu$  есть (F)-мера и

$$\mu = \mu_c + \sum_{0 \leq \alpha < \gamma} \mu_\alpha, \quad (2)$$

где  $\gamma$  есть некоторое начальное порядковое число,  $\mu_c$  есть либо нуль, либо вполне элементарная часть (F)-меры  $\mu$ , а  $\mu_\alpha$  ( $0 \leq \alpha < \gamma$ ) являются элементами (F)-меры  $\mu$ .

Тогда:

- 1°. (F)-мера  $\mu$  канонически разложима. При этом, если

$$\mu'_0, \mu'_1, \mu'_2, \dots, \mu'_\alpha, \dots \quad (\alpha < \gamma'), \quad (3)$$

есть  $\gamma'$ -последовательность элементов (F)-меры  $\mu$ , полученная упорядочением по типу  $\gamma'$  множества элементов (F)-меры  $\mu$ , оставшихся после удаления из  $\gamma$ -последовательности

$$\mu_0, \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_\alpha, \dots, (\alpha < \gamma) \quad (4)$$

повторных членов, где  $\gamma'$  — подходящим образом выбранное начальное порядковое число, то

$$\mu = \mu_c + \sum_{0 \leq \alpha < \gamma'} \mu'_\alpha$$

является каноническим разложением (F)-меры  $\mu$ . Вместе с тем каноническое разложение (F)-меры  $\mu$ , если пренебрегается порядок элементов в нём, определяется однозначно.

Кроме того, каждый повторный член  $\gamma$ -последовательности (4) является тривиальным элементом (F)-меры  $\mu$ , а (3) является  $\gamma'$ -последовательностью всех (попарно различных) элементов (F)-меры  $\mu$ . Следовательно, если  $\mu$  является вполне нетривиальной (F)-мерой или, более обще, если (F)-мера  $\mu$  не имеет тривиальных элементов, то равенство (2) является её каноническим разложением, а (4) является  $\gamma$ -последовательностью всех (попарно различных) элементов F-меры  $\mu$ .

2°. Представление (F)-меры  $\mu$  в виде (2), если пренебрегается порядок слагаемых в сумме  $\sum_{0 \leq \alpha < \gamma} \mu_\alpha$ , определяется однозначно тогда и только тогда, когда  $\mu$  не имеет тривиальных элементов.

Теорема 17. Для того чтобы часть  $\mu_1$  (F)-меры  $\mu$  была тривиальной, необходимо и достаточно, чтобы соблюдалось равенство  $\mu = \mu + \mu_1$ .

Теорема 18. Пусть  $\mu$  есть частично элементарная (F)-мера.

огда:

1°. Для того чтобы (F)-мера  $\mu$  была канонически разложимой, необходимо и достаточно, чтобы существовала максимальная элементарная часть (F)-меры  $\mu$ . При этом, если  $\mu$ -канонически разложима и

$$\mu = \mu_c + \sum_{0 \leq \alpha < \gamma} \mu_\alpha$$

есть её каноническое разложение, то  $\mu_c$  является максимальной вполне неэлементарной частью (F)-меры  $\mu$ , а  $\sum_{0 \leq \alpha < \gamma} \mu_\alpha$  является максимальной элементарной частью (F)-меры  $\mu$ .

2°. Для того чтобы (F)-мера  $\mu$  была канонически разложимой, необходимо и достаточно, чтобы сумма всех её элементов была частью (F)-меры  $\mu$ .

3°. Для того чтобы (F)-мера  $\mu$  была канонически разложимой, необходимо и достаточно, чтобы существовало множество  $E$ , удовлетворяющее условию:

(а)  $E$  является множеством, принадлежащим классу  $N$  минимальной  $\mu$ -меры, где  $N$  есть класс  $\mu$ -измеримых множеств  $N$ , удовлетворяющих условию: произвольный элемент (F)-меры  $\mu$  имеет фундаментальное множество, содержащееся в  $N$ .

Академия Наук Грузинской ССР

Тбилисский математический  
институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило в редакцию 2.3.1962)

შ. შხაძე

## სხვადასხვა ტიპის ზომათა დაშლები

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში შეისწავლება სპეციალური ტიპის (F)-ზომები, რომლებიც ყველა (F)-ზომათა კლასიდან სპეციალური ზოგადი ხასიათის მოთხოვნებით (აქსიომებით) გამოიყოფიან. ასეთი სპეციალური ზომებისათვის შესაძლებელი ხდება რიგი ისეთი თვისებების დამტკიცება, რომლებსაც ზოგად შემთხვევაში ადგილი არ აქვთ. მაგალითად, მტკიცდება, რომ ასეთი ზომები ყოველთვის შეიძლება დაიშალოს სავსებით არატრივიალურ და ტრივიალურ ნაწილებად, რომ ნებისმიერი არა (B) ტიპის ზომა დაშლადია. მტკიცდება აგრეთვე, რომ სავსებით არატრივიალური ნაწილები (F)-ზომისა, წარმოადგენენ  $\sigma$ -სასრულ ზომებს. გარდა ამისა, მიღებულია რიგი შედეგებისა ნაწილობრივ ტრივიალური ზომების შესახებ. ეს შედეგები გვიჩვენებენ, თუ როგორ ძლიერ გამარტივდება ზომის თეორია, თუ დავკმაყოფილებით სავსებით არატრივიალური ზომების განხილვით, ე. ი. თუ განხილვიდან გამოვრიცხავთ ნაწილობრივ ტრივიალურ ზომებს. ასეთი გამორიცხვა ბუნებრივია, რამდენადაც ტრივიალური ზომები არაა დაკავშირებული გაზომვის ჩვეულებრივ პროცესთან. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა დავადგინოთ კანონიკურად დაშლის არსებობის რამდენიმე აუცილებელი და საკმარისი პირობა, აგრეთვე თეორემა კანონიკური დაშლის ერთადერთობის შესახებ.

## დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. С. П х а к а д з е. К теории лебеговской меры. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе Академии Наук Грузинской ССР, т. XXV, 1958, 3—271.
2. Ш. С. П х а к а д з е. Разложение меры. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XXXI:1, 1963.

ბ. ცშირია

ფუნქციონალის პირობითი ექსტრემუმის უმსახებ ჰილბერტის სივრცეში ხმათა კონტინუალური რიცხვის შემთხვევაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ვეჯაშ 3.3.1962)

განვიხილოთ ჰილბერტის ნამდვილი ფუნქციონალური სივრცე  $L^{(2)} = L^{(2)}(0, 1)$ . ვთქვათ,  $f(x) \in L^{(2)}$ -ში განსაზღვრული ფრეშეს აზრით დიფერენცირებადი ფუნქციონალია, ხოლო  $\varphi(t, x)$  — ორი ცვლადის ფუნქცია, განსაზღვრული ტოპოლოგიურ ნამრავლზე  $[0, 1] \times L^{(2)}$ , მასთან ფუნქცია  $\varphi(t, x)$  თითქმის ყველა ფიქსირებული  $t \in [0, 1]$ -სათვის დიფერენცირებადი ფუნქციონალია  $x$ -ის მიმართ, ხოლო ყოველი ფიქსირებული  $x \in L^{(2)}$ -თვის — კვადრატით გამებადი ფუნქცია:

$$\int_0^1 \varphi^2(t, x) dt < \infty.$$

ამით ჩვენ გვაქვს გარკვეული არაწრფივი გადასახვა  $L^{(2)}$  სივრცისა თავის თავში: ყოველ  $x \in L^{(2)}$  ელემენტს შეესაბამება ფუნქცია  $U(x) = \varphi(t, x)$ . იმისათვის, რომ დავსვათ ამოცანა ფუნქციონალის პირობითი ექსტრემუმის შესახებ, მოვითხოვოთ, რომ  $U(x)$ -ს ჰქონდეს ფრეშეს დიფერენციალი  $dU(x, h)$  ყოველ  $x \in L^{(2)}$  წერტილში, ე. ი. თითქმის ყოველი  $t \in [0, 1]$ -სათვის არსებობდეს წარმოებული  $L(t, x) = \text{grad } \varphi(t, x)$ , მასთან ყოველი  $h \in L^{(2)}$ -სათვის

$$(L(t, x), h) = \int_0^1 L(t, x(s)) h(s) ds \in L^{(2)}.$$

თუკი აღვნიშნავთ  $dU(x, h) = K(x)h$ , მაშინ

$$K(x)h = \int_0^1 L(t, x(s)) h(s) ds.$$

მაშასადამე,  $K(x)h$  ყოველი ფიქსირებული  $x$ -სათვის არის წრფივი (ადიტიური და ერთგვაროვანი) ინტეგრალური ოპერატორი  $L(t, x(s))$  გულით, რომელიც მოქმედებს  $L^{(2)}$ -ში. წრფივი ოპერატორი  $K(x)h$  არაწრფივად არის დამოკიდებული  $x$ -ზე.

განვიხილოთ სიმრავლე იმ  $x \in L^{(2)}$  წერტილებისა, რომლებიც აკმაყოფილებენ განტოლებას  $U(x) = \Theta = \Theta_{L(x)}$ , ე. ი. თითქმის ყველა  $t \in [0, 1]$ -სათვის

9106



$x$  ელემენტი აკმაყოფილებს განტოლებას  $\varphi(t, x) = 0$ . ამ სიმრავლეს ვუწოდოთ ფართეული ან მრავალსახეობა და აღვნიშნოთ  $P$ -თი.

გარკვეული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ჩვენ განვიხილავთ იმ შემთხვევას, როდესაც ყოველი  $x \in P$  წერტილი რეგულარულია, ე. ი. როდესაც ოპერატორი  $K(x) \in L^{(2)}$  სივრცეს გადასახავს თავის თავზე. მოცემულ შემთხვევაში ეს იმას ნიშნავს, რომ ყოველი  $g \in L^{(2)}$ -სათვის ინტეგრალურ განტოლებას

$$\int_0^1 L(t, x(s)) h(s) ds = g(t) \quad (1)$$

აქვს ამოხსნა  $h(s)$ .

დავუშვათ, რომ  $x \in P$  წერტილი  $f(x)$  ფუნქციონალის პირობითი ექსტრემუმის რეგულარული წერტილია, მაშინ ლ. ლუსტერნიკის ცნობილი თეორემის ძალით მოიძებნება ისეთი ფუნქცია  $\lambda(t) \in L^{(2)}$ , რომ ყოველი  $h \in L^{(2)}$ -სათვის შესრულებულია თანადარობა

$$df(x, h) = (L(x), h) = \left( \lambda, \int_0^1 L(t, x(s)) h(s) ds \right), \quad (2)$$

სადაც  $L(x) = \text{grad } f(x) \in L^{(2)}$ . თუ გადავალთ შეუღლებულ ოპერატორზე, მაშინ (2)-დან მივიღებთ

$$L(x(s)) = \int_0^1 L(t, x(s)) \lambda(t) dt, \quad (3)$$

ანუ, ჩვენი აღნიშვნებით,

$$L(x) = K^*(x) \lambda.$$

(3) წარმოადგენს  $f(x)$  ფუნქციონალის კრიტიკულ წერტილთა განტოლებას პირობით  $x \in P$  (ეილერ-ლაგრანჟის განტოლება). მაშასადამე, პირველ რიგში ჩვენი ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ ვიპოვოთ წყვილი ფუნქციებისა  $x(s), \lambda(s) \in L^{(2)}$ , რომლებიც დააკმაყოფილებენ (3) განტოლებას პირობით  $x \in P$ . ასეთ  $x$  წერტილს ვუწოდებთ  $f(x)$  ფუნქციონალის კრიტიკულ წერტილს, ხოლო მის შესაბამის  $\lambda(t) = \lambda(t, x)$  ფუნქციას — კრიტიკულ ფუნქციონალს  $x$  წერტილში.

როდესაც  $t$  გაიზარდა ნატურალურ რიცხვთა სიმრავლეს (ბმათა თვლადი რიცხვის შემთხვევა), ანალოგიური ამოცანა შესწავლილია [2] შრომაში. ამ ამოცანის ამოხსნის სქემაზე დაიყვანება ახლახან დასმული ამოცანაც, რომელიც წარმოადგენს პირველის ბუნებრივ კონტინუალურ ანალოგს, მასთან  $L^{(2)}$  სივრცის თვითშეუღლებულობის გამო [2] შრომის ზოგიერთი ძნელად შესამოწმებელი პირობა შეცვლილია უფრო ბუნებრივი პირობებით, რომლებიც არსებითად ახასიათებენ ანალოგიურ ამოცანებს უფრო ზოგად შემთხვევებშიც.

რეგულარობის (1) პირობიდან გამომდინარეობს, რომ  $K^*(x)$  ოპერატორს აქვს მარცხენა შებრუნებული  $K^{*-1}(x)$ . დაეუშვათ, რომ ეს ოპერატორები ყოველი  $x \in P$ -სთვის შემოსაზღვრულია და  $x \in P$  კრიტიკული წერტილია, მაშინ სათანადო კრიტიკული ფუნქციონალი  $\lambda(t)$  ვეძებთ შემდეგი სახით:

$\lambda(t) = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j l_j(t)$ , სადაც  $\{l_j\}$  რაიმე ორთონორმირებული ბაზისია  $L^{(2)}$ -ში. თუ ამ მწკრივს ჩავსვამთ (3)-ში, მივიღებთ

$$L(x) = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j K^*(x) l_j = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j L_j(x),$$

სადაც

$$L_j(x) = K^*(x) l_j = \int_0^1 L(t, x(t)) l_j(t) dt.$$

ცხადია, რომ  $L_j(x) = \text{grad } \varphi_j(x)$ , სადაც

$$\varphi_j(x) = \int_0^1 \varphi(t, x) l_j(t) dt, \quad \sum_{j=1}^{\infty} \varphi_j^2(x) < \infty.$$

აღვილი სანახაია, რომ პირობა  $x \in P$  ტოლფასია პირობისა  $\varphi_j(x) = 0, (j=1, 2, \dots)$ . ვთქვათ, ახლა არსებობს მიმღევრობა  $\{\lambda_j\}$  და წერტილი  $x \in P$ , რომლებიც აკმაყოფილებენ განტოლებას

$$L(x) = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j L_j(x). \quad (4)$$

(4)-დან გვაქვს

$$K^*(x) \left( \sum_{j=1}^n \lambda_j l_j \right) \Rightarrow L(x), \quad n \rightarrow \infty.$$

ამ უკანასკნელი დამოკიდებულებებიდან  $K^{*-1}(x)$  უწყვეტობის ძალით მივიღებთ  $\sum_{j=1}^n \lambda_j l_j = K^{*-1}(x)(L(x))$ , როდესაც  $n \rightarrow \infty$ . ეს იმას ნიშნავს,

რომ  $\sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j^2 < \infty$  და  $\lambda(t) = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j l_j(t)$  იქნება საძებნი ფუნქცია.

მაშასადამე, ჩვენი ამოცანა ტოლფასია შემდეგისა: ვიპოვოთ წერტილი  $x$  და მიმღევრობა  $\{\lambda_j\}$ , რომლებიც აკმაყოფილებენ (4) განტოლებას და

$$\sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j^2 < \infty, \quad \varphi_j(x) = 0 \quad (j=1, 2, \dots).$$

დავამტკიცოთ ერთი თვისება, რომელიც გამომდინარეობს რეგულარობის პირობიდან. ვთქვათ,  $x \in P$  რეგულარული წერტილია, მაშინ ნებისმიერი ორთონორმირებული  $\{l_j\}$  ბაზისისათვის  $\{L_j(x)\}$  სისტემა  $O$  — წრფივად დამოუკიდებელია იმ აზრით, რომ ტოლობა

$$\sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j L_j(x) = \theta \quad \text{შუუძღებელია, თუ}$$

$$O < \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j^2 < \infty. \quad \text{მართლაც, დავუშვათ, რომ} \quad \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j L_j(x) = \theta \quad \text{და}$$

$$O < \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j^2 < \infty. \quad \text{მაშინ ნებისმიერი } h \in L^{(2)}\text{-თვის გვაქვს}$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j (L_j(x), h) &= \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j (K_j^*(x) l_j, h) = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j (K(x) h, l_j) = \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} (K(x) h, \lambda_j l_j) = \left( K(x) h, \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j l_j \right) = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

მაგრამ  $h$  ისე შეიძლება შევარჩიოთ, რომ  $K(x) h = \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j l_j$ . ასეთი  $h$ -სათვის

(5)-ს მიყვავართ ტოლობამდე  $\left\| \sum_{j=1}^{\infty} \lambda_j l_j \right\|^2 = 0$ , რაც მხოლოდ მაშინ შეიძლება, როდესაც  $\lambda_j = 0$  ( $j=1, 2, \dots$ ).

დამტკიცებულიდან გამომდინარეობს, რომ  $\{L_j(x)\}$  სისტემის ნებისმიერი სასრული ქვესისტემა წრფივად დამოუკიდებელია. ამიტომ შეგვიძლია განვიხილოთ ნორმირებული სისტემა

$$\Psi_j(x) = \frac{L_j(x)}{\|L_j(x)\|}, \quad (j=1, 2, \dots)$$

რომელთა ელემენტებს შორის აგრეთვე არ არსებობს წრფივი დამოკიდებულება, რის გამოც  $D_n(x) = D_n(\Psi_1(x), \dots, \Psi_n(x)) > 0$  ( $n=1, 2, \dots$ ), სადაც  $D_n(x)$  არის  $\Psi_1(x), \dots, \Psi_n(x)$  სისტემის გრამის დეტერმინანტი. გარდა ამისა, არსებობს  $\lim_{n \rightarrow \infty} D_n(x) > 0$ . თუ  $\lim_{n \rightarrow \infty} D_n(x) > 0$ , მაშინ ასეთ  $\{\Psi_j(x)\}$  სისტემას

ძლიერად მინიმალური ეწოდება. ამასთან დაკავშირებით ვიტყვი, რომ  $P$  ფართეული ძლიერად რეგულარულია, თუ ყოველი მისი წერტილი რეგულარულია და არსებობს ორთონორმირებული ბაზისი  $\{l_j\}$ , რომელშიც ყოველი  $x \in P$ -სათვის სისტემა  $\{\Psi_j(x)\}$  ძლიერად მინიმალურია.



ვთქვათ,  $P$  ძლიერად რეგულარული ფართეულია, მაშინ ყოველ  $x \in P$  წერტილს შეგვიძლია შევუსაბამოთ ქვესივრცე  $H_1(x)$ , რომელიც მოქმედებს  $\Psi_j(x)$  ელემენტებზე.  $H_1(x)$  ქვესივრცეში  $\{\Psi_j(x)\}$  სისტემა სრულია, ამიტომ, მ. კ რეინის ერთი თეორემის ძალით [1],  $H_1(x)$  ქვესივრცეში  $\{\Psi_j(x)\}$  სისტემა წარმოადგენს ბარის ბაზისს. მაშინ  $\{\Psi_j(x)\}$  სისტემას ეთანადება ერთადერთი ბიორთოგონალური სისტემა  $\{\bar{\Psi}_j(x)\}$ , რომელიც აგრეთვე ბარის ბაზისია  $H_1(x)$  ქვესივრცეში. ყოველი ელემენტი  $h_1 \in H_1(x)$  ახლა ასე წარმოიდგინება:

$$h_1 = \sum_{j=1}^{\infty} (h_1, \bar{\Psi}_j(x)) \Psi_j(x) = \sum_{j=1}^{\infty} (h_1, \Psi_j(x)) \bar{\Psi}_j(x).$$

ბიორთოგონალური სისტემა  $\{\bar{\Psi}_j(x)\}$  ერთადერთია  $H_1(x)$  ქვესივრცეში. საზოგადოდ  $H_1(x) \neq L^{(2)}$ , ამიტომ, თუ  $h_2 \in H_2(x)$ , სადაც  $H_2(x)$  წარმოადგენს  $H_1(x)$ -ის ორთოგონალურ დამატებას, მაშინ სისტემა  $\{h_2 + \bar{\Psi}_j(x)\}$  აგრეთვე დააკმაყოფილებს ბიორთოგონალობის პირობას.  $\bar{\Psi}_j(x)$  ცხადად შეგვიძლია გამოვსახოთ  $\Psi_j(x)$  ელემენტების საშუალებით როგორც ამ უკანასკნელთა გარკვეული წრფივი კომბინაციების ზღვარი. ამიტომ, თუ  $L(t, x(s))$  გულიდან მოვითხოვთ სივრცის გარკვეულ პირობებს, მაშინ შეგვიძლია მივალწიოთ იმას, რომ  $\Psi_j(x)$  და  $\bar{\Psi}_j(x)$ , როგორც  $x$ -ის მიმართ არაწრფივი ოპერატორები, აკმაყოფილებდნენ ლიფშიცის პირობას. სიმოკლისათვის ჩვენ დაწვრილებით არ შეგვიძლია ამ საკითხს და მოვითხოვოთ, რომ  $P$  ფართეული ეკუთვნოდეს  $(L)$  კლასს, რაც ასე უნდა გვესმოდეს:  $\Psi_j(x)$  და  $\bar{\Psi}_j(x)$  ( $j=1, 2, \dots$ )

აკმაყოფილებენ ლიფშიცის პირობას, მასთან  $\sum_{j=1}^{\infty} (C_j + \bar{C}_j) < \infty$ , სადაც  $C_j$

და  $\bar{C}_j$  წარმოადგენენ სათანადოდ  $\Psi_j(x)$  და  $\bar{\Psi}_j(x)$  ოპერატორების ლიფშიცის მუდმივებს. ყოველ ელემენტს  $h = h_1 + h_2$ ,  $h_1 \in H_1(x)$ ,  $h_2 \in H_2(x)$  შეგვიძლია შევუთანადოთ მისი ფურცის მწკრივი

$$h \sim \sum_{j=1}^{\infty} (h, \Psi_j(x)) \bar{\Psi}_j(x) = \sum_{j=1}^{\infty} (h_1, \Psi_j(x)) \bar{\Psi}_j(x), \quad (6)$$

კერძოდ,

$$L(x) \sim \sum_{j=1}^{\infty} (L(x), \bar{\Psi}_j(x)) \Psi_j(x). \quad (7)$$

(7)-ის მარჯვენა მხარე აკმაყოფილებს ლიფშიცის პირობას, თუ ამავე პირობას დააკმაყოფილებს  $L(x)$  ოპერატორი; კერძოდ, ფიქსირებული  $h$ -სათვის (6)-ის მარჯვენა მხარე აკმაყოფილებს ლიფშიცის პირობას.

ჩვენ უნდა დავამტკიცოთ, რომ არსებობს ერთი მაინც წერტილი  $x \in P$ , რომლისთვისაც (7) დამოკიდებულებაში ადგილი აქვს ტოლობას. განვიხილოთ  $P$ -ზე ნებისმიერი კომპაქტური პომოტოპიური კლასი სიმრავლეებისა  $[F]$ ,

რომელიც ჩაკეტილია უწყვეტი დეფორმაციების მიმართ და დაეწვება  $C = \sup \min_{V \in [V]} f(x)$ ;  $C$  რიცხვის განმარტების ძალით ყოველი  $\varepsilon > 0$ -სათვის არსებობს ისეთი სიმრავლე  $V_\varepsilon \in [V]$ , რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $\min_{V \in V_\varepsilon} f(x) > C - \varepsilon$ . სიმრავლე  $V_\varepsilon \cap (C - \varepsilon < f < C + \varepsilon)$  არაუარყოფილია. შემდგომ  $V_\varepsilon$  სიმრავლეს ვუწოდებთ  $\varepsilon$ -მაქსიმალურ სიმრავლეს. ჩვენს დაშვებებში შეგვიძლია გამოვიყენოთ [2] შრომის შედეგი, რომლის ძალითაც ყოველი  $\varepsilon > 0$  და  $\varepsilon$ -მაქსიმალური  $V_\varepsilon$  სიმრავლისათვის არსებობს წერტილი  $x_\varepsilon \in P \cap V_\varepsilon \cap (C - \varepsilon < f < C + \varepsilon)$ , რომელიც აკმაყოფილებს უტოლობას

$$\left\| L(x_\varepsilon) - \sum_{j=1}^{\infty} (L(x_\varepsilon), \bar{\Psi}_j(x_\varepsilon)) \Psi_j(x) \right\| < \alpha(\varepsilon), \quad (8)$$

სადაც  $\alpha(\varepsilon) \rightarrow 0$ , როდესაც  $\varepsilon \rightarrow 0$ .

თუკი ახლა  $\{x_k\}$  მიმდევრობა ისეთია, რომ  $\varepsilon_k \rightarrow 0$ , როდესაც  $k \rightarrow \infty$ , მაშინ (8)-ის ძალით არსებობს მიმდევრობა წერტილებისა  $\{x_k\}$ , რომლებიც აკმაყოფილებენ დამოკიდებულებას

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left[ L(x_k) - \sum_{j=1}^{\infty} (L(x_k), \bar{\Psi}_j(x_k)) \Psi_j(x) \right] = 0. \quad (9)$$

ახლა უნდა ვეძებოთ დამატებითი პირობები. რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ  $\{x_k\}$  მიმდევრობიდან გამოვყოთ ძლიერად კრებადი ქვემიმდევრობა, რომლისთვისაც (9)-ში შეგვიძლია ზღვარზე გადასვლა. ზღვრული წერტილი მოგვცემს ჩვენი განტოლების ზუსტ ამონახსნს.

მივუთითოთ პირობებზე, როდესაც  $\{x_k\}$  მიმდევრობიდან შეგვიძლია გამოვყოთ არა ძლიერი, არამედ მხოლოდ სუსტად კრებადი ქვემიმდევრობა და, მიუხედავად ამისა, ვღებულობთ ზუსტ ამონახსნს. მაგალითად, ვთქვათ,  $a) L(x)$  ოპერატორი სუსტად უწყვეტია (სუსტად კრებადი მიმდევრობა გადაჰყავს ძლიერად კრებადში), ოპერატორები  $\Psi_j(x)$  და  $\bar{\Psi}_j(x)$  აგრეთვე სუსტად უწყვეტნი არიან თანაბრად  $j$ -ის მიმართ;  $b) \lim_{\|x\| \rightarrow \infty} f(x) = -\infty$ , როდესაც  $x \in P$ .

მაშინ  $f(x)$  სუსტად უწყვეტი ფუნქციონალია, ხოლო  $P$ —სუსტად ჩაკეტილი ფართეული. შეგვიძლია ვიპოვოთ ისეთი შემოსაზღვრული მიმდევრობა  $\{x_k\}$ , რომელიც აკმაყოფილებს (9)-ს. ამ მიმდევრობის სუსტი ზღვრული წერტილები მოგვცემენ ზუსტ ამონახსნს.

თუ გადავალთ ინტეგრალურ წარმოდგენაზე, ჩვენ ვღებულობთ თეორემას:

თეორემა. ვთქვათ, 1)  $P$ -შემოსაზღვრული  $(L)$  კლასის ძლიერად რეგულარული ფართეულია; 2) ყოველი  $x \in P$ -სათვის წრფივი ოპერატორები  $K^*(x)$  და  $K^{*-1}(x)$  შემოსაზღვრულია. მაშინ როგორც არ უნდა იყოს ჩაკეტილი კომპაქტური ჰომოტოპიური კლასი  $[V]$   $P$ -ზე და როგორც არ უნდა იყოს

$\varepsilon > 0$  რიცხვი, არსებობს რიცხვი  $\alpha = \alpha(\varepsilon)$  და წყვილი ფუნქციებისა  $x_\varepsilon, \lambda_\varepsilon$ , რომლებიც აკმაყოფილებენ დამოკიდებულებებს

$$\left\| L(x) - \int_0^1 L(t, x_\varepsilon(s)) \lambda_\varepsilon(t) dt \right\| < \alpha(\varepsilon), x \in P \cap (C - \varepsilon < f < C + \varepsilon),$$

სადაც  $\alpha(\varepsilon) \rightarrow 0$ , როდესაც  $\varepsilon \rightarrow 0$ , ხოლო  $C = \sup \inf f(x)$ ; თუ, გარდა ამისა, შესრულებულია  $a)$  და  $b)$  პირობები, მაშინ არსებობს წყვილი ფუნქციებისა  $x, \lambda$ , რომლებიც აკმაყოფილებენ დამოკიდებულებებს

$$L(x) = \int_0^1 L(t, x(s)) \lambda(t) dt, x \in P \cap (f = C).$$

МАТЕМАТИКА

К. Е. ЦКИРИЯ

ОБ УСЛОВНОМ ЭКСТРЕМУМЕ ФУНКЦИОНАЛА В ГИЛЬБЕРТОВОМ  
 ПРОСТРАНСТВЕ В СЛУЧАЕ КONTИНУАЛЬНОГО  
 ЧИСЛА СВЯЗЕЙ

Резюме

В работе изучается вопрос о существовании функций  $x(s), \lambda(s) \in L^2$ , удовлетворяющих уравнению (3), которое представляет собой уравнение Эйлера—Лагранжа следующей вариационной задачи: среди точек  $x \in L^2$ , удовлетворяющих уравнению  $\varphi(t, x) = 0$ , для любого  $t \in [0, 1]$  найти такую, которая доставляет экстремум функционалу  $f(x)$ . Здесь  $L(x) = \text{grad } f(x)$ ,  $L(t, x) = \text{grad } \varphi(t, x)$ .

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Г. Крейн. О базисах Бари пространства Гильберта. УМН, т. XII, вып. 3 (75) 1957, 333—341.
2. К. Е. Цкирия. Об условно критических точках слабо непрерывного функционала в пространствах Банаха со счётным множеством условий. Труды V Всесоюзной конференции по функциональному анализу и его применению. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1961, 264—271.



В. В. ЧАВЧАНИЛЗЕ, Б. И. БОНДАРЕВ

*n*-УРОВНЕВАЯ ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гоктели 28.6.1963)

§ 1. Описание состояний

Рассмотрим некий класс событий в мире  $R$ .

Пусть  $\{S\}$  есть полный класс событий, описывающих мир  $R$  на языке  $\bar{L}$ . Разобьем его на подклассы таким образом, чтобы события из разных подклассов были совместимыми, а события внутри подкласса были бы взаимоисключающими. Обозначим отдельное событие через  $\chi_i^l$ —событие в подклассе  $i$  номера  $l$ .

Если в  $i$ -том подклассе находится  $m_i$  событий, а всего подклассов  $N$ , то имеем всего  $k$  событий  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_k$ , где

$$k = m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_N = \prod_i^N m_i.$$

События  $Q_1, Q_2, \dots, Q_k$  являются взаимоисключающими, а множество  $\{Q\}$  исчерпывает полный класс  $\{S\}$ . Событие  $Q_n$  ( $n = 1, 2, \dots, k$ ) мы опишем с помощью вектора состояния (вектор-столбца)

$$\Psi(Q_n) = \frac{1}{\sqrt{k}} \begin{pmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \vdots \\ \Delta_k \end{pmatrix}, \quad \text{где } \Delta_l = \begin{cases} 0 & l \neq n \\ 1 & l = n \end{cases}, \quad \text{а } l = 1, 2, \dots, k.$$

Произвольное событие  $\sigma$  можно описать с помощью дизъюнкций событий типа  $Q$ , т. е.  $\sigma = Q_{n_1} \vee Q_{n_2} \vee \dots \vee Q_{n_t}$ . Тогда вектором состояния, описывающим событие  $\sigma$ , будет

$$\Psi(\sigma) = \sum_{n_k} \Psi(Q_{n_k}) = \frac{1}{\sqrt{k}} \begin{pmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \vdots \\ \Delta_k \end{pmatrix}, \quad \text{где } \Delta_l = \begin{cases} 0 & l \neq n_p \\ 1 & l = n_p \end{cases},$$

а

$$\begin{cases} l = 1, 2, \dots, k, \\ p = 1, 2, \dots, t. \end{cases}$$

Полный класс  $\{S\}$  описывается вектором состояния  $\Psi_{S^k}^L$ , который мы будем иногда именовать вектором состояния абсолютной логической истинности (или вектором белого цвета  $[I]$ ).

$$\Psi_S^L = \frac{1}{\sqrt{k}} \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ \vdots \\ 1 \end{vmatrix}.$$

Векторы состояния типа вектор-столбца мы будем называть, следуя Дираку [2], вектором типа «кет» (конец английского слова «скобка»). Введем вектор-строку («брав»)  $\tilde{\Psi}(\sigma)$  для того же события  $\sigma$ .

$$\tilde{\Psi}(\sigma) = \frac{1}{\sqrt{k}} (\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_k).$$

### § 2. Мера события

В качестве меры события  $\sigma$  естественно ввести<sup>1)</sup>

$$m(\sigma) = \tilde{\Psi}(\sigma) \Psi(\sigma),$$

если в  $\Psi(\sigma)$  коэффициент уже нормирован. Вообще же мы определим нормированную меру события  $\sigma$  как

$$P(\sigma) = m(\sigma) = \frac{\tilde{\Psi}(\sigma) \Psi(\sigma)}{\tilde{\Psi}^L(S) \Psi^L(S)}.$$

Очевидно, что определенная таким образом мера события  $\sigma$  может именоваться вероятностью события  $\sigma$ . В самом деле, мы имеем:

- 1)  $P(S) = m(S) = 1$ , вероятность наступления хотя бы одного события из полного класса событий мира  $R$  равна 1;
- 2)  $P(\Lambda) = m(\Lambda) = 0$ , если  $\sigma$  есть пустое множество  $\Lambda$ .

Состояние  $\Psi(\Lambda)$  будем называть состоянием абсолютной логической ложности (черный цвет [1]). Тогда  $\tilde{\Psi}(\Lambda)$  будет «брав-состоянием логической ложности, т. е.

$$\frac{1}{\sqrt{k}} \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ \vdots \\ 1 \end{vmatrix} = \Psi^L(S) = \Psi^L(\Lambda).$$

Вектор-столбец  $\frac{1}{\sqrt{k}} \begin{vmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{vmatrix}$  назовем единичным нормированным

вектор-столбцом и обозначим  $\{1\}$ . Вектор-столбец  $\frac{1}{\sqrt{k}} \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \end{vmatrix}$  будем

именовать нулевым вектор-столбцом, и обозначим  $\{0\}$ .

<sup>1)</sup> Это не единственная возможность введения меры.



В остальных случаях, когда  $\sigma$  не есть события  $S$  и  $\Lambda$ , мы имеем

$$0 < P(\sigma) = m(\sigma) < 1.$$

Событие  $\bar{\sigma}$  будем называть дополнительным к  $\sigma$ .

Очевидно, что  $\Psi(\bar{\sigma}) = \{1\} - \Psi(\sigma)$  или  $\Psi(\sigma) + \Psi(\bar{\sigma}) = \{1\} = \Psi(S)$ , т. е. знание вектора состояния относительно события  $\sigma$  и относительно  $\bar{\sigma}$  эквивалентно знанию состояния логической истинности («Абсолютное знание» или «Белый цвет»  $\{1\}$ ).

### § 3. Представление произвольных функций

Пусть на множестве  $\{S\}$  определена произвольная функция  $F(S)$ .  $F(S)$  можно определить, задав все  $F(Q_n)$  ( $n = 1, 2, \dots, k$ ), т. е. считая, что результат воздействия оператора  $F$  на состояние  $\Psi(S)$  есть

$$\hat{F} \Psi(S) = \frac{1}{V k} \begin{vmatrix} F(Q_1) \\ F(Q_2) \\ \vdots \\ F(Q_k) \end{vmatrix}.$$

Тогда матричный элемент  $F$  можно определить так:

$$F(Q_n) = (\bar{\Psi}(Q_n) \hat{F} \Psi_S) -$$

скалярное произведение. Нормированный матричный элемент определим в виде

$$F_{Q_n, S} = \langle Q_n | \hat{F} | S \rangle = \frac{(\bar{\Psi}(Q_n) F \Psi(S))}{(\bar{\Psi}(Q_n) \cdot 1 \cdot \Psi(S))}.$$

В общем случае

$$\langle \sigma' | F | \sigma \rangle = \frac{(\bar{\Psi}(\sigma') \cdot F \Psi(\sigma))}{(\bar{\Psi}(\sigma') \cdot \Psi(\sigma))}.$$

Если  $\sigma = S$  и  $\sigma' = S$ , то мы получим среднее значение величины, сопоставленной оператору  $\hat{F}$ , т. е.

$$\bar{F} = \frac{\bar{\Psi}(S) \hat{F} \Psi(S)}{\bar{\Psi}(S) \Psi(S)} = \frac{\langle S | F | S \rangle}{\langle S | S \rangle}.$$

Вектор состояния  $|S\rangle$  будем называть, как говорилось выше, абсолютной истиной, а для сокращения—белым кет-вектором.

Средним значением  $\hat{F}$  на множестве  $\sigma \neq \Lambda$  будем называть величину ( $\sigma$  среднее)

$$\bar{F}\sigma = \frac{\langle \sigma | \hat{F} | \sigma \rangle}{\langle \sigma | 1 | \sigma \rangle} = \frac{\langle \sigma | \hat{F} | \sigma \rangle}{\langle \sigma | \sigma \rangle}.$$

#### § 4. Векторы состояний элементарных событий

Определим некоторый проектировочный оператор (матрица типа  $k+k$ ), выделяющий состояние, описывающее событие  $\chi_i^e$ .

$$\hat{P}(\chi_i^e) = \begin{pmatrix} \delta_{\chi_i^e} Q_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \delta_{\chi_i^e} Q_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & \delta_{\chi_i^e} Q_k \end{pmatrix},$$

где

$$\delta_{\chi_i^e} Q_p = \begin{cases} 1, & \text{если } \chi_i^e \in Q_p, \\ 0, & \text{если } \chi_i^e \notin Q_p. \end{cases}$$

Введем оператор инверсии состояний в виде

$$\Psi(\chi_i^e) = \hat{P}(\chi_i^e) \Psi_S, \quad i = 1, 2, \dots, N, \\ l = 1, 2, \dots, m.$$

Аналогично можно определить и другие  $k \times k$  матрицы различных свойств проектирования.

Всегда можно задать такую матрицу  $\hat{P}$ , которая, действуя на  $\Psi(S)$ , спроектирует то состояние, которое нас интересует. Оператор тождественного преобразования состояний естественно задать в виде

$$\hat{P} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

#### § 5. Логические связи в поле элементарных событий

Вектор состояния, соответствующий описанию событий, когда имеет место событие  $\chi_i^e$  или  $\chi_j^e$  (не исключительное «или»), может быть определен так:

$$\Psi(\chi_i^e \vee \chi_j^e) = \sum_p \Psi(Q_p),$$

где сумма берется по тем  $Q_p$ -состояниям, для которых  $\chi_i^e \in Q_p$  или  $\chi_j^e \in Q_p$ , или  $\chi_i^e \in Q_p$  и  $\chi_j^e \in Q_p$ .

Тогда, очевидно,

$$\Psi(\chi_i^e \vee \chi_j^e) = \{ \hat{P}(\chi_i^e) + \hat{P}(\chi_j^e) - \hat{P}(\chi_i^e) \hat{P}(\chi_j^e) \} \Psi_S.$$

Вектор состояния, соответствующий описанию события  $\chi_i^e \cap \chi_j^e$  (логическое «и»), естественно определить так:

$$\Psi(\chi_i^e \cap \chi_j^e) = \sum_p \Psi(Q_p),$$

где сумма берется по тем  $Q_p$ -состояниям, для которых

$$(\chi_i^e \in Q_p) \cap (\chi_j^e \in Q_p),$$



тогда, очевидно,

$$\Psi(\chi_i^* \cap \chi_j^*) = \hat{P}(\chi_i^*) \hat{P}(\chi_j^*) \Psi_S.$$

Вектор состояния, соответствующий отрицанию некоторого события  $\chi_i^*$ , в нашей схеме будет выглядеть так:

$$\Psi(\bar{\chi}_i^*) = \sum_{\chi_i^* \in Q_p} \Psi(Q_p);$$

где сумма берется по тем  $Q_p$ , для которых  $\chi_i^* \in \bar{Q}_p$ . Тогда

$$\Psi(\chi_i^*) = \{ \hat{1} - \hat{P}(\chi_i^*) \} \Psi_S.$$

Вектор состояния, соответствующий событию, описываемому логической операцией  $\chi_i^* \rightarrow \chi_j^*$ , можно задать так:

$$\Psi(\chi_i^* \rightarrow \chi_j^*) = \sum_P \Psi(Q_p),$$

где сумма берется по тем  $Q_p$ , для которых выполняется

$$(\chi_i^* \in Q_p) \vee (\chi_j^* \in \bar{Q}_p);$$

тогда

$$\Psi(\chi_i^* \rightarrow \chi_j^*) = \{ \hat{P}(\chi_i^*) \hat{P}(\chi_j^*) + \hat{P}(\bar{\chi}_i^*) \hat{P}(\chi_j^*) + \hat{P}(\chi_i^*) \hat{P}(\bar{\chi}_j^*) \} \Psi_S.$$

Аналогично могут быть выписаны все другие векторы состояния сложных логических сочетаний событий.

Введем оператор редукции

$$\hat{R}(\sigma) \Psi_S \equiv \frac{1}{(\Psi(\sigma), \Psi(\sigma))} \hat{P}_\sigma \Psi_S,$$

который выделит из полного множества  $\{S\}$  некоторое подмножество  $\{\sigma\}$  (оператор отображения), который может сам рассматриваться как новый полный класс событий. Введем оператор, подобный карнаповской функции подтверждения, назовем его оператором подтверждения:

$$\hat{P}(\chi_i^* / \chi_j^*) = \hat{P}(\chi_i^*) \hat{R}(\chi_j^*),$$

тогда его среднее значение, следуя Карнапу [3], назовем степенью подтверждения (условная вероятность в случае многоуровневой теории вероятности).

Предикаты также могут быть описаны операторно. Каждый предикат имеет свою «шкалу измерений», т. е. на предметах он может иметь несколько значений (на каждом по одному).

Тот факт, что предикат  $F$  на предмете  $\chi_i^*$  принимает значение  $F_i^*$ , мы запишем как действие оператора  $\hat{F}(\chi_i^*)$  на состоянии  $Q_j$ , содержащее  $\chi_i^*$ :

$$F(\chi_i^*) \Psi(Q_j) = F_i^* \Psi(Q_j).$$

Легко видеть, что все  $Q$ , содержащие  $\chi_i^*$ , будут давать одно и то же значение  $F_i^*$ . Можно ввести представление, в котором все  $Q$ -состояния,

дающие одно и то же  $F_i^p$ , не будут различаться. Такое представление мы будем называть « $F\{\chi_{ij}$ -представлением» класса  $S$ . Оно будет содержать  $f$  взаимоисключающих состояний  $Q_{i1}^p, Q_{i2}^p, \dots, Q_{if}^p$  — по числу отличимых (различимых) значений предиката  $F$ . Чтобы получить класс  $S$  этого представления (обозн.  $S_i^p$ ) из полного класса  $S$ , мы введем редукционный оператор перехода в представление  $F\{\chi_{ij}$ .

$$R_i^p = \begin{pmatrix} \Delta_{i1} & \dots & \dots & \Delta_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta_{j1} & \dots & \dots & \Delta_{jk} \end{pmatrix},$$

где

$$\Delta_{pj} = \begin{cases} 1, & \text{если } \chi_{ij}^p \in Q_j^p \quad p = 1, 2, \dots, f, \\ 0, & \text{если } \chi_{ij}^p \notin Q_j^p \quad j = 1, 2, \dots, k. \end{cases}$$

Тогда

$$\Psi(S_i^p) = \hat{R}_i^p \Psi(S).$$

Произведенное событие  $\sigma_i^p$  в « $F\{\chi_{ij}$ -представлении» может быть записано как дизъюнкция нескольких  $Q_{ij}^p$ , а вектор состояния  $\Psi(\sigma_i^p)$  — как сумма нескольких  $\Psi(Q_{ij}^p)$ .

Так, например, если

$$\sigma_i^p = Q_{i1}^p \vee Q_{i2}^p,$$

то

$$\Psi(\sigma_i^p) = \Psi(Q_{i1}^p) + \Psi(Q_{i2}^p).$$

Структура нашего «мира» может быть такова, что одни  $F_i^p$  встречаются чаще других. Поэтому в « $F\{\chi_{ij}$ -представлении» меры состояний  $Q_{ij}^p$  уже могут быть различны. Такая ситуация возникает и в обычной теории вероятностей.

Многоуровневая теория вероятностей была развита нами в форме, напоминающей теорию представлений квантовой механики [2]. Это не единственная возможность развития многоуровневой теории вероятностей. Каждая из этих форм будет иметь непосредственную аналогию с одной из логик. Эти вопросы будут освещены в других публикациях.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило в редакцию 28.6.1963)

3020660033

ვ. ჭავჭავაძის, ბ. ბონდარევის

n-დონიანი ალბათობათა თეორია

რ ე ხ ი შ მ ე

მიღებულია ალბათობათა თეორიის ფორმულები მატრიცული ფორმით. ამასთან ერთად აღწერილია ლოგიკური ხდომილობანი მდგომარეობის ფექტორების საშუალებით, ფერადი მხედველობისა და ანალიზური ლოგიკის საფუძველზე. მიღებული ფორმულები საშუალებას გვაძლევს ეფექტურად გამოვთვალოთ რთული ლოგიკურ-ალბათური ხდომილობანი.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Чавчанидзе. К аксиоматике трехцветного зрения. Труды Института кибернетики АН ГССР, т. I, 1963.
2. П. М. Дирак. Основы квантовой механики. ИЛ, М., 1962.
3. R. Carnap. The Logical Foundatsion of Probability. The University of Chicago, 1950.



А. Г. ХАНТАДЗЕ

О ВРАЩЕНИИ ПРОВОДЯЩЕЙ ЖИДКОСТИ С  
 ПЕРЕМЕЩАЮЩИМСЯ ЦЕНТРОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианашвили 20.1.1963)

В работах [1, 2, 3, 4] движение типа вращающейся непроводящей жидкости, при котором в каждой горизонтальной плоскости имеется вращение частиц около перемещающегося центра, было использовано для построения гидродинамической модели циклона.

В настоящей работе рассматривается аналогичная задача для идеальной сжимаемой проводящей жидкости.

Пусть координаты перемещающегося центра вращения будут  $a(t)$ ,  $b(t)$ ,  $\Omega$ , угловая скорость вращения— $\Omega = \text{const}$ . Тогда скорость частицы будет складываться из скорости перемещения центра и скорости вращения вокруг рассматриваемого центра.

Поэтому

$$u = \frac{da}{dt} - \Omega(y - b), \quad v = \frac{db}{dt} + \Omega(x - a), \quad w = 0. \quad (1)$$

Рассмотрим, какие движения при этом являются динамически возможными.

В данном случае основная система уравнений магнитной гидродинамики будет иметь вид

$$\text{grad } P' = c^{-1} \nabla \mathbf{G} + \mathbf{T}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + (\mathbf{v} \text{ grad } \varphi) = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} + (\mathbf{v} \nabla) \mathbf{H} - (\mathbf{H} \nabla) \mathbf{v} = 0, \quad (4)$$

$$\text{div } \mathbf{H} = 0, \quad (5)$$



1.20

$P' = P + \frac{H^2}{8\pi}$  — полное давление среды,  $\varphi = \log \omega$ ;

$\omega = \frac{1}{\rho}$  — удельный объем,  $\mathbf{G} = \mathbf{F} - \frac{d\mathbf{v}}{dt}$ ;

$\mathbf{F} = (2\lambda_3 v)\mathbf{i} + (-2\lambda_3 u)\mathbf{j} + (-g - 2\lambda_1 v)\mathbf{k}$  — массовая сила, которая включает в себя силу тяжести и отклоняющую силу вращения;

$\lambda_3, \lambda_1$  — компоненты вектора угловой скорости  $\lambda$ ;

$\mathbf{T} = \frac{(\mathbf{H}\nabla)\mathbf{H}}{4\pi}$  — магнитное натяжение.

Можно показать, что все уравнения магнитной гидродинамики будут удовлетворены, если считать, что индуцированное магнитное поле, возникающее вследствие движения жидкости, будет иметь вид

$$H_x = H_x(y, t), \quad H_y = H_y(x, t), \quad H_z = 0. \quad (6)$$

Тогда из уравнения (4) сразу следует, что

$$H_x = -ny + \xi(t), \quad H_y = nx + \eta(t), \quad H_z = 0, \quad (7)$$

где  $n$  — постоянное, а  $\xi(t)$  и  $\eta(t)$  определяются из следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\frac{d\xi(t)}{dt} + \Omega\eta(t) = n \left( \frac{db}{dt} - \Omega a \right), \quad (8)$$

$$\frac{d\eta(t)}{dt} - \Omega\xi(t) = -n \left( \frac{da}{dt} + \Omega b \right). \quad (9)$$

Задачу будем решать с помощью условий динамической возможности в магнитной гидродинамике [5].

Сущность этих условий заключается в том, что они позволяют исключить из уравнения магнитной гидродинамики давление и удельный объем и дают, таким образом, связь между компонентами скорости и магнитного поля. Обратное, если выбранное поле скоростей и магнитное поле, например (1) и (7), удовлетворяют этим условиям, то из уравнения магнитной гидродинамики всегда можно определить давление и удельный объем и лишь только в этом случае рассматриваемое движение будет физически возможным [6].

Для решения поставленного вопроса исключим из уравнений (2) и 3) давление и удельный объем, для этого возьмем операцию  $\text{rot}$  от уравнения (2) и, вводя векторы  $\mathbf{B} = -\text{rot } \mathbf{G}$ ,  $\mathbf{\Gamma} = \text{rot } \mathbf{T}$ , получим

$$\mathbf{B} = [\mathbf{G} \text{ grad } \varphi]. \quad (10)$$



Это есть второе условие динамической возможности. Таким образом, если (16) выполняется для поля скоростей (1), то в этом случае из него всегда можно определить скаляр  $\lambda$  так, чтобы было

$$R + \lambda P = 0. \quad (17)$$

С помощью найденного  $\lambda$  и векторов  $A$  и  $B$  составим вектор  $\sigma$ :

$$\sigma = A + \lambda B. \quad (18)$$

Сравнивая (17) и (18) с уравнениями (14) и (15), заключаем, что  $\lambda$  определит  $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$ , а  $\sigma = \text{grad } \varphi$ ,

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \lambda, \quad (19)$$

$$\text{grad } \varphi = \sigma.$$

Из этих четырех скалярных уравнений определим удельный объем  $\omega$  по формуле

$$\omega = C e^{\int \sigma_x dx + \sigma_y dy + \sigma_z dz + \lambda dt}, \quad (20)$$

где  $C$ —постоянная, если будут выполнены такие условия:

$$\text{rot } \sigma = 0, \quad \frac{\partial \sigma}{\partial t} = \text{grad } \lambda. \quad (21)$$

Это—третье условие динамической возможности.

В рассматриваемом случае компоненты определяющих векторов будут иметь вид

$$\begin{aligned} A_x &= 0, \\ B_x &= -\frac{1}{u}, \\ R_x &= 0, \\ P_x &= \frac{\partial B_z}{\partial y}, \\ A_y &= 0, \\ B_y &= 0, \\ R_y &= -\frac{\partial A_z}{\partial t} \frac{1}{u}, \\ P_y &= -\frac{\partial B_z}{\partial x} + \frac{\partial B_z}{\partial t} B_x - \frac{\partial B_x}{\partial t} B_z, \\ A_z &= \frac{2 \lambda_1 \Omega}{G_x}, \end{aligned} \quad (22)$$

$$B_z = - \frac{G_z}{u G_x};$$

$$R_z = 0,$$

$$P_z = - \frac{\partial B_x}{\partial y}.$$

Из (22) видно, что поле скоростей (1) удовлетворяет условию (16) в одном из следующих случаев:

$$\frac{\partial B_z}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial B_x}{\partial y} = 0, \quad (23)$$

$$\frac{\partial A_z}{\partial t} = 0. \quad (24)$$

Случай (23) малоинтересен, так как он выполняется лишь тогда, когда  $u(y, t)$  не зависит от  $y$  и движение, таким образом, не будет вращательным.

Поэтому рассмотрим случай

$$\frac{\partial A_z}{\partial t} = \frac{d}{dt} \left( 2 \lambda_3 \frac{db}{dt} - \frac{d^2 a}{dt^2} \right) = 0,$$

что равносильно

$$G_x = 2 \lambda_3 \frac{db}{dt} - \frac{d^2 a}{dt^2} = k = \text{const}. \quad (25)$$

Тогда  $R$  и  $\lambda$  обратятся в нули, а условие (21) будет выполнено тождественно. После этого, определяя удельный объем по формуле (20), получим

$$\omega = \omega_0 e^{\frac{2 \lambda_1 \Omega}{k} \tau}. \quad (26)$$

Для определения  $a(t)$  и  $b(t)$  имеем два уравнения (13) и (25).

Общее решение этих уравнений имеет вид

$$a = c_1 + A \cos \Omega t + B \sin \Omega t, \quad (27)$$

$$b = c_2 + A \sin \Omega t - B \cos \Omega t - \frac{kt}{\Omega},$$

где  $c_1, c_2, A, B$  — постоянные.

Используя (27), определим  $\xi(t)$  и  $\eta(t)$  из (8) и (9).

Получим

$$\xi(t) = nc_2 + A_1 \cos \Omega t + B_1 \sin \Omega t - \frac{nk}{\Omega} t,$$

$$\eta(t) = -nc_1 + A_1 \sin \Omega t - B_1 \cos \Omega t, \quad (28)$$

где  $A_1$  и  $B_1$  — постоянные.



Подставляя  $a$ ,  $b$ ,  $\xi$  и  $\eta$  в (1) и (7), определим скорость и магнитное поле:

$$u = -\Omega y + \Omega c_2 - kt, \quad v = \Omega x - \frac{k}{\Omega} - \Omega c_1, \quad w = 0. \quad (29)$$

$$H_x = -ny + A_1 \cos \Omega t + B_1 \sin \Omega t - \frac{nk}{\Omega} t + nc_2; \quad (30)$$

$$H_y = nx + A_1 \sin \Omega t - B_1 \cos \Omega t - nc_1; \quad H_z = 0.$$

Из этих формул вытекает, что линии тока и магнитные силовые линии представляют собой концентрические окружности в горизонтальных плоскостях, причем мгновенный центр вращающихся частиц перемещается прямолинейно и равномерно, а мгновенный центр магнитных силовых линий описывает кривую циклоидального характера.

Из (29) следует, что вихрь имеет только вертикальную составляющую, равную удвоенной скорости вращения  $\Omega$ .

Подставляя  $\omega$ ,  $u$ ,  $v$ ,  $H_x$  и  $H_y$  в уравнение (2), легко найдем давление:

$$\omega_0 P' = \omega_0 P'_0(t) - \frac{n^2 \omega_0}{8\pi} (x^2 + y^2) + 2 \frac{n\omega_0}{8\pi} \left( \frac{8\pi k}{\omega_0 n} e^{-\frac{2\lambda_1 \Omega}{k} z} - \eta(t) \right) x + \\ + 2 \frac{n\omega_0}{8\pi} \xi(t) y + \left( \frac{gk}{2\lambda_1 \Omega} - \frac{k^2}{\Omega^2} - c_1 k \right) e^{-\frac{2\lambda_1 \Omega}{k} z}, \quad (31)$$

где  $P'_0(t)$  — любая произвольная функция времени.

Таким образом, показано, что движение циклонического характера, описываемое формулой (1) в магнитной гидродинамике, возможно и в рассматриваемом случае. Аналитический вид всех магнитогидродинамических параметров дается формулами (26), (29), (30) и (31).

Академия Наук Грузинской ССР

Институт геофизики

Тбилиси

(Поступило в редакцию 20.1.1963)

ჰიდრომაგნიტი

ა. ხანთაძე

მოდრავი ცენტრის მონაწილე გამტარი სითხის ბრუნვის

შესახებ

რ ე ბ ი უ მ ე

სტატიაში განხილული მაგნიტურ ჰიდროდინამიკაში ციკლონური ხასიათის მოძრაობის შესაძლებლობა, როდესაც ნაწილაკის სიჩქარე წარმოადგენს ცენტრის გადაადგილების სიჩქარისა და ამავე ცენტრის გარშემო ბრუნვის სიჩქარის ჯამს:

$$u = \frac{da}{dt} - \Omega(y - b), \quad v = \frac{db}{dt} + \Omega(x - a), \quad w = 0,$$

სადაც

$a(t)$ ,  $b(t)$  — მოძრავი ცენტრის კოორდინატებია,  
 $\Omega$  — ბრუნვის კუთხური სიჩქარე.

მაგნიტური პილროდინამიკის ყველა განტოლების დასაკმაყოფილებლად ინდუცირებულ მაგნიტურ ველს, რაც სითხის მოძრაობითაა წარმოქმნილი, ვიღებთ შემდეგი სახით:

$$H_x = H_x(y, t), \quad H_y = H_y(x, t) \quad H_z = 0$$

და ვეძებთ ამოხსნას მაგნიტურ პილროდინამიკაში მოძრაობის დინამიკური შესაძლებლობის პირობების დახმარებით [5].

შრომაში ნაჩვენებია, რომ ამ შემთხვევაში მაგნიტური პილროდინამიკის განტოლებებს აქვთ ზუსტი ამოხსნა და ყველა მაგნიტოპილროდინამიკური პარამეტრების ანალიზური სახე მოიძებნება (26), (29), (30), (31) ფორმულებით.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Rayleigh. On the dynamics of revolving fluids. Proceed R. Soc., 1915, v. 93, № 648, 148.
2. Sir Napier Shaw. The travel of arcular depressions and tornadoes. Meteorological office, Geophysical memoirs, № 12, 1918.
3. А. А. Фридман. Идея вращающейся жидкости в атмосферных движениях. Метеорологический вестник, т. 31, 1921, 69.
4. Н. Е. Кочин. Теоретическая модель перемещающегося циклона. Журнал геофизики и метеорологии, т. 1, 1924, 47—66.
5. А. Г. Хантадзе. Об условиях динамической возможности движения в магнитной гидродинамике. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. XXX, № 4, 1963.
6. А. А. Фридман. Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости. Москва—Ленинград, 1934.



Г. И. КВАТАДЗЕ

О ВОЛНОВЫХ СВОЙСТВАХ БЫСТРОТОКОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 23.1.1963)

Явление волнообразования на быстротоках, как известно [1, 2], является результатом потери устойчивости установившегося течения, и поэтому к оценке волновых свойств различных сечений быстротоков можно подойти на основании анализа критериальных условий устойчивости бурного потока.

В ряде работ [3, 4, 5] была сделана подобная попытка; однако неточность исходных критериальных соотношений, положенных в основу анализа в этих работах, заставляет вновь рассмотреть этот вопрос, уже исходя из новых, предложенных в последнее время и получивших полное практическое подтверждение, критериев устойчивости бурного потока [2, 6].

Критериальное условие устойчивости бурного равномерного потока на быстротоках без учета аэрации может быть представлено в виде [2, 6]

$$\frac{1}{Fr_0} > \left( \frac{x_0 \omega_0}{2 B_0 H_0} \right)^2 - 2(2\alpha_0 - 1) \frac{x_0 \omega_0}{2 B_0 H_0} + 2\alpha_0 - 1, \quad (1)$$

где приняты те же обозначения, что и в работах [2, 6]. Причем, численные значения корректива количества движения определяются по формуле [2, 6]

$$\alpha_0 = \frac{(1 + k_1)^2 (1 + k_2)^2}{(1 + 2k_1)(1 + 2k_2)}, \quad (2)$$

где

$$k_1 = \frac{Vg}{\alpha c}, \quad k_2 = 2k_1 \left( 1 - \frac{b}{\chi_0} \right), \quad (3)$$

$c$ —коэффициент Шези;  $\alpha = 0,36$ —константа Кармана;  $\chi_0$ —смоченный периметр;  $b$ —ширина канала по дну.

Критерий (1) получил Т. Г. Войнич-Сяноженцкий, исходя из общих уравнений одномерного нестационарного движения потока с повышенной турбулентностью, методом «малых возмущений» [2].

Критериальное соотношение (1) благодаря учету специфики бурного течения потока на быстротоке, заключающегося в его повышенной турбулентности ( $\alpha_0 > \alpha_0 > 1$ ), накладывает значительно менее жесткие ограничения на условия устойчивости равномерного движения, чем кри-



терии В. В. Ведерникова — Н. А. Картвелишвили ( $\alpha_0 = 2$ ) и Ивасса — Н. А. Картвелишвили ( $\alpha_0 = \alpha_0$ ), и при определении  $\alpha_0$  по формуле (2) дает практически полное совпадение прогноза с данными многочисленных натуральных наблюдений [6]<sup>1</sup>.

Проанализируем, исходя из критериального соотношения устойчивости (1), каким условиям должны удовлетворять основные геометрические и гидравлические характеристики русла, чтобы волны не образовывались в них ни при каких сколь угодно больших числах Фруда.

Очевидно, что для ответа на этот вопрос мы должны будем приравнять правую сторону критериального соотношения нулю и исследовать полученное таким путем уравнение, т. к. равенство нулю правой стороны критериального соотношения означает, что условия, необходимые для устойчивости бурного потока, выполняются даже для потоков, у которых параметр бурности  $Fr_0 \rightarrow \infty$ .

Таким образом, для бурного неаэрированного потока (1) будем иметь

$$\left( \frac{x_0 \omega_0}{2 B_0 H_0} \right)^2 - 2(2\alpha_0 - 1) \frac{x_0 \omega_0}{2 B_0 H_0} + 2\alpha_0 - 1 = 0 \quad (4)$$

Решая последнее относительно корректива  $\alpha_0$ , получим

$$\alpha_0 = \frac{1 - 2\mu - \mu^2}{2(1 - 2\mu)}, \quad (5)$$

где посредством  $\mu$  мы обозначаем

$$\mu = \frac{x_0 \omega_0}{2 B_0 H_0}.$$

Принимая во внимание общее выражение гидравлического показателя русла

$$\alpha_0 = (3 + 2y) \frac{H}{\omega} \frac{d\omega}{dH} - (1 + 2y) \frac{H}{\chi} \frac{d\chi}{dH}, \quad (6)$$

где  $y$  — показатель степени в формуле Н. Н. Павловского для коэффициента Шези  $S$ , выясним численные значения корректива  $\alpha_0$ , отвечающего устойчивому режиму движения при любых числах Фруда и различных поперечных сечениях русла.

### 1. «Узкое» прямоугольное русло

Такое русло, как известно, характеризуется значением гидравлического показателя русла  $x_0 = 2$ .

<sup>1</sup> Так, проверка результатов прогноза режима движения по критерию (2) с данными 41, наблюдаемого в натуральных условиях движения бурного потока по быстротокам, дала расхождение менее 8%, тогда как по критерию Ведерникова—Картвелишвили это расхождение достигает 35%, а по критерию Ивасса—Картвелишвили—27%.

<sup>2</sup> Олуская доказательство, укажем, что при решении рассматриваемой задачи критериальное соотношение для аэрированного потока [6] приводится к уравнению, практически в точности совпадающему с уравнением (4), и, таким образом, все последующие выводы правомерны и для аэрированных бурных потоков.

Следовательно,  $\mu = 1$  и согласно соотношению (5) значение коррективы количества движения  $\alpha_0 = 1$ .

Таким образом, для того чтобы «узкое» прямоугольное русло было безволновым при любых числах  $Fg$  и глубинах наполнения, необходимо, чтобы корректив количества движения был бы равен единице. Поскольку это условие выполняется всегда для любого русла при турбулентном режиме движения, приходим к выводу, что бурный поток в «узком» русле всегда и при всех обстоятельствах устойчив.

## 2. «Широкое» прямоугольное русло

Для такого русла гидравлический показатель

$$\alpha_0 = 3 + 2y. \quad (7)$$

Будем для простоты выкладок пользоваться сокращенной формулой Н. Н. Павловского для  $y$ :

$$y = 1,5 \sqrt{n}, \quad (8)$$

при  $R < 1$  м, и

$$y = 1,5 \sqrt{n}, \quad (9)$$

при  $R > 1$  м, и определим численные значения гидравлического показателя русла  $\alpha_0$ , коррективы количества движения  $\alpha_0$  (по уравнению (5)) и коэффициента Шези  $C$  (подбором из выражений (2) и (3)) для наиболее часто встречающихся значений коэффициентов шероховатости русла.

Результаты подсчетов сводим в таблицу 1.

Таблица 1

| $n$        | 0,011 | 0,013 | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 | Примечания   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| $\alpha_0$ | 1,075 | 1,09  | 1,10  | 1,103 | 1,112 | 1,12  | 1,123 | 1,123 | $R < 1,0$ м  |
| $C$        | 24,3  | 21,6  | 20,2  | 20,2  | 18,75 | 18,0  | 17,6  | 17,6  |              |
| $\alpha_0$ | 1,09  | 1,092 | 1,095 | 1,10  | 1,105 | 1,108 | 1,113 | 1,115 | $R > 1,0$ м. |
| $C$        | 21,6  | 21,3  | 20,9  | 20,2  | 20,0  | 19,2  | 18,6  | 18,4  |              |

Если теперь сопоставить полученные значения коэффициента Шези со значениями общеизвестной таблицы Н. Н. Павловского, приводимой во всех справочниках и курсах гидравлики [7], то нетрудно убедиться, что, во-первых, все полученные значения коэффициента Шези  $C$  находятся в области относительно малых значений гидравлического радиуса  $R$  ( $R < 1$ ) и, во-вторых, полученные значения в действительности могут иметь место лишь при руслах относительно повышенной шероховатости ( $n \approx 0,25$ ) и при их относительно малых наполнениях ( $R_0 \approx H_0 \approx 0,35$ ).

Действительно, из таблицы Н. Н. Павловского для коэффициента  $C$  следует, что даже при минимальном наполнении русла ( $R_0 \approx H_0 =$



$\approx 0,05$  м) величины коэффициента Шези  $C$  для значений коэффициента шероховатости  $n < 0,025$  заведомо больше тех, которые приведены в нашей таблице 1. Это означает, что для значений коэффициентов шероховатости  $n < 0,025$  в «широком» русле при всех глубинах будут устанавливаться такие поля осредненных скоростей, которые будут давать численные значения корректива количества движения меньше тех, которые приведены в нашей таблице как предельные, при которых устойчивость равномерного движения гарантирована<sup>1</sup>. Следовательно, в случае «широкого» прямоугольного русла для всех значений коэффициента шероховатости  $n \approx 0,025$  и для всех возможных глубин наполнения равномерное течение бурного потока будет неустойчивым, и, следовательно, в случае достаточных длин быстротоков [3] на них обязательно будут образовываться волны.

Полученные в таблице 1 численные значения коэффициента Шези  $C$  позволяют в таблице Н. Н. Павловского для  $C$  выделить область волнового движения от области безволнового—устойчивого движения.

Очевидно, что область безволнового—устойчивого движения будет ограничена сверху значениями коэффициента Шези  $C$  от 18,75 при  $n = 0,025$  до 17,6 при  $n = 0,040$ . В таблице 4 первая справа ступенчатая линия является граничной для областей волновых и неволновых движений для «широкого» прямоугольного русла. Как это легко усматривается из этой таблицы, «широкое» прямоугольное русло является весьма благоприятным для потери устойчивости движения и возникновения волнового течения потока, т. к. даже для русел с достаточно большими значениями коэффициента шероховатости ( $n \approx 0,025$ ) движение устойчиво лишь в очень узком диапазоне нарастания глубин (до 0,05 м при  $n = 0,025$  и до 0,35 м при  $n = 0,040$ ). Для значений же  $n < 0,025$  движение неустойчиво при всех глубинах наполнения.

### 3. «Широкое» параболическое русло

Для такого русла гидравлический показатель

$$x_0 = 4 + 2 \nu, \quad (10)$$

$$H_0 = \frac{3}{2} R_0. \quad (11)$$

Пользуясь по-прежнему формулами (2), (3), (5), (8), и (9), определяем значения  $x_0$ ,  $\alpha_0$  и  $C$ , помещая результаты вычислений в таблицу 2.

<sup>1</sup> При возрастании значения коэффициента Шези  $C$  (т. е. убывании коэффициента шероховатости  $n$ ) корректив количества движения  $\alpha_0$  уменьшается, а движение тем более неустойчиво, чем меньше численные значения корректива  $\alpha_0$  (см. критерий [1]).

| $n$        | 0,011 | 0,013 | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 | Примечания   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| $\sigma_0$ | 1,05  | 1,052 | 1,057 | 1,057 | 1,05  | 1,063 | 1,066 | 1,07  | $R < 1,0$ м  |
| $C$        | 74,5  | 71,3  | 69,6  | 69,6  | 67,0  | 64,5  | 62,2  | 60,0  |              |
| $\sigma_0$ | 1,05  | 1,05  | 1,052 | 1,052 | 1,057 | 1,06  | 1,063 | 1,066 | $R > 1,0$ м. |
| $C$        | 72,5  | 72,5  | 71,3  | 71,3  | 69,6  | 67,0  | 64,5  | 62,2  |              |

Результаты расчетов, приведенные в указанной таблице, позволяют, как и в случае «широкого» прямоугольного русла, в таблице 4. Н. Н. Павловского для  $C$  отделить область волнового движения от области устойчивого—безволнового движения. Эти две области на указанной таблице отделены второй справа ступенчатой линией, причем, как и в предыдущем случае, область устойчивого—безволнового движения находится с правой стороны этой линии.

Но в отличие от предыдущего случая разделяющая линия, отделяющая область безволнового движения от области волнового движения, оказывается столь резко смещенной влево, что русла, имеющие коэффициент шероховатости  $n \geq 0,017$ , оказываются практически полностью безволновыми при всех возможных глубинах наполнения быстротоков.

Таким образом, русло параболической формы гарантирует устойчивость равномерного движения в очень широком спектре значений коэффициентов шероховатости и глубин наполнения, однако оно все же не является полностью безволновым (в практическом смысле этого слова) сечением, т. к. в случае  $n=0,011$  в «широком» параболическом русле, начиная со значений гидравлического радиуса  $R_0=0,20$  м или, что то же, с глубины  $H_0=0,3$  м и больше, будет иметь место волновое движение, разумеется, при том необходимом условии, что длина быстротока настолько велика, что равномерное движение на быстротоке устанавливается.

В случае  $n=0,013$  движение будет оставаться безволновым до значения  $R_0=0,65$  м или  $H_0=0,975$  м. При больших значениях глубин равномерного движения последнее будет неустойчивым, и на быстротоке будут образовываться волны.

При  $n=0,017$  потеря устойчивости движения может иметь место лишь при  $R_0 \geq 4,0$  м, т. е.  $H_0 \geq 6,0$  м.

При больших значениях  $n$  движение на быстротоках, имеющих «широкое» параболическое поперечное сечение, всегда устойчиво при любых практически возможных степенях наполнения.

#### 4. Треугольное русло

Для такого русла

$$x_0 = 5 + 2y, \quad (12)$$

$$H_0 = \frac{m'}{m} R_0. \quad (13)$$

Выполняя те же вычисления, что и для «широких» прямоугольного и параболического русел, получаем значения  $\alpha_0$  и  $c$ , приведенные в таблице 3.

Таблица 3

| $n$        | 0,011 | 0,013 | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,035 | Примечания          |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| $\alpha_0$ | 1,032 | 1,034 | 1,036 | 1,036 | 1,038 | 1,044 | 1,044 | 1,045 | $R < 1,0 \text{ м}$ |
| $c$        | 94,4  | 91,6  | 87,0  | 87,0  | 84,5  | 79,0  | 79,0  | 78,4  |                     |
| $\alpha_0$ | 1,030 | 1,032 | 1,034 | 1,034 | 1,036 | 1,038 | 1,040 | 1,040 | $R > 1,0 \text{ м}$ |
| $c$        | 96,7  | 94,6  | 91,6  | 91,6  | 87,0  | 84,5  | 82,0  | 82,0  |                     |

Данные этой таблицы позволяют, как и для вышерассмотренных случаев, в таблице 4 Н. Н. Павловского для  $c$  отделить область безволнового движения от области волнового движения для быстротоков, имеющих треугольное поперечное сечение.

Эти две области на этой таблице отделены нижней ступенчатой линией, причем область ниже этой линии отвечает волновому движению жидкости. Легко видеть, что треугольное сечение быстротока по сравнению со всеми другими обладает наибольшими «противоволновыми» свойствами, т. е. образование волн на быстротоках треугольного поперечного сечения может иметь место лишь в том случае, если коэффициент шероховатости русла  $n \geq 0,011$  и  $n = 0,011$  при значениях  $R_0 \geq 1,40 \text{ м}$ , т. е. при  $H_0$  порядка 2,8 м и более.

Таким образом, по сравнению со всеми другими сечениями русел, за исключением т. н. «узкого» прямоугольного русла, треугольное сечение характеризуется в наибольшей степени противоволновыми качествами.

Однако, как это следует из вышесказанного, встречающееся в литературе указание о том, что в быстротоке с треугольным поперечным сечением волны никогда не образуются, неверно, и, следовательно, называть русла треугольного и параболического сечения «безволновыми» некорректно.

Заметим также, что в отношении противоволновых качеств русла треугольного сечения превосходят русла параболического сечения, а встречающаяся в литературе обратная оценка противоволновых свойств этих русел неверна и, по-видимому, является причиной неучета при анализе влияния формы поперечных сечений русел на численные значения корректива количества движения, входящего в критериальное условие устойчивости движения.

Заканчивая на этом настоящую статью, отметим, что, хотя полученные выше результаты и позволяют при проектировании очень быстро оценить противоволновые качества некоторых довольно часто встречающихся в практике сечений русел в заданном диапазоне изменения глубин и степени шероховатости русла, однако практически весьма важный случай проектирования быстротока с трапецидальным поперечным сечением анализом затронут не был.



Таблица 4

Таблица значений коэффициента Шези  $C$  по Н. Н. Павловскому с разграничением волновых и безволновых областей для «широкого» прямоугольного, параболического и треугольного сечений быстротоков.

| R/h  | 0,01  | 0,013 | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,01 | 50    | 38    | 24    | 19    | 12    | 8     | 6     | 5     |
| 0,02 | 54,4  | 42,4  | 26,8  | 21,2  | 14,14 | 10,6  | 7,78  | 6,36  |
| 0,03 | 57,1  | 45,0  | 30,0  | 23,0  | 16,16 | 12,12 | 9,24  | 6,98  |
| 0,04 | 59,5  | 47,0  | 32,0  | 25,0  | 17,5  | 13,0  | 10,0  | 8,0   |
| 0,05 | 61,3  | 48,7  | 33,2  | 26,1  | 18,6  | 13,9  | 10,9  | 8,7   |
| 0,06 | 62,8  | 50,1  | 34,4  | 27,2  | 19,5  | 14,7  | 11,5  | 9,3   |
| 0,07 | 64,1  | 51,3  | 35,5  | 28,2  | 20,4  | 15,5  | 12,2  | 9,9   |
| 0,08 | 65,2  | 52,4  | 36,4  | 29,0  | 21,1  | 16,1  | 12,8  | 10,3  |
| 0,10 | 67,2  | 54,3  | 38,1  | 30,6  | 22,4  | 17,3  | 13,8  | 11,2  |
| 0,12 | 68,8  | 55,8  | 39,5  | 32,6  | 23,5  | 18,3  | 14,7  | 12,1  |
| 0,14 | 70,3  | 57,2  | 40,7  | 33,0  | 24,5  | 19,1  | 15,4  | 12,8  |
| 0,16 | 71,5  | 58,4  | 41,8  | 34,0  | 25,4  | 19,9  | 16,1  | 13,4  |
| 0,18 | 72,6  | 59,5  | 42,7  | 34,8  | 26,2  | 20,6  | 16,8  | 14,0  |
| 0,20 | 73,7  | 60,4  | 43,6  | 35,7  | 26,9  | 21,3  | 17,4  | 14,5  |
| 0,22 | 74,6  | 61,3  | 44,4  | 36,4  | 27,6  | 21,9  | 17,9  | 15,0  |
| 0,24 | 75,5  | 62,1  | 45,2  | 37,1  | 28,3  | 22,5  | 18,5  | 15,5  |
| 0,26 | 76,3  | 62,9  | 45,9  | 37,8  | 28,8  | 23,0  | 18,9  | 16,0  |
| 0,28 | 77,0  | 63,6  | 46,5  | 38,4  | 29,4  | 23,5  | 19,4  | 16,4  |
| 0,30 | 77,7  | 64,3  | 47,2  | 39,0  | 29,9  | 24,0  | 19,9  | 16,8  |
| 0,35 | 79,3  | 65,8  | 48,6  | 40,3  | 31,1  | 25,1  | 20,9  | 17,8  |
| 0,40 | 80,7  | 67,1  | 49,8  | 41,5  | 32,2  | 26,0  | 21,8  | 18,6  |
| 0,45 | 82,0  | 68,4  | 50,9  | 42,5  | 33,1  | 26,9  | 22,6  | 19,4  |
| 0,50 | 83,1  | 69,5  | 51,9  | 43,5  | 34,0  | 27,8  | 23,4  | 20,1  |
| 0,55 | 84,1  | 70,4  | 52,8  | 44,4  | 34,8  | 28,5  | 24,0  | 20,7  |
| 0,60 | 85,3  | 71,4  | 53,7  | 45,2  | 35,5  | 29,2  | 24,7  | 21,3  |
| 0,65 | 86,0  | 72,2  | 54,5  | 45,9  | 36,2  | 29,8  | 25,3  | 21,9  |
| 0,70 | 86,8  | 73,0  | 55,2  | 46,0  | 36,9  | 30,4  | 25,8  | 22,4  |
| 0,75 | 87,6  | 73,7  | 55,9  | 47,3  | 37,5  | 30,9  | 26,35 | 22,9  |
| 0,80 | 88,3  | 74,5  | 56,5  | 47,9  | 38,0  | 31,5  | 26,8  | 23,4  |
| 0,85 | 88,1  | 74,7  | 56,8  | 48,2  | 38,4  | 31,8  | 27,15 | 23,6  |
| 0,90 | 89,4  | 75,5  | 57,5  | 48,8  | 38,9  | 32,3  | 27,6  | 24,1  |
| 0,95 | 90,1  | 76,3  | 58,2  | 49,4  | 39,5  | 32,75 | 28,10 | 24,9  |
| 1,00 | 90,9  | 76,9  | 58,8  | 50,0  | 40,0  | 33,3  | 28,6  | 25,0  |
| 1,10 | 92,0  | 78,0  | 59,8  | 50,9  | 40,9  | 34,1  | 29,3  | 25,7  |
| 1,20 | 93,1  | 79,0  | 60,7  | 51,8  | 41,6  | 34,8  | 30,0  | 26,3  |
| 1,30 | 94,0  | 79,9  | 61,5  | 52,5  | 42,3  | 35,5  | 30,6  | 26,9  |
| 1,40 | 94,6  | 80,7  | 62,2  | 53,2  | 42,9  | 36,1  | 31,2  | 27,4  |
| 1,50 | 95,7  | 81,5  | 62,9  | 53,9  | 43,6  | 36,7  | 31,7  | 28,0  |
| 1,60 | 96,4  | 82,2  | 63,5  | 54,4  | 44,1  | 37,2  | 32,2  | 28,4  |
| 1,70 | 97,3  | 82,9  | 64,3  | 55,1  | 44,7  | 37,7  | 32,7  | 28,9  |
| 1,80 | 97,8  | 83,3  | 64,4  | 55,4  | 45,1  | 38,0  | 33,0  | 29,2  |
| 1,90 | 98,5  | 86,3  | 65,3  | 56,0  | 45,6  | 38,45 | 33,4  | 29,7  |
| 2,00 | 98,5  | 84,8  | 65,9  | 56,6  | 46,0  | 38,8  | 33,8  | 30,0  |
| 2,50 | 99,3  | 87,3  | 68,1  | 58,7  | 47,9  | 40,6  | 35,4  | 31,5  |
| 3,00 | 102,1 | 89,4  | 69,8  | 60,3  | 49,3  | 41,9  | 36,1  | 32,5  |
| 3,50 | 104,4 | 91,1  | 71,3  | 61,5  | 50,3  | 42,8  | 37,4  | 33,3  |
| 4,00 | 106,4 | 92,6  | 72,5  | 62,5  | 51,2  | 43,6  | 38,1  | 33,9  |
| 5,00 | 108,1 | 95,1  | 74,2  | 64,1  | 52,4  | 44,6  | 38,9  | 34,0  |
| 6,00 | 111,0 | —     | —     | —     | 53,1  | 45,1  | 39,3  | 34,9  |
| 7,00 | —     | —     | —     | —     | 53,5  | 45,3  | 39,40 | 34,9  |

Примечание. Значения коэффициентов, расположенных выше ступенчатых линий соответствуют безволновому состоянию потока, ниже—волновому. Первая сверху ступенчатая линия относится к «широкому» прямоугольному руслу, вторая—к параболическому и третья—к треугольному сечениям русла.

Этот более сложный для подобного анализа случай оценки быстротока с точки зрения его противоболновых качеств будет предметом отдельного сообщения.

Грузинский научно-исследовательский  
 институт гидротехники и  
 мелiorации  
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 23.1.1963)

პედაგოგიკა

ბ. ძვათაძე

### სწრაფსადენების ტალღური თვისებების შესახებ

ო ვ ხ ი უ ე ე

სწრაფსადენებზე არააერირებული ნაკადის მძაფრი თანხარი მოძრაობის კრიტერიალური პირობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მძაფრი ნაკადი „ვიწრო“ სწორკუთხოვან არხში ყოველთვის და ყველა მდგომარეობაში მდგომარეობს.

როგორც ნ. პავლოვის კრიტერიულიდან ჩანს (ცხრილი 4), „ფართო“ სწორკუთხოვან, „ფართო“ პარაბოლისებურ და სამკუთხოვან არხებში, აბრტალური—მდგრადი მოძრაობის ზონები შემოსაზღვრულია ზედა მარჯვნიდან პირფილი, შებრე და ქვედა—საფეხურებიანი ხაზებით. ამ ხაზების ქვევით მოთავსებული  $C$  მნიშვნელობები უახსულებენ ნაკადის ტალღურ მოძრაობას.

ამრიგად, არხის ყველა სხვა კვეთებთან შედარებით, მხოლოდ ე. წ. „ვიწრო“ სწორკუთხოვანი არხის გამოკლებით, საკუთხოვანი კვეთი ხასიათდება „ტალღასაწინააღმდეგო“ თვისებების უმაღლესი ხარისხით.

### დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Ведерников, Н. В. Мастицкий, М. В. Потапов. Неустойчившееся движение водного потока в открытом русле. Изд. АН СССР, 1947.
2. Т. Г. Войнич-Сяноженский. К вопросу устойчивости равномерного турбулентного потока и его свободной поверхности в условиях течения со сверхкритическими скоростями. Труды Всесоюзного и.-т. совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам, том II, Тбилиси, 1960.
3. Н. А. Картвелишвили. Волнообразование на быстротоках. Известия АН СССР, ОТН № 1, 1955.
4. Н. А. Картвелишвили. Об уточнении критерия устойчивости установившегося течения на быстротоках. Известия АН СССР, ОТН, № 8, 1958.
5. А. О Гамбарян и Н. Н. Мавлян. О катящихся волнах на быстротоке. ВНИИГ. Аннотация законченных в 1959 г. и.и. работ по гидротехнике. Госэнергоиздат, 1960.
6. Т. Г. Войнич-Сяноженский. Об уравнениях гидродинамики аврированных потоков и устойчивости турбулентного течения при больших числах Фруда. Известия ТНИСГЭИ им. А. В. Винтера, т. 14, 1962.
7. П. Г. Киселев. Справочник по гидравлическим расчетам. ГЭИ, 1950.

ნ. ჟილოსანი

ელემენტარული ნაწილაკების ელექტრომაგნიტური გადასვლა  
 (არადრეკადი ფორმ-ფაქტორებით)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. მიოიანაშვილმა 2.3.1962)

კულონურ ველში ელემენტარული ნაწილაკების ელექტრომაგნიტური გადასვლების განხილვა ძლიერ მნიშვნელოვანია არასტაბილური ნაწილაკების თვისებების შესასწავლად. კერძოდ, ეს განხილვა შესაძლებლობას იძლევა განისაზღვროს  $\pi^0$  მეზონის სიკოცხლის ხანგრძლივობა ( $\gamma$ -ქვანტი წარმოქმნის მეზონს ბირთვის კულონურ ველში  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$  წვეროს საშუალებით),  $\Sigma$ -მაპრონის სიკოცხლის ხანგრძლივობა ( $\lambda \rightarrow \Sigma$  გადასვლა ბირთვის ველში) და სხვა. ბირთვის კულონურ ველში ელემენტარული ნაწილაკების გადასვლის ეიცე-ეკერ-ვილიამსის ან მისდამი ექვივალენტურ პომერანჩუკ-შემუშავების [1] ქვანტური მეთოდით შესწავლისას, არ ხდება იმ არადრეკადი პროცესების მხედველობაში მიღება, რომლებიც შეიძლება თან ერთვოდეს ელექტრომაგნიტურ გადასვლას, მაშინ როდესაც არადრეკად პროცესებს მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ გადასვლის სრულ კვეთში და მათი მხედველობაში მიღება აუცილებელია.

არადრეკადი პროცესების შესწავლის მეთოდი ბირთვის (ან ნუკლონის) არადრეკადი ფორმ-ფაქტორების შემოყვანის საშუალებით დაამუშავა ეურდენმა [2], მაგრამ მის მიერ მიღებული შედეგები საშარტლიანია მხოლოდ ნაწილაკების გაფანტვის განხილვისას, როდესაც ადგილი არა აქვს კულონურ ველში ნაწილაკების ელექტრომაგნიტურ გადასვლას და არ არის საშარტლიანი ზოგად შემთხვევაში.

ჩვენ განვიხილავთ არადრეკად ფორმ-ფაქტორებს ზოგად შემთხვევაში ნაწილაკების ელექტრომაგნიტური გადასვლების მხედველობაში მიღებით. განვიხილოთ პროცესი

$$a + A \rightarrow b + B + C. \quad (1)$$

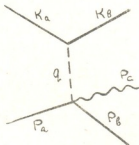
ამ პროცესის  $S$ -მატრიცულ ელემენტს ექნება შემდეგი სახე:

$$S_{fi} = \delta_{fi} - i(2\pi)^4 \delta_4(k_a + p_A - k_b - p_B - p_C) \left( \frac{N_a N_b N_A N_B N_C}{k_a^0 k_b^0 p_A^0 p_B^0 p_C^0} \right)^{1/2} T_{fi} \quad (2)$$

სადაც  $k_a, p_A, k_b, p_B, p_C$  შესაბამისად  $a, A, b, B$  და  $C$  ნაწილაკების ოთხ-იმპულსებია  $N_i = M_i M_i$ -მასის მქონე ფერმიონებისათვის და  $N_i = 1/2$  ბოზონებისათვის. მაშინ პროცესის დიფერენციალური განიკვეთისათვის გვექნება

$$d\sigma = \frac{1}{(2\pi)^2} \frac{N_a N_b N_A N_B N_C}{V(k_a \cdot p_A)^2 - M_a^2 M_A^2} |T_{fi}|^2 \frac{d\vec{k}_b d\vec{p}_B d\vec{p}_C}{k_b^0 p_B^0 p_C^0} \delta_4(k_a + p_A - k_b - p_B - p_C) \quad (3)$$

თუ ელექტრომაგნიტურ ველს ბორნის მიახლოებაში განვიხილავთ, პროცესის ფენიშანის დიაგრამას ექნება შემდეგი სახე:



და პროცესის  $T$  მატრიცისათვის ვღებულობთ

$$T_{fi} = \frac{1}{q^2} \langle b | j_\lambda | a \rangle \langle BC | I_\lambda | A \rangle, \quad (4)$$

სადაც  $\langle b | j_\lambda | a \rangle$  აღწერს  $a \rightarrow b + \gamma$  დაშლას, ხოლო  $\langle BC | I_\lambda | A \rangle$  აღწერს  $\gamma + A \rightarrow B + C$  ფოტორეაქციას.  $q$  ვირტუალური ფოტონის ოთხიმპულსია.

მატრიცული ელემენტის კვადრატისათვის გვექნება

$$|T_{fi}|^2 = \frac{1}{q^4} T_{i\lambda}^{(1)} T_{\lambda\mu}^{(2)}, \quad (5)$$

სადაც

$$T_{i\lambda}^{(1)} = \frac{1}{2s_a + 1} \sum_{S_b} \langle b | j_\lambda | a \rangle \langle b | j_\lambda | a \rangle^*$$

$$T_{\lambda\mu}^{(2)} = \frac{1}{2S_A + 1} \sum_{S_B S_C} \langle BC | I_\lambda | A \rangle \langle BC | I_\mu | A \rangle^*$$

$S_i$ ,  $i$ -ური ნაწილაკის სპინია.

ზოგად შემთხვევაში  $a \rightarrow b + \gamma$  დაშლა ხასიათდება ორი ოთხვექტორით —  $k_a$  და  $k_b$ , და მატრიცული ელემენტისათვის შეიძლება დავწეროთ

$T_{i\lambda}^{(1)} = f_0 q^2 \delta_{\lambda x} + f_1 (k_{a\lambda} k_{bx} + k_{b\lambda} k_{ax}) + f_2 (k_{a\lambda} k_{bx} - k_{b\lambda} k_{ax}) + f_3 \epsilon_{\lambda\alpha\beta} k_{a\alpha} k_{b\beta}$  (6)  
 (მხედველობაში გვაქვს რა  $\mu \rightarrow e + \gamma$  დაშლისათვის გამოყენება,  $T_{i\lambda}^{(1)}$ -ში შევიყვანოთ წვერი, რომელიც გაითვალისწინებს  $a \rightarrow b + \gamma$  წვეროში ლუწობის შესაძლო არშენახვას).  $f_0, f_1, f_2$  და  $f_3$  ფორმაქტორები გადაცემული იმპულსის კვადრატის ( $q^2$ ) ფუნქციებია.

$\gamma + A \rightarrow B + C$  რეაქციისათვის  $T_{\lambda\mu}^{(2)}$  ტენზორი უნდა აიგოს სამი ოთხვექტორის —  $q, p_A, p_B$  — საშუალებით, მაშინ

$$T_{\lambda\mu}^{(2)} = F_0 \delta_{\lambda\mu} + F_1 p_{A\lambda} p_{A\mu} + F_2 p_{B\lambda} p_{B\mu} + F_3 (p_{A\lambda} p_{B\mu} + p_{A\mu} p_{B\lambda}) + F_4 (p_{A\lambda} p_{B\mu} - p_{A\mu} p_{B\lambda}) + F_5 (q_\lambda (p_A + p_B)_\mu - q_\mu (p_A + p_B)_\lambda) \quad (7)$$

$(T_{ij}^{(2)})$  გამოსახულებაში დატოვებულია მხოლოდ ის წევრები, რომლებიც  $T_{ij}^{(1)}$ -ზე გამრავლების და აჯამების შემდეგ განსხვავებულია ნულისაგან  $F_i$  ფორმ ფაქტორები აღწერენ  $\gamma + A \rightarrow B + C$  წვეროს.  
თუ (6) და (7) შევიტანთ (5)-ში, მივიღებთ

$$|T_{ij}|^2 = \frac{1}{q^4} \sum T_i F_i \quad (8)$$

სადაც

$$\begin{aligned} T_0 &= 2f_0 q^2 + 2f_1 (k_a k_b); \\ T_1 &= f_0 q^2 p_A^2 + 2f_1 (p_A k_a) (p_A k_b); \\ T_2 &= f_0 q^2 p_B^2 + 2f_1 (p_B k_a) (p_B k_b); \\ T_3 &= f_0 q^2 (p_A p_B) + f_1 [(k_a p_A) (k_b p_B) + (k_b p_A) (k_a p_B)]; \\ T_4 &= 2f_2 [(p_A k_a) (p_B k_b) - (p_A k_b) (p_B k_a)] + 2f_3 \varepsilon_{\lambda\mu\nu} p_{A\lambda} p_{B\mu} k_{\nu} k_{\alpha}; \\ T_5 &= 2f_2 [(q k_a) (p_A + p_B, k_b) - (q k_b) (p_A + p_B, k_a)]. \end{aligned} \quad (9)$$

(9)-ში მიღებულია მხედველობაში, რომ, რადგან  $q = k_a - k_b$ ,  
 $\varepsilon_{\lambda\mu\nu} q_{\lambda} (p_A + p_B)_{\mu} k_{\alpha} k_{\nu} = 0$ .

თუ შემდგომ გამოთვლებს ჩავატარებთ  $B$  და  $C$  ნაწილაკების ცენტრ-  
მასის სისტემაში და გამოვიყენებთ ცვლადებს  $w^2 = (p_A + q)^2$ ,  $q^2$  და  $\chi = \cos\theta =$   
 $= \frac{\vec{p}_A \cdot \vec{p}_B}{|\vec{p}_A| |\vec{p}_B|}$  (მ გაფანტვის კუთხეა), მაშინ  $\vec{p}_A = -\vec{q} = \vec{k}_b - \vec{k}_a$ ,  $p_A^2 = w^2 - q^2$  და  
 $\varepsilon_{\lambda\mu\nu} p_{A\lambda} p_{B\mu} k_{\alpha} k_{\nu} = w (\vec{p}_B [\vec{k}_a \vec{k}_b])$ .

შევიტანოთ (3) ში გამოსახულება (8) და ჩავატაროთ ინტეგრება  $d\vec{p}_i$  და  
 $d|\vec{p}_B|$ -თი, მივიღებთ

$$d\sigma = \frac{N_a N_b N_A N_B N_C}{V (k \cdot p_A)^2 - M_a^2 M_A^2} \frac{1}{q^4} \sum_i T_i F_i (q^2, w^2, \chi) \frac{d^3 \vec{k}_b}{k_b^0} \frac{|\vec{p}_B|}{w} d\varphi d\chi \quad (10)$$

სადაც  $\varphi$  არის კუთხე  $(\vec{k}_a \cdot \vec{k}_b)$  და  $(\vec{p}_A \vec{p}_B)$  სიბრტყეებს შორის.  $\varphi$ -ცვლადისა-  
გან დამოკიდებულია მხოლოდ  $T_i$  სიდიდეები. ეს დამოკიდებულება მასში შე-  
დის  $(p_B k_a)$ ,  $(p_B k_b)$ ,  $(p_B k_a) (p_B k_b)$  და  $(\vec{p}_B [\vec{k}_a \vec{k}_b])$  სახით. ინტეგრება გვაძლევს

$$\begin{aligned} \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\vec{p}_B \vec{k}_b) d\varphi &= \chi \frac{|\vec{p}_B|}{|\vec{p}_A|} (\vec{p}_A \vec{k}_b); \\ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\vec{p}_B \vec{k}_a) d\varphi &= \chi \frac{|\vec{p}_B|}{|\vec{p}_A|} (\vec{p}_A \vec{k}_a); \\ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\vec{p}_B \vec{k}_b) (\vec{p}_B \vec{k}_a) d\varphi &= \chi^2 \frac{|\vec{p}_B|^2}{|\vec{p}_A|^2} (\vec{p}_A \vec{k}_a) (\vec{p}_A \vec{k}_b) + \\ &+ \frac{1}{2} \frac{|\vec{p}_B|^2}{|\vec{p}_A|^2} (1 - \chi^2) V [(p_A k_b - (\vec{p}_A \vec{k}_b)) [(p_A k_a - (\vec{p}_A \vec{k}_a))]; \\ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\vec{p}_B [\vec{k}_a \vec{k}_b]) d\varphi &= 0; \end{aligned} \quad (11)$$

აქედან  $\Pi_i = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} T_i d\varphi$  სიდიდეებისათვის გვექნება

$$\begin{aligned} \Pi_0 &= T_0; & \Pi_1 &= T_1; \\ \Pi_2 &= \frac{1}{2} (1 - \zeta^2) |\bar{p}_B|^2 T_0 + \frac{1}{w^2} \left[ \left( E_B + \frac{|\bar{p}_B|}{|\bar{p}_A|} q_0 \zeta \right)^2 + \frac{q^2}{2} \frac{|\bar{p}_B|^2}{|\bar{p}_A|^2} (1 - \zeta^2) \right] T_1; \\ \Pi_3 &= \frac{1}{w} \left( E_B + \frac{|\bar{p}_B|}{|\bar{p}_A|} q_0 \zeta \right) T_1; & \Pi_4 &= \left[ E_B - \zeta \frac{|\bar{p}_B|}{|\bar{p}_A|} E_A \right] T_2'; \\ \Pi_5 &= \left[ w + E_B + \zeta \frac{|\bar{p}_B|}{\bar{p}_A} q_0 \right] T_2', \end{aligned} \quad (12)$$

სიღაც  $T_2' = 2 f_2 [(p_A k) k'_0 - (p_A k') k_0]$ . (13)  
 თუ შემოვიყვანთ

$$\begin{aligned} u_0 &= F_0(q^2, w^2, \zeta) \frac{1}{2} (1 - \zeta^2) |\bar{p}_B|^2 F_2(q^2, w^2, \zeta); \\ u_1 &= F_1(q^2, w^2, \zeta) + \frac{1}{w^2} \left[ \left( E_B + \zeta \frac{|\bar{p}_B|}{|\bar{p}_A|} q_0 \right)^2 + \frac{q^2}{2} \frac{|\bar{p}_B|^2}{|\bar{p}_A|^2} (1 - \zeta^2) \right] F_2(q^2, w^2, \zeta) + \\ &+ \frac{1}{w} \left( E_B + \frac{|\bar{p}_B|}{|\bar{p}_A|} q_0 \zeta \right) F_3(q^2, w^2, \zeta); \\ u_2 &= \left( E_B - \frac{|\bar{p}_B|}{|\bar{p}_A|} E_A \zeta \right) F_4(q^2, w^2, \zeta) + \left( w + E_B + \zeta \frac{\bar{p}_B}{\bar{p}_A} q_0 \right) F_5(q^2, w^2, \zeta), \end{aligned} \quad (14)$$

სიდიდეებს, დიფერენციალური განივკვეთი მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$d\sigma = \frac{N_a N_b N_A N_B N_C}{V(k \cdot p_A)^2 - M_a^2 M_A^2} \frac{1}{q^4} \frac{|\bar{p}_B|}{w} \{u_0 T_0 + u_1 T_1 + u_2 T_2'\} \frac{d_3 k_b}{k_b^3} d\zeta, \quad (15)$$

$\zeta$ —ცვლადისაგან დამოკიდებულება იძლევა  $B$  ბირთვის (ან ნუკლონის) კუთხურ განაწილებას; თუ ჩვენ გვინტერესებს მხოლოდ  $b$  ნაწილაკის ენერგია და კუთხური განაწილება, მაშინ შეიძლება მოვახდინოთ ინტეგრება  $\zeta$ -ის მი-

მართ და შემოვიყვანოთ ახალი ფუნქციები  $v_i(q^2, w^2) = \int_{-1}^1 u_i(q^2, w^2, \zeta) d\zeta$ . დი-

ფერენციალური განივკვეთისათვის მაშინ საბოლოოდ გვექნება

$$d\sigma = \frac{N_a N_b N_A N_B N_C}{V(k \cdot p_A)^2 - M_a^2 M_A^2} \frac{1}{q^4} \frac{|\bar{p}_B|}{w} \{v_0 T_0 + v_1 T_1 + v_2 T_2'\} \frac{d_3 k_b}{k_b^3}, \quad (16)$$

$v_0, v_1, v_2$  სიდიდეები წარმოადგენენ ბირთვის (ან ნუკლონის) არადრეკად ფორმ-ფაქტორებს. ამრიგად, ზოგად შემთხვევაში  $a + A \rightarrow b + B + C$  პროცესის ასაწერად (თუ ეს პროცესი (1) დიაგრამის თანახმად მიმდინარეობს) აუცილებელია 3 ფორმ-ფაქტორის ცოდნა. იმ კერძო შემთხვევაში, როდესაც  $a \rightarrow b + \gamma$  წყვერო სიმეტრიულია  $k_a$  და  $k_b$  ოთხიმუღსების მიმართ, ე. ი. როცა (6)-ში  $f_2 = 0$  (და შესაბამისად  $T_2' = 0$ ) ვლებულობთ [2] შრომაში მიღებულ შედეგს, რომ პროცესის ასაწერად საკმარისია ორი  $v_0$  და  $v_1$

ფორმ-ფაქტორი. ამას აქვს ადგილი, მაგალითად, ბირთვის კულონურ ველში ნაწილაკების არადრეკადი გაფანტვის შესწავლისას.

როგორც ვნახეთ,  $v_0$ ,  $v_1$  და  $v_2$  სიდიდეები არ არიან დამოკიდებულნი  $a \rightarrow b + \gamma$  წვეროს სახეზე და უცვლელად შევლენ  $a + A \rightarrow b + B + C$  რეაქციის სრულ განივკვეთში ნებისმიერი  $a$  და  $b$  ნაწილაკებისათვის. ამრიგად, შესაძლებელი ხდება ამ ტიპის სხვადასხვა რეაქციების განივკვეთების ერთმანეთთან დაკავშირება.

განვიხილოთ, მაგალითად, ოთხი რეაქცია

$$e^- + A \rightarrow e^- + B + C$$

$$\mu^- + A \rightarrow e^- + B + C$$

$$\lambda + A \rightarrow \Sigma + B + C$$

$$\gamma + A \rightarrow \pi^0 + B + C$$

(17)

$\mu^\pm$  და  $q^\pm$  ცვლადების ერთი და იგივე მნიშვნელობებისათვის. აშკარაა, რომ  $v_0$ ,  $v_1$  და  $v_2$  ფორმ-ფაქტორები ცალსახად განისაზღვრება 3 რეაქციის განივკვეთის საშუალებით, ხოლო მეოთხე რეაქციის განივკვეთი იქნება ამ სამი განივკვეთის ცხადი ფუნქცია. ამრიგად ვღებულობთ დამოკიდებულებას ზემომოყვანილი ოთხი რეაქციის განივკვეთებს შორის.

ერთ ერთი  $a + A \rightarrow b + B + C$  ტიპის რეაქციის დეტალური ექსპერიმენტული შესწავლა საშუალებას იძლევა ამავე ტიპის სხვა რეაქციების განივკვეთები ცალსახად მივიღოთ. მართლაც,  $v_1(q^2, s^2)$  სიდიდეები შეიძლება განისაზღვროს ერთი რეაქტიდანაც. ამისათვის საკმარისია ჩატარდეს 3 გაზომვა  $\bar{k}_a$  და  $\bar{k}_b$  ისეთი მნიშვნელობისათვის, რომლებიც იძლევიან ერთსა და იმავე  $s^2$  და  $q^2$ .

ზემოთ მოყვანილი განხილვა შეიძლება ჩატარდეს, კერძოდ, ისეთი ელექტრომაგნიტური გადასვლებისათვის, რომლებსაც თან ახლავს ბირთვზე (ან ნუკლონზე) მეზონების ფოტოწარმოქმნა ან დეიტონის ფოტოდეზინტეგრაცია.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 2.3.1962)

ФИЗИКА

Н. Н. ЦИЛОСАНИ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ  
 (НЕУПРУГИЕ ФОРМ-ФАКТОРЫ)

Резюме

Рассмотрение электромагнитных переходов элементарных частиц в кулоновском поле ядра (нуклона) представляет значительный интерес при изучении свойств нестабильных частиц. При рассмотрении переходов элементарных частиц в поле ядра методом Вайнзекера-Вильямса или экви-

валентным ему квантовым методом, развитым Померанчуком и Шмушкевичем [1], не учитываются неупругие процессы, которые могут сопровождать электромагнитные переходы, тогда как такие неупругие процессы совершенно необходимо принимать во внимание даже при не очень высоких энергиях.

Метод изучения неупругих процессов посредством введения ядерных (нуклонных) форм-факторов был предложен Журденом [2]. Однако результаты, полученные им, справедливы только при изучении рассеяния частиц в кулоновском поле, когда не имеет места электромагнитный переход элементарных частиц, и несправедливы в общем случае.

В настоящей работе рассмотрены неупругие форм-факторы в общем случае, с учетом возможных электромагнитных переходов.

Показано, что для описания неупругого процесса  $a+A \rightarrow b+B+C$ , идущего через распадную вершину  $a \rightarrow b+\gamma$ , необходимо знание трех форм-факторов, которые не зависят от вида вершины  $a \rightarrow b+\gamma$ .

В том частном случае, когда вершина  $a \rightarrow b+\gamma$  симметрична относительно четырех импульсов частиц  $a$  и  $b$ , получаем результат работы [2].

Приведенное рассмотрение можно провести, в частности, для таких электромагнитных переходов, которые сопровождаются фоторождением мезонов на ядре (нуклоне) или фотодезинтеграцией дейтона.

#### ՋԱՅՄԳՅՈՅՄՆՈ ԿՆՆՈՎԱԾՆՆԵՐ—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. I. Ja. Pomeranchuk and I. M. Shmushkevich. On processes in the interaction of  $\gamma$ -quanta with unstable particles. Nuclear Physics, vol. 23, № 3, 1961.
2. M. Gourdin. Inelastic form factors. Nuovo Cimento, vol. 26, № 6, 1961.



О. И. МГЕБРЯН и З. А. ЧЕЛИДЗЕ

## ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 16.3.1962)

Изучение структуры и атомных движений в твердых телах при помощи измерений внутреннего трения представляет научный и практический интерес. Как известно, различного рода атомные перестройки в твердых телах являются источником внутреннего трения. Это открывает возможность приложения методов внутреннего трения к изучению структурных изменений в кристаллах. Особый интерес представляет исследование перераспределения примесных атомов в полупроводниках при наличии в них дислокаций.

В настоящей работе описывается предлагаемая нами установка для измерения внутреннего трения методом затухания свободных колебаний. Для измерения декремента затухания определяется время, за которое амплитуда уменьшается до определенной доли начальной амплитуды. Обычно это время регистрируется электрическими методами.

Однако существующие установки не позволяют измерить декремент затухания при резонансной частоте выше 10—15 кгц, что сильно ограничивает размеры образцов. Получение полупроводниковых образцов больших размеров связано с большими трудностями, поэтому измерительная аппаратура должна быть приспособлена к работе с маленькими образцами (длиной 2—5 см). Последнее приводит к необходимости работать в области ультразвука.

Предлагаемая установка позволяет работать при частотах порядка  $10^3$ — $10^5$  гц и проводить измерения декремента затухания при различных интервалах уменьшения амплитуды.

Возможность работы с маленькими образцами достигается применением в установке одноканального анализатора в сочетании с пересчетной схемой. Разрешающее время анализатора, равное 7 мкс, при длительности входных импульсов не более 3 мкс, дает возможность практически неограниченно уменьшить размеры образцов.

## Описание установки

Для крепления образцов и возбуждения в них продольных колебаний служит вакуумная камера (1) (рис. 1). На рисунке показана лишь одна половина камеры, так как другая симметрична ей.

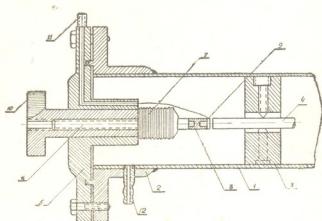


Рис. 1. Вакуумная камера для крепления образцов

Вакуумная камера представляет собой медную трубу, на концах которой приварены фланцы (2). Образец устанавливается в камере при помощи держателя (3)—полого цилиндра с тремя установочными винтами. Исследуемый образец (4) вставляется в держатель, и с двух сторон на него надеваются втулки, плотно пригнанные к держателю образца. Втулки вставляются для придания образцу строго горизонтального положения. После этого образец устанавливается точно посередине и зажимается установочными винтами. Держатель образца вставляется в вакуумную камеру, и к фланцам камеры через резиновые уплотнения привинчиваются головки (5). По оси головок перемещается микровинт, входящий в вакуумную камеру через сильфон (7). На конец микровинта насаживается цилиндрический изолятор (8) с диаметром, равным диаметру образца<sup>1</sup>, а к торцу изолятора крепится металлическая пластинка, являющаяся одной из обкладок конденсатора; второй обкладкой конденсатора служит торец образца. Вращением рукоятки (10) на один полный оборот микровинт перемещается по оси камеры на 0,1 мм. Перемещением микровинта достигается изменение зазора между обкладками конденсатора. К головкам камеры припаяны фишки (11), через которые производятся электрические соединения. Камера через патрубок (12) соединяется с вакуумной системой. На рис. 2 показана блок-схема установки.

Возбуждение колебаний в образце производится электростатическим способом, при котором возбуждаются колебания с малой амплитудой. На один конденсатор, служащий возбудителем колебаний, подается на-

<sup>1</sup> Образцы могут быть и прямоугольными.

пряжение от осциллятора. Другой конденсатор используется в емкостного микрофона. При совпадении собственной частоты продольных колебаний образца с частотой генератора наступает резонанс. Величину сигнала можно регулировать с помощью микровинтов (6) (рис. 1). Полученный сигнал усиливается и подается на формирующий каскад, который преобразовывает синусоидальный сигнал в импульсы длительностью до 3 микросекунд. Импульсы, поступающие с формирующего каскада, подаются на вход анализатора, выход которого соединен с пересчетной схемой.

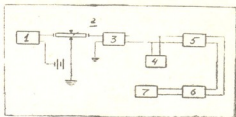


Рис. 2. Блок-схема установки: 1—осциллятор, 2—образец, 3—усилитель, 4—осциллограф, 5—формирующий каскад, 6—анализатор, 7—пересчетная схема (ПС—10000)

На рис. 3 показана разработанная нами схема одноканального анализатора, удовлетворяющего особенностям измерений логарифмического декремента затухания методом свободных колебаний.

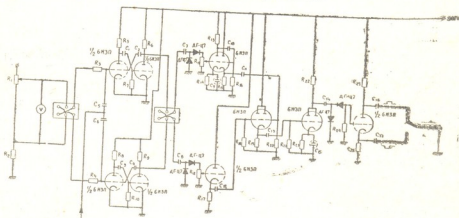


Рис. 3. Принципиальная схема анализатора

$R_1 \neq R_2 + R_3 \approx 51 \text{ к}\Omega$ ;  $R_5 = R_6 = R_8 = R_9 = 4,3 \text{ к}\Omega$ ;  $R_2 + R_4 = 51 \text{ к}\Omega$ ;  $R_7 = R_{10} = 51 \text{ к}\Omega$ ;  $R_{11} = R_{12} = R_{24} = 4,7 \text{ к}\Omega$ ;  $R_{13} = R_{22} = 15 \text{ к}\Omega$ ;  $R_{14} = R_{19} = R_{23} = 240 \text{ к}\Omega$ ;  $R_{15} = R_{17} = 1 \text{ к}\Omega$ ;  $R_{16} = R_{18} = R_{20} = R_{21} = 200 \text{ к}\Omega$ ;  $R_{25} = R_{26} = 510 \text{ }\Omega$ ;  $C_1 = C_2 = 1000 \text{ пФ}$ ;  $C_3 = C_4 = 24 \text{ пФ}$ ;  $C_9 = C_{15} = 5 \text{ }\mu\text{Ф}$ . Остальные конденсаторы по  $10^4 \text{ пФ}$ .

В качестве дискриминатора используется запертый мультивибратор, представляющий собой релаксационное реле с одним устойчивым состоянием. Нижний и верхний дискриминаторы собраны на двойных триодах 6Н3П.



Приложение релаксационного резе обеспечивает четкость дискриминации, что особо важно при этих измерениях.

Разрешающее время анализатора—7 мкс, что дает возможность проводить измерения при частотах порядка  $10^3$ — $10^5$  гц.

Максимальный разброс показаний пересчетной схемы при измерении декремента затухания на этой установке не превышает 1,5—2%.

Приложение анализатора и пересчетной схемы позволяет устранить недостатки, присущие установкам, основанным на электронно-счетном методе.

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило в редакцию 30.3.1962)

შინაბა

მ. მღებრიანი და ზ. ჯელიძე

შინაბანი ხახუნის გაზომვის იმპულსური  
მეთოდი

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში მოცემულია ულტრაბგერის მიღებადობის ლოგარითმული დეკრემენტის გაზომვის ახალი იმპულსური მეთოდი.

დანადგარი საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ ულტრაბგერის მიღებადობა მცირე ზომის კრისტალებში; სიხშირეთა ფართო დიაპაზონში ( $10^2$ — $10^5$  ჰერცი) და ამპლიტუდის შემცირების სხვადასხვა ინტერვალში.

მცირე ზომის ნიმუშების მიღებადობის დეკრემენტის გაზომვა მოცემულ დანადგარში განხორციელებულია ერთარხიანი ანალიზატორისა და გადამთვლელი სქემის გამოყენებით.

შრომაში მოცემულია ანალიზატორის პრინციპიალური სქემა, ბლოკ-სქემა და ვაკუუმური კამერის კონსტრუქცია. ვაკუუმური კამერა, რომელშიც მაგრდება ნიმუში, საშუალებას გვაძლევს გაზომვები ჩავატაროთ ვაკუუმში.

ბ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერების აკადემიის აკადემიკოსი) და  
შ. სიღამონიძე

### ბამოსხივების გავლენა ალუმინის ჟანგის ადსორბციულ და კატალიზურ თვისებებზე

დიდი ენერჯის გამოსხივება მყარი სხეულის ბუნებისაგან დამოკიდებუ-  
ლებით (ნახევარგამტარი, იზოლატორი, დიელექტრიკი) სხვადასხვანაირ გავლე-  
ნას ახდენს მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე. ასეთი ცვლილების გამომწვევი  
მიზეზები ძირითადად ერთნაირი ხასიათისაა: მყარ სხეულში ატომები ინაცვ-  
ლებენ თავისი საწყისი მდგომარეობიდან, კრისტალური მესრის კვანძებს შო-  
რის ჩნდება ახალი შეჭგუფებები, ვაკანტური ადგილები, სხვადასხვა ტიპის  
დეფექტები და ენერგეტიკულად „ჰომოგენური“ ზედაპირი პეტეროგენულად  
გარდაიქმნება: გამოსხივება იწვევს კრისტალის სტრუქტურულ ცვლილებებს.  
ფაზურ გარდაქმნებს, მესერების მოზაიკის ცვლილებას, მინარეგების გააქ-  
ტივებას. არანაკლებ საყურადღებოა გამოსხივებით აღძრული ე. წ. იონიზაციუ-  
რი ეფექტები (იონიზაცია, ელექტრონული ალგზნება, თავისუფალი რადიკალებ-  
ის წარმოქმნა და სხვა). დიდი ენერჯის გამოსხივებით ინიცირებული ეფექტე-  
ბი საგრძნობლად ცვლიან მყარი სხეულის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს.

გამოსხივების ასეთი მოქმედება პერსპექტიულია სხეულთა სასურველი,  
წინასწარგამიზნული ახალი თვისებების აღძვრის ან არსებული თვისებების შე-  
ცვლის თვალსაზრისით.

გამოსხივების გავლენით მყარი სხეულების თვისებების მრავალფეროვანი  
ცვლილებები ბუნებრივია გამოიწვევდა კატალიზის დარგში მომუშავე მეცნი-  
ერთა ინტერესს. ასეთი ხასიათის ერთ-ერთი პირველი შრომები შესრულდა  
აკად. ლ. პი ს ა რ ე ვ ს კ ი ს თაოსნობით [1, 2].

ასეთი ცვლილების გაფართოებას უკანასკნელ პერიოდში განსაკუთრებით  
შეუწყო ხელი დიდი ენერჯების ნაწილაკების ნაირფეროვანი წყაროების (რეა-  
ქტორების, სხვადასხვა ტიპის ამაჩქარებლების და სხვა) სიმრავლის ზრდამ.

#### ექსპერიმენტული ნაწილი

საკვლევი კატალიზატორის ნიმუში მივიღეთ [3] ალწერილი მეთოდით.  
სპექტრული ანალიზით დადგინდა, რომ კატალიზატორი პრაქტიკულად არ შეი-  
ცავს რკინის მინარევებს. ნიმუშის ერთი ნახევარი გახურებულ იქნა 140°C-მდე

(ალუმინის ჰიდროქსიდი)<sup>(1)</sup>, მეორე ნახევარი კი — 500°C-მდე ( $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). ნიმუშები გასხივებულ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის URT-200 რეაქტორზე თბური ნეიტრონების გამა-სხივების ნაკადით (გამა-სხივების დოზა  $2.10^7$ , რენტგენი 1 საათში). ალუმინის ჰიდროქსიდი სხივდებოდა 129 საათი ინტეგრალური დოზა 1,30;  $10^{18}$  ნეიტრონი—სმ<sup>2</sup>), ალუმინის ქანგი—100 საათი (ინტეგრალური დოზა 1,48;  $10^{18}$  ნეიტრონი—სმ<sup>2</sup>). გასხივება წარმოებდა 15—19°C ტემპერატურაზე. გასხივებული ნიმუშების თვისებების შესწავლა დაკვირვებით წყაროდან მოხსნის რთვი დღის შემდეგ.

კატალიზატორების კრისტალური მოდიფიკაციის შესწავლის მიზნით რენტგენოგრაფიულ კვლევებს ატარებდა ც. გეგაძე YPC-55 დანადგარზე (ექსპოზიცია სამი საათი, 12mA, 30—35KV, PKD-57,3 მმ; ნიმუშის სისქე 0,3—0,5 მმ). გაუსხივებელი ნიმუშები შესწავლილია CoK $\alpha$  და გასხივებული ნიმუშები CuK $\alpha$ .

კატალიზატორებზე წყლისა და ბენზოლის ადსორბცია შევისწავლეთ მაღალ ვაკუუმურ ადსორბციულ დანადგარზე მაკ-ბენისა და ბაკრის მიკროსასწორის გამოყენებით. სისტემაში მაღალი ვაკუუმის შექმნის შემდეგ ადსორბციულ მილებში მოთავსებული ნიმუშები ხურდებოდა 150°—170°C-მდე. იზოთერმების წერტილები ავთვისაღეთ 25±0,5°C ტემპერატურაზე. კატალიზატორის ხვედრითი ზედაპირი გამოვთვალეთ „ბეტ“-ის მეთოდით ბენზოლის მიმართ ( $\text{WC}_6\text{H}_6 = 46,4\text{A}^2$ ).

ალუმინის ქანგის, როგორც იზოპროპილის სპირტის მადეჰიდრატირებულ კატალიზატორის აქტივობა შევისწავლეთ ნაკადური მეთოდით. ცდის ტემპერატურა რეაქციის მიმდინარეობისას იცვლებოდა ±0,5C ფარგლებში. საბოლოო შედეგად ვიღებდით 6—7 ანათვიდან საშუალოს, დაყვანილს ნორმალურ წნევასა და ტემპერატურაზე (NTP).

### შ ე დ ე გ ე ბ ი ს გ ა ნ ხ ი ჯ ა

დიდი ენერგიების გამოსხივების გავლენით სხვადასხვა ნივთიერების ერთი მოდიფიკაციიდან მეორეში გადასვლის მაგალითები მრავლადაა ცნობილი. ალუმინის ჰიდროქსიდისა და ალუმინის ქანგის კრისტალურ მოდიფიკაციებზე ნეიტრონების გამოსხივების გავლენა არაა შესწავლილი.

ჩვენ მიერ ჩატარებული რენტგენოგრაფიული კვლევით დადგინდა, რომ თბური ნეიტრონებისა და გამოსხივების ნაკადის ზემოთ აღნიშნული დოზები არ მოქმედებენ მათ კრისტალურ მესერზე (უფრო ამომწურავ ცნობებს მოგვემდგა ელექტრონოგრაფია ჩქარ ელექტრონებზე. ამ მეთოდით ჩვენ შევძლებდით შეგვესწავლა მესერის ზედაპირული შრეები, რომლებიც, თავისი განსაკუთრებული მდგომარეობის გამო, მოსალოდნელია, რომ უფრო მგრძობი-

(<sup>1</sup>  $\beta$ - $\text{Al}(\text{OH})_3$  ბაიერიტი  $\gamma$ - $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ბოშიტი ნინარეფებით.

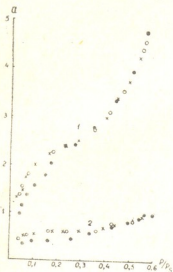
რეა გარეზემოქმედების მიმართ, სამწუხაროდ, ასეთი კვლევების ჩატარება ჯერ-ჯერობით არ მოხერხდა).

უქანასკნელ ხანებში მკვლევართა განსაკუთრებული ყურადღება მიექცია გამოსხივებით გამოწვეული იონიზაციური ეფექტების შესწავლამ ( $Al_2O_3$  კოროგორც იზოლატორში, იონიზაციური ეფექტები თამაშობენ ერთ-ერთ წამყვან როლს). დიდი ენერჯის გამოსხივება მყარ სხეულებში იწვევს დელოკალიზებული ელექტრონების ან სვრელების გაჩენას. ასეთი ელექტრონები ან სვრელები შეიძლება შეიბოქოს კრისტალური მესერის მიერ. კრისტალურ მესერში ჩაქედვით შეიძლება სტაბილობა გამოამყლავნონ გამოსხივების გავლენით წარმოშობილმა გაუწყვილებელ ელექტრონიანმა ატომებმა ან ატომთა ჯგუფებმაც. გამოსხივებით წარმოშობილი თავისუფალი რადიკალების ბუნებისა და ქცევის შესწავლამ ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის მეთოდით (ეპრ) შესაძლებელია მნიშვნელოვანი ცნობები შეგვძინოს კატალიზატორის ფიზიკურ-ქიმიური დახასიათებისათვის. კვლევის ამ ზაზე ერთადერთ მნიშვნელოვან დაბრკოლებას წარმოადგენს მაღალ ტემპერატურებზე ( $0^{\circ}C$  ზევით) თავისუფალი რადიკალების რეკომბინაცია. დიდი ენერჯიებით გასხივებული ალუმინის ქანვის და ალუმოსილიკატური კატალიზატორების ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის შესწავლამ [4,5] უჩვენა, რომ ამ კატალიზატორების ზეწმინდა სპექტრში ჩნდება ახალი, გამოსხივებით აღძრული სიგნალები. სპექტრის ეს ზეწმინდა ხაზები დაბალ ტემპერატურაზე წარმოადგენენ გამოკვეთილ პიკებს; ტემპერატურის გაზრდისას კი ( $0^{\circ}C$ -ზევით) ადგილი აქვს პიკების განრთხმას, უფრო სწორად — სავსებით გაქრობასაც კი. გასხივებათ გამოწვეული კატალიზური და ადსორბციული თვისებების ცვლილებებსა და ელექტრონულ პარამაგნიტურ სპექტრში ახალ, მახასიათებელ პიკებს შორის მსვავსი კორელაცია შენიშნული იყო სხვა კატალიზატორების შემთხვევაშიც.

გაუსხივებული და გასხივებული ალუმინის ჰიდრაქსიდის ნიმუშებზე წყლის ადსორბციის შესწავლისას გამოირკვა, რომ გასხივებული ნიმუშის ადსორბციის უნარიანობა  $P/PS = 0,32$  შეფარდებით წნევაზე გაზრდილია, წნევების უფრო მაღალ მნიშვნელობებზე კი იზოთერმები ერთმანეთს ემთხვევა (იხ. ნახ. 1). ადსორბციის ზრდას უფრო მკვეთრად გამოსახულს ხედვით გასხივებული ალუმინის ქანვის შემთხვევაში; ადსორბციის მატება ალუმინის ქანვისათვის გრძელდება,  $P/PS = 0,28$ -მდე. უფრო მაღალ წნევებზე ადგილი აქვს გასხივებული და გაუსხივებული ალუმინის ქანვის ნიმუშებზე წყლის ადსორბციის იზოთერმების ყველა წერტილის თანხვედნას. სხვადასხვა ენერჯიების გამოსხივების მოქმედება კატალიზატორების ადსორბციულ უნარიანობაზე აღწერილია [6, 7, 8] შრომებში. ადსორბციული უნარიანობის ცვლილების ერთ-ერთ ძირითად განმპირობებელ ფაქტორად დასახელებული ავტორები თვლიან გასხივების გავლენით ადსორბენტის ზედაპირის — OH-ჯგუფებით გაღარიბებას, დეჰიდრატაციას.

OH-ჯგუფებით გაღარიბებული ადსორბენტის ზედაპირის ჰიდროქსილური საფენის აღდგენა წყლის ადსორბციისას საკმაოდ დადასტურებული ფაქტია.

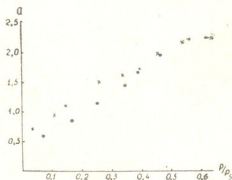
ჩვენ ჩავატარეთ წყლის განმეორებითი აღსორბტია ამავე ნიმუშებზე. წყლის განმეორებითი აღსორბტის იზოთერმები აღემატება პირველად ჩატარებული ცდებით მიღებულ იზოთერმებს. საგულევებელია, რომ დეჰიდრატირებული ზედაპირის აღდგენა აღსორბენტებმა მოასწარეს გასხივების შემდეგ ჰაერის არეში



ნახ. 1. 1 — ალუმინის ქანჯზე წყლის ორთქლის აღსორბტის იზოთერმი ( $a$  მმოლი/გ). 2 — ალუმინის ჰიდროქანჯზე წყლის ორთქლის აღსორბტის იზოთერმი ( $a$  მმოლი/გ).  $t=25^{\circ}\text{C}$ ; — გაუსხივებული ნიმუში;  $\circ$  — გასხივებული ნიმუში;  $\times$  — განცორბებული ცდის შედეგები

დაყოვნების პერიოდში. გასხივებული ალუმინის ქანჯისა და ჰიდროქანჯის ნიმუშებზე წყლის განმეორებითი აღსორბტის შედეგები გვაფიქრებინებს, რომ გაზრდილი აღსორბტული უნარიანობის წყარო ჩვენს შემთხვევაში სხვა ხასიათისაა.

ნახ. 2. ალუმინის ქანჯზე ბენზოლის ორთქლის აღსორბტის იზოთერმი ( $a$  მმოლი/გ).  $t=25^{\circ}\text{C}$ ; — გაუსხივებული ნიმუში;  $\times$  — გასხივებული ნიმუში



ამავე კატალიზატორების 29—30-საათიანი გამოქაჩვის და  $200^{\circ}\text{C}$ -მდე გახურების შემდეგ ალუმინის ქანჯის გაუსხივებულ და გასხივებულ ნიმუშებზე ჩავატარეთ ბენზოლის ორთქლის აღსორბტია (ნახ. 2). აღმოჩნდა, რომ ალუმინის ქანჯის გასხივებული ნიმუში ბენზოლის ორთქლის მიმართაც იჩენს აღსორბტის საგრძნობლად გაზრდილ უნარს. გასხივებულ და გაუსხივებულ ნიმუშებზე აღსორბტის იზოთერმების დამთხვევა მხოლოდ  $P/P_0 = 0,38-0,40$  იწყება.

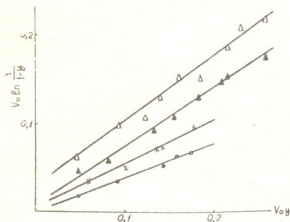


ალუმინის ქანგის გასხივებული და გაუსხივებელი ნიმუშების კუთრი მნიშვნელობები, გამოთვლილი ბენზოლის მიმართ „ბეტ“-ის მეთოდით ერთმანეთს ემთხვევა. რიგ შრომებში დადგინდა, რომ დიდი ენერგიის გამოსხივება საგრძნობლად მოქმედებს ადსორბენტის ზედაპირის მიკრორელიეფზე, იცვლება აქტივაციის ცენტრების ენერგეტიკული თვალსაზრისით განაწილების ხასიათი და ა. შ. ადსორბენტის ზედაპირის ენერგეტიკული თვალსაზრისით დახასიათების მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ „ბეტ“-ის თეორიის C კოეფიციენტი. აღნიშნული კოეფიციენტი საშუალებას იძლევა მიახლოებით დაეხასიათოთ ზედაპირის არაერთგვაროვნება და ვიმსჯელოთ მის ბუნებაზე. რამდენადაც იგი ერთგვარად დაკავშირებულია ადსორბციის სითბოს საშუალო მნიშვნელობასთან. გამოთვლების შედეგად აღმოჩნდა, რომ გასხივებული ალუმინის ქანგის C კოეფიციენტი ~3-ჯერ სჭარბობს გაუსხივებელი ნიმუშებისას. გასხივებული და გაუსხივებელი ნიმუშების არცერთ სხვა განხილულ დამახასიათებელ პარამეტრებში ასეთი მკვეთრი განსხვავება ჩვენ არ მიგვიღია.

ადსორბციული კვლევით მიღებული შედეგები გვაფიქრებინებს, რომ ადსორბენტის ზედაპირი გამოსხივების გავლენით განიცდის მნიშვნელოვან გარდაქმნებს: ზედაპირის გაზრდილი არაერთგვაროვნება, თავისუფალი რადიკალების სავარაუდო არსებობა ხელს უწყობს ადსორბციული თვისებების ზრდას. ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული ბუნების — ბენზოლისა და წყლის შთანთქმის უნარიანობის გაზრდა ერთხელ კიდევ მიუთითებს მასზე, რომ ადსორბენტის ზედაპირზე ადგილი აქვს თვისობრივად განსხვავებულ გარდაქმნათა მთელ გამას.

დიდი ენერგიების გამოსხივების კატალიზურ აქტივობაზე შემოქმედების სკაობა განსაკუთრებული სიჭრელით და ბუნდოვნებით გამოირჩევა. შედეგების ასეთ მრავალფეროვნებას ერთ-ერთ გამოწვევად მიზეზს წარმოადგენს კატალიზატორების სხვადასხვა ბუნება, გასხივების დოზების არასტანდარტულობა და სხვადასხვა ბუნების დიდი ენერგიის ნაწილაკების გამოყენება. შრომებში [4, 5, 10, 11] შემჩნეულია გამოსხივების გავლენით კატალიზური აქტივობის მკვეთრი ზრდა. მკვლევარები [9, 13], მიუთითებენ კატალიზური აქტივობის დაქვეითებაზე. კატალიზურ აქტივობაზე გამოსხივების დოზების გავლენისადმი მიძღვნილ შრომებში [11, 12] ნათლად არის დადგენილი, რომ კატალიზური აქტივობის გამოსხივებით გამოწვეული ცვლილების დადებითი ან უარყოფითი ხასიათი დოზების სიდიდის სიმბატურია; გამოსხივებით აღძრული კატალიზური აქტივობის ცვლილებაზე გარკვეულ დაღს ასვამს დიდი ენერგიის ნაწილაკების ბუნებაც. განსაკუთრებული შედეგებია მიღებული კატალიზატორის სელექტურ მოქმედებაზე გამოსხივების გავლენის კვლევის დროსაც [9]. დიდი ენერგიის ნაწილაკებით გასხივებულ მყარ სხეულში წარმოქმნილი ცვლილებები ძირითადად შექცევადი ხასიათისაა: გასხივებული მყარი სხეულები მალაღ ტემპერატურაზე უმეტესად იბრუნებენ თავის საწყის მდგომარეობას. მონაცემები კატალიზატორის აქტივობის გასხივებით გამოწვეული ცვლილებების ტემპერატურულ მდგომარეობაზე ურთიერთსაწინააღმდეგოა. შრომებში [5, 10] კატა-

ლიზური აქტივობის გასხივებით გამოწვეული ცვლილება ისპობა  $+20^{\circ}\text{C}$  შემდეგით [4];  $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$  პირობებში კი უცვლელია. ასევე განსხვავებული მონაცემებია მიღებული კატალიზური აქტივობის გასხივებით გამოწვეული ცვლილებების „სიციხლის ხანგრძლივობაზე“.



ნახ. 3. იზომეროპილის სპირტის დეჰიდრატაციის რეაქციის შედეგები ა. ფოსტის კოორდინატებში:  $\circ$  — გაუსხივებელი ალუმინის ქანგის ნიმუში ( $t = 250^{\circ}\text{C}$ );  $\times$  — გასხივებული ალუმინის ქანგის ნიმუში ( $250^{\circ}\text{C}$ );  $\blacktriangle$  — გაუსხივებელი ნიმუში ( $t = 295^{\circ}\text{C}$ );  $\triangle$  — გასხივებული ნიმუში ( $t = 295^{\circ}\text{C}$ )

ჩვენ მიერ შესწავლილია ალუმინის ქანგის ( $500^{\circ}\text{C}$ ) კატალიზური აქტივობა იზომეროპილის სპირტის დეჰიდრატაციის რეაქციაში.

ნახ. 3-ზე მოცემულია ა. ფოსტის კოორდინატებში წარმოდგენილი შედეგები. როგორც ჩანს, გასხივებული ალუმინის ქანგის კატალიზური აქტივობა საგრძნობლად სუარბობს გაუსხივებელი ნიმუშის აქტივობას (ცდის ორივე ტემპერატურისათვის). ეს ფაქტი მიგვიითებებს მასზე, რომ გამოსხივების ვაგლენით აღძრული ცვლილებები ერთგვრად მიმართულია კატალიზატორის ისეთი თვისებების გაძლიერებისაკენ, რომლებიც აპირობებენ კატალიზურ აქტივობას. კატალიზატორის ყველა სხვა დამახასიათებელი პარამეტრის პრაქტიკული უცვლელობის პირობებში (ხვედრითი ზედაპირი, ფაზური შედგენილობა). მოსალოდნელია, რომ კატალიზური აქტივობის გაზრდის ერთ-ერთ არანაკლებ მნიშვნელოვან, სავარაუდო მიზეზს წარმოადგენს კატალიზატორის ზედაპირის ბუნების ცვლილება — არაერთგვაროვნების ზრდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 პ. მელიქიშვილის სახელობის  
 ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.1.1963)

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР) и Ш. И. СИДАМОНИДZE

## ДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НА АДСОРБЦИОННЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИ АЛЮМИНИЯ

## Резюме

В последнее время изучение влияния облучения частицами высоких энергий на свойства адсорбентов и катализаторов привлекает большое внимание исследователей. В работе изучалось влияние  $\alpha$ ,  $\gamma$ -излучения на адсорбционные и каталитические свойства гидроокиси и окиси алюминия. Изотермы адсорбции паров бензола и воды показывают, что адсорбционная способность облученных образцов повышена по сравнению с необлученными. Увеличение каталитической активности замечено для окиси алюминия в реакции дегидратации изопропилового спирта.

Облучение интегральной дозой  $\left(\sigma = 1,48 \cdot 10^{18} \frac{\text{нейтронов}}{\text{см}^2}\right)$  не изменяет фазового состава гидроокиси и окиси алюминия (получены идентичные дбаграммы).

На основании резкого различия значений коэффициента  $S$  (энергетическая константа по «БЭТ») для облученных и необлученных образцов сделан вывод о том, что повышение адсорбционной и каталитической активности обусловлено изменением свойств поверхности катализатора.

## აღმწერებზე ლიტერატურა - ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Писаржевский, С. Чрелашвили, Г. Савченко. Действие рентгеновских лучей на катализатор во время его работы. Труды Тифлисского химического института, т. I, 1935.
2. Д. И. Эристави. Действие предварительного облучения рентгеновскими лучами на каталитическую активность платины при катализе раствора перекиси водорода. Труды Тбилисского химического ин-та, т. II, 1937.
3. Столли, Хэрсней, Тернер. Анг. пат. 815514, 24.60.59.
4. Г. М. Панченков, В. И. Яковлев, А. А. Козлов, Ю. М. Жоров и Д. А. Кузовкин. Активизация алюмосиликатного катализатора протонами и  $\gamma$ -лучами  $\text{CO}^{60}$ . Ж. физ. химии, т. 36, 1962, 1113.
5. Ю. А. Мищенко, Г. К. Боресков, В. Б. Казанский, Г. И. Парийский. Влияние ионизирующего излучения на каталитические и магнитные свойства двуокиси титана. Кинетика и катализ, т. II, 1961, 296.
6. М. М. Тагиева, В. Ф. Киселев. Исследование воздействия  $\gamma$ -излучения на свойства поверхности кремнезема. Ж. физ. химии, т. 35, 1961, 1381.
7. Викт. И. Спицын, Л. И. Землянова, И. Е. Михайленко, В. В. Громов и И. Е. Зимаков. Электронно-микроскопическое исследование влияния радиоактивного излучения твердых тел на структуру их поверхности. ДАН СССР, т. 139, 1961, 1163.
8. Ш. А. Абляев, С. Е. Ерматов, С. В. Стародубцев. Труды Ташкентской конференции по мирному использованию атомной энергии. АН Уз. ССР, 1961.

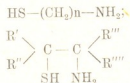
9. Т. В. Цецхладзе, Г. Ш. Калаидадзе. Действие  $\gamma$ -излучения на каталитическую активность окислов меди в реакции дегидрогенизации этилового спирта. Труды Института физики АН ГССР, т. 6, 1958, 61—64.
10. E. H. Taylor, H. W. Kohn. An Enhancement of Catalitic Activity by Gamma Radiation. J. Amer. Chem. Soc., v. 79, 1957, 252.
11. X. M. Миначев, М. А. Марков и Ю. С. Ходаков. Влияние  $\gamma$ -облучения на каталитическую активность платинированного алюмосиликата. Изв. АН СССР, О.Х.Н., 1961, 1227.
12. Викт. И. Спицын, Ион. Максим, Г. Н. Пирогова, И. Е. Михайленко и П. Н. Кодочигов. Влияние различных видов излучения на процесс каталитической дегидратации *n*-децилового спирта. ДАН СССР, т. 141, 1961, 1143.
13. Викт. И. Спицын, И. Е. Михайленко и Г. Н. Пирогова. Влияние ионизирующего излучения на каталитическую активность окиси алюминия в реакции дегидратации *n*-додeciлового спирта. ДАН СССР, т. 143, 1962, 1152.

Р. М. ЛАГИДЗЕ и Р. Н. АХВЛЕДИАНИ

СИНТЕЗЫ НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ТИОЛОВ И ИХ  
 АЦЕТИЛПРОИЗВОДНЫХ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 5.7.1962)

За последнее время некоторые моно- и дитиолы, меркаптоамины и их ацетилпроизводные приобрели практическое значение в качестве химических средств профилактики острой лучевой болезни, как противоядие по отношению к боевому отравляющему веществу люизиту, как реактиваторы холинэстеразы и регуляторы процессов биологического ацетилирования [1-3]. В связи с этим, как нам кажется, осуществление синтеза новых аналогов указанных соединений заслуживает серьезного внимания. С рассматриваемой точки зрения особый интерес представляют структурные аналоги димеркаптопропанола «БАЛ», меркаптоамины общей формулы



и их ацетилпроизводные. В качестве исходных продуктов для этих целей нами были предложены хлоропроизводные различных сложных эфиров многоатомных спиртов и  $\gamma$ -ацетиленовых гликолей. Впервые возможность получения таких хлороэфиров действием безводного хлористого алюминия непосредственно на пентаацетат  $\alpha$ , D-глюкозы была показана Хурдом и Боннером [3].

В дальнейшем А. Ф. Добрянский и А. П. Сиверцев аналогичным путем из продуктов взаимодействия безводного  $\text{AlCl}_3$  со сложными эфирами этиленгликоля, глицерина и пентаэритрита выделили соответствующие хлороэфиры:  $\beta$ -хлорэтилацетат, 1-хлор-2, 3-ацетоксипропан,  $\beta$ - $\gamma$ -дихлорпропилацетат.

Ранее одним из нас было показано, что при алкилировании ароматических углеводов сложными эфирами многоатомных спиртов и  $\gamma$ -ацетиленовых гликолей в определенных условиях в качестве промежуточных продуктов в значительных количествах образуются различные на-



сыщенные и диеновые хлороэфиры [4—6]. В настоящем предварительном сообщении мы приводим описание некоторых новых тиолов и их ацетилпроизводных, полученных из следующих хлороэфиров: 2,5-диметил-3-хлор-4-ацетоксигексадиен-2,4; 3-хлор-1-ацетоксибутана и 1-хлор-4-ацетоксибутана. Взаимодействием указанных хлороэфиров с гидросульфидом калия были впервые получены соответствующие тиоспирты и их ацетилпроизводные: 2,5-диметил-3-меркапто-4-ацетоксигексадиен-2,4; 3-меркапто-1-ацетоксибутан; 1-меркапто-4-ацетоксибутан; 2,5-диметил-3-ацетилтио-4-ацетоксигексадиен-2,4; 3-ацетилтио-1-ацетоксибутан; 1-ацетилтио-4-ацетоксибутан. Структурные формулы и основные показатели этих соединений приведены в таблице 1.

Все синтезированные нами тиолы и их ацетилпроизводные отличаются очень неприятным запахом и представляют собой легколетучие, подвижные жидкости.

В ближайшем будущем мы предполагаем с помощью указанных тиолов и их аналогов осуществить синтез соответствующих аминокеркаптанов.

Таблица 1

| №№<br>пп | Ф о р м у л а  | Т<br>кип.        | n <sub>D</sub> <sup>20</sup> | d <sub>4</sub> <sup>20</sup> | 5 %            |                |
|----------|--|------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
|          |  |                  |                              |                              | вычи-<br>слено | най-<br>дено   |
| 1        | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} - \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \quad \diagdown \\ \text{SH} \quad \quad \quad \text{OCOCH}_3 \end{array}$      | 68°<br>2 мм      | 1,4975                       | 1,0028                       | 16,00          | 15,73<br>15,49 |
| 2        | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \quad \quad \quad   \\ \text{OCOCH}_3 \quad \quad \text{SH} \end{array}$  | 48—49<br>2—3 мм  | 1,4800                       | 1,0729                       | 21,62          | 22,13          |
| 3        | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \quad \quad \quad   \\ \text{SH} \quad \quad \quad \text{OCOCH}_3 \end{array}$  | 52<br>2—3 мм     | 1,4825                       | 1,0572                       | 21,62          | 21,88<br>22,09 |
| 4        | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} - \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \quad \diagdown \\ \text{SCOCH}_3 \quad \quad \quad \text{OCOCH}_3 \end{array}$ | 60—61°<br>2—3 мм | 1,4725                       | —                            | —              | —              |
| 5        | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \quad \quad \quad   \\ \text{OCOCH}_3 \quad \quad \text{SCOCH}_3 \end{array}$   | 40—41°<br>2—3 мм | 1,4645                       | 1,0565                       | —              | —              |
| 6        | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\   \quad \quad \quad   \\ \text{SCOCH}_3 \quad \quad \quad \text{OCOCH}_3 \end{array}$   | 44—45°<br>2—3 мм | 1,4615                       | 1,0540                       | —              | —              |

## Экспериментальная часть

2,5-диметил-3-меркапто-4-ацетоксигексадиен-2,4. Исходный продукт 2,5-диметил-3-хлор-4-ацетоксигексадиен-2,4, т. к.  $52^\circ$  (2 мм),  $n_D^{20} = 1,4585$  (по литературным данным, т. к.  $64-66^\circ$  (2,5—3 мм), был получен ранее описанным путем [4]. В четырехгорлой круглодонной колбочке, снабженной механической мешалкой с ртутным затвором, обратным холодильником, термометром и трубкой для пропускания  $H_2S$  в охлаждаемый ледяной водой раствор 12 г (0,21 г/мол) KOH в 70 мл спирта, в течение 3 часов пропускалась струя сероводорода. К полученному таким путем раствору гидросульфида калия при постоянном перемешивании добавлено по каплям 10 г (0,049 г/мол) 2,5-диметил-3-хлор-4-ацетоксигексадиена-2,4. После этого температуру осторожно повышали до  $45-50^\circ$  и в этих условиях реакцию проводили в течение 5—6 часов. Реакционная смесь на второй день была отфильтрована, фильтрат выпарен до одной трети первоначального объема и вылит в 100 мл ледяной воды. Продукт реакции экстрагировался хлороформом и небольшими порциями эфира.

Полученный таким путем раствор после высушивания над обезвоженным  $Na_2SO_4$  и отгонки растворителя был тщательно расфракционирован. Фракция с т. к.  $68^\circ$  (2 мм),  $n_D^{20} = 1,4975$ ,  $d_4^{20} = 1,0028$  отвечает эмпирической формуле  $C_{10}H_{16}O_2S$  (выход—44,4% от теории).

Найдено % S—15,73;  $C_{10}H_{16}O_2S$ , вычислено % S—16,00.  
15,49

Омыление 2,5-диметил-3-меркапто-4-ацетоксигексадиена-2,4 дает следующую картину: 0,2238 г вещества: 2,07 мл 0,5 н. спиртового раствора KOH.  $C_{10}H_{16}O_2S$  вычислено 2,23 мл.

3-меркапто-1-ацетоксибутан. К спиртовому раствору свежеприготовленного гидросульфида калия добавлено по каплям 9 г (0,06 г/мол) 3-хлор-1-ацетоксибутана. Полученный нами исходный 3-хлор-1-ацетоксибутан имеет т. к.  $45^\circ$  (2—3 мм),  $n_D^{20} = 1,4505$ . Продолжительность реакции 5 часов, температура  $40-45^\circ$ . Обработкой продуктов реакции в обычных условиях удалось выделить фракцию с т. к.  $48-49^\circ$  (2—3 мм),  $n_D^{20} = 1,4800$ ;  $d_4^{20} = 1,0729$  (выход—46,2% от теории).

Найдено % S 22,13  $C_6H_{12}O_2S$ , вычислено % S 21,62  
22,26

Омыление 3-меркапто-1-ацетоксибутана. 0,1073 г вещества: 2,09 мл 0,5 н. спиртового раствора KOH.  $C_6H_{12}O_2S$  вычислено 2,3 мл.

1-меркапто-4-ацетоксибутан. При постоянном перемешивании к спиртовому раствору свежеприготовленного KSH добавлено 16 г (0,108 г/мол) 1-хлор-4-ацетоксибутана с т. к.  $47^\circ$  (2—3 мм),  $n_D^{20} = 1,433$ .



По литературным данным, т. к.  $187-190^\circ$ ,  $n_D^{20}-1,4313$ . Реакция проводилась при  $40^\circ$  в течение 5 часов. Выделенный нами продукт, т. к.  $52^\circ$  ( $2-3$  мм);  $n_D^{20}-1,4825$ ;  $d_4^{20}-1,0572$  (выход— $54,7\%$  от теории), хорошо отвечает эмпирической формуле  $C_6H_{12}O_2S$ .

Найдено % S 21,88  $C_6H_{12}O_2S$ , вычислено % S 21,62.  
22,09

Омыление 1-меркапто-4-ацетоксибутана. 0,1411 г вещества: 1,82 мл 0,5 н. спиртового раствора КОН.  $C_6H_{12}O_2S$  вычислено 1,9 мл.

2,5-диметил-3-ацетиладио-4-ацетоксигексадиен-2,4. В 50 мл круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, к 4 г ( $0,048$  г/мол) 2,5-диметил-3-меркапто-4-ацетоксигексадиена-2,4 добавлено 3,8 г ( $0,048$  г/мол) хлористого ацетила. Смесь подогревалась на водяной бане до  $45^\circ$  в течение 5 часов. Продукт реакции обработан обычным путем, растворитель и не вошедший в реакцию хлористый ацетил отогнаны и остаток многократно расфракционирован. Фракция с т. к.  $60-61^\circ$  ( $2-3$  мм),  $n_D^{20}-1,4725$  (выход— $59,9\%$  от теории) отвечает эмпирической формуле  $C_{12}H_{18}O_3S$ .

Омыление 2,5-диметил-3-ацетиладио-4-ацетоксигексадиена-2,4. 0,1824 г вещества: 1,62 мл 0,5 н. спиртового раствора КОН.  $C_{12}H_{18}O_3S$  вычислено 1,507 мл.

3-ацетиладио-1-ацетоксибутан. 5 г ( $0,029$  г/мол) 3-меркапто-1-ацетоксибутана в течение 5—6 часов нагревалось при  $40-45^\circ$  с 5,5 г ( $0,07$  г/мол) хлористого ацетила. Из продуктов реакции вышеописанным путем выделено чистое вещество с т. к.  $40-41^\circ$  ( $2-3$  мм),  $n_D^{20}-1,4645$ ,  $d_4^{20}-1,0555$  (выход— $64,5\%$  от теории).

Омыление 3-ацетиладио-1-ацетоксибутана. 0,2026 г вещества: 4,15 мл 0,5 н. спиртового раствора КОН.  $C_8H_{14}O_3S$  вычислено 4,3 мл.

1-ацетиладио-4-ацетоксибутан. В аналогичных условиях из 4,7 г ( $0,024$  г/мол) 1-меркапто-4-ацетоксибутана был получен 1-ацетиладио-4-ацетоксибутан. Продолжительность реакции—5 часов, температура— $40-45^\circ$ . Фракция с т. к.  $44-45^\circ$  ( $2-3$  мм),  $n_D^{20}-1,4615$ ,  $d_4^{20}-1,0540$  отвечает эмпирической формуле  $C_8H_{14}O_3S$  (выход— $57,7\%$  от теории).

Омыление 1-ацетиладио-4-ацетоксибутана. 0,2113 г вещества: 4,28 мл 0,5 н. спиртового раствора КОН.  $C_8H_{14}O_3S$  вычислено 4,46 мл.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт химии  
им. П. Г. Меликишвили  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 5.7.1962)



რ. ლალიძე და რ. ახვლედიანი

 ზოგირითი ახალი თიოლისა და აციტილწარმოებულთა  
 სინთეზის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

ზრომაში აღწერილია ზოგირითი ახალი თიოლისა და მისი აციტილწარმოებულების მიღება და თვისებები. გამოსავალ პროდუქტებად ჩვენ ავიღეთ მრავალატომიანი სპირტებისა და გამა-აციტილენური გლიკოლების რთული ეთერების ქლორწარმოებულები, რომლებიც ძირითადი შუალედური პროდუქტების სახით მნიშვნელოვანი რაოდენობით წარმოიქმნებიან არომატული ნახშირწყალბადების მრავალატომიანი სპირტებითა და გამა-აციტილენური გლიკოლების რთული ეთერებით ალკილირების პროცესში [4, 6].

აღნიშნული ქლოროეთერების ურთიერთქმედებით კალიუმის პიდროსულფიდთან ჩვენს მიერ პირველად მიღებულია შესაბამისი თიოსპირტები და მათი აციტილწარმოებულები: 2,5-დიმეთილ-3-მერკაპტო-4-აციტოქსიპექსადიენ-2,4, 3-მერკაპტო-1-აციტოქსიბუტანი, 1-მერკაპტო-4-აციტოქსიბუტანი, 2,5-დიმეთილ-3-აციტილთიო-4-აციტოქსიპექსადიენ-2,4, 3-აციტილთიო-1-აციტოქსიბუტანი, 1-აციტილთიო-4-აციტოქსიბუტანი. ამ ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები და ძირითადი მაჩვენებლები მოყვანილია 1 ცხრილში.

ნაჩვენებია, რომ ჩვენს მიერ სინთეზირებული ნივთიერებები წარმოადგენენ სტრუქტურულ ანალოგებს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებისა, როგორცაა: „ბალი“, ამინომერკაპტანები და სხვა. ზრომაში მითითებულია მათი გამოყენების შესაძლებლობანი.

## დადოებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Ю. Рачинский, А. С. Мозжухин, Н. М. Славачевская, Л. И. Танк. Химические средства профилактики острой лучевой болезни. Успехи химии, 28, 1959, 1489.
2. Т. А. Степанский. Оксимы как лечебные средства при отравлениях фосфорорганическими соединениями. Фармакология и токсикология, т. XXIV, 3, 1962, 357.
3. C. D. Hurd and W. A. Bonner. The reaction of tetracetylglucosyl chloride with aromatic hydrocarbons in the presence of aluminum chloride. J. Am. Soc., 67, 1945, 1664.
4. Р. М. Лагидзе и Н. Р. Лоладзе. Об алкилировании бензола диацетатом тетраметилбутидиола в присутствии безводного  $AlCl_3$ . Сообщения АН Грузинской ССР, т. XVI, № 8, 1955.
5. Р. М. Лагидзе. Реакции алкилирования и циклиалкилирования бензола  $\alpha$ ,  $\beta$ -ацетоксибутаном в присутствии безводного хлористого алюминия. Труды Института химии АН Грузинской ССР, т. X-B, 1950.
6. Н. К. Иремадзе и Р. М. Лагидзе. Реакция взаимодействия безводного хлористого алюминия с диацетатом 2,5-дифенилгексин-3-диола-2,5. Труды Института химии АН Грузинской ССР, т. XIV, 1958.

ბიომედიცინა

6. კვირბაძე

ზოგადი მიკროელემენტის შემწავლის საკითხისათვის  
ადამიანის სისხლში (ასაკისა და სქესის მიხედვით)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. წულუკიძემ 17.5.1962)

ცოცხალ ბუნებაში აღმოჩენილი ქიმიური ელემენტებიდან დაახლოებით 65 მიკროელემენტია. დამტკიცებულია, რომ მათი უმრავლესობა წარმოადგენს ცოცხალი უჯრედის აუცილებელ შემადგენელ ნაწილს და მონაწილეობს მრავალფეროვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციებში (ზრდა, გამრავლება, ძვლოვანი ქსოვილის წარმოქმნა, ქსოვილოვანი სუნთქვა, სისხლის წარმოქმნა და სხვა). მიკროელემენტების ფიზიოლოგიური აქტივობა, მიუხედავად მათი მცირე რაოდენობისა ორგანიზმში, ძირითადად იმით აიხსნება, რომ ისინი იღებენ მონაწილეობას ფერმენტების, ჰორმონებისა და ვიტამინების სტრუქტურის შექმნაში.

სრულიად ნათელია ისიც, რომ მიკროელემენტები ორგანიზმისათვის აუცილებელნი არიან ინდივიდუალური განვითარების ყველაზე ადრეული ეტაპებიდან, რასაც ადასტურებს მათი გამოვლენა ადამიანის ჩანასახოვანი ცხოვრების დასაწყის პერიოდებში.

ინტერესმოკლებული არაა ის ფაქტი, რომ მიკროელემენტების რაოდენობათა ცვლილებები დაკავშირებულია ორგანოთა და სხვადასხვა ქსოვილთა სპეციფიკურ ფუნქციებთან ონტოგენეზის სხვადასხვა ეტაპზე. აქედან გამომდინარე ვ. ლეონოვი [1] წერს: „ყოველი მიკროელემენტისათვის, მის ფუნქციასა და ორგანიზმის მოთხოვნილებასთან შესაბამისად, ინდივიდუალური განვითარების ცალკეულ ეტაპებზე ადგილი უნდა ჰქონდეს ე. წ. კრიტიკულ პერიოდს, როდესაც ორგანიზმში ვლინდება ჭარბი მოთხოვნილება ამა თუ იმ მიკროელემენტისადმი“. ამ თვალსაზრისით საინტერესოა მიკროელემენტების რაოდენობრივი შედგენილობის შესწავლა ასაკობრივ პერიოდში.

მიკროელემენტების ასაკობრივი ცვლილებების საკითხისადმი მიძღვნილი გამოკვლევები ადამიანის სისხლში ეხება ცალკეულ ელემენტებს და არცთუ ისე ხშირად გვხვდება.

ა. პავლოვა [1], სარატა და ლესნე [2] მიუთითებენ კობალტისა და სპილენძის რაოდენობის ცვლილებაზე ბავშვებისა და ემბრიონების სისხლში ასაკის მატებასთან დაკავშირებით.

ი. გულკომ [3], ა. პავლოვამ [4] ვერ გამოავლინეს მნიშვნელოვანი ასაკობრივი ცვლილებები დონორების სისხლში თუთიის, სპილენძის, მანგანუ-

მის, კადმიუმის, კობალტის და ნიკელის მიმართ (18-დან 40 წლამდე — 16 დონორი და 18-დან 45 წლის ზემოთ — 39 დონორი).

კიდევ უფრო ნაკლებად გვხვდება გამოკვლევები, მიძღვნილი მიკროელემენტების შემცველობის შესწავლისადმი ადამიანის სისხლში სქესის მიხედვით.

აღნიშნული შრომა შედეგია იმ გამოკვლევისა, რომელიც მიმართული იყო დონორთა სისხლში ზოგიერთი მიკროელემენტის ცვლილებების გამოსარკვევად ასაკის და სქესის მიხედვით. ამ მიზნით ემისიური სპექტრული ანალიზის მეთოდის საშუალებით ჩვენს მიერ შესწავლილია მანგანუმის, სილიციუმის, ტყვიის, სპილენძის, ვერცხლის, ტიტანის, ნიკელისა და თუთიის რაოდენობითი შემცველობა 60 დონორის მთლიან სისხლში 20-დან 80 წლამდე (30 ქალი და 30 მამაკაცი).

სისხლს ვიღებდით იდაყვის ვენიდან დროის ერთი და იგივე მონაკვეთში 10 მლ-ის რაოდენობით. მიგვეყავდა მუდმივ წონამდის, ვანაცრებდით მუფელის ღუმელში 400° ტემპერატურაზე. ცალკეული სინჯების ნაცარს და სტანდარტებს, განკუთვნილებს სისხლის სპექტროგრაფიისათვის, ვათავსებდით ნახშირის ელექტროდებში. სპექტრების ფოტოგრაფირებას ვაწარმოებდით სამი ეტალონის მეთოდით, სპექტოგრაფი HCH-28-ის საშუალებით.

1 ცხრილი ასახავს გამოსაკვლევი მიკროელემენტების შემცველობას დონორთა მთლიან სისხლში 100 გრ. ნაცარზე მგრ-ში გადაანგარიშებით ასაკის მიხედვით:

დონორები (30 ქალი და 30 მამაკაცი) ასაკის მიხედვით დავყავით სამ ჯგუფად: 20-დან 39 წლამდის — 21 დონორი; 40-დან 59 წლამდის—19 დონორი და 60-დან 79 წლამდის—20 დონორი. ციფრობრივი მასალის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად გამოვლინდა, რომ მანგანუმის და ტიტანის რაოდენობა ასაკის ზრდასთან დაკავშირებით თითქმის არ იცვლება; იგივე შეიძლება ითქვას ტყვიის, თუთიის და ნიკელის მიმართ. აღნიშნულ შემთხვევებში საშუალოთა სხვაობის დამაჯერებლობის (I) საიმედო აღბათობა (P) ასაკების შესადარებელ ჯგუფებს შორის 40%-ს არ აღემატება.

სილიციუმის კონცენტრაციის დაკლება 60 — 79 წლის დონორთა ჯგუფში არ ჩაითვლება არსებითად, ამ შემთხვევაში შეიძლება ლაპარაკი მხოლოდ ტენდენციისაზე დაკლებისაკენ (P ნაკლებია 95%-ზე).

ჩვენ მიერ დადგენილი სპილენძის კონცენტრაცია 60 — 79 წ. დონორთა ჯგუფში რამდენადმე აღემატება მისი შემცველობის მერყეობის საზღვრებს უფრო ახალგაზრდა ასაკის ჯგუფებში (20 — 39 და 40 — 59). მიუხედავად ამისა, აქ აღინიშნება მხოლოდ ტენდენცია სპილენძის რაოდენობის მატებისაკენ (P ნაკლებია 95 %-ზე).

ვერცხლის კონცენტრაციის მატება 60 — 79 წლის დონორთა ჯგუფში არსებით ხასიათს ატარებს (P მეტია 95%-ზე).

ტაბულა 1

მეორეული მატარებლის შეტყუების დროითა ხარისხი სისხლში 100 გ/ლ ნადავზე მეტ-ით (ასაკის მიხედვით)

| მეორეული მატარებლები | შეფარებულია     |                 |                 | შეფარებულია  |                                 |               | შეფარებულია                           |                                 |               |                              |                                 |               |                              |                                 |               |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|---------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|
|                      | 20 - 39 წ.      | 40 - 59 წ.      | 60 - 79 წ.      | 20 - 39 წ.   | 40 - 59 წ.                      | 60 - 79 წ.    | 20 - 39 წ.                            | 40 - 59 წ.                      | 60 - 79 წ.    |                              |                                 |               |                              |                                 |               |
|                      | $\bar{x} \pm m$ | $\bar{x} \pm m$ | $\bar{x} \pm m$ | საშუალო სივრცითი სივრცითი მატარებლის რაოდენობა (N) | საშუალო ალბათობა მატარებლის (P) | მ გამოკვლეული | საშუალო დასტ. 95% სიმკვრივის სივრცითი | საშუალო ალბათობა მატარებლის (P) | მ გამოკვლეული | საშუალო დასტ. 95% სიმკვრივის | საშუალო ალბათობა მატარებლის (P) | მ გამოკვლეული | საშუალო დასტ. 95% სიმკვრივის | საშუალო ალბათობა მატარებლის (P) | მ გამოკვლეული |
| მანქ.                | 4,05 ± 0,59     | 4,03 ± 0,60     | 4,10 ± 0,67     | 0,0  | —                               | 40            | 39,1                                  | 0,1                             | —             | 41                           | 41,6                            | 0,1           | —                            | 39                              | 38,9          |
| ტყვია                | 6,94 ± 0,94     | 5,55 ± 0,94     | 6,01 ± 0,72     | 0,5  | შეტვია 30%-ზე                   | 21            | 4,3                                   | 0,4                             | შეტვია 20%-ზე | 21                           | 4,3                             | 0,4           | შეტვია 30%-ზე                | 24                              | 23,5          |
| სოფლი                | 282,21 ± 54,57  | 275,54 ± 60,07  | 277,86 ± 56,50  | 0,1  | —                               | 49            | 39,8                                  | 0,6                             | შეტვია 50%-ზე | 41                           | 40,8                            | 0,7           | შეტვია 50%-ზე                | 39                              | 38,8          |
| სპილ                 | 22,78 ± 3,38    | 23,48 ± 2,71    | 30,51 ± 3,06    | 0,2  | შეტვია 10%-ზე                   | 40            | 39,8                                  | 1,7                             | შეტვია 90%-ზე | 41                           | 40,8                            | 1,7           | შეტვია 90%-ზე                | 39                              | 38,9          |
| ვერცხ.               | 0,20 ± 0,03     | 0,24 ± 0,04     | 0,41 ± 0,03     | 0,8  | შეტვია 50%-ზე                   | 40            | 40,0                                  | 4,7                             | შეტვია 99%-ზე | 41                           | 40,0                            | 3,2           | შეტვია 99%-ზე                | 39                              | 37,1          |
| თეთლი                | 108,67 ± 14,02  | 119,95 ± 18,23  | 104,81 ± 14,12  | 0,5  | შეტვია 30%-ზე                   | 39            | 35,7                                  | 0,2                             | შეტვია 10%-ზე | 40                           | 39,8                            | 0,7           | შეტვია 10%-ზე                | 36                              | 35,7          |
| ტიტანი               | 2,83 ± 0,44     | 2,82 ± 0,42     | 2,86 ± 0,41     | —  | —                               | 39            | —                                     | 0,1                             | —             | 41                           | 41,3                            | 0,1           | —                            | 38                              | 37,5          |
| ნიკელი               | 3,13 ± 0,52     | 2,74 ± 0,52     | 2,79 ± 0,59     | 0,5  | შეტვია 40%-ზე                   | 40            | 40,6                                  | 0,4                             | შეტვია 30%-ზე | 37                           | 36,3                            | 0,4           | —                            | 35                              | 35,0          |

დოქტორი კონსტანტინე ჯანაშია



შეკრულშეკრული შეკრულია დონორთა მილიან სისხლში 100 გრ. ნაცარზე შერ-თი (სქესის მიხედვით)

| შეკრულშეკრული | ქ ა ლ ე ბ ი  |              | მ ა მ ა კ ა ტ ე ბ ი |              | შეკრულშეკრულია მამაკაცთა და ქალების სისხლში შეკრულშეკრული |  |                   |                                   |
|---------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|---|--|-------------------|-----------------------------------|
|               | მამ          | ქალი         | მამ                 | ქალი         | საშუალო სისხლის დამაკრულშეკრული მარცხ. /                  | საშუალო სისხლის დამაკრულშეკრული მარჯვ. / | n გამოკრულშეკრული | n საკრულშეკრული 90% სისხლ-დონორთა |
|               |              |              |                     |              |   |  |                   |                                   |
| მამაკაცი      | 3,10±0,33    | 1,86±0,24    | 4,72±0,56           | 3,07±0,39    | 2,46  | შეკრულია 98%-ზე                          | 60                | 59,91                             |
| ქალი          | 6,08±0,65    | 2,51±0,46    | 6,11±0,72           | 3,11±0,50    | 0,05  | -  | 34                | 33,39                             |
| სილიცული      | 123,27±27,64 | 151,46±19,57 | 284,86±41,41        | 226,91±29,32 | 1,23  | შეკრულია 70%-ზე                          | 60                | 59,60                             |
| საბუნებრივი   | 24,05±2,42   | 13,24±1,71   | 27,11±2,70          | 14,80±1,91   | 0,84  | შეკრულია 90%-ზე                          | 60                | 59,51                             |
| ვერცხლი       | 0,26±0,04    | 0,21±0,03    | 0,30±0,02           | 0,14±0,02    | 0,87  | შეკრულია 60%-ზე                          | 60                | 60,20                             |
| თეთრი         | 93,12±6,77   | 35,84±4,79   | 127,94±15,11        | 79,94±10,68  | 2,11  | შეკრულია 95%-ზე                          | 56                | 56,50                             |
| ტოტალი        | 4,20±0,23    | 1,25±0,16    | 3,50±0,40           | 2,15±0,28    | 2,88  | შეკრულია 99%-ზე                          | 60                | 60,50                             |
| ნიკელი        | 1,24±0,35    | 1,94±0,25    | 3,66±0,48           | 2,17±0,34    | 2,41  | შეკრულია 98%-ზე                          | 60                | 55,31                             |

ს. ვატიანიძე

მე-2 ცხრილი ასახავს გამოსაკვლევი მიკროელემენტების შემცველობას დონორთა მთლიან სისხლში 100 გრ. ნაცარზე მგრ-ში გადაანგარიშებით, სქესის მიხედვით.

ციფრობრივი მასალის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად მკლავნდება, რომ ტყვიის რაოდენობა მამაკაცების სისხლში, ქალების სისხლთან შედარებით, თითქმის არ განიცდის ცვალებადობას. სილიციუმის, სპილენძის, ვერცხლის მიმართ მამაკაცების სისხლში ადგილი აქვს ტენდენციას მატებისაკენ (P ნაკლებია 95%-ზე), ხოლო მანგანუმის, თუთიის, ტიტანის და ნიკელის მატება არსებით ხასიათს ატარებს (P მეტია 95%-ზე).

ჩვენი დასკვნების სისწორეს ადასტურებს აგრეთვე ამონაკრების საჭირო მოცულობის მაჩვენებელი (n).

გამოკვლევულ ავადმყოფთა რაოდენობასთან შედარებით საჭირო n-ის სათანადო მნიშვნელობა უფლებას გვაძლევს გამოკვლეულ ავადმყოფთა რიცხვი საკმარისად ჩავთვალოთ შემდეგი დასკვნების გამოსატანად:

1. დონორთა მთლიან სისხლში ასაკის ზრდასთან დაკავშირებით აღინიშნება ვერცხლის კონცენტრაციის მატება. სილიციუმის რაოდენობის მიმართ აღინიშნება ტენდენცია დაკლებისაკენ, ხოლო სპილენძის მიმართ ტენდენცია მატებისაკენ.
2. დონორთა მთლიან სისხლში მანგანუმის, ტიტანის, ტყვიის, თუთიის, ნიკელის კონცენტრაცია ასაკთან დაკავშირებით ცვლილებას არ განიცდის.
3. მამაკაცთა სისხლში აღინიშნება მანგანუმის, თუთიის, ტიტანის და ნიკელის კონცენტრაციათა მატება; სილიციუმის, სპილენძის და ვერცხლის კონცენტრაციათა მიმართ აღინიშნება ტენდენცია მატებისაკენ.
4. ტყვია დონორთა მთლიან სისხლში სქესის მიხედვით ცვალებადობას არ განიცდის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 უროლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 17.5.1962)

БИОХИМИЯ

Н. А. КВИРИКАДЗЕ

## К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В СВЯЗИ С ПОЛОМ И ВОЗРАСТОМ

Резюме

Настоящая работа представляет результат исследований, направленных на выяснение содержания некоторых микроэлементов в крови человека в связи с возрастом и полом.

Методом эмиссионного спектрального анализа изучена концентрация марганца, кремния, меди, серебра, цинка, титана, никеля и свинца в цельной крови у 60 доноров от 20 до 80 лет (30 женщин и 30 мужчин).

На основании обработки цифрового материала методом вариационной статистики получены следующие результаты:

1. В цельной крови доноров с нарастанием возраста отмечается увеличение концентрации серебра (надежная вероятность  $P$  больше 95%), в концентрации кремния отмечается тенденция к уменьшению, а в концентрации меди — тенденция к увеличению ( $P$  меньше 95%).

2. В цельной крови доноров концентрация марганца, титана, свинца, цинка, никеля в связи с возрастом не меняется ( $P$  не превышает 40%).

3. В крови мужчин отмечаются повышение концентрации марганца, цинка, титана и никеля ( $P$  больше 95%) и тенденция к увеличению концентрации кремния, меди, серебра ( $P$  меньше 95%) по сравнению с кровью женщины.

4. Свинец в цельной крови доноров в связи с полом не меняется.

#### ՎԵՐԱՅԵՐՈՒՄԸ ԸՆԹՈՒԿՆԵՐՈՒՄԸ — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Леонюк. К вопросу о содержании микроэлементов в крови и органах человека. Весті академіі навук Беларускай ССР, № 1, 1956, 151.
2. С. Я. Капланский. Минеральный обмен. Медгиз, М.-А., 1938.
3. И. С. Гулько. Микроэлементы в организме человека. Содержание цинка, меди, марганца, кобальта, никеля, кадмия в крови и органах здоровых лиц. Сборник научных работ, т. XXIV, Минский гос. мед. институт, 1960, 267.
4. А. К. Паулава. Колькасць Нікелю у крыві донараў. Весті академіі навук Беларускай ССР, № 3, 1956, 83.

К. С. КУТАТЕЛАДЗЕ и И. И. ЧХИКВАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА НА ВЯЖУЩИЕ СВОЙСТВА МАЛОМАГНЕЗИАЛЬНОЙ МОЛОТОЙ НЕГАШЕНОЙ ИЗВЕСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ланди 5.11.1962)

Влияние температуры обжига на процессы диссоциации карбонатов кальция и образования кальциевых соединений изучалось многими исследователями.

В. Н. Юнг подчеркивает, что «при очень высоких температурах чистый известняк образует вещество с более высоким удельным весом вследствие происходящих при этом молекулярных перегруппировок; продукт обжига получается более плотным, но тем не менее он обладает высокими свойствами. Энергичное гашение сильно обожженной чистой извести наступает несколько позднее, чем у той же извести, полученной при более низкой температуре, но процесс гашения протекает полностью и до конца. Поэтому разница в свойствах продукта не получается» [1].

Влияние температуры обжига извести на прочность образцов, изготовленных на основе молотой негашеной извести, также изучалось многими исследователями. Было выявлено, что при повышении температуры обжига извести вследствие замедления скорости ее гашения прочность образцов значительно увеличивается [2].

Резкий режим обжига обеспечивает получение из карбонатов кальция и магния воздушных вяжущих с большими прочностными показателями, чем в условиях постепенного нагрева [3].

Разными экспериментами показано, что к процессам, обуславливающим гидратационное твердение молотой негашеной извести, относятся: кристаллизационное твердение при перекристаллизации гидрата окиси кальция, испарение свободной воды при высыхании и естественная карбонизация [4]. Однако надо учесть, что во время изготовления теста или раствора и формовки образцов на основе высокоактивной молотой негашеной извести происходит сильный нагрев известкового теста или раствора и энергичное парообразование, что вызывает разрушительные объемные деформации. Предотвратить это нежелательное явление можно одним из трех способов: быстрым и равномерным





стводом теплоты реакции; использованием для затворения герметизированных форм, не допускающих увеличения объема известковой суспензии; введением в известь или в воду (требуемой для затворения раствора) активных добавок, например, двуводного гипса, повышающего прочность изделий и устойчивость их против воздействия атмосферных агентов.

Введение в состав известкового вяжущего тонкодисперсной карбонатной породы положительно действует на удобообрабатываемость раствора и прочность изделий. Взаимодействием гидрата окиси кальция с карбонатом кальция возможно образование комплексного соединения типа  $\text{Ca}(\text{OH}) \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  [2].

Для получения удобообрабатываемого раствора при использовании известки высокотемпературного обжига требуется меньше воды, чем в случае применения известки низкотемпературного обжига. За счет уменьшения воды, требующейся для затворения раствора, повышается плотность изготовленных образцов, а вместе с тем увеличивается и их прочность [5].

При твердении молотой негашеной слабогидравлической и гидравлической известки к процессам твердения, кроме вышеназванных, относится также процесс гидратации силикатов, алюминатов и ферратов кальция.

При обжиге известки в условиях высокой температуры мы должны остерегаться возможности образования пережженной известки. Исследованиями А. В. Волженского и Б. Н. Виноградова было доказано, что «основной мерой борьбы с образованием пережога является исключение возможности появления расплава, т. е. переход на газовые топки, работающие на топливе с высоким содержанием летучих, либо на использование природного газа. В тех случаях, когда это по той или иной причине неосуществимо, следует использовать топливо с наиболее тугоплавкой зольной частью (минимальным содержанием окислов железа)» [6].

На основе вышенезложенного в состав масс, предназначенных для исследования, вводилась молотая карбонатная порода и двуводный гипс. В качестве известковых компонентов были применены известки, обожженные в силитовой печи при  $1000^\circ\text{C}$  и при  $1200^\circ\text{C}$ .

В таблице 1 приведены химические составы известняков, на основе которых были получены испытуемые известки.

Петрографическими исследованиями было установлено, что кремнезем в этих известняках распределен равномерно мельчайшими сферическими зернами величиной менее  $0,001$  мм. Следовательно, при обжиге этих известняков усвоение кремнезема окисью кальция возможно полностью [1]. Это дает право полностью полученное по валовому химическому анализу количество  $\text{SiO}_2$  ставить в формулу модуля основности.

Химический состав известняков

| Наименование известняка | Химический состав в % |          |                  |                                |                                |       |      |                 |
|-------------------------|-----------------------|----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|
|                         | Влажн.                | п. п. п. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>3</sub> |
| 1                       | 2                     | 3        | 4                | 5                              | 6                              | 7     | 8    | 9               |
| Цители-цкаройский       | 0,11                  | 43,00    | 0,83             | 0,17                           | 0,28                           | 55,0  | 0,36 | 0,25            |
| Сурамский               | 0,30                  | 41,47    | 3,43             | 1,10                           | 0,54                           | 52,11 | 0,45 | 0,60            |
| Дзевгский               | 0,47                  | 38,81    | 9,06             | 1,04                           | 0,56                           | 49,05 | 0,31 | 0,72            |

Следовательно, модуль основности цители-цкаройского известняка

$$\frac{55}{0,83 + 0,17 + 0,28} = 46,6;$$

$$\text{сурамского известняка} \quad \frac{52,11}{3,43 + 1,1 + 0,54} = 10,4;$$

$$\text{дзевгского} \quad \frac{49,05}{9,06 + 1,04 + 0,56} = 4,6;$$

то есть из цители-цкаройского известняка можно получить воздушную известь, из сурамского известняка — слабогидравлическую известь, а из дзевгского известняка — гидравлическую известь. По содержанию MgO они относятся к маломagneзиальной извести.

Физико-химическая характеристика извести

Таблица 2

| Наименование извести и температура ее обжига     | Содержание активных CaO + MgO в % | Температура гашения в °C | Время гашения в мин. | Объемный вес в г/см <sup>3</sup> | Тонкость помола                             |  |   |
|--|-----------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|---|--|---|
|  |                                   |                          |                      |                                  | остаток на сите 900 отв/см <sup>2</sup> в % | остаток на сите 4900 отв/см <sup>2</sup> в % | удельная поверхность в см <sup>2</sup> /г |
| Цители-цкаройская, обожженная при 1000°<br>1200° | 93                                | 104                      | 0,5                  | 1,80                             | 0   | —  | 7064                                      |
|  | 94                                | 93                       | 2,5                  | 1,88                             | 0   | 5  | 3754                                      |
| Сурамская, обожженная при 1000°<br>при 1200°     | 81                                | 103                      | 1                    | 1,51                             | 0   | 6  | 5871                                      |
|  | 88                                | 90                       | 3,5                  | 1,83                             | 0   | 6  | 3700                                      |
| Дзевгская, обожженная при 1000°<br>при 1200°     | 69,7                              | 70                       | 4,5                  | 1,37                             | 0   | 6  | 5311                                      |
|  | 65,7                              | 69                       | 5,5                  | 1,88                             | 0   | 6  | 4485                                      |



В таблице 2 приведена физико-химическая характеристика полученных нами известей.

Анализ этой таблицы показывает, что все разновидности извести, обожженной при низкой температуре, гасятся быстрее, чем те же извести, обожженные при высокой температуре. Объемный вес известей, обожженных при низкой температуре, меньше объемного веса известей, обожженных при высокой температуре.

При одинаковой степени измельчения удельная поверхность известей, обожженных при низкой температуре, гораздо больше удельной поверхности известей, обожженных при высокой температуре.

В таблице 3 показано влияние добавления двухводного гипса на температуру и время гашения извести. Если сравнить данные таблицы 3 с данными таблицы 2, то становится ясным, что при добавлении двухводного гипса (в количестве 5%) к извести заметно удлиняется время ее гашения, а температура гашения при этом уменьшается.

Таблица 3

Температура и время гашения извести при добавлении к ней 5% двухводного гипса

| Наименование извести | Температура гашения извести в °С |                       | Время гашения извести в мин. |                       |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
|                      | обожженной при 1000°С            | обожженной при 1200°С | обожженной при 1000°С        | обожженной при 1200°С |
| 1                    | 2                                | 3                     | 4                            | 5                     |
| Цители-цкаройская    | 98                               | 67                    | 1,5                          | 8,5                   |
| Сурамская            | 70,5                             | 51                    | 11                           | 29                    |
| Дзегвская            | 45                               | 41                    | 22,5                         | 24                    |

Результаты испытания образцов, изготовленных на основе этих известей, приведены в таблице 4.

В состав массы для изготовления образцов вводились 50% извести, 50% карбонатной породы (известняк или мрамор) и 5% двухводного гипса (от веса извести и карбоната). То есть состав применяемой нами массы соответствует составу карбонатной извести, но отличается более высокой активностью.

Таким образом, образцам, приведенным в графе 1 этой таблицы, соответствуют нижеперечисленные составы масс.

Образец 1 — 50% цители-цкаройской извести, обожженной при 1000°, 50% известняка, 5% гипса.

- Образец 2 — 50% цители-цкарройской извести, обожженной при 1000°, 50% известняка, 5% гипса.
- Образец 3 — 50% сурамской извести, обожженной при 1000°, 50% известняка, 5% гипса.
- Образец 4 — 50% сурамской извести, обожженной при 1200°, 50% известняка, 5% гипса.
- Образец 5 — 50% дзегвской извести, обожженной при 1000°, 50% известняка, 5% гипса.
- Образец 6 — 50% дзегвской извести, обожженной при 1200°, 50% известняка, 5% гипса.

Исследование производилось путем изготовления малых образцов 2 см×2 см×2 см. Замешивание раствора и формовка образцов заканчивались до начала экзотермического процесса. Твердение образцов производилось в естественных условиях. Образцы испытывались на сжатие через 2, 24, 48 часов и 6 суток после формовки. Часть образцов после 4-суточного естественного твердения подверглась гидротермальной обработке как при нормальном давлении пара (в течение 11 часов), так и в автоклавах под давлением пара 8 атм. в течение 8 часов.

Таблица 4

Физико-механические свойства образцов.

| Наименование применяемой извести и температура её обжига | Количество воды для затворения по отношению к извести в % | Прочность образцов на сжатие кг/см <sup>2</sup> |               |                |               |                             |                | Изменение веса образцов в % |                             |                |  |
|--|---|---|---------------|----------------|---------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|--|
|  |   | через 2 часа твердения                          | через 24 часа | через 48 часов | через 6 суток | после автоклавной обработки | после пропарки | после 6 суток               | после автоклавной обработки | после пропарки |  |
| Цители-цкарройская, обожженная при 1000°<br>1200°        | 136   | 28  |               |                |               |                             |                |                             |                             |                |  |
|  | 102   | 52  |               |                |               |                             |                |                             |                             |                |  |
| Сурамская, обожженная при 1000°<br>1200°                 | 88  | 18  | 40            | 50             | 81            | 62                          | 72             | - 17,1                      | + 21                        | + 0,15         |  |
|  | 75  | 76  | 94            | 140            | 178           | 152                         | 177            | - 10                        | + 13,7                      | + 0,32         |  |
| Дзегвская, обожженная при 1000°<br>1200°                 | 77  | 11  | 31            | 39             | 81            | 100                         | 101            | - 18,5                      | + 20,04                     | + 1,1          |  |
|  | 67  | 23  | 42            | 62             | 94            | 145                         | 117            | - 9,8                       | + 15,02                     | + 6            |  |

Отметка (+) обозначает увеличение веса, (-) — уменьшение веса.

Данные таблицы 4 показывают, что при применении извести высокотемпературного обжига для затворения смеси требуется меньшее количество воды, чем при использовании извести низкотемпературного

38. „Дзедзод“, 6. XX XI, № 3, 1963.



обжига. Уменьшение количества воды для затворения и снижение температуры экзотермического эффекта за счет использования извести, обожженной в условиях высокой температуры, обеспечивают увеличение плотности, что, со своей стороны, способствует повышению прочности образцов. Это хорошо видно из показателей прочности образцов после 2-часового и последующих 1-, 2- и 6-суточного твердения.

При твердении в естественных условиях наивысшей прочностью отличаются образцы, изготовленные на основе слабогидравлической извести, обожженной при высокой температуре. Это можно объяснить тем, что умеренно выделенное тепло при гидратации окиси кальция создает положительные условия для процессов твердения; например, ускоряет гидратацию силикатов, алюминатов и ферратов кальция, обеспечивает умеренное высыхание. Однако при твердении образцов  $2\text{ см} \times 2\text{ см} \times 2\text{ см}$ , изготовленных из массы, которая состоит из 50% извести, 50% известняка и 5% гипса, в зависимости от вида использованной извести выделяется разное количество тепла, что по-разному действует на процессы твердения. При применении воздушной извести наблюдается выделение большого количества тепла, что вызывает скачкообразное испарение воды. Последнему сопутствует уменьшение плотности и снижение прочности образцов. Во время использования слабогидравлической извести происходит выделение умеренного количества тепла, что создает благоприятные условия для ускорения процессов твердения. Ускоряется гидратация силикатов, алюминатов и ферратов кальция, происходит умеренное высыхание. Этим обеспечиваются быстрое твердение и получение максимальной прочности за короткое время. При применении гидравлической извести количество тепла, выделяемое при гидратации окиси кальция, явно недостаточно для ускорения вышеприведенных процессов твердения. Следовательно, образцы, изготовленные на основе этого вида извести в естественных условиях, твердеют медленно и имеют малую прочность. Это подтверждается и тем, что при гидротермальной обработке образцов (после предварительного 4-суточного твердения) нарастание прочности, по сравнению с прочностью их после 6-суточного естественного твердения, явно наблюдается только у образцов, изготовленных на основе гидравлической извести (см. таблицу 4).

Анализ показателей изменения веса образцов от испарения или же впитывания воды в зависимости от условий их твердения показывает, что в условиях естественного твердения наибольшее количество воды испаряется из образцов, изготовленных на основе извести, обожженной при низкой температуре. В условиях естественного хранения (на воздухе) после 6 суток как из образцов, изготовленных на основе слабогидравлической извести, так и из образцов, изготовленных на основе гидравлической извести (обожженных при одинаковой температуре),

испаряется почти одинаковое количество воды. Если при использовании слабогидравлической извести испарение воды ускоряет процесс твердения, то при применении гидравлической извести испарение такого же количества воды отрицательно действует на продолжение процессов твердения. Медленно идущая гидратация сравнительно большого количества силикатов, алюминатов и ферратов кальция из-за недостатка воды приостанавливается. Поэтому образцы, изготовленные на основе гидравлической извести, должны храниться во влажной среде. Образцы, изготовленные из этой извести, обожженной при высокой температуре, максимальную прочность набирают при автоклавной обработке, при этом наблюдается впитывание большого количества воды.

Таким образом, при изготовлении малых образцов из всех разновидностей маломagneзиальной извести максимального использования положительных свойств гидратационного твердения в естественных условиях можно достигнуть при применении негашеной молотой маломagneзиальной слабогидравлической извести, обожженной в условиях высокой температуры.

Регулирование умеренного выделения тепла и полезное использование его зависит также от расхода извести на единицу объема и от общего объема изготавливаемого образца.

Чем больше количество расходуемой на единицу объема образца извести и чем больше общий объем образца, тем больше опасность выделения большого количества тепла, вызывающего вредные последствия. Так как результаты наших исследований получены на основе изготовления малых образцов, то совершенно ясно, что ими можно пользоваться только при изготовлении малогабаритных изделий.

На основе этих экспериментов была разработана технология изготовления коврово-мозаичных облицовочных плиток, которые могут быть использованы для облицовки внутренней и наружной части здания [7].

На опытном заводе НИИ промстройматериалов и силикатов СХУ ГССР организовано опытное производство коврово-мозаичных облицовочных плиток по этой технологии.

Институт промышленных стройматериалов  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 15.11.1962)

გეოგრაფია

ფ. ტაბიძე

ამტყელის ტბის მიდამოების გეომორფოლოგიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. დავითაიამ 6.3.1962)

ამტყელის ტბა მდებარეობს აფხაზეთის ასსრ სოხუმის რაიონში. ტბის მიდამოების გეოგრაფიული თავისებურებების დახასიათებას კ. მგელაძემ მიუძღვნა შრომა [1]. შრომაში ავტორი აღნიშნავს, რომ ამტყელის ტბის უკიდურეს სამხრეთ ნაწილში განვითარებულია კლდეზვავი, რომელიც თავისი ჩრდილო ფერდობით აგუბებს მდ. ამტყელს და ქმნის ამტყელის ტბას; ტბიდან ხდება წყლის ჩაქონვა კლდეზვავში, ეს წყალი გაედინება მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის ფსკერზე და გამოედინება კლდეზვავის მეორე, სამხ. ფერდობის ძირში მდ. ცივწყალის სახელწოდებით.

მომდევნო შრომაში [2] კ. მგელაძე იცავს პირველ შრომაში გამოთქმულ შეხედულებას და წყლის სხვადასხვა დროს ხარკების გაზომვაზე დაყრდნობით ამყარებს კავშირს საკვლევი ტერიტორიის სამ მნიშვნელოვან ჰიდროლოგიურ ობიექტს შორის — ამტყელის ტბას, მდ. ცივწყალსა და მდ. კოდორს შორის, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ მხარის ჰიდროგრაფიის გარკვევის საქმეში.

სხვა სპეციალური შრომა ამტყელის ტბის მიდამოების გეოგრაფიული თავისებურებების შესახებ არ არსებობს; იმ ავტორებიდან, რომლებიც თავიანთ შრომებში ეხებიან საკვლევ ტერიტორიას, პირველ რიგში უნდა დავასახელოთ ლ. მარუაშვილი, რომელიც [3] ამტყელის ტბას უწოდებს ყველაზე ახალგაზრდა ტბას საქართველოში, ხოლო მდ. ამტყელის 7 კილომეტრის სიგრძის მიწისქვეშა ხეობის კალაპოტს, სოფ. ამტყელიდან მდ. კოდორამდე — ყველაზე უგრძეს მიწისქვეშა კალაპოტს ამიერკავკასიაში.

ამტყელის ტბის მიდამოებში ჩვენი კვლევით დადგენილია ორი კლდეზვავის არსებობა, ნაცვლად ერთისა, რომელიც აღწერილია კ. მგელაძის შრომაში „ამტყელის ტბა და მისი მიდამოები“. პირველი კლდეზვავი თავისი ჩრდილო ფერდობით უშუალოდ აგუბებს მდ. ამტყელს და წარმოშობს ამტყელის ტბას, ხოლო მეორე მდებარეობს მისგან სამხრეთ-დასავლეთით, ერთი კილომეტრის დაშორებით. მისი სამხრეთი ფერდობის ძირში სათავეს იღებს მდ. ცივწყალი. ორივე კლდეზვავი წარმოშობილია მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის აღმოსავლური ფერდობის თხემური ნაწილის კირქვიანი ქარაფის ჩამოქცევით. პირველი კლდეზვავის წარმოშობის კერა მდებარეობს მთა სხა-

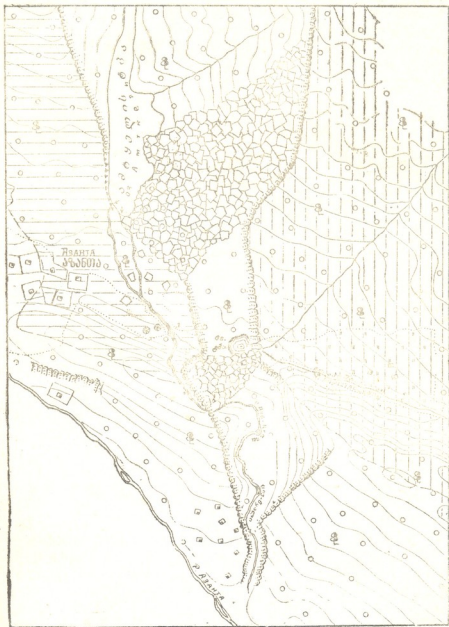
პაის მახლობლად, ხოლო მეორე კლდეზავის წარმოშობის კერაა მდ. აბუშტახევის ჩანჩქერის (რომელზედაც ქვემოთ გვექნება საუბარი) ოდნავ დასავლეთით — იქ, სადაც გზა სოფელ ამტყელიდან კლდეზავზე გადადის სოფ. აბუშტისაკენ. ორივე ადგილზე კირქვის მაღალ ქარაფებს აშკარად ემჩნევა დიდი ზომის ვერტიკალური ნაპრალები, რომლებიც გვაფიქრებინებენ, რომ მიწისძვრის შემთხვევაში დასახლებული კლდეზავების წარმოშობის კერებს კვლავ მოსწყდება კირქვის უზარმაზარი ბლოკები და ჩამოხვავდება ხეობაში, რომელიც ორივე ადგილზე მთლიანად არის ამოვსებული კირქვების ლოდებით (პირველი კლდეზავის მიდამოებში კირქვის ლოდები გადასცდენია დასავლური ფერდობის თხემს დასავლეთით და მოფანტულია სოფ. აზანთის მიდამოებში (იხ. ამტყელის ტბის მიდამოების რუკა, რომელზედაც სოფელ აზანთის სამხრეთით ნაჩვენებია კირქვის ცალკეული ლოდები). დასახლებული კლდეზავები შედგება კირქვის ლოდებისაგან და ერთნაირი მორფოლოგიური სახე აქვთ, განსხვავებით, რომ პირველი კლდეზავი თავისი ზომით აღემატება მეორეს. მას ახასიათებს შედარებით დამრეცი ფერდობები, მაშინ როდესაც მეორე კლდეზავის ფერდობების დახრილობა  $45 - 50^\circ$  აღწევს. კ. მეგლაძის შრომაში [2] კლდეზავების წარმოშობა, ადგილობრივი მოსახლეობის გადმოცემის საფუძველზე [6], 1891 წლით არის დათარიღებული. დასახლებული კლდეზავების სიახლეზე ლაპარაკობს თუნდაც ის ფაქტი, რომ სამხრული ექსპოზიციის ფერდობებზე კირქვების ლოდები, რომლებსაც არ გააჩნდათ მცენარეული საფარი (ვარდა პირველი კლდეზავის უკიდურესი დასავლური ნაწილისა), მოკლებულია გამოფიტვის ქერქს, ხოლო ის წვრილი ნაპრალები, რომლებიც სერავს მათ ზედაპირს, არ შეიძლება ჩაითვალოს  $50 - 70$  წელზე ხანდაზმულად.

დასახლებულ ორ კლდეზავს შორის სოფ. აზანთის სამხრეთით დაახლოებით ერთი კილომეტრის სიგრძის მქონე მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის ფრაგმენტი მდებარეობს, რომელიც ჩრდილოეთიდან და სამხრეთიდან ჩაკეტილია კლდეზავებით (მდ. ამტყელის ხეობის ჭრილზე, რომელიც თან ერთვის წინამდებარე შრომას, ხეობის დასახლებული ფრაგმენტი ნაჩვენებია დანომრილ კლდეზავებს შორის). დასახლებული ხეობის ფრაგმენტის აღმოსავლური და დასავლური ფერდობები წარმოშობენ  $180 - 200$  მ-ის სიმაღლის კირქვიან ქარაფებს, რაც საკმაოდ განიერ და ბრტყელ ფსკერთან ერთად მას კანიონისებურ სახეს აძლევს.

ხეობის ბრტყელი ფსკერი ტყით არის დაფარული და მშრალია, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ აღმოსავლურ ფერდობზე არსებულ პატარა ჩანჩქერს, რომელსაც ქმნის მდ. აბუშტასხევი (ამტყელის ტბის მიდამოების რუკაზე მდ. აბუშტასხევის წყალშემკრები აუზი დაშტრიხულია ჰორიზონტული ხაზებით) და რომლის მიერ მთელი წლის მანძილზე ჩამოტანილი წყალი ხეობის სამხრეთულ ნაწილში ტბად გუბდება.

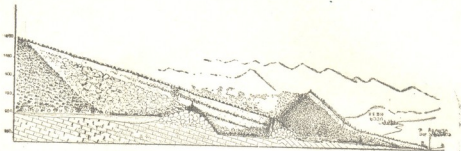
მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის ფრაგმენტს ერთობლივად აქვს უზარმაზარი ბუნებრივი ორმოს სახე. იგი ამტყელის ტბის მიდამოების ბუნების მნიშვნელოვან მორფოლოგიურ ერთეულს წარმოადგენს.





სურ. 1. ამტყელის ტბის მიდამოების სქემა

ამტყელის ტბის მიდამოებში ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ორი კლდეზავის და მათ შორის მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის ფრაგმენტის არსებობის გამორკვევის შემდეგ საჭირო ხდება დადგენილ იქნეს გზა ამტყელის ტბის წყლისა მდ. ცივწყალის სათავემდე, რომელიც, ცხადია, კლდეზავის ფსკერზე არ მიედინება (ასეთ შემთხვევაში კლდეზავებს შორის მოქცეული მდ. ამტყელის მკვდარი ხეობის შესწავლილი მონაკვეთი მშრალი არ უნდა იყოს).



სურ. 2. მდ. ამტყელის ხეობის გასწვრივი კრილი ამტყელის ტბიდან მდ. ახანთამდე

დასმული საკითხის გადაჭრისათვის საკვლევ რაიონში ავტორის ყურადღება მიიქცია შემდეგმა ფაქტებმა.

1. ამტყელის ტბა (რომლის სქემა თან ერთვის წინამდებარე სტატიას) წყალს კარგავს დასავლური ფერდობის ორ ადგილას (რუკაზე წყლის შთანთქმის ადგილები ისრებით არის აღნიშნული), ისინი კარგად შეიმჩნევა ტბის წყლის დონის მინიმუმის დროს. ერთი მათგანი მდებარეობს უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში და ის აღწერილი აქვს კ. მგელაძეს თავის შრომაში „ამტყელის ტბა და მისი მიდამოები“, ხოლო მეორე მდებარეობს პირველის ჩრდ-ლოეთით 20 — 30 მეტრის დაშორებით, წყლის ქვეშ (ამ ადგილზე ისმის კლდოვან ნაპირში წყლის შთანთქმით გამოწვეული ხმაური და წყლის ზედაპირს ემჩნევა წრიული მოძრაობა).

2. მდ. ცივწყალი სათავეს იღებს აგრეთვე ხეობის დასავლური ფერდობისა და კლდეზავების შეხების ზოლში.

3. დასახელებულ პუნქტებს (ამტყელის ტბის წყლის შთანთქმის ადგილებსა და მდ. ცივწყალის სათავეს) შორის სოფელ ახანთის სამხრეთით მდებარეობს რამდენიმე კარსტული ძაბრი, რომლებშიც ჩაედინება ამ რაიონში მოსული ატმოსფერული ნალექების ნაწილი. ამტყელის ტბის მიდამოების რუკაზე ვერტიკალური შტრიხებით ნაჩვენებია ის ტერიტორიები, სადაც მოსული ატმოსფერული ნალექები ჩაედინება ზემოთ დასახელებულ ძაბრებში, ხოლო გაზაფხულზე, როდესაც ტბის დონე მაქსიმუმს აღწევს, წყალი ძაბრებიდან ზედაპირზე გადმოედინება და ნაკადულის სახით ჩაედინება მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის ფრაგმენტში, რომელიც ზემოთ დავახასიათეთ.

აღწერილი მოვლენა შეიძლება ავხსნათ ამ რაიონში მიწისქვეშა გვირაბის ან ხვრელის არსებობით, რომელიც ატარებს ამტყელის ტბის წყალს მდ.

ცივწყალის სათავეებამდე; გაზაფხულზე, როდესაც ტბაში წყლის დონე მაქსიმუმს აღწევს, მიწისქვეშა კალაპოტი მთლიანად ივსება წყლით და ნაწილი წყლისა ტბიდან წნევის გამო დასახელებული ძაბრებით ზედაპირზე გადმოედინება.



სურ. 3. ამტყელის ტბის ბაიომეტრიული სქემა

გამოთქმული შეხედულება ამტყელის ტბისა და მდ. ცივწყალის შემაერთებელი მიწისქვეშა ზვრელის მდებარეობის შესახებ ტბის დასავლეთით კირქვების მასივში კიდევ უფრო დასაბუთებული გასდება, თუ გავიხსენებთ ამტყელის ტბაში წყლის შთანქმის ადგილებისა და მდ. ცივწყალის სათავის დასავლეთურ მდებარეობას მშრალ ხეობასთან შედარებით.

ამტყელის ტბის მიდამოების სქემაზე ტბისა და მდ. ცივწყალის სათავის შემაერთებელი მიწისქვეშა კალაპოტის სავარაუდო მდებარეობა აღნიშნულია დაშტრისული ხაზით.

ამტყელის ტბის მიდამოების ზემოაღწერილი თანამედროვე გეომორფოლოგიური სურათის წარმოშობის ისტორია შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ.

1891 წლამდე თანამედროვე ამტყელის ტბის მიდამოებში არ არსებობდა არც ზემოთ დასახელებული კლდეზვაევი და არც ამტყელის ტბა. მდ. ამტყელი, რომელიც სათავეს იღებს ჩხალთის ქედის თხემურ ნაწილთან, შედიოდა რა კირქვების გავრცელების ზოლში, ცვლიდა მხოლოდ ხეობის მორფოლოგიურ სახეს. ბაიოსის პორფირიტულ წყებასა და გრანიტული ინტრუზიების გავრცელების ზოლში ხეობას ჰქონდა V-ებური სახე (ამჟამადაც ასეა), ხოლო თანამედროვე ამტყელის ტბის მიდამოებში იგი კანიონისებურ სახეს იღებდა (რაც დასტურდება კლდეზვაევის შორის არსებული ხეობის ფრაგმენტისა და მდ. ციფწყალის ხეობის თანამედროვე მორფოლოგიური სახით).

1891 წელს აღნიშნულ რაიონში აღვილი ჰქონდა მიწისძვრებს, რის გამოც მდ. ამტყელის ყოფილი ხეობის აღმოსავლეთი ფერდობის კირქვებით აგებულ თხემურ ნაწილს მწ. სხაპაქისა და სოფ. აპუშტის მიდამოებში მოსწყდა კირქვების უზარმაზარი ბლოკები, რომლებმაც მდ. ამტყელის ხეობა ამოავსო ორ ადგილში და წარმოიშვა ორი კლდეზვაევი. მათგან პირველმა შეაგუბა მდ. ამტყელი და წარმოიშვა ამტყელის ტბა, ხოლო მეორემ სამხრეთიდან ჩაეკეტა კლდეზვაევის შორის მოქცეული ხეობის მონაკვეთი. დასახელებული მიწისძვრის შედეგებს ვხვდებით აგრეთვე მეზობელ რაიონებშიც (მდ. ჭამპალას ხეობაში, სოფ. გეორგიევსკოეს მიდამოებში, ხეობის მარცხენა ფერდობზე).

ამტყელის ტბის წარმოშობის შემდეგ ტბის წყალმა კირქვებით აგებულ დასავლეთ ფერდობში გამოიმუშავა მიწისქვეშა კალაპოტი (ფერდობის ამ ნაწილში მანამდე არსებული მიწისქვეშა ხერელების გარდაქმნით), რომელიც ამჟამად წარმოადგენს ტბის წყლის გადენის ერთადერთ გზას, ურომლისოდაც ტბა საკვლევ ტერიტორიაზე მეტ ფართობს დაიკავებდა (განსაკუთრებით გაზაფხულზე) და საქმე გვექნებოდა ორ ტბასთან, რომლებიც გაზაფხულზე გაერთიანდებოდნენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოჰყვია 6.3.1961)

ГЕОГРАФИЯ

Д. Д. ТАБИДЗЕ

## О ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОКРЕСТНОСТЕЙ оз. АМТКЕЛИ

Резюме

В Сухумском районе Абхазской АССР, в окрестностях с. Азанта находится оз. Амткели.

Формирование современного ландшафта окрестностей оз. Амткели (Сухумский район) можно представить в следующем виде. До 1891 года в районе нынешнего оз. Амткели не существовало ни известняковых обвалов, замыкающих фрагмент древней долины р. Амткели, ни Ам-



И. Д. ГАМКРЕЛИДZE  
(академик Академии Наук ГССР)

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕКТЕНИКЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА (В ПРЕДЕЛАХ СВАНЕТИИ)

Геологическим институтом АН ГССР совместно с Грузинским геологическим управлением в 1961—1962 годах проводились детальные геологические исследования Большого Кавказа в пределах Верхней Рачи и Сванетии.

При этом лично нам пришлось сосредоточить свою работу в полосе соприкосновения антиклинория Главного хребта Б. Кавказа со складчатой системой Южного склона Б. Кавказа, граница между которыми представлена крупным разломом, известным в литературе под названием «главного надвига» кристаллического ядра Б. Кавказа.

По прежним представлениям [1, 2], этот разлом является направленным с севера на юг надвигом, причем горизонтальное перемещение кристаллического ядра достигает местами 15—20 км. Позднее было высказано мнение [3, 4], что «главный надвиг» представляет собой сочетание трех нарушений надвигового характера.

Проведенные нами исследования привели к выявлению очень сложной системы продольных и поперечных разломов и позволили по-новому осветить вопрос тектонического строения антиклинория Главного Кавказского хребта.

Исследованный район охватывает северную часть складчатой системы Южного склона и южную часть антиклинория Главного хребта. Складчатая система Южного склона сложена осадками верхнего палеозоя и триаса (дизская серия), глинистыми сланцами и песчаниками нижней и средней юры и карбонатными отложениями флиша верхней юры, а в структурном отношении представляет собой сложную, опрокинутую на юг синклиналь.

Антиклинорий Главного хребта сложен кристаллическими сланцами нижнего палеозоя, гранитоидами палеозоя, метаморфизованными продуктусовыми глинистыми сланцами, песчаниками и конгломератами карбона (квишская свита) и трансгрессивно перекрывающими эти образования глинистыми сланцами лейаса.

Как было отмечено выше, полоса соприкосновения названных геотектонических единиц Большого Кавказа характеризуется наличием

сложной системы продольных и поперечных глубинных разломов различного характера.

Здесь установлены три крупных продольных разлома. Самый южный из них, названный нами Утвирским, проходит в районе Утвирского перевала в северном крутоставленном крыле крупной Дизской антиклинали. Взаимоотношения кристаллических сланцев с лейасскими глинистыми сланцами в этом крыле Дизской антиклинали, прослеживающиеся на несколько километров к западу и востоку от Утвирского перевала, доказывают не надвиговый, а взбросовый характер нарушения, обладающего довольно крутым, более  $60^\circ$ , углом падения и вертикальной амплитудой перемещения в несколько километров.

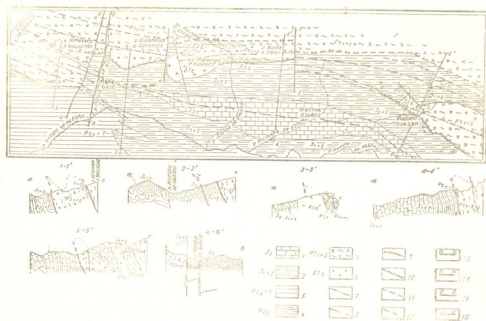


Рис. 1. Тектоническая схема центральной части Большого Кавказа (в пределах Сванетии); 1 — верхняя юра; 2 — нижняя и средняя юра; 3 — верхний палеозой-триас (дизская серия); 4 — верхний палеозой (карбон); 5 — нижний и средний палеозой; 6 — гранитоиды третичные; 7 — оси антиклиналей; 8 — оси синклинналей. Продольные разломы: 9 — Утвирский; 10 — Ушбинский; 11 — Квиши-Твиберский; 12 — Накринский. Поперечные разломы: 13 — Штавлерско-Эльбрусский; 14 — Накринский; 15 — Ладевалский; 16 — Ушбинский.

К востоку от Утвирского перевала взброс прослеживается до ущелья р. Накра. Здесь он резко обрывается поперечным разломом и далее на востоке в глинистых сланцах лейаса уже не прослеживается.

В северном приподнятом крыле разлома, на южном склоне горы Штавлер обнажается узкая полоса глинистых сланцев лейаса, которые

в южной своей части трансгрессивно перекрывают палеозойские кристаллические породы Главного хребта, а с севера на них надвинуты кристаллические сланцы и гранитоиды.

Такое соотношение блоков Утвирского взброса указывает на очень сложную и длительную историю его развития. Согласно залегание лейасовых отложений к югу от взброса на отложениях дизъюнктивной серии и трансгрессивное перекрывание ими к северу от него кристаллических пород Главного хребта указывает на обнаженность перед лейасом кристаллического ядра и на непрерывное опускание и накопление геосинклинальных осадков большой мощности в области, располагавшейся южнее взброса. Одновременно с этим, начиная с лейаса и до верхнего мела включительно, очевидным является общее опускание обоих блоков, а затем новое их поднятие.

Таким образом, устанавливаются два крупных этапа развития Утвирского взброса—герцинский и альпийский.

Второй — Ушбинский продольный разлом проходит в северном крыле синклинали верхнеюрского карбонатного флиша, представляющем собой в то же время южное крыло Ушба-Тетнульдской антиклинали. Этот разлом наиболее четко выражен в ущельях рек Цанери, Твибери и Долра и на южных склонах гор Ушба и Цалгмили, где наблюдается надвигание кристаллических пород (в основном кристаллических сланцев) Ушбинско-Тетнульдской антиклинали на лейасовые отложения опрокинутой на юг синклинали карбонатного флиша.

Предыдущие исследователи [1, 2, 5] Ушбинский надвиг и Утвирский взброс считали разными частями одного и того же нарушения, что, однако, не соответствует действительности. Эти разломы расположены в разных частях флишевой (Местия-Тианетской) зоны складчатой системы Южного склона Большого Кавказа и характеризуются резко отличной тектонической природой и историей развития.

Третий — Квиши-Твиберский разлом хорошо фиксируется в районе урочища Квиши, в ущельях р.р. Чалаати и Местия-чала, в верховьях р. Твибери. В названных районах имеются разобщенные участки одной крупной синклинали, самый западный останец которой сохранился в долине р. Долра на участке урочища Квиши. Здесь, в правых притоках р. Долра хорошо выражена погружающаяся на запад синклинальная складка, сложенная в мульде и южном крыле глинистыми сланцами и базальными образованиями лейаса и метаморфизованными глинистыми сланцами, песчаниками и конгломератами карбона, которые совершенно отсутствуют в северном крыле складки, причем кристаллические сланцы этого крыла непосредственно прилегают к лейасовым отложениям осевой части синклинали. В восточном направлении, по левобережью р. Долра до ущелья р. Чалаати, линия





надвига проводится вдоль милонитовой зоны, установленной Ш. И. Джавахишвили в кристаллических сланцах.

Квиши-Твиберский надвиг по своей природе и происхождению также является нарушением, связанным со складчатостью. И в этом случае угол падения надвига не менее  $60^\circ$ .

Кроме описанных разломов, на южном склоне горы Штавлер проходит еще один продольный разлом — Накринский надвиг, установленный на основании налегания кристаллических сланцев и гранитоидов горы Штавлер на глинистые сланцы лейаса; по непосредственным замерам угол падения надвига составляет в среднем  $60^\circ$ . В восточном направлении Накринский надвиг пересекается Штавлерско-Эльбрусским разломом, а еще восточнее, по левобережью р. Накры, его продолжением можно считать надвиг, проходящий вдоль северного контакта верхнеюрских флишевых отложений со среднеюрскими глинистыми сланцами. На этом отрезке карбонатные отложения северного крыла синклинали полностью срезаны надвигом.

Тектонически полоса глинистых сланцев южного склона горы Штавлер, по всей вероятности, является западным продолжением синклинали верхнеюрского карбонатного флиша. Эти участки одной и той же крупной синклинали в настоящее время разобщены крупным Штавлерско-Эльбрусским поперечным разломом. Отсутствие карбонатных и среднеюрских отложений на южном склоне горы Штавлер является следствием его поднятия и их размыва.

В пределах Верхней Сванетии, в интервале Штавлер-Тетпульд установлены четыре поперечных разлома субмеридионального простирания. Самым крупным из них является отмеченный выше Штавлерско-Эльбрусский разлом, установленный нами на основании непосредственного примыкания по простиранию глинистых сланцев лейаса ущелья Накры в западном направлении к кристаллическим породам вершины Штавлер. Вертикальная амплитуда этого разлома, по видимому, превышает 5 км. Приподнятым является западное крыло.

Сочетание Штавлерско-Эльбрусского меридионального разлома с Утвирским и Ушбинским продольными разломами создавало полное впечатление наличия здесь пологого надвига с горизонтальным перемещением кристаллического ядра на 15—20 км. Поэтому ранее мы [1, 3], а также Е. Е. Милановский [2] этот участок надвига ошибочно считали тектоническим покровом.

В северном направлении линия Штавлерско-Эльбрусского меридионального разлома проходит через вершину Эльбрус, а еще севернее он намечается в зоне Передового хребта. Все это дает нам основание отнести его к числу крупных разломов Кавказа. С ним также должно быть связано излияние лав Эльбрусского вулкана.



Южное положение Штавлерско-Эльбрусского сброса в однородных отложениях лейаса и дизской серии проследить трудно.

Второй поперечный — Накринский разлом устанавливается на основании прослеживания карбонатных флишевых отложений верхней юры, выходы которых по простиранию внезапно обрываются в ущелье р. Накра. Это явление раньше также не находило объяснения; отложения флиша по простиранию совершенно произвольно продолжались на запад под Штавлерским «тектоническим покровом». Примечательно то, что на правом склоне р. Накры отсутствуют и среднеюрские глинисто-песчанистые отложения, которые полной мощностью выходят восточнее этого ущелья. Таким образом, наличие здесь поперечного сброса с вертикальной амплитудой около 3,5 км не может вызывать сомнений. Штавлерско-Эльбрусский и Накринский поперечные разломы, по-видимому, представляют собой одну общую крупную зону поперечного нарушения.

Третий — Ладевалский меридиональный разлом, который проходит недалеко от горы Ладевал, хорошо устанавливается на основании примыкания лейасовых и нижнекарбонатовых отложений Квишской синклинали и Ушбинско-Тетнульдской антиклинали в западном направлении к кристаллическим породам, слагающим гору Ладевал и вершину Цалгмили. И в этом случае приподнятым является западное крыло нарушения. Вертикальная амплитуда Ладевалского разлома измеряется несколькими километрами. Северное и южное продолжение разлома пока не исследовано.

Четвертый — Ушбинский меридиональный разлом хорошо устанавливается восточнее вершины Ушба на основании непосредственного примыкания по простиранию лейасовых глинистых сланцев Квишской синклинали и Ушба-Тетнульдской антиклинали к кристаллическим сланцам и гранитоидам окрестностей Ушбы. Сопоставление приподнятого западного крыла с восточным позволяет оценить вертикальную амплитуду Ушбинского разлома примерно в 3 км.

В отличие от других меридиональных разломов Ушбинский разлом характеризуется и большим горизонтальным смещением (см. схему).

#### Общие выводы

Установление наличия вышеописанных продольных и поперечных разломов вместе с другими геологическими данными позволяет сделать некоторые общие выводы.



1. Все разломы по своему характеру и природе относятся к типу глубинных разломов, имеющих непосредственный выход на поверхность.

2. Поперечные разломы приурочены к наиболее высокоприподнятой центральной части Б. Кавказа, что следует считать вполне закономерным. Их сочетание с продольными разломами обуславливает гетерогенное строение кристаллического ядра Главного хребта.

3. Естественной границей антиклинория Главного хребта Б. Кавказа со складчатой системой Южного склона служит линия, совпадающая с Утвирским, Штавлерским и Ушбинским разломами. Исходя из этого, Ушбинско-Тетнульдская антиклиналь и Квишская синклинали оказываются составными структурными элементами антиклинория Главного хребта.

4. Установление поперечных разломов и наличие полосы выходов лейкасовых сланцев на южном склоне горы Штавлер позволяют увязать между собой ряд складчатых структур; в частности, восточным продолжением Ушбинско-Тетнульдской антиклинали следует считать выходы кристаллического субстрата в пределах Верхней Рачи и Дарьяльского массива, а восточным продолжением Квишской синклинали — Згидскую сложную синклинали. Аналогичным образом западным продолжением Квишской синклинали будет служить Домбай-Ульгенская сложная синклинали, а Местия-Тианетский флишевый трог увяжется с западным флишевым бассейном Б. Кавказа.

5. Расширенная и высокоприподнятая область кристаллического ядра Б. Кавказа представляет собой сложное сооружение, объединяющее выходы кристаллического субстрата трех зон: антиклинория Главного хребта, Казбекско-Лагодехской и Местия-Тианетской.

6. Из всех этих разломов наиболее древним является Утвирский взброс, который зародился в верхнем палеозое и в дальнейшем неоднократно активизировался. Образование других продольных разломов тесно связано с интенсивной складчатостью Б. Кавказа, вызванной в основном третичными орогенетическими фазами. Возникновение и развитие поперечных разломов связано с постпалеогеновыми тектоническими движениями, которые одновременно обусловили оживление существующих продольных разломов и общее воздымание всего Большого Кавказа.

პ. გამყრამიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ახალი მონაცემები კავკასიონის ცენტრალური ნაწილის  
ტიპტონიკის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

აღრე კავკასიონის მთავარი ქედის ანტიკლინორიუმს მისი სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემიდან გამოჰყოფდენ ე. წ. „მთავარი შეტოცების“ ხაზით.

ახალი კვლევების შედეგად, რომლებიც ჩატარდა 1961 და 1962 წლებში, აქ გამოვლინებულ იქნა ძლიერ რთული სისტემა გასწვრივი და გარდნგარდმო რღვევებისა. კერძოდ, დადგენილ იქნა სამი გასწვრივი რღვევა (უთვირის შესხლეტვა, უშბისა და კვიპი-ტივიბერის შეტოცებები) და 4 გარდნგარდმო რღვევა (მთავლერ-იალბუზისა, ნაკრისა, ლადევალისა და უშბისა).

კავკასიონის მთავარი ქედის ანტიკლინორიუმის საზღვრად სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემასთან, ახალი მონაცემების საფუძველზე უნდა დაიდოს ის რთული ხაზი, რომელიც გაივლის უთვირის, მთავლერ-იალბუზისა და უშბის რღვევებზე.

აქედან გამომდინარე, კავკასიონის ყველაზე უფრო მაღლა აზევებული და ვაფართოებული კრისტალური გულის ნაწილი რთული პეტეროგენური ბუნების ნაგებობას წარმოადგენს.

ასაკობრივად ყველაზე ძველი უთვირის შესხლეტვაა, რომლის განვითარებაში რამდენიმე ეტაპი გაირჩევა — ზედა პალეოზოური, მეზოზოური და უფრო ახალი. სხვა გასწვრივი რღვევების ჩასახვა და განვითარება მკიდროდ არის დაკავშირებული კავკასიონის ინტენსიურ დანაოჭებასთან.

გარდნგარდმო რღვევების წარმოშობა ბუნებრივად უკავშირდება პოსტ-პალეოგენურ ტექტონიკურ მოძრაობებს, რომლებმაც ასევე გამოიწვიეს გასწვრივი რღვევების განახლება და მთელი კავკასიონის გრანდიოზული აზევება.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. Д. Гамкрелидзе. Основные черты тектонического строения Грузии. Труды Геол. ин-та АН ГССР, серия геологическая, т. X (XI), 1957.
2. Е. Е. Милановский. О некоторых особенностях структуры и истории шовных зон. Советская геология, № 6, 1962.
3. П. Д. Гамкрелидзе. Некоторые особенности расположения тектонических зон складчатой системы Южного склона Большого Кавказа. Сборник Геол. ин-та АН ГССР, 1959.
4. П. Д. Гамкрелидзе. Тектоника Грузии—Геология Грузии, т. I, серия «Геология СССР», 1963 (печатается).
5. В. Я. Эдилашвили. К геологии района развития сланцевой серни Абхазии и Сванетии. Труды Кавказского ин-та минер. сырья, выпуск III (5), 1961.

6. Е. Е. Милановский и В. Е. Хани. Геологическое строение Кавказа. Очерки региональной геологии СССР, вып. 8, 1963.
7. М. В. Муратов. История тектонического развития альпийской складчатой области юго-восточной Европы и Малой Азии. Изв. АН СССР, серия геологическая, 1962.
8. В. Е. Хани и М. Г. Ломидзе. Поперечные конседиментационные разломы на границе центрального и западного Кавказа и распределение фаций мезозоя и кайнозоя. Известия АН СССР, серия геологическая, № 4, 1961.

ГЕОЛОГИЯ

Л. И. МАНУАШВИЛИ

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ  
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ  
ТЕРРАС РР. КСАНИ и АРАГВИ

(Представлено академиком И. Д. Гамкрелидзе 20.2.1962)

Вулканические образования верховьев Ксани и Арагви датируются пока ориентировочно ввиду отсутствия соответствующих биостратиграфических или археологических свидетельств из эффузивов и сопряженных с ними континентальных отложений. Вопрос этот освещается в работах В. П. Ренгартена [1], Н. И. Схиртладзе [2], К. Н. Паффенгольца [3]. В. П. Ренгартен помещает излияния лав Кельского плато и частей бассейна Белой Арагви, расположенных восточнее, в промежуток геологического времени от рисс-вюрмской межледниковой эпохи до стадий отступления вюрмского оледенения. К рисс-вюрму он относит лавовые потоки Кайшаури и Хатис-Хеви, шлаковый конус Сакохе, лавы Мепискало и Крестового перевала; между вюрмским максимумом и так называемой Казбекской стадией отступления произошли первые излияния Хорисара, а в еще более позднее время возник Малый Хорисар.

Н. И. Схиртладзе датирует излияния части Кельского нагорья и района, расположенного к востоку от него «доледниковым» временем («плиоценом, а также, может быть, и верхним миоценом»), часть же — плейстоценом и голоценом. К древним (неогеновым) образованиям автор относит лавы Кельского плато в узком значении, Малого Мепискало, Крестового перевала, а к молодым (плейстоценовым и голоценовым) образованиям лавовые потоки — Кайшаурский и Хорисарский, вулканические массивы Цители-хати, Кели, Нарван-хох, Б. Мепискало, Хорисары и др. [4].

К. Н. Паффенгольц считает наиболее древние лавы Кельского нагорья «во всяком случае доапшеронскими», относя к ним вулканы Б. и М. Мепискало; лавы Нарван-хоха и Хорисара он относит к рисс-вюрмской эпохе.

Ниже излагаются результаты нашей попытки хронологизировать эффузивы вышеназванных районов на основе их сопоставления с террасами рр. Ксани и Арагви и оледенениями.



В окрестностях с. Ленингори р. Ксани течет по довольно широкой долине. Долина на отрезке от с. Коринта до с. Квемо-Боли имеет широкую пойму. Первая надпойменная терраса имеет относительную высоту 1—1,5 м. Вторая терраса, имеющая относительную высоту в среднем 20 м, представлена на рассматриваемом отрезке Ксанской долины только на правобережье; на ней расположены сс. Земо-Боли, Эреда, Цирколи, Базуант-Кари и др. Обе вышеуказанные террасы (первая и вторая надпойменные) относятся к типу аккумулятивных террас и слагаются рыхлыми конгломератами и галечниками. Вторая терраса к югу от Ленингори повышается вниз по течению р. Ксани, превращается сначала в цокольную, а затем в эрозионную террасу и достигает у с. Ахалдаба относительной высоты в 60—70 м. Существует в рассматриваемой части Ксанской долины и более высокая третья терраса с относительной высотой 200—300 м. За третьей террасой пологий подъем выводит на поверхность плато, в которую врезана Ксанская долина.

В современной пойме Ксани наряду с обломками осадочных пород в большом количестве рассыпаны окатанные гальки новейших эффузивов. Среди них макроскопически распознаются серо-красноватая пятнистая дацитовая лава Цители-хати, андезитовый шлак Нарван-хоба и пр.

В отложениях первой террасы обнаружены обломки почти всех эффузивных пород, входящих в состав пойменного аллювия, в том числе и андезитового шлака Нарван-хоба. Материал шлаков Нарван-хоба в ныне существующей геоморфологической и гидрографической обстановке не может попадать в бассейн р. Ксани, ибо естественный наклон местности вокруг этого свежего вулканического конуса направлен частично на восток в бассейн р. Арагви, частью же на юг — к депрессии с озерами между Кельским плато и хребтом Арх и, наконец, на запад — в глубоководную северную часть Кельского озера. Ни в одном из указанных направлений обломки шлака Нарван-хоба не доходят до р. Ксани или ее притоков. Остается сделать вывод, что материал с Нарван-хоба выносился в бассейн р. Ксани древним ледником, двигавшимся от Нарван-хоба на юг и переползавшим через седловины хребта Арх в Жамурскую долину.

В отложениях второй террасы мы, несмотря на тщательные поиски, не смогли обнаружить никаких обломков новейших эффузивных пород. В этих галечниках полностью отсутствует материал лав Кельского нагорья и Цители-хати. Следовательно, отложения, слагающие 20-метровую террасу, накапливались еще в то время, когда не существовало вулканов в истоках р. Ксани. Галечники эти состоят исключительно из продуктов разрушения юрских, меловых и третичных осадочных свит Б. Кавказа.

На участке от с. Араниси до с. Чопорти р. Арагви течет по такой же широкой пойме, как и р. Ксани в окрестностях Ленингори. Первая терраса имеет относительную высоту 1,5 м. Слагается эта терраса рыхлыми отложениями. Вторая терраса имеет в среднем относительную высоту 10—12 м. Меньшая высота второй террасы Арагви по сравнению с соответствующей по счету террасой р. Ксани объясняется не различием в их возрасте, а тектоническими причинами: терраса Ксани поднята больше или опущена меньше, чем равновозрастная ей арагвская терраса.

Третьей террасой Арагви следует считать поверхность Базалетского плато, возвышающуюся на 250 м от современной поймы Арагви. Толщу древнеречных отложений, слагающую плато, В. П. Ренгартен [1] датирует миндельской эпохой. Другие исследователи относят базалетскую серию к верхнему плиоцену. Тот факт, что в нижней части так называемой душетской свиты — дислоцированной молласовой толщи, подстилающей базалетскую серию, найден зуб примитивного быка, характерного для верхнего плиоцена [5], должен подтвердить мнение В. П. Ренгартена.

В современной пойме р. Арагви в большом количестве рассыпана галька лав Кельского нагорья, Крестового перевала и Кайшаурского потока.

Галечники второй террасы Арагви, подобно соответствующей по счету террасе Ксани, совершенно не содержат материала эффузивов.

Вовсе нет эффузивных компонентов также и в галечниках базалетской серии. Эти особенности террас не вяжутся с региональными геологическими представлениями, а именно с общепринятыми датировками речных террас Каспийского бассейна и с хронологическими схемами эффузивного вулканизма Мтиулетско-Хевской области. Если представления К. Н. Паффенгольца и Н. И. Схиртладзе о «доапшеронском» неогеновом возрасте древнейшей части эффузивов Кельского нагорья правильны, то это сильно старит террасы Ксанской и Арагвской долин по сравнению с существующими датировками террас бассейна Куры. Если первая и вторая террасы Ксани и Арагви имеют «нормальный» с точки зрения общепринятых концепций возраст, то все излияния лав в верховьях Ксани и Арагви должны быть втиснуты в узкие геохронологические рамки — в рамки верхнего плейстоцена, и тогда более близкой к истине окажется в отношении датировки эффузий концепция В. П. Ренгартена, согласно которой вулканическая биография района начинается с рисс-вюрма.

Галечники первой террасы Ксани заключают в себе, как уже отмечалось, обломки шлаков Нарван-хоха, которые могли попадать в Ксанский бассейн только во время оледенения через хребет Арх. В га-



лечниках первой террасы Арагви отсутствуют лавы Нарван-хоха и Б. Мепис-кало; это свидетельствует об образовании аллювия данной террасы в ледниковую эпоху, когда продукты разрушения Нарван-хоха уносились льдом в бассейн Ксани, а продукты Б. Мепис-кало через Крестовый перевал попадали в бассейн Терека и не могли в массовом количестве сноситься в Арагвский бассейн. Послеледниковый возраст Б. Мепис-кало представляется менее вероятным ввиду наличия гляциальных углублений на северной покатости скошенной вершины этого вулкана. Таким образом, первая терраса Ксани и Арагви сформировалась в вюрмскую эпоху — не позже первых стадий отступления ледников Кельского нагорья. Вторая терраса обеих рек в своих галечных наносах не содержит никаких молодых эффузивов, и, следовательно, она старше всех излияний Кельского нагорья и верховьев Арагви и старше вюрмского оледенения. С другой стороны, эта терраса моложе базальтовой серии, в которую врезана Арагвская долина и которая датируется то мипделем, то концом верхнего плиоцена. Исходя из этих фактов, а также из установленной связи повышения эрозионных базисов восточно-закавказских рек с трансгрессиями Каспия, по времени совпадавшими с оледенениями, мы считаем вторую террасу средних течений Ксани и Арагви рисской. В связи с этой датировкой за нижний возрастной предел всех излияний Кельского нагорья, Цители-хати и Сакохе мы принимаем рисскую эпоху — время хазарской трансгрессии Каспия.

Такая датировка террас не согласуется с представлениями В. П. Ренгартена и Л. А. Варданияца о возрасте террас, в частности, в долине Арагви. В. П. Ренгартен [1] террасу высотой 10 м, развитую по Арагвской долине ниже с. Жинвали (речь идет о рассмотренной нами выше террасе высотой 10—12 м), а также более высокую (25—30 м) террасу, сохранившуюся в виде локального фрагмента между устьями рек Этвалиси и Хевкрилас-хеви, относит к двум первым стадиям отступления вюрмского оледенения. Л. А. Варданияц [6] датирует вюрмом «террасу Арагви, имеющую около Душети высоту 25—30 м, а выше по течению, в горной части до 50—60 м». Если бы эти датировки были верны, всю эффузивную деятельность в верховьях Ксани и Арагви пришлось бы втиснуть в последние стадии отступления вюрмских ледников, а это противоречит наличию на окраинах Кельского нагорья довольно глубоких трогов, образование которых подразумевает доледниковую нормальную эрозию в лавах.

На территории города Тбилиси к хвалынскому веку (вюрму) относят террасы с относительной высотой 50—60 м, а к хазарскому веку — террасы 60—70 и более метров [7]. Южнее, в низовьях рр. Храми и Алгети хвалынским временем датируются террасы высотой 10 —

12 м (там же). По Л. А. Варданияцу [6], хвалыньские террасы казского перешейка имеют относительные высоты, изменяющиеся в пределах от 8—10 м (Терек в районе Моздока) до 40—50 м и более в горах. Хазарские террасы, по тем же данным, располагаются на относительных высотах во многие десятки метров (75—115 м в районе Тбилиси, 60—65 м у Мингечаура и т. д.).

Получается, таким образом, что террасы в средних течениях Ксани и Арагви имеют меньшую относительную высоту, чем соответствующую террасу большей части остального Закавказья. Причину снижения террас в средних течениях Ксани и Арагви следует искать в региональных тектонических условиях. По Л. В. Когошвили [8], отрезок долины Арагви к северу и югу от с. Булачаури совпадает с широтной депрессией, характеризующейся новейшими и современными погружениями и накоплением мощных толщ континентальных отложений. Аналогичное локальное погружение имеет место, по-видимому, западнее, в бассейне Ксани около Ленингори, но здесь скорость опусканий должна быть меньше, поскольку вторая терраса Ксани почти на 16 м выше соответствующей террасы Арагви.

Исходя из допущения, что средняя относительная высота вюрмских (хвалыньских) террас в Восточном Закавказье равна 15—20 м, а рисских (хазарских) 70—80 м, амплитуду погружения средних частей долины Ксани и Арагви со времени вюрма можно определить в 13—18 м, а рисса в 50—60 м (в долине Ксани) и в 58—68 м (в долине Арагви).

## Выводы

1. Эффузивная деятельность в верховьях Ксани и Арагви приурочивается к верхнечетвертичному времени. Началась эта деятельность в рисс-вюрмскую эпоху, а закончилась не позже первых стадий отступления вюрмского оледенения. Она явилась геологически кратковременным эпизодом истории района.

2. Первая терраса высотой в 1,5 м в средних течениях рр. Ксани и Арагви — вюрмского или раннеголоценового возраста, а вторая терраса тех же рек, относительной высотой 20 м в долине Ксани, а в долине Арагви 10—12 м, должна быть отнесена к риссу.

3. Строение террас Ксани и Арагви подтверждает поствюрмский возраст верхней части ущелья р. Белой Арагви (Гудского ущелья) и перетекание льдов северо-восточной части Кельского нагорья через седловину Крестового перевала в бассейн р. Терек.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт географии им. Вахушти

(Поступило в редакцию 20.2.1962)

## ლ. მარუაშვილი

ქსნიისა და არაგვის ტერასების ზომიერეთი თავისებურების  
 სტრატობრაფიული და კალეობიომობრაფიული მნიშვნელობა

## რ ე ზ ი უ მ ე

ქსნიისა და არაგვის ხეობათა შუა ნაწილებში (ლენინგორისა და ბულა-  
 ჩაურის ქვაბულებში) არსებული ტერასების მორფოლოგიური და სტრატო-  
 გრაფიული თავისებურებების შეპირისპირება ყელის ზეგნისა და კაიშაურის  
 პლატოს ეფუზიურ მოქმედებასთან, გამყინვარებებთან და აღმოსავლეთ ამიერ-  
 კავკასიის ტერასულ სერიებთან საშუალებას იძლევა გამოვიტანოთ შემდე-  
 გი დასკვნები:

1. ქსნიისა და არაგვის პირველი (1,5-მეტრიანი) ტერასი გაჩენილია ვი-  
 ურმულ ეპოქაში ან პოლოცენის დასაწყისში, ხოლო მეორე (ქსნის 20-მეტ-  
 რიანი და არაგვის 10—12-მეტრიანი) ტერასი — რისულ ხანაში. პირველი  
 ტერასი დაძირულია 13—18 მეტრით, მეორე კი — 50—60 (ქსანზე) და 58  
 — 68 მეტრით (არაგვზე).

2. ეფუზიური მოქმედება ქსნიისა და არაგვის სათავეებში გრძელდებოდა  
 რის-ვიურმული ეპოქიდან ვიურმული ყინვარების უკუდახვევის პირველ სტა-  
 დიებამდე.

3. ე. წ. ლუღის ხეობა პოსტვიურმულ ხანაშია თეთრი არაგვის მიერ  
 გაკრული. არაგვის ტერასების ალუვიონის შედგენილობა ადასტურებს უნუ-  
 ლის გადაცოცებას ყელის ზეგნიდან თერგის აუზში (ჯვრის ზეკართ) ვიურ-  
 მულ ეპოქაში.

## დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Ренгартен. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения, вып. 148, 1932.
2. Н. И. Схиртлаძე. Постпалеогеновый аффузивный вулканизм Грузии. Изд. АН Грузинской ССР. Тбилиси, 1958.
3. К. Н. Паффенгольц. О возрасте лав Казбекского района и Кельского вулканического плато (Центральный Кавказ) и древнем оледенении этой области. АН Грузинской ССР. Геологический институт. Сборник трудов, Тбилиси, 1959.
4. И. С. Апхазава. Современные ледники и следы древнего оледенения в бассейне р. Арагви. АН Грузинской ССР. Труды Географического общества Грузинской ССР, т. IV, 1959 (на грузинск. яз.).
5. Д. Г. Кереселидзе. О возрасте душетской свиты. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XXIII, № 4, 1959.
6. А. А. Варданянц. Постпалеогеновая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области. АН Армянской ССР. Ереван, 1948.
7. Д. В. Церетели. Рельеф и четвертичные отложения Нижней Картаи. Труды Института географии им. Вахушти, т. VIII, Нижняя Картаи. Тбилиси, 1957.
8. А. В. Когошвили. К вопросу о молодых тектонических движениях в связи с происхождением Мухранской долины. Сообщения АН ГССР, т. XII, № 5, 1951.
9. Л. И. Маруашвили. Кельское лавовое плато. Природа, № 11, 1936.

В. И. ГУГУШВИЛИ

ОСНОВНЫЕ ЖИЛЫ УЩЕЛЬЯ р. ЦХАЛЦИТЕЛА  
В ОКРЕСТНОСТЯХ КУТАИСИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ  
ПРОЦЕССЫ ИЗМЕНЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Дзоценидзе 19.7.1962)

В ущелье р. Цхалцители, на участке от Кутаиси до с. Моцамета глауконитово-карбонатные песчаники сеномана, мергелистые известняки альба и ургонскую фацию барема секут жилы малой мощности с северо-восточным падением. Их азимут падения варьирует в пределах северо-восток  $35-70^\circ$ , углы падения  $30^\circ-80^\circ$ . Мощности изучаемых жил меняются от 1 до 6 м. Макроскопически они представлены базальтовыми и порфиристыми разностями; причем базальтовые разности черного цвета, порфиристые же темно-серого. Породы характеризуются разной степенью изменения. Более измененные разности имеют зеленовато-желтый оттенок. Макротекстура жил мандельштайтовья. Поры пород заполнены карбонатом и хлоритом.

В 1953 году в окрестностях Кутаиси Н. Л. Асатиани [1] изучила 6 жил, секущих альбские и баремские известняки. Она дала петрографическое описание жильных пород, определив их диабазами и оливиновыми базальтами. На основании химического и минералогического сходства Н. Л. Асатиани допускает генетическую связь данных жил с туронской вулканогенной свитой «Мтавари», считая эти жилы жильной фацией туронского вулканизма.

Н. И. Схиртладзе [2] детально изучил щелочно-основные жилы и жилы, секущие батские отложения в ущелье р. Цхалцителя и в соседних районах Окрибы. Эти фации по минеральному составу и химизму аналогичны изучаемым жилам и туронской вулканогенной свите «Мтавари». Г. С. Дзоценидзе [3, 4] обосновал их возрастную и генетическую связь с вулканогенной свитой «Мтавари».

Микроскопическое описание изучаемых жил показало, что они представлены тремя разновидностями. Семь жил оказались анальцимовыми диабазами, две — пикрит-базальтами и одна — авгитовым камптонитом.

Жилы анальцимо-оливинового диабаза секут породы альб-сеномана и барема. Микроскопически они являются сильно измененными породами с диабазовой структурой. Плагноклаз лабрадорского ряда (симметричный угол погасания  $\perp 010-32^\circ-33^\circ$ , что соответствует плагноклазу № 56). Плагноклаз сравнительно свеж, но в некоторых жилах и он задет процессами хлоритизации или карбонатизации. Феррический минерал полностью карбонатизирован, хлоритизирован или замещен бовлингитом. Лишь по псевдоморфозам можно предполагать о существовании первичного оливина или пироксена. В шлифах иногда встречаются остатки хлоритизированного биотита. Хлорит представлен пепином ( $Np' \leq 1,562$ ;  $Ng' \leq 1,567$   $Ng - Np = 0,005$ ). Много анальцима, заполняющего пространство между кристаллами. Анальцим вместе с хлоритом и карбонатом встречается и в пустотах. В некоторых шлифах пустоты заполняет натролит ( $Nm \geq 1,482$ ). В шлифах много зерен магнетита, палочек ильменита. Шестоватые кристаллы апатита секут плагноклазы, основную массу и даже анальцим, заполняющий участки между кристаллами. Любопытно, что в анальциме, выполняющем пустоты, апатит отсутствует. Все изученные жилы диабаза характеризуются одинаковым минеральным составом, все они сильно хлоритизированы и отличаются друг от друга лишь степенью карбонатизации. В некоторых жилах карбонат заполняет жезды и трещины, в других карбонатизирован феррический минерал и хлоритовая масса.

Известняки барема сечет черная и плотная жила авгитового камтонита (аз. падения сев.-вост.  $65^\circ, 70^\circ$ ), мощность ее равняется 1 м.

Комптонит сравнительно с вышеописанными жилами слабо изменен и обладает мандельштейновой текстурой. Под микроскопом характеризуется пойкилоофитовой структурой. Плагноклаз представлен крупными неизмененными кристаллами. Измерение его на федоровском столике дало:  $Sp\ DONg 48^\circ$ ;  $Sp\ DONm 59^\circ$ ;  $Sp\ DONp 61^\circ$  — плагноклаз № 50, по карлсбадскому закону двойникования (001). Так что он является кислым лабрадором. В породе много мелких кристаллов титан-авгита. Они разбросаны в стекле или в анальцимовом базисе, заполняющем пространство меж крупными кристаллами плагноклаза. Титан-авгит ( $2V+48^\circ$ ) в данной жиле представляет собой свежую минеральную фазу розовато-фиолетового цвета; он слабо псеохромирует и обладает структурой песочных часов. Встречаются также полностью серпентинизированные реликтовые формы оливина. Основная масса представлена хлоритизированным стеклом и анальцимовым базисом ( $N=1,483$ ). В шлифе много зерен магнетита и палочек ильменита. Плагноклаз и основную массу сечет множество длинных тонких кристаллов апатита. Пустоты выполнены хлоритом, анальцимом, кар-

бонатом и иногда лучистым цеолитом — натролитом ( $Nm=1,484$ ) — стами стекло карбонатизировано.

Баремские известняки секутся еще двумя жилами. Микроскопическое исследование показало, что жилы представлены пикрит-базальтами с резко выраженной порфириковой структурой. Они сравнительно с другими жилами обладают большей мощностью. Мощность одной из них — 6 м, другой — 5 м.

По минеральному составу и структуре эти жилы вполне аналогичны друг другу и отличаются лишь тем, что одна из них сильно карбонатизирована, тогда как другая совершенно не тронута процессом карбонатизации. Для сравнения ниже привожу микроскопическое описание этих жильных пород.

Структура основной массы измененного пикрит-базальта гиалопилитовая. Основная масса сильно карбонатизирована. Неизменная минеральная фаза представлена порфириковыми кристаллами авгита ( $2V+58^\circ$ ,  $Ng-Np=0,024$ ) и титан-авгита ( $2V+50^\circ$ ; структура песочных часов). В основной массе рассеяны мелкие кристаллы плагиоклаза — угол симметричного погасания  $\perp 061-38^\circ-39^\circ$  — плагиоклаз № 72. В шлифе много карбонатизированных реликтовых форм оливина. В основной массе имеется анальцим. Много зерен магнетита. Основная масса пронизана шестоватыми кристаллами апатита. Текстура мандельштайновая, пустоты заполнены анальцимом, карбонатом и хлоритом. В эндоконтакте порода характеризуется тем же минеральным составом, но афировой текстурой.

Порфириковые выделения и в неизменном пикрит-базальте представлены авгитом ( $2V+58^\circ$ ), титан-авгитом ( $2V+50^\circ$ ), оливином. Оливин серпентинизирован. Серпентин представлен антигоритом ( $Ng'=1,570\pm 0,002$ ;  $Np'=1,564\pm 0,002$ ;  $Ng-Np=0,006-0,008$ ). В основной массе, состоящей из стекла и анальцимового базиса, рассеяны мелкие кристаллы плагиоклаза битовнитового ряда (симметричный угол погасания  $\perp 010 39^\circ$ , плагиоклаз № 72). В основной массе много зерен магнетита, тонких длинных кристаллов апатита. Жезды выполнены анальцимом, хлоритом и карбонатом.

Мног изучены основные покровы «мтаварской» вулканогенной свиты. Оказалось, что они представлены двумя типами: первый — щелочной оливиновый базальт и второй — пикрит-базальт. Они химически и минералогически являются полными аналогами одноименных жильных пикрит-базальтов, а анальцимо-оливиновый диабаз и авгитовый камптоит соответствует щелочным оливиновым базальтам покровов.

Ниже приводим для сравнения таблицу химических анализов жильных пород и покровов.



| Наименование породы                 | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | п. п. п. | Влага | Сумма  |
|-------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|----------|-------|--------|
| Пикрит-базальт покрова              | 43.39            | 3.08             | 15.93                          | 3.63                           | 7.37 | 0.10 | 9.32 | 10.40 | 3.15              | 0.90             | —               | 0.47                          | 1.80     | 0.86  | 100.4% |
| Щелочной оливиновый базальт покрова | 43.70            | 2.73             | 16.72                          | 3.47                           | 7.37 | 0.12 | 6.42 | 9.00  | 4.45              | 1.95             | —               | 0.41                          | 1.52     | 0.90  | 100.8% |
| Пикрит-базальт жилы                 | 41.40            | 2.40             | 15.75                          | 1.36                           | 7.48 | 0.12 | 9.86 | 10.78 | 2.55              | 1.40             | 0.27            | 0.76                          | 4.93     | 0.80  | 99.86% |
| Камптонит                           | 39.76            | 2.40             | 16.47                          | 2.51                           | 6.08 | 0.14 | 6.23 | 12.09 | 2.70              | 1.00             | 0.27            | 0.93                          | 6.99     | 2.17  | 99.72% |

Химическое, минералогическое и структурное сходство пород покровов свиты «Мтавари» и изучаемых жил разрешает допустить генетическую и возрастную связь последних с вулканогенной свитой «Мтавари». Жилы пикрит-базальтов камптонита и анальцимо-оливиновых диабазов, по-видимому, являются корнями вулканов свиты «Мтавари», жильной фацией туронской вулканической активности Грузинской глыбы. Того же мнения о возрасте данной фации и Н. Л. Асатиани [1].

Г. С. Дзоцегидзе [3, 4] изучивший ташенит-камптонитовые жилы и секущие батские отложения в ущелье р. Цхалцитела и соседних районов Окрибы, которые по минералогическому составу и химизму аналогичны изучаемым жилам, считает их жильной фацией туронского вулканизма.

Одинаковый характер автометаморфизма в изучаемых жилах и в покровах свиты «Мтавари», выражающийся в серпентинизации, хлоритизации, в образовании анальцима и натролита, еще раз подтверждает их генетическую взаимосвязь. Известно, что серпентинизация, относится к пневматолитовой стадии автометаморфизма [5], [6], а гидротермальная стадия автометаморфизма вызывает хлоритизацию и приводит к образованию цеолитов [5]. В изучаемых породах анальцим, по-видимому, представлен двумя генерациями. Анальцим, заполняющий пространства меж кристаллами и находящийся в основной массе, выделяется на последних стадиях кристаллизации из богатых натрием и бедных кремнеземом последних порций магматического расплава. Что же касается анальцима, выполняющего пустоты вместе с хлоритом и натролитом, то он, по-видимому, относится к гидротермальной стадии автометаморфизма. Того же мнения о генезисе анальцима тешенитовой фации придерживается Н. И. Схиртладзе [2].

Из описаний шлифов явствует, что породы покровов свиты «вари» и изучаемые жилы в большом количестве содержат длинные тонкие кристаллы апатита. Апатит сечет плагиоклазы и основную массу; его кристаллы секут и анальцим, заполняющий пространства между кристаллами, но никогда не секут анальцим вместе с хлоритом и натролитом, выполняющий жеоды. Этот факт подтверждает одновременность этих двух видов анальцима. Образованию анальцима, выполняющего жеоды, предшествует окончание кристаллизации апатита. Кристаллизация же апатита началась после образования магматического анальцима. Анальцим, выполняющий жеоды, как уже было отмечено выше, отличается и генетически от анальцима межкристалльных пространств и является продуктом гидротермальной стадии аутометаморфизма. Это подтверждается и тем, что анальцим-жеод встречается всегда вместе с типичными аутометаморфическими минералами гидротермальной стадии — хлоритом и натролитом. Что касается апатита, то он образуется или на самых последних стадиях магматической кристаллизации, или относится к пневматолитовой стадии аутометаморфизма.

В глыбовых условиях метаморфизм приурочен к локальным участкам движения постмагматических растворов. В связи с этим рассмотрим явления карбонатизации в основных жильных породах ущелья р. Цхалцхитела.

Выше говорилось, что изучаемые жилы отличаются друг от друга степенью карбонатизации. С этой точки зрения особый интерес представляют, описанные нами две структурно и минералогически аналогичные жилы пикрит-базальта, которые отличаются друг от друга лишь тем, что одна из них вовсе не подвержена карбонатизации, другая — напротив сильно карбонатизирована. Это дало нам возможность на основании кислородного метода пересчета Барта изучить процесс изменения породы, связанный с карбонатизацией.

Ниже приводим формулы пород, полученных пересчетом:

I — пикрит — базальт неизмененный:



II — пикрит — базальт карбонатизированный:



На основании вышеприведенных формул в пикрит-базальте устанавливается следующий процесс изменения:

вынесено 3 иона K, 1 —  $Fe^{+3}$ , 12 — Al, 10 — Ti, 90 — Si, 1 — P;  
 привнесён 1 ион Na, 39 — Ca, 22 — Mg, 156 — OH.





Эти цифры указывают, что в процессе изменения из породы главным выносились Si, Al и Ti и приносились Ca и Mg. Известно, что в данном случае число OH ионов содержит большой процент  $\text{CO}_2$ , так как влага и п. п. п., которая содержит при анализе карбонатизированных пород большое количество  $\text{CO}_2$ , всецело пересчитывается на воду.

Процессы изменения приурочены к жильным телам, которые со своей стороны связаны с тектонически ослабленными участками; естественно допустить, что этим же путем пользовались постмагматические гидротермальные растворы, проходящие мощную кальцит-доломитовую толщу мелового возраста и во взаимодействии с последней обогащенные Ca и Mg. Именно эти гидротермальные растворы и вызвали кальци-магнезиальный метасоматоз туронских жил. В процессе изменения подвижными компонентами (по Коржинскому) становились Si, Al и Ti, а Ca и Mg выделялись из раствора, образуя кальци-магнезиальные карбонаты.

По Линдгрелю [7] и Коржинскому [8] метасоматический процесс происходит при постоянном объеме породы. А так как постоянный объем является экстенсивным (зависимым от массы вещества) фактором, то число фаз на единицу превышает число инертных компонентов. Единица эта в случае обычного метасоматоза является минералом (фазой), кристаллизационное давление компонентов которого в растворе превышает кристаллизационное давление компонентов твердой фазы. В этом случае начинается замещение тех минералов, компоненты которых переходят в раствор. Следует отметить, что кристаллизационное давление компонента в растворе находится в функциональной зависимости с концентрацией раствора [9]. В нашем случае в роли замещаемого минерала выступает кальци-магнезиальный карбонат. Он и обуславливает постоянство объема в процессе метасоматоза, замещая минералы твердой фазы и заполняя пустоты и трещины.

В заключении следует отметить, что в самой вулканогенной свите «Мтавари» метасоматическое водоизменение приурочено к отдельным участкам, связано с жильной фацией и выражается в карбонатизации. Карбонатизированы лишь жилы в свите «Мтавари», в покровах же нигде не наблюдается значительной карбонатизации. Много карбонатизированных жил встречается на разных участках свиты «Мтавари». Такие жилы отмечены и другими авторами. Например, Г. С. Дзоендидзе [4] в ущелье р. Сабанела описал дайку, вмещенную в свиту «Мтавари», определив ее как кальцитизированный оливниновый базальт. Порода обладает гиалопилитовой структурой. Фенокристаллы представлены авгитом и оливином. Из них лишь мелкие кристаллы авгита остались свежими, все остальное замещено кальцитом.

Вероятно, карбонатизация здесь, как и в жилах, секущих породы альб-сеномана и барема, вызвана действием кальци-магнезиальных метасоматических растворов.

Академия Наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило в редакцию 19.7.1962)

პეტროგრაფია

### 3. გუშუშვილი

მდინარე წყალწითელას ხეობის ფუძემკარლვული სხეულები  
ქუთაისის მიდამოებში და მათთან დაკავშირებულ  
სახმცვლის მოვლინები

რ ე ზ ი უ მ ე

მდინარე წყალწითელას ხეობაში, ქუთაისიდან ს.ფ. მოწამეთამდე სენო-მანურ, ალბურ და ბარემულ ნალექებს ჰკვეთს 10 ძარღვი. ძარღვები სამი სახესხვაობითაა წარმოდგენილი. შვიდი ძარღვი ანალციმიანი ოლიგინიანი დიაბაზია, ორი — პიკრიტ ბაზალტი და ერთი — ავგიტიანი კამპტონიტი. ამ ძარღვების დეტალური მიკროსკოპიული და ქიმიური შესწავლისა და მთავრის ვულკანოგენური წყების (ზ. ცარცი) ფუძე განფენებთან შედარების შედეგად აღმოჩნდა, რომ საკვლევი ქანები ქიმიური და მინერალოგიური თვალსაზრისით წარმოადგენენ მთავრის წყები ფუძე ეფუზივების სრულ ანალოგს; კერძოდ, ძარღვული პიკრიტ ბაზალტები შეესაბამება მთავრის წყების პიკრიტ ბაზალტებს, ანალციმიანი ოლიგინიანი დიაბაზები და ავგიტიანი კამპტონიტი კ — მთავრის წყების ტუტე ოლიგინიან ბაზალტებს.

ეს ძარღვები ჰკვეთენ მთავრის წყების სტრატოგრაფიულად ქვეშ მდებარე პორიზონტებს და არასდროს არ გვხვდებიან ამ წყების გავრცელების მიდამოებში, მის თავზე მდებარე პორიზონტებში.

ამგვარად, საკვლევი ძარღვები წარმოადგენენ მთავრის წყების ვულკანების ძირებს, მის ძარღვულ ფაციესს. ამასვე ადასტურებს ავტომეტამორფიზმის მსგავსი ხასიათი მთავრის წყების განფენებში და საკვლევ ძარღვულ სხეულებში. ავტომეტამორფიზმი ვლინდება გასერპენტინებაში, გაქლორიტებაში, გაცეოლიტებასა და აპატიტის წარმოქმნაში. განსხვავებით მთავრის წყების განფენებისაგან, ძარღვები ძლიერაა გაკარბონატებული. პოსტმაგურის პიდროთერმული ხსნარები, რომელთაც უხდებოდათ მძლავრი ცარცული კალციტ-დოლომიტური წყების გავლა, მდიდრდებოდნენ Ca და Mg. სწორედ ამან განაპირობა ტურონული ძარღვების კალციუმ-მაგნეზიალური მეტასომატოზი.

## დაბოვებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Асатиани. К петрографии некоторых жильных пород ущелья р. Цкалцтела. Сб. научных трудов Тбилисского гос. ун-та, 6, 1953 (на груз. яз.).
2. Н. И. Схиртадзе. Тешенитовал формация Западной Грузии. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1943, (на груз. яз.).
3. Г. С. Дзоценидзе. Развитие магматических явлений в Кутаисском районе. Сб. трудов Геологического института АН ГССР, Тбилиси, 1951 (на груз. яз.).
4. Г. С. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1948.
5. Н. А. Елисеев. Метаморфизм. Изд. Ленинградского университета, 1950.
6. H. Termier et G. Termier. L'Evolution de la Litosphere, I Petrogenèse. Masson J C<sup>o</sup>, Edititeurs 123, Boulevard Saint — Germain — Paris (VI<sup>e</sup>). 1956.
7. Линдгрэн. Минеральные месторождения, вып. III, М., 1935.
8. Д. С. Коржинский. Очерк метасоматических процессов. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Изд. АН ГССР, 1955.
9. Д. С. Коржинский. Факторы равновесия при метасоматозе. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1953.

И. И. ШАТИЛОВА

## ДАННЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ГУРИЙСКИХ СЛОЕВ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 12.2.1962)

О флоре гурийского века имеются очень скудные данные. В отчете геологоразведочной партии за 1930 год [1] И. В. Палибин впервые сообщает о находке в гурийских слоях отпечатков листьев и плодов *Fagus orientalis* Lipsky, *Alnus*, *Quercus* и *Libocedrus salicornoides* Heer. П. А. Мchedlishvili [2] упоминает о коллекции гурийской флоры (ЛОНГРИ, № 216), собранной в ущелье реки Куча и обработанной И. В. Палибиным, которым было определено 23 вида растений. Согласно П. А. Мchedlishvili, достоверно определенными оказались лишь следующие 18 форм: *Taxus* sp., *Abies* sp., *Pinus* sp., *Picea excelsa* L., *Libocedrus salicornoides* Heer., *Populus tremula* L., *Populus balsamoides* Goepf., *Populus* sp., *Juglans regia* L. (= *J. acuminata* A. Br. = *J. attica* Heer), *Alnus* sp., *Carpinus betulus* L. (= *C. betuloides* Ung.), *Fagus orientalis* Lipsky, *Fagus praorientalis* K. M., *Quercus* sp., *Cinnamomum spectabilis* Heer., *Zelkova carpinifolia* Spach. (= *Planera Ungerii* Kov.), *Acer* sp., *Rhamnus* sp. По мнению П. А. Мchedlishvili, разница между кузальнической и гурийской флорой заключается в значительном уменьшении роли вечнозеленых и увеличении роли голосемянных в гурийской флоре. Основываясь на этом, автор говорит о дальнейшем похолодании климата в в гурийское время по сравнению с кузальническим веком.

Нами была изучен состав пыльцы и спор из гурийских слоев, обнажающихся в окрестностях села Шава, около станции Натанеби. Возраст слоев датирован фауной моллюсков (определения Г. А. Квалиашвили). На отложения гурийских слоев, представленных сильно карбонатными синими глинами, налегают слои коричневого глинистого песчаника, не содержащие остатков моллюсков. Было проанализировано 20 образцов, взятых как из гурийских слоев, так и из вышележащих глинистых песчаников, определены пыльца и споры следующих растений: *Bryales*, *Lycopodium* sp., *Cyatheaceae*, *Woodsia* sp., *Cystopteris* sp., *Anagramma* sp., *Cryptogramma* sp., *Cyclophorus* sp., *Pteris* sp., *Polypodium* sp., *Polypodiaceae*, *Osmunda* sp., *Marsilleaceae*, *Ophioglossum* sp., *Podocarpus* sp., *Abies* sp., *Tsuga* sp., *Picea* sp., *Cedrus* sp., *Pinus* sp., *Taxodium* sp.,



*Sequoia* sp., *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*. *Ephedra* sp., *Gramineae* *Salix* sp., *Juglans cinerea* L., *Juglans* sp., *Pterocarya* sp., *Carya cardiformis* (Wangh) K. Koch., *Carya* sp., *Engelhardtia* sp., *Carpinus betulus* L., *Carpinus caucassica* A. G. Grossh., *Betula* sp., *Corylus* sp., *Alnus* sp., *Quercus* sp., *Fagus orientalis* Lipsky. *Fagus* sp., *Castanea* sp., *Ulmus foliacea* Gilib., *Ulmus propinqua* Koidz., *Zelkova* sp., *Celtis sinensis* Pers., *Ficus* sp., *Morus* sp., *Polygonaceae*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Laurus* sp., *Cinnamomum* sp., *Saxifragaceae*, *Cruciferae*, *Geraniaceae*, *Liquidambar* sp., *Platanus* sp., *Rhus* sp., *Plex* sp., *Euonymus*, *Tilia caucasica* Rupr., *Tilia* sp., *Nyssa* sp., *Cornus* sp., *Fraxinus americana* L., *Ligustrum* sp., *Umbelliferae*, *Labiatae*, *Dipsacaceae*, *Compositae*, *Artemisia* sp.

Как видно из диаграммы (рис. 1), данный разрез может быть подразделен на две части. Нижняя часть, представленная синими глинами с характерной гурийской фауной, выделяется богатым и разнообразным пыльцевым комплексом. Из хвойных в большем количестве встречается пыльца *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Pinus*, *Cedrus* и представителей семейства *Taxodiaceae* и *Cupressaceae*. Широколиственные породы представлены большим числом родов и видов. Сумма термофильных пород достигает 52%. В значительных количествах встречается пыльца *Cinnamomum*, *Platanus* и *Nyssa*. Большого процентного содержания достигают споры *Pteris* и *Polypodium*.

Пыльцевой комплекс иного характера отмечен в верхней части рассматриваемого разреза. Сокращается количество пыльцы темнохвойных, в особенности *Tsuga* и *Taxodiaceae*. Сильно уменьшается процент термофильных растений, составляя 4%. Совершенно исчезает пыльца *Cedrus*, *Juglans*, *Fagus*, *Quercus*, *Castanea*, *Ulmus*. Преобладающей породой становится сосна, процентное содержание которой доходит до 93%. Сходный по составу пыльцевой комплекс характеризует нижние слои чаудинских отложений по реке Чахвата [3]. Поскольку из всех изученных нами горизонтов верхнего плиоцена подобный комплекс отмечается лишь в нижних слоях чауды, то, за исключением других данных, можно допустить чаудинский возраст слоев, залегающих в кровле гурийского горизонта.

Анализ флоры гурийского века позволяет выделить в ней 7 географических групп.

#### Голарктические роды

1 группа—панголарктические роды: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Juniperus*, *Populus*, *Salix*, *Betula*, *Alnus*, *Rhamnus*, *Cornus*, *Lonicera*.

2 группа—американо-североазиатские роды: *Taxus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Plex*, *Euonymus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*.

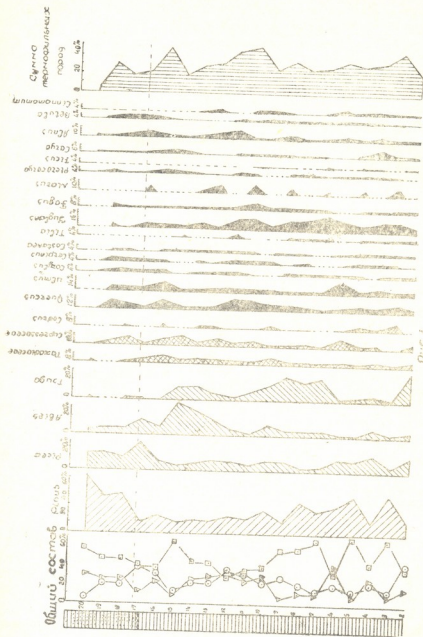


Рис. 1  
Условные обозначения: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000

Рис. 1. Спорво-пыльцевая диаграмма гурийских слоев у селения Шава: 1 — пыльца древесных, 2 — пыльца травянистых, 3 — споры

3 группа — американо-средиземноморско-азиатские роды: *Pterocarya*, *Castanea*, *Celtis*, *Zelkova*, *Laurus*, *Rhus*, *Ligustrum*, *Juglans*, *Cedrus*, *Morus*, *Liquidambar*, *Platanus*.

4 группа—американо-восточноазиатские роды: *Tsuga*, *Carya*, *Libocedrus*, *Nyssa*.

5 группа—североамериканские роды: *Sequoia*, *Taxodium*

### Тропические и субтропические роды

6 группа—плюриконтинентальные роды: *Ficus*, *Podocarpus*.

7 группа—южноазиатский род *Cinnamomum*.

Выделенные географические группы достигают следующего процентного содержания (рис. 2): панголарктические роды—25%, американо-североазиатские роды—25%, американо-средиземноморско-азиатские—31%, американо-восточноазиатские—9%, североамериканские—4%, плюриконтинентальные—4% и южноазиатские—2%.

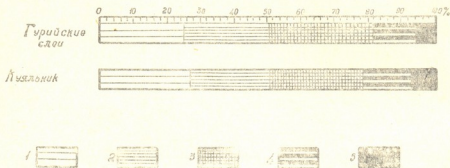


Рис. 2

Рис. 2. Изменения в соотношениях географических групп родов в куюльницкой и гурийской флоре Гурии: 1—панголарктические роды, 2—американо-североазиатские роды, 3—американо-средиземноморско-азиатские роды, 4—американо-восточноазиатские роды+североамериканские роды, 5—тропические и субтропические роды

Флора гурийского века характеризуется богатым составом. Листопадные формы, составляющие основной элемент флоры, достигли в это время особого обилия и разнообразия. Гурийский век был, по всей вероятности, временем окончательного установления господства листопадных форм, которые были тогда представлены во флоре большим числом родов и видов, чем во флоре куюльника. Кроме того, судя по данным П. А. Мchedlishvili, в гурийское время имело место дальнейшее сокращение числа родов и видов вечнозеленых растений. Однако эти изменения, возможно, были связаны с похолоданием, имевшим место не в гурийское время, как предполагает П. А. Мchedlishvili, а во второй половине кудатского века, на что указывают данные пыльцевого анализа. В целом

флора гурийского века носит теплолюбивый характер. Такой род, как *Cinnamotum*, отмеченный в кудьяльнике единичными пыльцевыми зернами, в гурийском пыльцевом комплексе достигает значительного процентного содержания. Отмечаются также сокращение роли панголарктических элементов и увеличение доли участия американо-средиземноморских родов. Теплолюбивый характер гурийской флоры подчеркивается также разнообразием входящих в ее состав споровых растений. На основании этого можно говорить о теплых климатических условиях этого времени.

Присутствие в комплексе пыльцы различных растительных формаций указывает на существование на территории Западной Грузии в гурийское время зональности растительного покрова и позволяет выделить следующие растительные группировки: хвойные, широколиственные, приречные и вечнозеленые леса.

В состав хвойных лесов входили *Picea*, *Abies*, *Cedrus*, *Sequoia*, *Podocarpus*. Подлесок был развит очень слабо. Нижний ярус составляли зеленые мхи, плауны *Lycopodium selago*, *Lycopodium clavatum* и представители семейства *Ophioglossaceae*. Основными лесообразующими породами широколиственных лесов были *Fagus*, *Quercus*, *Juglans*, *Carpinus*, *Platanus*, *Tilia*, *Zelkova*. Здесь же росли *Carya cardiformis* и *Fraxinus americana*, которые в настоящее время совместно обитают в дубовых лесах Северной Америки. В состав подлеска входили *Pez*, *Cornus*, *Corylus*, *Euonymus* и *Rhus*. Широколиственные леса гурийского века носили характер влажных лесов с хорошо развитым травяно-папоротниковым покровом из *Pteris cretica* и *Polypodium serratum*. Приречные леса состояли из *Pterocarya*, *Carya*, *Alnus* и *Ulmus*. Существовали также участки вечнозеленых лесов из лавра и камфорного дерева.

Пыльцевой комплекс, отмеченный в верхних слоях разреза, отнесенных нами к низам чауды, свидетельствует о тех изменениях, которые имели место в характере растительного покрова на территории Западной Грузии во время их отложения. Сокращается площадь темнохвойных и широколиственных формаций. Сосновые леса становятся господствующей растительной группировкой. Эти изменения были связаны, по-видимому, не только с понижением температуры, но и с уменьшением количества осадков с начала чаудинского века. Климат в течение этого отрезка времени был, по всей вероятности, более сухим и менее теплым, чем в предшествующих веках—гурийском и кудьяльником. В результате этих климатических изменений с территории Западной Грузии исчезают такие породы, как *Platanus*, *Magnolia* и *Cinnamotum*, ископаемые остатки которых в чаудинских слоях уже не отмечаются.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 12.2.1962)



## 0. შატილოვა

 დასავლეთ საქართველოს გურიული შრეების სკოლებისა და  
 მტვრის ანალიზის მონაცემები

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში შესწავლილია სადგ. ნატანების მახლობლად სოფელ შავას მიდამოებში გაშიშვლებული გურიული შრეებისათვის დამახასიათებელი სპორებისა და მტვრის კომპლექსები.

სპორებისა და მტვრის სპექტრში შემჩნეულმა ცვლილებებმა საშუალება მოგვცა აღნიშნული ჭრილი დაგვეყო ორ ნაწილად: ქვედა—დამახასიათებელი გურიული დროის ფაუნით, რომელიც გამოირჩევა მდიდარი და მრავალფეროვანი მტვრიანული კომპლექსით და ზედა—უფაუნო ნაწილი, რომელშიც მტვრიანული კომპლექსის შედგენილობა მკვეთრად იცვლება. მსგავსი კომპლექსი მხოლოდ ჩაუდური პორიზონტის ქვედა ნაწილში გვხვდება. ამიტომ შავას ჭრილის ზედა ნაწილს ჩაუდურ პორიზონტს ვაკუთვნებთ.

გურიული დროის ფლორა დამახასიათებელია მდიდარი და მრავალფეროვანი შედგენილობით. მასში გამოეყოფთ შეიღ გეოგრაფიულ ჯგუფს და ფლორის ანალიზის შედეგად აღვნიშნავთ შემდეგ მცენარეულ დაჯგუფებათა არსებობას: წიწვიანი ტყეები, ფართოფოთლიანი ტყეები, ჭალის ტყეები და მარად-მწვანე ტყეები. ჭრილის ზედა ნაწილისათვის დამახასიათებელი მტვრიანული კომპლექსი მიუთითებს მცენარეული საფარის განვითარებაში მომხდარ ცვლილებებზე. ჩვენი აზრით, ეს ცვლილებები დაკავშირებულია არა მარტო ტემპერატურის ცვლილებასთან, არამედ ატმოსფერული ნალექების შემცირებასთანაც ჩაუდური დროის დასაწყისიდან.

## დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Палибин. Отчет о работах. Нефтяное хозяйство. Приложение к № 3, 1930.
2. П. А. Мчедlishvili. Биостратиграфическое значение и палеоэкология неогеновых флор Кавказа. Автореферат, 1957.
3. И. И. Шатилова. Новые данные спорово-пыльцевого анализа чаудинских отложений Западной Грузии. ДАН СССР, т. 139, № 5, 1961.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. М. ХОЛМЯНСКИЙ, Ш. А. АЛИЕВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНА  
 СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО  
 ПРОФИЛЯ С БЕТОНОМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 21.9.1961)

Законом сцепления обычно называют связь между взаимными смещениями « $g$ » бетона и арматуры и касательными напряжениями по поверхности контакта между ними  $\tau_{\text{сц}}$ . На основе закона сцепления можно получить решение основных задач расчета на сцепление [1, 2, 3, 4].

Если принять, что профилировка арматуры представляет собой систему поперечных выступов, то закон сцепления может быть получен как связь между смещениями и усилием в бетоне под выступом в виде цилиндрического стержня с одним выступом. Этот способ был использован в 1960 г. в НИИ железобетона для исследования влияния основных параметров профилировки на закон сцепления.

Схема опытных образцов и приложения нагрузки показаны на рис. 1 а, схемы штампов—на рис. 1 б.

Было исследовано влияние прочности бетона ( $R$ ), формы штампа, ширины выступа штампа ( $C$ ) и высоты бетонного выступа ( $h$ ). В результате испытаний получены графики зависимости перемещений бетона « $g$ » под штампом от нагрузки « $P$ » или напряжений  $\sigma = \frac{P}{F}$  ( $F$ —площадь рабочей площадки штампа).

Анализ опытных результатов выполнен при помощи предложенной М. М. Холмянским «гипотезы клина», суть которой видна на рис. 2.

При некотором  $\sigma = \sigma_c$  в бетоне под штампом происходит перераспределение напряжений вследствие появле-

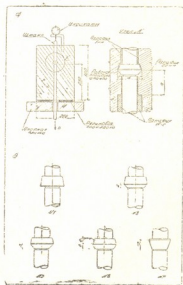


Рис. 1

ния трещин и местного разрушения бетона. В результате этого к выступу арматуры как бы присоединяется клин из разрушенного бетона,

Таблица 1

| № п. п. | Серия | Группа | Вариант, параметр | Характеристики штампа бетона |                                   |                         |        |                       | Направление, угол лад. бет. и прил. усл. | Вид разрушения | Результаты испытаний                      |      |       |                   |        |
|---------|-------|--------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------|--|----------------|---|------|-------|-------------------|--------|
|         |       |        |                   | С (мм)                       | F <sub>n</sub> (мм <sup>2</sup> ) | R (кг/см <sup>2</sup> ) | h (мм) | R <sub>max</sub> (кг) |  |                | T <sub>ср</sub> max (кг/см <sup>2</sup> ) | Н кг | Н/Р   | t <sub>ср</sub> ° | φ      |
|         |       |        |                   |                              |                                   |                         |        |                       |  |                |   |      |       |                   |        |
| 1       |       |        | а                 | 1                            |                                   |                         |        |                       | раскалыв.                                | 9900           | —   | 5860 | 0,592 | 0,846             | 40°05' |
| 2       |       |        | а                 | 2                            |                                   |                         |        |                       | раскалыв.                                | 10000          | —   | "    | 0,586 | 0,855             | 40°30' |
| 3       |       |        | а                 | 3                            |                                   |                         |        |                       | раскалыв.                                | 10150          | —   | "    | 0,577 | 0,867             | 41°    |
| 4       |       |        | а                 | 4                            | 4                                 | 251                     | 175    | 230                   | раскалыв.                                | 9850           | —   | "    | 0,594 | 0,842             | 40°05' |
| 5       |       |        | а                 | 5                            |                                   |                         |        |                       | раскалыв.                                | 10000          | —   | "    | 0,586 | 0,852             | 40°30' |
| 6       |       |        | б                 | 1                            |                                   |                         |        |                       | срез.                                    | 3200           | 188                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 7       |       |        | б                 | 2                            |                                   |                         |        | 22,5                  | срез.                                    | 2800           | 157                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 8       |       |        | б                 | 3                            |                                   |                         |        | 23,5                  | срез.                                    | 3700           | 196                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 9       |       |        | б                 | 4                            | 4                                 | 251                     | 175    | 25                    | срез.                                    | 3200           | 173                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 10      |       |        | б                 | 5                            |                                   |                         |        | 24,5                  | срез.                                    | 5400           | 259                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 11      |       |        | в                 | 1                            |                                   |                         |        | 27,5                  | срез.                                    | 1900           | 168                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 12      |       |        | в                 | 2                            |                                   |                         |        |                       | срез.                                    | 1200           | 106                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 13      |       |        | в                 | 3                            | 4                                 | 251                     | 165    | 15                    | срез.                                    | 2500           | 221                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 14      |       |        | в                 | 4                            |                                   |                         |        |                       | срез.                                    | 2200           | 195                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 15      |       |        | в                 | 5                            |                                   |                         |        |                       | срез.                                    | 1600           | 141                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 16      |       |        | г                 | 1                            |                                   |                         |        |                       | срез.                                    | 2500           | 214                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 17      |       |        | г                 | 3                            |                                   |                         |        | 15,5                  | срез.                                    | 3200           | 228                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 18      |       |        | г                 | 4                            | 4                                 | 251                     | 175    | 13,5                  | срез.                                    | 3000           | 257                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 19      |       |        | г                 | 5                            |                                   |                         |        | 13,5                  | срез.                                    | 7100           | 400                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 20      |       |        | д                 | 1                            |                                   |                         |        |                       | раскал.                                  | 8300           | —   | 6800 | 0,819 | 0,610             | 31°25' |
| 21      |       |        | д                 | 2                            |                                   |                         |        |                       | раскал.                                  | 9200           | —   | "    | 0,740 | 0,675             | 34°    |
| 22      |       |        | д                 | 4                            | 4                                 | 251                     | 216    | 230                   | раскал.                                  | 8800           | —   | "    | 0,773 | 0,647             | 33°    |
| 23      |       |        | д                 | 5                            |                                   |                         |        |                       | раскал.                                  | 9200           | —   | "    | 0,740 | 0,675             | 34°    |
| 24      |       |        | а                 |                              |                                   |                         |        | 100                   | раскалыв.                                | 5600           | —   | 4040 | 0,722 | 0,693             | 34°45' |
| 25      |       |        | а                 |                              |                                   |                         |        | 140                   | раскалыв.                                | 8400           | —   | 4970 | 0,592 | 0,844             | 10°1'  |
| 26      |       |        | а                 |                              |                                   |                         |        | 184                   | раскалыв.                                | 8940           | —   | 6060 | 0,678 | 0,738             | 36°30' |
| 27      |       |        | а                 |                              |                                   |                         |        | 224                   | раскалыв.                                | 9800           | —   | 7000 | 0,713 | 0,701             | 35°    |
| 28      |       |        | а                 |                              |                                   |                         |        | 274                   | раскалыв.                                | 7680           | —   | 7950 | 1,034 | 0,483             | 25°50' |
| 29      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 136                   | раск.                                    | 7500           | —   | 4900 | 0,652 | 0,767             | 37°30' |
| 30      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 200                   | раз. ар.                                 | 11500          | —   | 7900 | 0,687 | 0,728             | 36°5'  |
| 30      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 216                   | раск.                                    | 8300           | —   | 6800 | 0,820 | 0,610             | 31°25' |
| 31      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 197                   | раск.                                    | 2200           | —   | 6400 | 0,697 | 0,717             | 35°40' |
| 32      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 180                   | раск.                                    | 2900           | —   | 5980 | 0,603 | 0,830             | 39°40' |
| 33      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 67                    | срез.                                    | 650            | 57  | —    | —     | —                 | —      |
| 34      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 164                   | раск.                                    | 1850           | —   | —    | —     | —                 | —      |
| 35      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 175                   | срез.                                    | 2950           | 261                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 12*     |       |        | б                 | 4                            | 4                                 | 251                     | 175    | 15                    | срез.                                    | 2500           | 213                                       | —    | —     | —                 | —      |
| 36      |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 180                   | срез.                                    | 2500           | 213                                       | —    | —     | —                 | —      |
|         |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 15,5                  | срез.                                    | 2500           | 221                                       | —    | —     | —                 | —      |
|         |       |        | б                 |                              |                                   |                         |        | 15                    | срез.                                    | 2500           | 221                                       | —    | —     | —                 | —      |

Продолжение таблицы 1

| № п.п. | Серия | Группа | Варьянт парам.<br>Форма (номер проф.) | Характеристики штампа бетона |                          |                         |        | Направл. укл. бет. и прил. усил. | Вид разрушения | Результаты испытаний |                                     |       |       |        |       |
|--------|-------|--------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|----------------------------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|-------|-------|--------|-------|
|        |       |        |                                       | C (мм)                       | $F_n$ (мм <sup>2</sup> ) | R (кг/см <sup>2</sup> ) | h (мм) |                                  |                | $R_{max}$ (кг)       | $\sigma_{ср}$ (кг/см <sup>2</sup> ) | H кг  | H/P   | tgφ    | φ     |
| 37     |       |        |                                       | 1                            | 53                       |                         |        |                                  |                | 1600                 | 141                                 | —     | —     | —      | —     |
| 38     |       |        |                                       | 2                            | 113                      |                         |        |                                  |                | 1700                 | 150                                 | —     | —     | —      | —     |
| 39     |       |        |                                       | 2                            | 113                      | 180                     |        |                                  |                | 1700                 | 150                                 | —     | —     | —      | —     |
| 36*    |       |        |                                       | 4                            | 251                      |                         | 15     |                                  |                | 2500                 | 221                                 | —     | —     | —      | —     |
| 40*    |       |        |                                       | 6                            | 415                      |                         |        |                                  |                | 5400                 | 477                                 | —     | —     | —      | —     |
| 35     |       |        |                                       | 4                            | 251                      |                         |        |                                  |                | 2950                 | 261                                 | —     | —     | —      | —     |
| 41     |       |        |                                       | 2                            | 113                      | 175                     | 14     |                                  |                | 2550                 | 290                                 | —     | —     | —      | —     |
| 42     | III   | б      | Ширина выступа штампа                 | 1                            | 53                       |                         |        | Противоположны                   | срез.          | 2000                 | —                                   | 5980  | 2,98  | 0,168  | 9°32' |
| 43     |       |        |                                       | 2                            | 113                      |                         | 7800   |                                  |                | —                    | "                                   | 0,67  | 0,652 | 33°5'  |       |
| 32     |       |        |                                       | 4                            | 251                      | 180                     | 9900   |                                  |                | —                    | "                                   | 0,604 | 0,828 | 39°35' |       |
| 44     |       |        |                                       | 6                            | 415                      |                         | 12000  |                                  |                | —                    | "                                   | 0,498 | 1,005 | 45°0'  |       |
| 45     |       |        |                                       | 1                            | 53                       |                         | 3000   |                                  |                | —                    | 6380                                | 2,13  | 0,235 | 11°15' |       |
| 46     |       |        |                                       | 2                            | 113                      | 197                     | 6850   |                                  |                | —                    | "                                   | 0,932 | 0,537 | 28°15' |       |
| 47     |       |        |                                       | 2                            | 113                      |                         | 7250   |                                  |                | —                    | "                                   | 0,892 | 0,561 | 29°20' |       |
| 31*    |       |        |                                       | 4                            | 251                      |                         | 9200   |                                  |                | —                    | "                                   | 0,693 | 0,722 | 35°50' |       |

поверхность которого является поверхностью главных сжимающих напряжений.

### Деформации бетона

Влияние формы штампа рассмотрено при  $h=230$  мм, т. е. при практически бесконечно большой высоте бетонного выступа.

Установлено:

а) наименьшие перемещения возникают при штампах № 4 и 5, имеющих соответственно полукруглую форму и форму пологого клина;

б) форма выступов существенно влияет на скорость приращения перемещений под нагрузкой только до  $\sigma = 300 \div 500$  кг/см<sup>2</sup>, т. е. до  $\sigma/R = 1,5 \div 3,0$ ;

в) если направление бетоноирования совпадает с направлением действия усилия, перемещения в несколько раз больше, чем в том случае, если эти направления противоположны.

Первые два вывода могут быть легко объяснены при помощи гипотезы клина. В самом деле, форма выступов должна иметь значение только до того момента, когда появится трещина, показанная на рис. 2 и названная главной, т. е. до  $\sigma/R$  порядка  $1 \div 3$ .

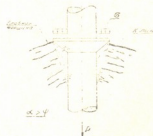
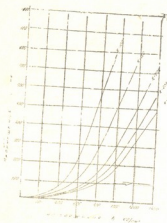


Рис. 2

Это не совсем справедливо только для штампа № 5, у которого наклон рабочей площадки к вертикали может оказаться меньшим, чем  $\varphi$ .

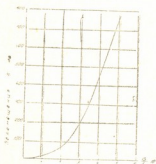


а

Преимущества штампов № 4 и 5 определяются меньшей концентрацией напряжений в бетоне у верхней кромки рабочей площадки, а следовательно, меньшими деформациями и более поздним появлением главной трещины.

Из перечисленных выводов следует, что форма выступов не играет большой роли, если смещения относительно велики (анкера и арматура с плохим сцеплением). Если же требуется, чтобы сцепление было жестким, то форма выступов приобретает первостепенное значение, рабочие площадки должны иметь форму полового канна или плавное криволинейное очертание.

Влияние прочности бетона характеризуется семейством кривых зависимости смещений от напряжений при  $R=100, 150, 200, 250$ , и  $300 \text{ кг/см}^2$ . Семейство этих кривых можно с вполне удовлетворительной точностью заменить одной зависимостью  $g_0$  от  $\frac{\sigma}{E}$  (рис. 3).



б  
Рис. 3

Влияние ширины рабочей площадки штампа. По результатам испытаний образцов группы Б серии III установлено, что между напряжениями и отношением величины перемещений к ширине выступа штампа существует приближенная зависимость, график которой показан на рис. 4.

Следовательно, угол  $\varphi$  зависит от ширины рабочей площадки штампа. При уменьшении последней  $\varphi$  убывает, это приводит к увеличению поверхности контакта и, следовательно, к уменьшению напряжений и перемещений. При данной величине напряжений чем больше ширина выступа штампа, тем больше перемещения. При данном усилии за счет резкого снижения напряжений увеличение ширины выступа также ведет к снижению перемещений. Поэтому в тех случаях, когда увеличение ширины выступов не встречает принципиальных трудностей, например, в случае анкеров, оно, с точки зрения жесткости, крайне целесообразно.

Влияние высоты бетонных выступов на приращение смещений зависит от направления укладки бетона; при  $\sigma = 2 \div 3 R$  оно почти исчезает, т. е. кривые зависимости перемещений от усилий становятся аффинными.

По-видимому, до образования клина в случае прямоугольного штампа бетонный выступ работает на сдвиг, и, следовательно, его перемещения в основном определяются величиной  $h$ .

После появления клина, если, конечно, его высота все-таки меньше, чем  $h$ , направление усилий на бетон резко изменяется, возрастает роль горизонтальной составляющей давления. Полученные зависимости  $g$  от  $h$  позволяют ответить на основной вопрос проектирования арматуры периодического профиля: до каких пределов целесообразно ушасть выступы.

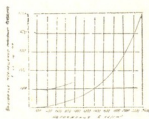


Рис. 4

### Прочность бетонного выступа на срез

При высоте бетонного выступа  $15 \div 25$  мм образцы, как правило, разрушались от скалывания выступа. Величины разрушающих нагрузок приведены в таблице 1.

Влияние различных факторов на предельные напряжения среза  $\tau_{\max}$  характеризуется следующими особенностями.

Форма выступов, по данным испытаний образцов группы Б, В и Г серии I, не оказывает какого-либо определенного влияния на  $\tau_{\max}$ , пока наклон рабочих площадок к оси штампа не становится меньше некоторой величины. Для всех штампов, кроме № 5, величины  $\tau_{\max}$  близки между собой; для штампа № 5 в двух случаях из трех (образцы № 10 и 19) величина  $\tau_{\max}$  оказалась примерно в полтора раза большей, чем для штампов другой формы.

Такое повышенное сопротивление срезам можно объяснить поперечным обжатием, возникающим по поверхности скалывания. То обстоятельство, что величина этого обжатия зависит от форм штампа только при  $\varphi < 45$ , является еще одним аргументом в пользу гипотезы клина.

Высота бетонных выступов ( $h$ ). Если сравнить значения  $\tau_{\max}$  для образцов группы Б и Г серии I, можно заметить, что с увеличением высоты бетонного выступа максимальные скалывающие напряжения уменьшаются.

## Прочность бетонных образцов на раскалывание

**Форма штампа.** Для всех пяти видов штампа с точностью примерно 5% величина осевого усилия  $P$ , при котором произошло раскалывание образца, оказалась одинаковой. Это подтверждает предположение о том, что угол  $\varphi$  от формы выступов не зависит.

**Прочность бетона.** С увеличением прочности бетона величина распора при раскалывании возрастает, однако не быстрее, чем прочность бетона на растяжение. Это соответствует предположению о независимости угла  $\varphi$  от прочности бетона.

**Ширина выступа штампа** наиболее резко сказывается на распоре. С увеличением «С» от 1 до 6 мм усилие  $P$ , при котором происходит раскалывание, возрастает в 6 раз.

Это не оставляет сомнений в увеличении угла  $\varphi$  с увеличением ширины выступа. В пределе при  $C=0$ ,  $\varphi=0$  продольные усилия в бетоне отсутствуют. Это соответствует обычному допущению о том, что в случае арматуры периодического профиля сцепление осуществляется только за счет зацепления.

При  $C \rightarrow \infty$ ,  $\varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}$  и траектории главных сжимающих напряжений становятся вертикальными.

### О распоре арматуры

Результаты проведенных опытов приводят к заключению, что заделка анкеров и арматуры в бетоне, имеющая несущую способность, равную прочности арматуры на разрыв, легко осуществима, если обеспечено отсутствие раскалывания.

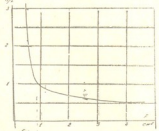
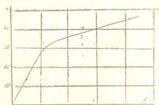


Рис. 5

В связи с этим расчет на раскалывание приобретает весьма серьезное значение. Ориентировочные подсчеты величин распора производились рядом авторов [5, 6]. Одна из возможностей более точной оценки величины распора состоит в использовании прочности на раскалывание бетонных образцов.

Рассматривая диаметрально сечение образца, по которому происходит раскалывание, как внецентренно растянутое, получим значения  $H$ , приведенные в таблице 1. В последней даны и значения  $\varphi$  и  $\operatorname{tg} \varphi$ , подсчитанные по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P}{2H} .$$

Зависимости  $\varphi$  и  $\frac{H}{P}$  от  $F$  показаны на рис. 5, из которого следует, что при малой ширине выступов арматуры распор может в несколько раз превосходить осевое усилие.

Характер зависимости таков, что можно говорить о некотором критическом значении  $F = F_{кр}$ . В случае арматуры периодического профиля это значение, по-видимому, зависит не только от «С», но и от наклона выступов и их шага.

В случае анкера распор и угол  $\varphi$  вполне определяются величиной  $F$  и не зависят ни от формы выступов, ни от прочности бетона. Это следует, например, из результатов испытания образцов группы А серии I и группы А серии II.

Если  $F > F_{кр}$ , распор относительно мал, профиль можно считать безраспорным. Если  $F < F_{кр}$ , распор велик, притом его значение не является вполне определенным, так как оно резко возрастает при малейшем уменьшении ширины выступов. В последнем случае для предотвращения раскалывания практически можно рассчитывать только на специальную кольцевую арматуру.

В случае арматуры периодического профиля и при большой длине железобетонных элементов вместо суммарного распора  $H$  приходится оперировать погонным распором  $\beta$ .

Академия Наук Грузинской ССР  
 Институт строительного  
 дела  
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 9.12.1961)

საშენიანო მშენებლობა

ა. ხოლმინასკი და შ. ალიშვი

პერიოდული კროფილის არმატურის ბეტონთან შეჭიდულობის  
 კანონის ექსპერიმენტული შესწავლა

რ ე ხ ი უ შ ე

სტატიაში განხილულია პერიოდული პროფილის არმატურის ბეტონთან შეჭიდულობის საკითხი.

ექსპერიმენტულადაა შესწავლილი ბეტონის სიმტკიცის, შტამპის ფორმის, შტამპის შევრილების ზომებისა და სხვა ფაქტორების გავლენის საკითხი



შეჭიდულობაზე. აგებულია აგრეთვე დამოკიდებულების გრაფიკები ბეტონის შტამპის ქვეშ გადაადგილებასა და დატვირთვებს შორის.

ცდებით მიღებული შედეგების ანალიზს საფუძვლად დაედვა „სოლის ჰიპოტეზა“.

მიღებული შედეგებიდან დავასკენით, რომ შვერილის ფორმა არ ახდენს დიდ გავლენას შეჭიდულობაზე, თუ გადაადგილება შედარებით დიდია, მაგრამ მას პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება ხისტის შეჭიდულობის დროს. მიზანშეწონილია შვერილის სიგანის გადიდება, თუ იგი შესაძლებელია.

ბეტონის სიმტკიცის გავლენა ხასიათდება მრუდთა ოჯახით, რომელიც შეიძლება შეიცვალოს  $g$ -სა და  $\frac{\sigma}{E}$ -ს დამოკიდებულებით.

$g$  სა და  $h$  შორის მიღებული დამოკიდებულებები საშუალებას იძლევა პერიოდული არმატურის შვერილების ოპტიმალური რიცხვის დასადგენად. ჩატარებული ექსპერიმენტები ასაბუთებენ, რომ პერიოდული პროფილის არმატურების გამოყენების შემთხვევაში შეჭიდულება ხორციელდება მხოლოდ მოდების ხარჯზე.

#### დასოვნავალი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. G. Rehm. The Fundamental Law of Bond Symposium on bond and crack formation in reinforced concrete. Vol. II—Papers Stockholm, 1957.
2. М. М. Хомянский. Основные задачи расчета на сцепление арматуры периодического профиля с бетоном в центрально армированных призматических элементах. ДАН СССР, 1959, том 129 № 1.
3. М. М. Хомянский. Расчет на сцепление арматуры периодического профиля с бетоном. Труды НИИ железобетона, № 4.
4. S. T. Ödman. Sleep between reinforcement and concrete Symposium RILEM, Stockholm, 1957.
5. R. Saliger. Fortschritte im stahlbeton. Wien, 1950.
6. U. Sallhard. Mécanisme de la liaison bétonacier Acchiroum inzynierii ladowej. Warszawa, 1960.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. С. ГЕХМАН и А. А. МЕЛИКЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ  
ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 8.3.1962)

В течение последних лет были проведены многочисленные исследования колебаний различных сооружений с целью выяснения периода и форм свободных колебаний, величины декремента затухания колебаний и т. д.

Однако большинство исследований было посвящено работе наземных сооружений и лишь немногие — подземным или заглубленным.

В 1958 г. была опубликована статья С. В. Медведева [1]. Целью экспериментов, описанных в этой статье, было получение периодов и декрементов затухания  $\delta$  для жестких массивных сооружений, заглубленных в грунт. Изучались колебания массивного железобетонного сооружения камерного типа (камера шлюза). Отметим значительные декременты затухания (до 0,67), полученные в результате этих экспериментов.

Основываясь на полученных данных, а также на работах [2, 3, 4], автор утверждает, что колебание сооружений в большинстве случаев (а подземных—обязательно) следует рассматривать совместно с колебанием грунта, т. е. анализировать работу сложной системы «сооружение—грунт». При этом характер колебаний сооружения будет зависеть от многих факторов, а именно: от физико-механических свойств грунта, материала и конструкции сооружения, от качества выполнения этой конструкции, от условий контакта и взаимодействия грунта и сооружения, т. е. от сложной и вряд ли поддающейся аналитическому учету работы системы «сооружение—грунт».

На Второй Международной конференции по сейсмостойкому строительству, проходившей в г. Токио в 1960 г., японский исследователь Ширанши приводил данные, полученные им при испытании под динамической нагрузкой опускного колодца. Опыты Ширанши показали, что «гашение свободных колебаний имело столь большие размеры, что приближалось к критическому». Результаты опытов дают основание заключить, что декремент затухания был близок к предельному (т. е.  $k2$ ).

С целью выяснения величины декремента затухания для подземных сооружений в июне—июле 1962 г. в Институте строительной механики и сейсмостойкости АН Грузинской ССР были проведены экспериментальные исследования колебаний подземных резервуаров.

Как указывается в работе [5], характеристики гистерезиса растут с увеличением амплитуд напряжений при колебаниях упругих систем. С 41. „მეცნიერება“, გ. XXXI, № 3, 1963.



повышением напряжения от 0 до 2,5% допускаемого коэффициента поглощения  $\psi = 2\delta$  быстро увеличивается, достигая более или менее стабильного значения.

На рис. 1 показана кривая  $\psi \left( \frac{\sigma_0}{[\sigma]} \right)$ , полученная в ЦНИПСе для основных строительных материалов при изгибных колебаниях [6].

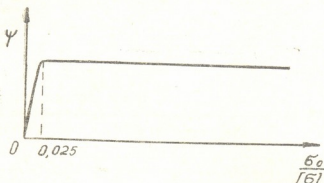


Рис. 1. Общая приближенная зависимость коэффициента поглощения от амплитуды  $\frac{\sigma_0}{[\sigma]}$  динамических напряжений при изгибе

Эксперименты, описанные ниже, проводились при малых нагрузках, так что отношение  $\frac{\sigma_0}{[\sigma]}$  было существенно меньше 0,025. Поэтому полученные значения  $\delta$  и  $\psi$  будут несколько занижены по сравнению с теми, которые возникнут при землетрясении, даже сравнительно небольшой балльности.

Эксперименты проводились на трех заглубленных железобетонных резервуарах. Для сравнения были замерены колебания наземного железобетонного резервуара.

Емкость резервуара № 1 равна 180 м<sup>3</sup>, геометрические размеры сооружения даны на рис. 2. Покрытие резервуара и стены на высоте примерно 1 м оставались необсыпанными грунтом. На стенке резервуара, в двух диаметрально противоположных точках, были укреплены кронштейны для установки двух вибрографов ВЭГИК (№ 3 и № 2). Кроме того, было установлено еще два вибрографа: в центре покрытия (№ 4) и на грунте (№ 1).

Для записи колебаний совместно с вибрографами ВЭГИК применялся осциллограф ПОБ-12 м. Приборы № 1, 2 и 3 записывали горизонтальные смещения, а № 4 — вертикальные. Запись производилась с увеличением в 10 000 раз.

Колебания резервуара возбуждались искусственно источником ударного типа.

Измеренная частота собственных колебаний сооружения составляет приблизительно 0,3 сек.

В результате испытаний были получены и обработаны осциллограммы.

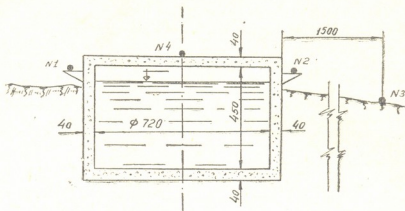


Рис. 2. Схематический разрез резервуара емк. 180 м<sup>3</sup>. Приборы № 1, 2 и 3 записывают горизонтальные колебания, прибор № 4, установленный в центре покрытия, регистрирует вертикальные колебания



Рис. 3. Характерные участки осциллограммы С-20

В записи и обработке сейсмограмм, кроме авторов статьи, приняли участие инж. Бакрадзе Е. И. и группа научных сотрудников Института антисейсмического строительства Таджикской ССР.

На рис. 3 приведена копия одного из характерных участков осциллограмм С-20.

Результаты обработки сейсмограмм сведены в таблицы 1 и 2.



Разброс величин декремента затухания  $\delta$  объясняется, по всей вероятности, нерегулярностью колебательного процесса, неодинаковой силой возбуждения при повторных возбуждениях и т. д.

Амплитуды напряжений, полученные при испытании резервуаров, были весьма малы, т. е. отношение  $\frac{\sigma}{[\sigma]} < 0,025$ . А это означает, что работа сооружения проходила с  $\delta \leq \delta$  пред. (см. рис. 1). Однако, несмотря на это, значения декремента затухания получились весьма значительными.

Таблица 1  
Логарифмические декременты затухания и периоды колебаний заглубленного резервуара (результаты обработки сейсмограммы С-20).

| Место расположения и номера приборов                                    | Период колебаний<br>T в сек. | Декремент затухания $\delta$ |
|---|------------------------------|------------------------------|
| № 3, прибор установлен на поверхности земли в 15 м от стенки резервуара | 0,043                        | 0,17                         |
| № 2, место установки см. на рис. 2                                      | 0,030                        | 0,35                         |
| № 1, место установки см. на рис. 2                                      | 0,037                        | 0,36                         |
| № 4, прибор установлен в центре покрытия (см. рис. 2)                   | 0,045                        | 0,13                         |

Следующая серия испытаний была проведена на двух монолитных железобетонных резервуарах емк. по 1140 м<sup>3</sup> каждый.

В настоящее время строительство резервуаров закончено, они почти полностью засыпаны грунтом и заполнены водой (проходят гидравлические испытания). Резервуары расположены на косогоре и привязаны к площадке, как показано на рис. 4.

Таблица 2  
Логарифмические декременты затухания и периоды колебаний заглубленного резервуара (результаты обработки сейсмограммы С-21 и С-22).

| Место расположения и номера приборов                                    | Период колебаний<br>T в сек. | Декремент затухания $\delta$ |
|---|------------------------------|------------------------------|
| № 3, прибор установлен на поверхности земли в 15 м от стенки резервуара | 0,045                        | 0,18                         |
| № 2, место установки см. на рис. 2                                      | 0,043                        | 0,35                         |
| № 1, место установки см. на рис. 2                                      | 0,031                        | 0,39                         |
| № 4, прибор установлен в центре покрытия (см. рис. 2)                   | 0,045                        | 0,14                         |

Основные геометрические размеры каждого резервуара: диаметр (внутренний) — 16,66 м, высота — 6 м, толщина стенки: а) по верху — 0,18 м, б) по низу — 0,27 м, толщина покрытия — около 0,20 м, толщина днища (с учетом подготовки и торкрета) — около 0,40 м.

Покрытие резервуара поддерживается девятью колоннами, одна из которых центральная, а остальные расположены по окружности диаметром 8 м.

Колебания резервуаров измерялись вибрографами ВЭГИК с осциллографом ПОБ-12 м.

Места установки приборов показаны на рис. 4.

Приборы № 1 и 3 расположены над стенкой резервуара и записывают горизонтальные колебания, причем на первом и втором резервуаре.

В центральной части покрытия был установлен прибор для записи вертикальных колебаний (№ 2).

Колебания грунта измерялись в обоих случаях прибором № 4.

Результаты обработки полученных осциллограмм сведены в таблицы 3 и 4.

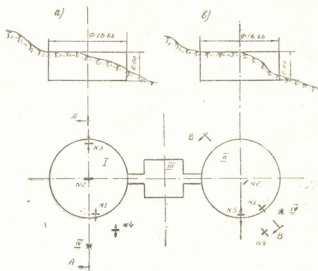


Рис. 4. Планы и разрезы резервуаров емк. 1140 м<sup>3</sup>

Схема установки приборов. Стрелками указаны направления записываемых колебаний. Прибор без стрелки предназначен для записи вертикальных колебаний (№ 12); I—резервуар № 2 (осциллограмма С-22), II—резервуар № 3 (осциллограмма С-23), III—насосная станция, IV—источник колебаний:

а) разрез по а—а, б) разрез по в—в.

Как и при испытаниях резервуара емк. 180 м<sup>3</sup>, колебания возбуждались источником ударного типа.

Разброс величин объясняется, как уже указывалось выше, переугарностью колебательного процесса, неодинаковой силой возбуждения при повторных испытаниях и т. д.

Вертикальные колебания в центре покрытия записать практически не удалось, так как источник возбуждения находился у основания резервуара и был слишком мал для придания массивному сооружению вертикальных колебаний.

Интересно отметить, что декременты затухания для грунта получились окончательными. Это связано с тем, что источник возбуждения

был расположен в непосредственной близости от вибрографов, а следовательно,  $\frac{\sigma_0}{[\sigma]} < 0,025$  и декремент затухания приблизился к своему предельному значению.

Таблица 3

Логарифмические декременты затухания и периоды колебаний заглубленного железобетонного резервуара № 2 емк. 1140 м<sup>3</sup> в г. Тбилиси (результаты обработки осциллограммы С-23).

| Место расположения и номера приборов   | Период колебаний<br>Т в сек.   | Декремент затухания $\delta$ |
|--|--|------------------------------|
| № 1, место установки прибора и направление записываемых колебаний см. на рис. 4                            | 0,033  | 0,498                        |
| № 2, установлен в центре покрытия для записи вертикальных колебаний  | Колебания записаны не были. Возбуждение было слишком малым, чтобы сообщить массивному сооружению вертикальные колебания. |                              |
| № 3, место установки и направление записываемых колебаний см. на рис. 4                                    | 0,027  | 0,300                        |
| № 4, прибор установлен на поверхности земли в непосредственной близости от источника возбуждения колебаний | 0,033  | 0,370                        |

Таблица 4

Логарифмические декременты затухания и периоды колебаний заглубленного железобетонного резервуара № 3 емк. 1140 м<sup>3</sup> в г. Тбилиси (результаты обработки осциллограммы С-24).

| Место расположения и номера приборов   | Период колебаний<br>Т в сек.   | Декремент затухания $\delta$ |
|--|--|------------------------------|
| № 6, место установки и направление записываемых колебаний см. на рис. 4                        | 0,025  | 0,517                        |
| № 12, прибор установлен в центре покрытия для записи вертикальных колебаний                    | Колебания едва различимы. Возбуждение было слишком малым, чтобы сообщить массивному сооружению вертикальные колебания. |                              |
| № 11, место установки и направление записываемых колебаний см. на рис. 4                       | 0,035  | 0,193                        |
| № 2, прибор установлен на земле в непосредственной близости от источника возбуждения колебаний | 0,033  | 0,375                        |

Проведенные испытания наземного железобетонного резервуара емк. 1000 м<sup>3</sup> показали, что декременты затухания, полученные для наземного резервуара в 1,5—2 раза меньше, чем для заглубленного.

### Выводы

Эксперименты, описанные в статье, были связаны с определением декремента затухания ( $\delta$ ). Было еще раз подтверждено положение, что затухание колебаний в подземном сооружении должно быть более быстрым, так как происходит значительное рассеяние энергии колебаний вследствие наличия внутреннего трения при деформации окружающего сооружения грунта. Затухание колебаний в наземных сооружениях

происходит в основном как результат рассеяния энергии колебаний за счет неупругих деформаций только в самом сооружении.

Величины декрементов затухания для заглубленных резервуаров, полученные в результате описанных опытов, значительны, несмотря на малую величину источника колебаний.

Академия Наук Грузинской ССР  
 Институт строительной механики и сейсмостойкости  
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 8.3.1962)

საშემოსულო მუშაობა

ბ. გიგინი და ბ. მელიქიანი

რკინაბეტონის მიწისქვეშა რამპარვარების რხევათა  
 ექსპერიმენტული გამოკვლევები

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში აღწერილი ექსპერიმენტები დაკავშირებულია ქრობის დეკრემენტის ( $\sigma$ ) განსაზღვრასთან. კიდევ ერთხელ დამტკიცდა ის მდგომარეობა, რომ მიწისქვეშა ნაგებობებში რხევების ქრობა უნდა იყოს ჩქარი, რადგან ხდება რხევების ენერჯის მნიშვნელოვანი განფანტვა გრუნტის შიგა ხახუნის არსებობისა და თვით ნაგებობაში შიგა ხახუნის არსებობის გამო. მიწისზედა ნაგებობებში რხევების ქრობა შედეგია ძირითადად რხევის ენერჯის განფანტვისა, რომელიც ნაგებობის არადრეკადი დეფორმაციითაა განპირობებული.

მიწაში ჩაღრმავებული რეზერვუარების ქრობის დეკრემენტის სიდიდე მნიშვნელოვანია, მიუხედავად რხევების წყაროს სიძირისა.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Медведев. Экспериментальные исследования колебаний жестких сооружений при сейсмических воздействиях. Труды Института физики земли АН СССР, № 1 (168). Изд. АН СССР, 1958.
2. С. В. Медведев. Влияние сил внутреннего трения на колебания зданий при землетрясениях. Труды Геофизич. ин-та АН СССР, № 36 (163), 1956.
3. Д. Д. Баркан. Динамика оснований и фундаментов. Стройвоенмориздат. 1948.
4. О. А. Савинов. Фундаменты под машины. Стройиздат, 1955.
5. Ш. Г. Налетваридзе. Вопросы теории сейсмостойкости сооружений. Изд. АН ГССР, 1956.
6. Е. С. Сорокин. Динамический расчет несущих конструкций зданий. Госстройиздат, 1956.





საშენებლო მეცნიება

ს. კალმახალიძე და რ. შოთაძე

მდინარე გურიის ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის  
ტერიტორიის სეისმური მიკროდარაიონება

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ე. ზვრიგვა 9.3.1962)

დამანგრეველი მიწისძვრების გამოკვლევების ბევრი მონაცემი გვიჩვენებს, რომ მიწისძვრების ინტენსივობა ერთსა და იმავე რაიონში სხვადასხვანაირად შედარდება ცალკეული ტერიტორიების საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და გეომორფოლოგიური პირობების მიხედვით. ამიტომ სამოქალაქო, სამრეწველო და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირების პრაქტიკაში ბოლო ხანში დიდი ადგილი ეთმობა სეისმურ მიკროდარაიონებას.

სეისმურ მიკროდარაიონებას ატარებენ საინჟინრო-გეოლოგიური და ინსტრუმენტული მეთოდებით. საინჟინრო-გეოლოგიურ მეთოდს საფუძვლად უძევს ადრე ცნობილი მდგომარეობა იმის შესახებ, რომ შენობები და ნაგებობები, დაფუძნებულნი სხვადასხვა გრუნტებზე, არათანაბრად განიცდიან მიწისძვრებს, ყველაზე მეტად სეისმურები არიან თიხოვანი გრუნტები და ყველაზე ნაკლებად სეისმური — კლდოვანი გრუნტები.

ადგილმდებარეობის სეისმურობაზე მნიშვნელოვან ვაელებს ახდენს გრუნტის წყლები და რელიეფის დასერილობა. შენობის ფუძის წყალგაყვანილობა და ფერდობის დიდი დაქანება ზრდის ადგილმდებარეობის სეისმურობას.

ინსტრუმენტული მეთოდით სეისმური მიკროდარაიონება დამყარებულია გრუნტის რხევის პარამეტრების გადაადგილების, სიჩქარის, პერიოდებისა და აჩქარებების გაზომვაზე, რომელიც გამოწვეულია როგორც მიწისძვრებით, ისე ხელოვნური რხევებით (დარტყმით და აფეთქებებით). ინსტრუმენტული მეთოდის გამოყენება შეზღუდულია გამოზომი აპარატურის უქონლობით, რომლის სერიული გამოშვება ჯერჯერობით არ არის ორგანიზებული და აგრეთვე სხვადასხვა გრუნტების რხევების ჩანაწერების სიმცირით და ამ ჩანაწერების გავრცელების შეუძლებლობით დამანგრეველი მიწისძვრების (7—9 ბალის) შემთხვევებზე.

სეისმური მიკროდარაიონების სამუშაოები მდ. ბზიფის კასკადის ტერიტორიებისა ჩატარდა 1960 — 61 წლების პერიოდში საინჟინრო-გეოლოგიური მეთოდით, რომლის ძირითადი საფუძვლები დამუშავებულია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო საქმის ინსტიტუტში [1].

ჰიდროელექტროსადგურების სეისმური მიკროდარაიონება ხასიათდება შემდეგი განსაკუთრებული თავისებურებებით [2]:

ა) სეისმური დარაიონებისადმი უფრო მეტი მოთხოვნილებით ჰიდროელექტროსადგურების მაღალი კაპიტალურობის, პასუხისმგებლობისა და ექსპლოატაციის დიდი პერიოდის გამო, აგრეთვე იმ საშიშროების მიზეზით, რომელიც არსებობს ჰიდროელექტროსადგურის ქვევით განლაგებული დასახლებული პუნქტების წყლით დაფარვის გამო;

ბ) ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის ტერიტორიის დამორბეა დასახლებული პუნქტებიდან, რაც აძნელებს მაკროსეისმური ცნობების შეგროვებას და მის გამოყენებას ჰიდროელექტროსადგურების ტერიტორიის სეისმური მიკროდარაიონების ჩასატარებლად;

გ) არაკლოვანი ქანების სეისმურობის გაზრდის აუცილებლობა 1—2 ბალით, რაც გამოწვეულია ნაგებობის ფუძისა და წყალსაცავის ფერდობების წყლით გაქვნივით გამო.

კავკასიის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი, სადაც მდებარეობს ჩვენ მიერ გამოკვლეული რაიონი, სეისმურობის მხრივ უკანასკნელ ხანამდე ითვლებოდა წყნარ რაიონად, კავკასიის ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ რაიონებთან შედარებით.

ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის ტერიტორიის საწყისი სეისმურობის დასახუტებლად და საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების ადგილზე გასაცნობად, 1960 წლის ოქტომბერში და 1961 წლის ივნისში ჩვენ მიერ გამოკვლეულია ვაგრის, გუდაუთისა და სუხუმის რაიონების რიგი დასახლებული პუნქტები. ამ პუნქტების გამოკვლევისას ვაგროვებდით ცნობებს მიწისძვრების შესახებ ძველი მცხოვრებლებისაგან, ვიკვლევდით ძველი ქვის შენობებს და ისტორიულ არქიტექტურულ ნაგებობებს. ადგილმდებარეობის საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებს ვადგენდით ჰებისა და გაშიშვლების დახმარებით.

დასავლეთ საქართველოში და კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროზე მომხდარი მიწისძვრებიდან ყველაზე ძლიერად საკვლევ რაიონში გამოიქვლანდა შემდეგი მიწისძვრები: შავი ზღვის—1905 წლის 21 ოქტომბერს (ეპიცენტრი მდებარეობდა შავი ზღვის ფსკერზე), ყირიმის — 1927 წლის 11 სექტემბერს, სამეგრელო-სვანეთის — 1930 წლის 7 ნოემბერს, ტაბაწყურის — 1940 წლის 7 მაისს (ეპიცენტრი მდებარეობდა თრიალეთის მთებში) და აგრეთვე უკანასკნელ 10 წელს მომხდარი მიწისძვრები — კრანოპოლიანსკისა — 1955 წლის 21—27 დეკემბერს, გეგეჰკორისა — 1957 წლის იანვარს და აჩიგვარისა — 1958 წლის ივლისს [3, 4, 5].

ამ მიწისძვრების მონაცემების გაცნობა გვიჩვენებს, რომ შავი ზღვის 1905 წლის 21 ოქტომბრის მიწისძვრა იგრძნობოდა მთელი კავკასიის დასავლეთ სანაპიროზე და მაქსიმალური ძალით — 6 ბალით გამოიქვლანდა ქ. სოხუმში და მის მახლობელ რაიონებში.

შავი ზღვის კერებს მიეკუთვნება აგრეთვე 1915 წლის 31 მაისის მიწისძვრა, რომელიც სუსტად იგრძნობოდა სოხუმში, ფოთში და ფსხუმში...

საკმარისად ძლიერად მოქმედებს კავკასიის დასავლეთ სანაპიროს სეისმურობაზე მიწისძვრის კერები, რომლებიც მდებარეობენ ყირიმის სანაპიროებთან.



მაგალითად, ყირიმის 1927 წლის მიწისძვრა, რომლის ინტენსივობა ეპიცენტრში აღწევდა 8 ბალს, საკვლევ რაიონში გამოიხატა 4—5 ბალის ძალით. არ იწვევს დიდ მიწისძვრებს საკვლევ რაიონში ის კერები, რომლებიც ქ. გორშია.

სამეგრელო-სვანეთის 1930 წლის 7 ნოემბრის მიწისძვრა, რომელიც ეპიცენტრულ ზონაში აღწევდა 6 ბალს, სუხუმში 80—90 კილომეტრის დაშორებით გამოიხატა ორი 4-ბალიანი ბიძვით. ტაბაწყურის 1940 წლის 7 მაისის მიწისძვრა საკვლევ რაიონში გამოიხატა 4—5 ბალის ძალით. კრასნოპოლიანსკის, გეგეჭკორისა და აჩიგვარის მიწისძვრების ეპიცენტრების არალრმა განლაგების გამო, ეს მიწისძვრები საკვლევ რაიონში გამოიხატა 3—5 ბალის ძალით.

ზემოთ ჩამოთვლილი მიწისძვრებიდან ყველაზე ახლოს საკვლევ რაიონთან მდებარეობს კრასნოპოლიანსკის მიწისძვრის კერა, რომლის ძალა ეპიცენტრულ ზონაში 7 ბალს აღწევდა. ამ მიწისძვრის ეპიცენტრი მდებარეობს 50—60 კმ-ზე დასაპროექტებელი ჰიდროელსადგურების ტერიტორიიდან, მაგრამ მისი არალრმა განლაგების გამო (5—8 კმ) ეს მიწისძვრა დიდ ფართობზე არ გავრცელებულა.

როგორც ლიტერატურული მკაროსეისმოური მონაცემები [3, 4, 5], ასევე ჩვენ მიერ შეგროვებული მასალები გვიჩვენებს, რომ 1905—1960 წლის პერიოდში დასახლებულ პუნქტებში, რომლებიც მდებარეობენ მშენებლობის ზონაში და მახლობელ რაიონებში, 6—7 ბალზე მეტი მიწისძვრები არ მომხდარა.

წარმოდგენილი მკაროსეისმოური მონაცემები 55 წლის პერიოდისა საკმარისი არ არის მდ. ბზიფის ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის ტერიტორიების საწყისი სეისმურობის დასადგენად, იმის გამო, რომ საკმაოდ მცირეა დაკვირვების პერიოდი ჰიდროსადგურების მუშაობის პერიოდთან შედარებით, ამ საკითხის გადასაწყვეტად ჩავატარეთ ძველი არქიტექტურული-ისტორიული ძეგლების გამოკვლევა, რომლებიც გაფანტული არიან აფხაზეთის ტერიტორიაზე.

არქიტექტურული-ისტორიული ძეგლების შესწავლისას ჩვენ ვსარგებლობდით ლიტერატურული წყაროებით [6] და ადგილობრივი მცხოვრებლების ცნობებით. ვსწავლობდით შენობებისა და საძირკვლების საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებს და მათი დეფორმაციის მიზეზებს.

ჩვენ შევისწავლეთ შემდეგი ისტორიული ძეგლები: ვაგრის ეკლესია და სიმაგრე, პიკუნდის ეკლესია, ბზიფის სიმაგრე, ფსხუს სიმაგრე, ლიხნის ეკლესია, აფხაზეთის მთაგრების სასახლე და სხვა ქვის ძველი შენობები.

ამ ძეგლებიდან ყველაზე უკეთესად შემონახულია ლიხნის ეკლესია, რომელიც მდებარეობს ქ. გუდაუთიდან 7 კმ-ის მანძილზე და ეკუთვნის X—XI საუკუნეს, კედლის წყობა შესრულებულია გათლილი ქვისაგან მტკიცე კირის ხსნარზე, შენობა დასაძირკვლებულია თიხოვან გრუნტზე. ამ ძეგლის მშენებლობის და ექსპლოატაციის მონაცემების ისტორიული მასალების გაცნობამ, მისმა დეტალურმა დათვალიერებამ და ძველი მაცხოვრებლების (როგორც მაგალითად, 114 წლის ანტონ პილიას და სხვათა) დაკითხვამ გვიჩვენა, რომ ამ რაიონში 6—7 ბალის სიდიდზე მეტი მიწისძვრები არ მომხდარა.

ძველი საცხოვრებელი სახლებიდან აღსანიშნავია ქვის შენობა სოფ. ბზიდში, რომელიც აშენებულია 1899 წელს ნოვოროსისკ — სუხუმის შოსეს მშენებლობის დროს. შენობას ფანჯრის მახლობლად აქვს უმნიშვნელო ბზარი. ამავე სოფელში აგებულია 30 მეტრის სიმაღლის ქვის სვეტი რიყის ქვისაგან. კირის ხსნარს, რომელიც კარგადაა შემონახული, დეფორმაციის არავითარი ნიშანი არ ეტყობა.

ამგვარად, ისტორიულ-არქიტექტურული ძეგლების და ქვის ძველი შენობების გამოკვლევა საშუალებას გვაძლევს ვავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა:

ქვის ძველი ნაგებობების არსებობის 800—1000 წლის განმავლობაში საკვლევ რაიონში არ მომხდარა 7 ბალზე მეტი ძალის მიწისძვრა.

ეს შედარებით სუსტი სეისმოაქტივობა ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის რაიონისა საკმარისად დამაჯერებლად შეიძლება აიხსნას რაიონის სეისმოტექტონიკური პირობებით.

ვ. რასტვოროვასა და დ. რუსტანოვიჩის [7] მონაცემებით, რომლებიც ადარებენ კრასნოპოლიანსკისა და ვაგრის რაიონების ტექტონიკას, ჩანს, რომ პირველი რაიონი ეკუთვნის კავკასიის სამხრეთ ფერდობის ფლიშურ ზონას, ვაგრისა კი წარმოადგენს რაიონის ფილის აფხაზეთის ფაციის დასავლეთ ნაწილს. ამ ზონების ძირითადი ტექტონიკური განსხვავება მდგომარეობს მეზოზოის ხანაში მათი სხვადასხვა ხარისხით მოძრაობაში. ფლიშური ზონა გამოირჩევა შეცოცების ტიპის მრავალი ნაპრალით, ხოლო აფხაზეთის ზონაში ეს მოძრაობა უფრო ნაკლებად ინტენსიურადაა გამოხატული და მცირე რაოდენობის ნაპრალებში აქ უბრალო ტიპის ნახსლეტებს ეკუთვნის.

თანამედროვე რელიეფი ჩამოყალიბდა ოლიგოცენის ბოლოს, ახალი მოძრაობების საფუძველზე. ახალი მოძრაობების ეპოქაში შენარჩუნებული იქნა განსხვავება ზემოთ აღნიშნულ ტექტონიკურ ზონებს შორის. ვაგრის მასივმა და მისმა მოსაზღვრე ტერიტორიამ აიწია მთლიანად. მისგან განსხვავებით, ჩრდილო-დასავლეთი მხარე, რომელიც შედის ფლიშურ ზონაში, ხასიათდება მნიშვნელოვანი დიფერენციაციული მოძრაობით. ამ ზონების ტექტონიკურ განსხვავებას ადასტურებს მიწისძვრის კერების განაწილებაც.

ყველაზე მეტი სეისმურობით და ახალი მოძრაობის დიფერენციაციით გამოირჩევა ფლიშური ზონა, იმ დროს, როდესაც ვაგრის მასივის მდგრადი ამოწევა და მათ შორის ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის რაიონიც, მცირე სეისმურობით და ახალი მოძრაობის მცირე დიფერენციაციით ხასიათდება.

ამგვარად, ჩატარებული გამოკვლევები და არსებული ლიტერატურული მასალები რაიონის სეისმოტექტონიკის შესახებ გვიჩვენებს, რომ ჰიდროელსადგურების მშენებლობის რაიონი სეისმურობის მხრივ შედარებით წყნარია. მაგრამ საწყისი სეისმური ძალის დასადგენად საჭიროა მივიღოთ მხედველობაში მახლობელი რაიონების სეისმური აქტივობა, რომელიც გამოიხატა მიწისძვრებით: კრასნოპოლიანსკის, გეგეჭკორისა და აჩიგვარის, რომლის ძალა ეპიცენტრალურ ზონაში 7 ბალს უდრიდა, და რივი სუსტი მიწისძვრებით, რომლებიც იკრძნობოდა ამ რაიონში უკანასკნელი 5 წლის განმავლობაში.

გამოდის, რომ სეისმურობის მხრივ ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის შედარებით წყნარ რაიონს ჩრდილო-დასავლეთიდან და სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ესაზღვრება რაიონები, სადაც მიმდინარეობს სეისმურობის აქტივიზაცია. ეს გარემოება საშუალებას გვაძლევს თანამედროვე მომენტში მდ. ბზიფზე ჰიდროელსადგურების კასკადის მშენებლობის რაიონი ჩავთვალოთ 7-ბალიან სეისმურ ზონად. ამასთანავე რაიონისათვის მიღებული საწყისი სეისმურობა ეკუთვნის სეისმურობის თვალსაზრისით ცუდი გრუნტის პირობებს.

მდ. ბზიფზე ჰიდროსადგურების კასკადის მშენებლობის საინჟინრო-გეოლოგიური მონაცემების თანახმად ასეთ გრუნტებად ითვლებიან მდინარის ნარწყმულის წყლით გაჯენთილი კენჭნარები და ფერდობების ძირში გავრცელებული დელუვიური ნალექები, რომლებიც ხასიათდებიან არამყარი აგებულებით. სეისმურობა ამ გრუნტებისა საქაროა მივალთ 7 ბალის ტოლად. ასევე 7 ბალის სეისმურობა მიეწერებათ მდ. ბზიფის ნარწყმულის ზედა I და II ტერასებს, სადაც ვხვდებით წყლით გაჯენთილ კენჭნარებს. ძველი ტერასების ტერიტორიები, რომლებიც დაფარულია მძლავრი უწყლო კენჭნარი გრუნტებით, აგრეთვე გვერდები და კალაპოტი კაშხალის რაიონში, რომლებიც აგებულია დაბზარული კირქვებით, საქაროა მიეკუთვნოს 6-ბალიან სეისმურ ზონებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 სამშენებლო მექანიკის და სეისმომედიკის  
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.3.1962)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

С. С. КААМАХЕЛИДЗЕ и Р. Г. ШОТАДЗЕ

СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ  
 КАСКАДА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА Р. БЗЫБИ

Резюме

В статье даются результаты сейсмического микрорайонирования территории каскада гидроэлектростанции на р. Бзыби, проведенного инженерно-геологическим методом.

На основании анализа сейсмостатических, инженерно-геологических, гидрогеологических и геоморфологических условий в радиусе 30—50 км территории строительства каскада ГЭС на р. Бзыби приходим к следующим выводам:

1. Изучение макросейсмических данных, собранных во время полевых обследований района, а также опубликованные сейсмостатические и сеймотектонические материалы позволяют считать, что интенсивность землетрясений в указанном районе не превышает 7 баллов.



2. Землетрясения, происшедшие за последние 10 лет, эпицентрами которых наиболее близко расположены к району строительства, характеризуются неглубоким залеганием очагов, вследствие чего имеют незначительную площадь распространения.

3. Максимальное проявление сейсмичности в обследуемом районе в основном связано с очагами, расположенными в Западной Грузии, а также с очагами, расположенными в восточной части Черного моря.

4. Изучение сейсмотектоники и расположение эпицентров землетрясений северо-западного Кавказа позволяют сделать вывод, что в настоящий период активными сейсмическими процессами охвачены флишевая зона южного склона Большого Кавказа и Черноморское побережье.

#### დასმონოგრაფიული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Сафарян. О методике сейсмического районирования и микрорайонирования. Труды Института строительного дела АН ГССР, т. VI. Изд. АН ГССР. Тбилиси, 1957.
2. Н. А. Сафарян, Ш. Г. Напетваридзе и И. А. Гзелишвили. Сейсмическое микрорайонирование территории гидроузлов. Гидротехническое строительство, № 1, 1957.
3. Е. И. Бюс. Сейсмические условия Закавказья, ч. I, II, III, 1940.
4. А. Д. Цхакая. Землетрясения Кавказа за 1957—58 годы. Труды Института геофизики АН ГССР, т. XIX. Тбилиси, 1960.
5. Д. М. Рустанович. Эпицентральная зона Краснодарских землетрясений. Вопросы инженерной сейсмологии, выпуск, 3, 1960.
6. В. Пачулия. По историческим местам Абхазии. Абхазское государственное издательство. Сухуми, 1960.
7. В. А. Растворова и Д. М. Рустанович. Сейсмичность и новейшая тектоника зоны Краснодарских землетрясений. Бюллетень Совета по сейсмологии, № 8, 1966.

ТЕЛЕМЕХАНИКА И АВТОМАТИКА

Ю. С. МАНУКЯН, М. В. ЧХЕИДZE, В. Г. ХРИСТЕСАШВИЛИ,  
Г. А. МАЧАВАРИАНИ

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ  
В КОДЕ ГРЕЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 23.1.1963)

Растущие тенденции использования в электронных цифровых машинах, предназначенных для систем автоматического управления и регулирования, отдельных блоков и узлов, работающих в коде Грея, привлекли большое внимание к методам построения счётчиков в этом коде.

В настоящее время задача разработки простых быстродействующих и надёжных счётчиков в коде Грея является весьма актуальной.

Известно, что построение схемы любого счётчика сводится к реализации логики добавления единицы к числу (прямой счёт) или вычитания из числа единицы (обратный счёт).

Логiku добавления (вычитания) единицы в коде Грея легко получить, используя аналогичные выражения для двоичного кода.

Пусть некоторое число имеет в бинарном (двоичном) коде представление  $B^0 = b_n^0 b_{n-1}^0, \dots, b_2^0 b_1^0$ , а в коде Грея — представление  $G^0 = g_n^0 g_{n-1}^0, \dots, g_2^0 g_1^0$ , где  $b_i, g_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) — разрядные коэффициенты, принимающие значения 0 или 1.

Прибавление единицы к числу  $B^0$  удобно рассматривать как прибавление некоторого одноразрядного числа  $C$  с разрядным коэффициентом  $c$ , также принимающим значение 0 или 1.

Таким образом, число  $B^1$  с разрядными коэффициентами  $b_i^1$  ( $i = 1, 2, \dots, n, n+1$ ), полученное в результате суммирования  $B^0$  и  $C$  будет равно  $B^0$ , если  $c = 0$ ; при этом для любого  $i$  будет выполняться условие  $b_i^1 = b_i^0$ ; если же  $c = 1$ , для любого  $i$  будем иметь

$$b_i^1 = \begin{cases} b_i^0 + {}^{(1)}1 = \bar{b}_i^0; & i = 1, \\ b_i^0 + {}^{(1)}P_i; & i = 2, 3, \dots, n, n+1, \end{cases} \quad (1)$$

где  $P_i$  — перенос из  $i-1$ -го разряда в  $i$ -ый разряд, определяемый из выражения

(<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем символ  $+$  означает суммирование по модулю 2



$$P_i = \begin{cases} 0; & i = 1, \\ b_1 c; & i = 2, \\ b_{i-1}^0 P_{i-1}; & i = 3, 4, \dots, n, n+1. \end{cases} \quad (2)$$

Формула (1) будет справедлива как для  $c=1$ , так и для  $c=0$ , если записать её в более общем виде

$$b_i^1 = \begin{cases} b_i^0 + c; & i = 1, \\ b_i^0 + P_i; & i = 2, 3, \dots, n, n+1. \end{cases} \quad (3)$$

Так как связь между разрядными коэффициентами чисел в двоичном коде и в коде Грея определяется как

$$g_i = b_{i+1} + b_i, \quad (4)$$

то для  $i=0$  будем иметь

$$g_0 = b_1 + b_0.$$

Поскольку  $g_0$  является функцией  $b_1$ , удобно в дальнейшем формально ввести переменные  $b_0$  и  $g_0$ . При этом переменная  $b_0$  не содержит какой-либо дополнительной информации и значение её может быть выбрано произвольно. Принимаем  $b_0 \equiv 1$ .

Тогда прибавление числа  $C$  можно рассматривать как операцию

$$\begin{array}{r} + (1) \frac{B^0}{C} \quad \frac{b_n^0 \cdots b_2^0 b_1^0 b_0^0}{c} \\ \hline B^1 = b_{n+1}^1 b_n^1 \cdots b_2^1 b_1^1 \end{array}$$

Эта операция может быть описана формулой (3), которая теперь примет вид

$$b_i^1 = \begin{cases} b_0^0; & i = 0, \\ b_i^0 + P_i; & i = 1, 2, \dots, n, n+1, \end{cases} \quad (5)$$

где

$$P_i = \begin{cases} 0; & i = 0, \\ c; & i = 1, \\ b_{i-1}^0 P_{i-1}; & i = 2, 3, \dots, n, n+1. \end{cases}$$

Многократная подстановка  $P_i$  в выражение (5) позволяет получить зависимость

$$b_i^1 = \begin{cases} b_0^0; & i = 0, \\ b_i^0 + C \prod_{k=0}^{i-1} b_k^0; & i = 1, 2, \dots, n, n+1. \end{cases} \quad (6)$$

Рассмотрим теперь число  $G^0$ . Добавление единицы к нему можно рассматривать, по аналогии с ранее сказанным, как суммирование с числом  $C$ , кодовое слово которого одинаково для двоичного кода и для кода Грея. В результате суммирования  $G^0$  и  $C$  получим число  $G^1 = G^0 + C$ , зависящее в виде

$$G^1 = g_{n+1}^1 g_n^1 \cdots g_2^1 g_1^1.$$

<sup>0</sup> символ обычного сложения.



Выражения для  $g_i^1$ , аналогичные выражениям для  $b_i^1$  в формуле (6), можно получить, воспользовавшись подстановкой (6) в (4):

$$g_i^1 = \begin{cases} b_1^0 + b_0^0 + c; & i = 0, \\ b_{i+1}^0 + b_i^0 + c (b_i^0 + 1) \prod_{k=0}^{i-1} b_k^0; & i = 1, 2, \dots, n, n+1. \end{cases}$$

Но так как  $b_{i+1}^0 + b_i^0 = g_i^0$  и  $b_i^0 + 1 = \bar{b}_i^0$ , то  $g_i^1$  можно записать в виде

$$g_i^1 = \begin{cases} g_0^0 + c; & i = 0, \\ g_i^0 + c \bar{b}_i^0 \prod_{k=0}^{i-1} b_k^0; & i = 1, 2, \dots, n, n+1. \end{cases}$$

Из этого выражения следует, что при возрастании числа в коде Грея на единицу изменение происходит только в том разряде, в котором заканчивался бы перенос, вызванный добавлением единицы в двоичном эквиваленте данного числа, т. е. в разряде, для которого

$$c b_i^0 \prod_{k=0}^{i-1} b_k^0 = 1. \quad (7)$$

Условие (7) выполняется, когда  $c = 1$ ,  $b_i = 0$  и все  $b_k = 1$  ( $k=0, 1, 2, 3, \dots, i-1$ ).

Выполнение этих условий для нормальных двоичных чисел равносильно, как это следует из (4), выполнению следующих условий для чисел, представленных в коде Грея:  $c = 1$ ,  $g_{i-1}^0 = 1$  и все  $g_k^0 = 0$  ( $k=0, 1, 2, 3, \dots, i-2$ ).

Поэтому окончательное выражение для  $g_i^1$  можно записать в виде

$$g_i^1 = \begin{cases} g_i^0 + c; & i = 0, \\ g_i^0 + c g_{i-1}^0 \bar{g}_{i-2}^0, \dots, \bar{g}_i^0 \bar{g}_1^0; & i = 1, 2, \dots, n, n+1. \end{cases} \quad (8)$$

Пользуясь (8), можно выразить  $g^0$  через  $g^1$ . Такое преобразование дает возможность получить число  $G^0 = G^1 - C$ .

Легко показать, что значения разрядных коэффициентов числа  $G^0$  в этом случае определяются выражением

$$\bar{g}_i^1 = \begin{cases} g_i^1 + c; & i = 0, \\ g_i^1 + c g_{i-1}^1 \bar{g}_{i-2}^1, \dots, \bar{g}_i^1 \bar{g}_1^1; & i = 1, 2, \dots, n, n+1. \end{cases} \quad (9)$$

Сопоставление (8) и (9) позволяет записать их в виде одного соотношения следующим образом:

$$\bar{g}_i^1 = \begin{cases} g_i^1 + c; & i = 0, \\ g_i^1 + c g_{i-1}^1 \bar{g}_{i-2}^1 \bar{g}_{i-3}^1, \dots, \bar{g}_i^1 (g_0^1 + a); & i = 1, 2, \dots, n+1, \end{cases} \quad (10)$$

где  $a$  — код операции.



$$a = \begin{cases} 1 & \text{— вычитание} \\ 0 & \text{— сложение} \end{cases}$$

Полученное соотношение характеризует разрядные коэффициенты числа, полученного в результате добавления (или вычитания) единицы к целому числу в коде Грея, и является исходным выражением для построения счётчиков в коде Грея.

Применяя к данному выражению различные методы логических преобразований, можно получить отдельные конкретные схемы.

В частности, применение к нему правил ассоциативности дает выражение для весьма простого реверсивного счётчика.

$$\bar{g}_i^a = \begin{cases} g_i^a + c; & i = 0, \\ g_i^a + [g_{i-1}^a (\bar{g}_{i-2}^a (\bar{g}_{i-3}^a (\dots (\bar{g}_1^a ((\bar{g}_0^a + a) c) \dots)))]]; & i \geq 1. \end{cases}$$

Схема счётчика приведена на рис. 1.

Триггеры  $T_1, T_2, T_3, T_4, \dots$  образуют непосредственно счётчик; триггер  $T_0$  вместе с ячейками совпадения  $I_0$  и  $I'_0$ , сборкой «ИЛИ» и линией задержки Л. З. образует нулевой разряд или разряд чётности;  $I_1, I_2, I_3, I_4, \dots$  — вентили управления,  $I'_1, I'_2, I'_3, I'_4, \dots$  — вентили сквозного переноса.

Для триггеров в схеме принято: единице соответствует высокий потенциал на левом плече триггера. В начальном положении для прямого счёта все триггеры счётчика установлены на нуль.

В случае обратного счёта триггер чётности устанавливается дополнительным импульсом через ячейку «ИЛИ» на единицу.

Разряд чётности обеспечивает прохождение всех нечётных входных импульсов только на вход первого разряда счётчика, а всех чётных входных импульсов — на вентили сквозного переноса.

Взаимодействие узлов счётчика обуславливает такое управление линией сквозного переноса, при котором первый же триггер, содержащий «единицу», коммутирует сигнал от чётных входных импульсов из линии сквозного переноса на счётный вход триггера соседнего старшего разряда.

Время задержки, создаваемое ячейкой Л. З., должно быть несколько большим по сравнению с длительностью счётных импульсов — это дает

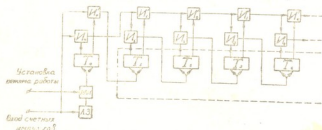


Рис. 1

возможность прохождения счётных импульсов в схему счётчика до начала опрокидывания триггера чётности.

Рассмотренный счётчик обладает идентичной структурой всех разрядов и значительно проще существующих; наличие же цепи сквозного переноса обеспечивает высокое быстродействие.

Использование схожих логических преобразований позволяет получить несколько более сложную, но зато более рациональную, как это будет показано далее, структуру реверсивного счётчика в коде Грея:

$$\bar{g}_i^a = \begin{cases} g_i^a + c; & i = 0, \\ g_i^a + [g_{i-1}^a ((g_{i-1}^a + a) c) (g_{i-2}^a (g_{i-3}^a (\dots (g_i^a g_i^a) \dots)))] ; & i \geq 1. \end{cases}$$

Схема реверсивного счётчика, реализованная по данному правилу, приведена на рис. 2.

В отличие от предыдущей схемы в данном счётчике цепь сквозного переноса управляется не чётными входными импульсами, а выходом «нуль» триггера первого разряда. Чётные же входные импульсы одновременно подаются на вентили управления всех разрядов, выполненных в виде трёхходовых схем совпадения импульсно-потенциального типа.

Следует отметить, что в большинстве счётчиков, работающих в коде Грея,

интервал времени между моментом прихода счётного импульса и моментом изменения записи в счётчике непостоянен даже для периодических сигналов на входе. Это увеличивает вероятность ошибки при съёме показаний без остановки счётчика.

Структура же счётчика, приведённого на рис. 2, обеспечивает изменение записи в счётчике от каждого счётного импульса сразу же после его поступления на счетчик.

Поскольку при этом для периодических импульсных последовательностей на входе счётчика обеспечивается постоянный интервал между изменениями в записи от любых двух последовательных импульсов, вероятность ошибки при считывании значительно снижается, что делает данный счётчик особенно ценным для многоканальных аналого-цифровых преобразователей с разверткой каналов по напряжению.

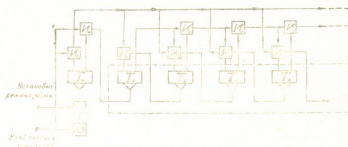


Рис. 2

Описание в статье реверсивные счётчики в коде Грея могут найти широкое применение в цифровых системах автоматического управления и регулирования.

Академия Наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики  
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 23.1.1963)

ბილეთებიანი და ავტომატიკა

ი. მანუკიანი, მ. ჩხენძე, ვ. ქრისტესაშვილი,  
 ზ. მამბვარიანი

გრეის კოდში მომუშავე მთვლელუბის ავბის  
 საპითხისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

ამჟამად მეტად აქტუალურია გრეის კოდში მომუშავე მარტივი, სწრაფ-  
 მოქმედი და იმედიანი მთვლელების დამუშავეების საკითხი.

ცნობილია, რომ ნებისმიერი მთვლელის სქემის აგება დაიყვანება რიც-  
 ხვისათვის ერთიანის დამატების (პირდაპირი თვლა) ან რიცხვიდან ერთიანის  
 გამოკლების (უკუ თვლა) ლოგიკის რეალიზაციაზე.

ამ სტატიაში, გრეის კოდში წარმოდგენილი რიცხვისათვის ერთიანის  
 დამატების (გამოკლების) ლოგიკის განხილვის საფუძველზე, გამოყვანილია  
 საწყისი გამოსახულება გრეის კოდში მომუშავე რევერსიული მთვლელების  
 აგებისათვის:

$$g_i^* = \begin{cases} g_i^* + g_{i-1}^* - 2g_{i-2}^* + \dots + g_1^* (g_0^* + a), & i = 1, 2, \dots, n, n+1, \\ g_i^* + c; & i = 0. \end{cases}$$

სადაც

$a$  — ოპერაციის კოდი,

$$a = \begin{cases} 1 & \text{— გამოკლება,} \\ 0 & \text{— შეკრება,} \end{cases}$$

$g_i$  — გრეის კოდში წარმოდგენილი რიცხვის თანრიგის კოფიციენტი,

$c$  — ერთთანრიგისანი ორობითი რიცხვი.

ნაჩვენებია, რომ მიღებულ პირობებში ლოგიკურ გარდაქმნათა გამოყე-  
 ნება საშუალებას იძლევა ავაგოთ მთვლელების მრავალგვარი სქემა. მაგალი-  
 თისათვის მოყვანილია დღემდე ცნობილ მთვლელებთან შედარებით მარტივი  
 მთვლელის ორი სქემა, რომელთა გამოყენებაც, ჩვენი აზრით, მეტად პერს-  
 პექტიულია ავტომატიკის ციფრულ სისტემებსა და, კერძოდ, ციფრულ-  
 ანალოგურ მრავალარხიან გარდაქმნელებში (არხების განშლით ძაბვის მი-  
 ხედვით).

ЭНЕРГЕТИКА

Л. Г. АБЕЛИШВИЛИ (член-корреспондент АН Грузинской ССР),  
Л. Т. ТРАПАИДЗЕ, И. П. ПИЧХАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПО УСТРОЙСТВАМ  
ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Пропускная способность электрифицированных железнодорожных участков рассчитывается по перегонам, станциям, устройствам электроснабжения и деповским и экипировочным устройствам локомотивного хозяйства [1].

От режима работы системы электроснабжения зависят пропускные способности по перегонам и устройствам электроснабжения. Эта зависимость особенно резко проявляется при вынужденных режимах питания—при отключении одной или даже двух подряд тяговых подстанций и перераспределении их нагрузок на смежные действующие тяговые подстанции. При этом понижение уровня напряжения в удлинённых фидерных зонах влечёт за собой увеличение времени хода и, следовательно, снижение пропускной способности по перегонам. Удлинение фидерных зон ведёт к перегрузке устройств электроснабжения, что так же снижает пропускную способность по ним.

В некоторых условиях вынужденные режимы могут быть довольно продолжительными. Поэтому пропускная способность железнодорожного участка в этих условиях должна быть определена по вынужденной схеме.

В настоящей статье дается метод исследования пропускной способности по устройствам тягового электроснабжения при вынужденных схемах питания.

Приложение метода энюр средних тяговых нагрузок  
к определению пропускной способности  
по устройствам электроснабжения

При наличии протяженных электрифицированных магистралей с большим количеством тяговых подстанций возможны многочисленные варианты вынужденных схем питания. Для примера в таблице 1 приведены нормальная (1) и вынужденные (2—10) схемы при 10 подстанциях.

| С х е м а | Подстанция |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|           | A          | B | C | D | E | F | G | H | K | L |
| Схема 1   | ○          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 2   | ◇          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 3   | ○          | ◇ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 4   | ○          | ○ | ◇ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 5   | ○          | ○ | ○ | ○ | ◇ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 6   | ○          | ◇ | ○ | ○ | ○ | ◇ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 7   | ○          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 8   | ○          | ◇ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 9   | ○          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Схема 10  | ○          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

- — работающие подстанции,  
 ◇ — отключенные подстанции.

Эти схемы охватывают всевозможные вынужденные режимы.

Обилие вынужденных схем требует использования при расчетах пропускной способности простых, достаточно точных и мобильных методов расчета. Этим условиям наиболее удовлетворяет метод эпюр средних падений напряжения [2], дающий возможность быстрого определения по параметрам одной схемы параметров другой. Причем степень точности всех пересчитанных параметров соответствует точности исходных данных и достаточна для решения поставленной задачи определения пропускной способности.

В основе построения эпюры средних падений напряжения лежит распределение израсходованной в фидерной зоне энергии между тяговыми подстанциями при простом двухстороннем питании. Для каждого перегона рассматриваемого железнодорожного участка потребление энергии  $\Delta W_k$  может быть определено любым аналитическим или графическим способом. Наиболее удобно для поставленной цели определять  $\Delta W_k$  по эквивалентному уклону, а распределение его между тяговыми подстанциями производить с учетом центра потребления энергии [3].

Для каждой фидерной зоны при нормальной схеме питания (таблица 1, схема 1) и для каждого направления движения результаты расчетов могут быть сведены в таблицу типа 2, которая составлена для движения в нечетном направлении по фидерной зоне  $EF$ .

По таблицам типа 2 известным способом [2] строятся эпюры средних падений напряжения для обоих направлений движения и для всех фидерных зон рассматриваемого участка. Эпюры имеют вид рисунка 1.

Наибольшее из средних падений напряжения в фидерной зоне на одном блок-участке в каком-либо направлении определится максимальной

| Подстанции                           | Перегоны         |                   |                    |                   | Расход энергии по фидерной зоне |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|
|                                      | I                | II                | III                | IV                |                                 |
| $E$                                  | $\Delta W'_{EI}$ | $\Delta W'_{EII}$ | $\Delta W'_{EIII}$ | $\Delta W'_{EIV}$ | $W'_{EF}$                       |
| $F$                                  | $\Delta W'_{FI}$ | $\Delta W'_{FII}$ | $\Delta W'_{FIII}$ | $\Delta W'_{FIV}$ | $W'_{FE}$                       |
| Приведенная длина перегонов в км     | $l_{Iпр}$        | $l_{II пр}$       | $l_{III пр}$       | $l_{IV пр}$       |                                 |
| Приведенная длина фидерной зоны в км | $l_{пр}$         |                   |                    |                   |                                 |

Приведена к сечению  $\varrho$  мм<sup>2</sup>

ординатой соответствующей энюры. Масштаб средних за период  $T$  часов падений напряжения  $m_u$  зависит от масштаба энергии  $m_w$  и выражается формулой

$$m_u = m_w \frac{T \cdot U}{R} \frac{\text{мм}}{\text{в}}, \quad (1)$$

где  $U$  — номинальное напряжение тяговой сети в вольтах,  $R$  — сопротивление тяговой сети в омах.

Расход электроэнергии на движение поезда по какой-либо тяговой

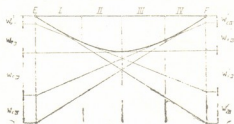


Рис. 1

подстанции определится суммированием расходов энергии по смежным фидерным зонам для обоих направлений, взятым из таблиц. Например, для подстанции  $E$  (рис. 1)

$$W_E = W'_{EF} + W'_{ED} + W''_{EF} + W''_{ED}. \quad (2)$$

При отключении какой-либо тяговой подстанции нагрузка, ранее падающая на нее, распределится между действующими смежными подстанциями. Для случая отключения одной подстанции, например  $E$  (рис. 2), распределение производится по формулам

$$W_{ED} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} W_E, \quad W_{EF} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} W_E, \quad W_{ED} + W_{EF} = W_E. \quad (3)$$



В удлиненной фидерной зоне  $DF$ , очевидно, увеличатся и средние падения напряжения. Мобильность предлагаемого метода в том и заключается, что для определения средних падений напряжения во вновь образовавшейся удлиненной фидерной зоне нет необходимости строить эпюру, а достаточно произвести несложные преобразования уже построенных эпюр для фидерных зон  $DE$  и  $EF$ . Преобразования заключаются в следующем. К эпюрам для нормальных фидерных зон  $DE$  и  $EF$  пристраиваются прямоугольные треугольнички, как показано на рис. 3.

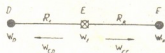


Рис. 2

Высоты этих треугольничков  $EE_1'$  и  $EE_2'$  соответственно в масштабах  $m_{uDE}$  и  $m_{uEF}$  представляют среднее падение напряжения в месте отключенной подстанции  $E$  и определяются по формулам

$$EE_1' = m_w \cdot W_{ED}, \quad EE_2' = m_w \cdot W_{EF}. \quad (4)$$

Среднее падение напряжения в какой-либо точке  $x$  удлиненной фидерной зоны  $DF$  будет изображаться отрезком  $x_1x_2$  в масштабе  $m_{uDE}$ , а среднее падение напряжения в точке  $y$  будет изображаться отрезком  $y_1y_2$ , но уже в масштабе  $m_{uEF}$ . Наибольшее среднее падение напряжения будет в точке, для которой касательная к кривой эпюры параллельна прямой  $DE_1'$  или  $E_2'F$ . На рис. 3 наибольшее среднее падение напряжения изображается отрезком  $z_1z_2$  в масштабе  $m_{uDE}$ , так как в точке  $z_1$  касательная  $dl$  к кривой параллельна  $DE_1'$ . Аналогичные преобразования эпюр при отключении двух подряд подстанций иллюстрируются рисунками 4 и 5 и определяются формулами 5 ÷ 12.

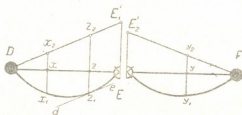


Рис. 3

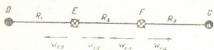


Рис. 4

$$W_{ED} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} W_{E'} \quad (5)$$

$$W_{EG} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} W_{E'} \quad (6)$$

$$W_{FD} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} W_{F'} \quad (7)$$



$$W_{FG} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3} W_{F'}$$

(8)

$$EE'_1 = m_w (W_{ED} + W_{FD}), \quad (9)$$

$$EE'_2 = \frac{R_1}{R_2} EE'_1, \quad (10)$$

$$FF'_2 = m_w (W_{EG} + W_{FG}), \quad (11)$$

$$FF'_1 = \frac{R_3}{R_2} FF'_2. \quad (12)$$

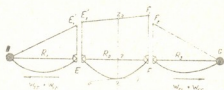


Рис. 5

### Определение пропускной способности по мощности тяговой подстанции

При установленной мощности тяговой подстанции  $P_{уст}$  квт пропускная способность по подстанции  $N_{pn}$  в поездах за какой-то период времени, например за сутки, зависит от мощности, потребной для каждого типа поезда и от организации движения поездов.

Наиболее удобно все расчеты, связанные с определением пропускной способности по мощности тяговой подстанции, вести, исходя из перемещения по фидерной зоне одной тонны веса брутто в час в каждом направлении. При этом поперегонные потребления энергии будут соответствовать необходимой мощности подстанции для перемещения одной тонны в час по перегону.

$$\Delta W_k \frac{\text{вт} \cdot \text{ч}}{\text{т} \cdot \text{перегон} \cdot \text{ч}} = \Delta P_k \frac{\text{вт}}{\text{т} \cdot \text{перегон}}. \quad (13)$$

Если обозначить, например для тяговой подстанции  $E$ , потребную мощность на перемещение одной тонны в час в нечетном и четном направлениях соответственно через  $P_E'$  и  $P_E''$ , мощность необходимая на тяговой подстанции  $E$  для обеспечения перемещения по одной тонне брутто в каждом направлении согласно (2) выразится формулой

$$P_E = P_E' + P_E'', \quad (14)$$

а пропускная способность в периодах графика движения в сутки определится по формуле

$$N_{pn} = \frac{P_{уст} \cdot 10^3 \cdot 24}{P' \sum_1^M K'_m \cdot Q'_m + P'' \sum_1^M K''_m \cdot Q''_m} \frac{\text{периодов гр. дв.}}{\text{сутки}}, \quad (15)$$

где  $P'$  и  $P''$  — потребные по рассматриваемой подстанции мощности для осуществления перевозок по одной тонне в час в каждом направлении,



$Q'_m$  и  $Q''_m$  — веса поездов  $m$ -того типа соответственно нечетного и четного направления,

$K'_m$  и  $K''_m$  — количество поездов  $m$ -того типа в периоде графика движения поездов соответственно нечетного и четного направления,

$M$  — число типов поездов.

Под периодом графика движения поездов понимается повторяющаяся в графике движения группа поездов [1].

### Определение пропускной способности по контактной сети

Как отмечалось выше, максимально допустимое среднее падение напряжения  $\Delta U_d$  на токоприемнике электровоза за время его движения по любому блок-участку ограничивает пропускную способность.

Примем период, за который определяется среднее падение напряжения, равным одному часу. Обозначим через  $\Delta U'$  и  $\Delta U''$  наибольшие значения средних падений напряжения в фидерной зоне. Эти величины определяются как максимальные ординаты эпюр средних за один час падений напряжения при пропуске по фидерной зоне одной тонны веса брутто в час в каждом направлении. При этом пропускная способность по контактной сети определится по формуле

$$N_{\text{кат}} = \frac{n}{1+n} \frac{24 \Delta U_d}{\Delta U' \sum_1^M K'_m \cdot Q'_m + \Delta U'' \sum_1^M K''_m \cdot Q''_m} \frac{\text{периодов гр. дв.}}{\text{сутки}}, \quad (16)$$

где  $n$  — число одновременно действующих поездов в фидерной зоне.

Множитель  $\frac{n}{1+n}$  учитывает влияние сопутствующих поездов на уровень напряжения на токоприемнике расчетного электровоза.

Число одновременно действующих поездов для удлиненной фидерной зоны при вынужденном режиме приближенно можно определить простым суммированием чисел одновременно действующих поездов для входящих в нее нормальных фидерных зон.

### Корректировка пропускной способности по перегонам

Пропускная способность железнодорожного участка по перегонам определяется временем хода по перегонам, стационарными интервалами и видом графика движения.

От системы тягового электроснабжения зависят только поперегонные времена хода. Поэтому в настоящем параграфе рассматривается только корректировка пропускной способности по перегонам, зависящая от

времени хода при прочих равных условиях. Например, при беспакетном графике движения пропускная способность участка определяется по формуле

$$N_{tn} = \frac{1440}{(t' + t'')_{\max} + \tau_A + \tau_B} \frac{\text{пар поездов}}{\text{сутки}}, \quad (17)$$

где  $(t' + t'')_{\max}$  — суммарное время хода по ограничивающему пропускную способность перегону в обоих направлениях,

$\tau_A$  и  $\tau_B$  — станционные интервалы на станциях  $A$  и  $B$ .

Время  $(t' + t'')_{\max}$  берется из тяговых расчетов и, следовательно, соответствует номинальному напряжению тяговой сети  $U_n$ . Если действительное среднее напряжение на токоприемнике электровоза за время движения его по ограничивающему перегону  $U_d$  отлично от номинального, то время хода по ограничивающему перегону может быть скорректировано по формуле [4]:

$$(t' + t'')_k = (t'_{\text{чх}} + t''_{\text{чх}})_{\max} \frac{U_d}{U_n} + (t'_{\text{прз}} + t''_{\text{прз}})_{\max} \frac{U_n}{U_d}. \quad (18)$$

В этой формуле  $t'_{\text{чх}}$  и  $t''_{\text{чх}}$  — чистое время хода по перегону при движении в обоих направлениях,

$t'_{\text{прз}}$  и  $t''_{\text{прз}}$  — время разгона и замедления при движении поезда в обоих направлениях.

$U_d$  может быть определено вычитанием из номинального напряжения тяговой подстанции  $E$  среднего падения напряжения до токоприемника электровоза за время движения его по ограничивающему перегону  $\Delta U_{ab}$ . В общем случае  $\Delta U_{ab}$  может быть определено согласно рис. 6 по формуле

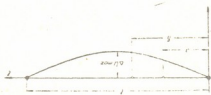


Рис. 6

$$\Delta U_{ab} = \Delta U_{\max} \left[ 2(\alpha + \beta) - \frac{4}{3}(\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2) \right], \quad (19)$$

где  $\alpha = \frac{a}{l}$  и  $\beta = \frac{b}{l}$ .

### Определение резерва времени

Если пропускная способность по времени хода  $N_{tn}$  больше пропускной способности по подстанциям  $N_{pn}$  или пропускной способности по контактной сети  $N_{cn}$ , то в графике движения образуется резерв времени, который может быть использован автономными видами тяги.

Резерв времени определяется по формуле

$$T_{\text{рез}} = (N_{\text{тн}} - N_{\text{ин}}) \frac{1440}{N_{\text{тн}}} \text{ мин.} \quad (20)$$

при  $N_{\text{ин}} > N_{\text{рп}}$   
или по формуле

$$T_{\text{рез}} = (N_{\text{тн}} - N_{\text{рп}}) \frac{1440}{N_{\text{тн}}} \text{ мин.} \quad (27)$$

при  $N_{\text{рп}} > N_{\text{ин}}$

Грузинский политехнический  
институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 5.II.1962)

შენიშვნები

ლ. აბელიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი),  
ლ. ტრაპაიძე, ი. შიჩხაძე

ელექტრული რკინიგზების გამტარუნარიანობის გამოკვლევა  
წმინდის ელექტრომომარაგების მიხედვით

რ ე ზ ი უ მ ე

ელექტრიფიცირებული რკინიგზების უზნების გამტარუნარიანობა გამოთვლება გადასარბენების, სადგურების, ელექტრომომარაგების მოწყობილობებისა და სალოკომოტივო შეურენობის დებასა და საეკიპირო მოწყობილობათა მიხედვით.

გამტარუნარიანობა გადასარბენებისა და ელექტრომომარაგების მოწყობილობების მიხედვით დამოკიდებულია ელექტრომომარაგების სისტემის მუშაობის რეჟიმზე.

ეს დამოკიდებულება განსაკუთრებით მკვეთრად შელანდება კვების იძულებითი რეჟიმების დროს.

ზოგიერთ შემთხვევაში იძულებითი რეჟიმები შეიძლება საკმაოდ ხანგრძლივი იყოს. ამიტომ ამ პირობებში რკინიგზის უზნის გამტარუნარიანობა გამოთვლილ უნდა იქნეს კვების იძულებითი სქემის მიხედვით.

ამ სტატიაში მოცემულია ელექტრომომარაგების მოწყობილობების მიხედვით ელექტრული რკინიგზების გამტარუნარიანობის გამოკვლევის მეთოდი კვების იძულებითი სქემების შემთხვევაში.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по расчету пропускной способности железных дорог. Трансжелдориздат, 1961.
2. Л. Г. Абелишвили. Расчет элементов системы внутреннего электроснабжения электрических железных дорог методом эшюу средних тяговых нагрузок. Труды ТБИИЖТа, в. 22, Трансжелдориздат, 1950.
3. Л. Г. Абелишвили, Л. Т. Трапаидзе, И. П. Пичхадзе. Уточненный расчет мощности тяговой подстанции. Бюллетень научно-технической информации ГНТК Совета Министров Грузинской ССР, № 5, 1962.
4. Л. Г. Абелишвили, Б. Н. Лежава. Поправка к времени хода поездов при больших падениях напряжения. Сообщения АН Грузинской ССР, т. XII, № 4, 1951.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик Академии Наук Грузинской ССР) и  
В. А. ГРДЗЕЛИШВИЛИ

К РАСЧЕТУ ОБЪЕМА ЛЕЖАЩЕЙ КАПЛИ ЖИДКИХ  
МЕТАЛЛОВ, ИХ СОЕДИНЕНИЙ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
РАСПЛАВОВ

Внимание современных исследователей привлекает определение поверхностного и межфазного натяжения металлов и расплавов. Для расчета этих величин необходимо определить плотности исследуемых веществ в жидком состоянии.

В настоящее время существует несколько методов расчета объема лежащей капли. Наиболее точный из них описан в работе Башфорта и Адамса [1]. Однако формулой и таблицей объемов данной работы практически не пользуются, так как величины, входящие в формулу, трудно измеримы, а вычисление объема из табличных данных требует сложной интерполяции.

Вильгельм и Петер [2] объем капли вычисляли суммированием объемов горизонтальных слоев капли, которые рассматривались как шаровые сегменты. Р. Гаутши [3] для расчета объема капли применил вторую теорему Гюльдена [4]; при этом автор работы [3] площадь половины вертикального сечения (фотоизображения) капли и абсциссу ее центра тяжести определял графически. Большинство исследователей применяют методы, описанные в работах [2] и [3], несмотря на то, что они носят приближенный характер и весьма трудоемки.

Нам сделана попытка, применяя вторую теорему Гюльдена, придать математическое выражение определению площади половины вертикального сечения (фотоизображения) капли и абсциссе ее центра тяжести.

По второй теореме Гюльдена объем тела вращения определяется следующим выражением:

$$V = 2 \pi S_{\text{обн}} X_c \quad (1)$$

Из теоремы моментов [5] известно, что

$$X_c = \frac{s_1 x_{c1} + s_2 x_{c2} + s_3 x_{c3} + \dots}{S_{\text{обн}}} \quad (2)$$

Подставляя значение  $X_c$  в (1), получаем

$$V = 2\pi (s_1 x_{c1} + s_2 x_{c2} + s_3 x_{c3} + \dots) \quad (3)$$

Разделим половину вертикального сечения капли на три части, как показано на рис. 1, и рассчитаем объемы, полученные их вращением вокруг оси  $oz$ .

Определение объема, полученного вращением первой части вокруг оси  $oz$ , не представляет трудности:

$$V_1 = \pi a_0^2 h \quad (4)$$

Для определения площадей второй и третьей частей их центров тяжести мысленно разделим  $AE = OD = h$  и  $DC = b$  на  $n$  равных частей ( $n$  — целое четное число) и применим метод приближенного интегрирования (формулу парабол) [6]; а вместо центров тяжести элементарных площадей возьмем центры тяжести сегментов парабол.

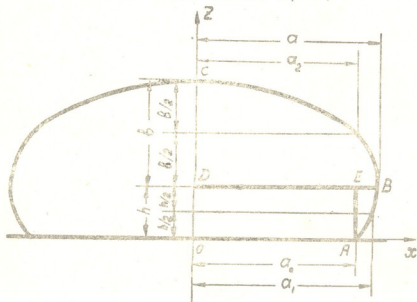


Рис. 1. Вертикальное сечение (фотоизображение) лежащей капли:  $oABC$  — половина вертикального сечения капли;  $oAED$  — первая часть;  $ABE$  — вторая часть;  $BCD$  — третья часть.

Тогда объемы, полученные вращением второй и третьей частей вокруг оси  $oz$ , выразятся следующими уравнениями:

$$V_2 = \frac{4\pi h}{15n} \left[ (a + 4a_1 - 5a_2)(a + 1,5a_2) + (a_2 + 4a_3 - 5a_4) \times \right. \\ \times (a_2 + 1,5a_4) + \dots + (a_{n-2} + 4a_{n-1} - 5a_n)(a_{n-2} + 1,5a_n) + \\ \left. + \frac{2\pi h}{n} (a_2^2 + a_4^2 + a_6^2 + \dots + a_{n-2}^2) - \frac{n-2}{n} \pi a_n^2 h \right]; \quad (5)$$

$$V_3 = \frac{4\pi b}{15n} \left[ (a + 4a'_1 - 5a'_2)(a + 1,5a'_2) + (a'_1 + 4a'_2 - 5a'_3) \times \right. \\ \left. \times (a'_1 + 1,5a'_2) + \dots + (a'_{n-2} + 4a'_{n-1} - 5a'_n)(a'_{n-2} + 1,5a'_n) + \right. \\ \left. + \frac{2\pi b}{n} [(a'_2)^2 + (a'_3)^2 + (a'_4)^2 + \dots + (a'_{n-2})^2] \right]; \quad (6)$$

где

$a$ —половина наибольшего диаметра,

$h$ —высота капли ниже наибольшего диаметра,

$b$ —высота капли выше наибольшего диаметра,

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ —соответствующие абсциссы точек делений  $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n, a$

$a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_n$ —соответствующие абсциссы точек делений  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ .

В результате этих рассуждений были получены сложные уравнения. Но если ограничиться числом деления  $n=2$  и ввести поправочные коэффициенты

$$k_1 = \frac{2\pi}{15} k'_1 \quad \text{и} \quad k_2 = \frac{2\pi}{15} k'_2$$

(согласно рис. 1) для второй и третьей части, получим следующие выражения:

$$V_2 = k_1 h (a + 4a_1 - 5a_0)(a + 1,5a_0); \quad (7)$$

$$V_3 = k_2 ab (a + 4a_2). \quad (8)$$

Суммируя  $V_1, V_2$  и  $V_3$ , получим объем всей капли:

$$V = \pi a_0^3 h + k_1 h (a + 4a_1 - 5a_0)(a + 1,5a_0) + k_2 ab (a + 4a_2). \quad (9)$$

Как показали многочисленные расчеты объемов разных капель,  $k_1$  меняется очень незначительно, кроме того, в сумме объема всей капли  $V_2$  составляет менее 10%, поэтому можно вместо него ввести его приближенное числовое значение 0,424 (максимальная погрешность меньше 0,05%).

Что касается  $k_2$ , его можно вычислить следующими эмпирическими формулами в зависимости от отношения  $\frac{a}{b}$ :

если

$$1,0 < \frac{a}{b} < 1,203, \quad k_2 = 0,4689 - 0,0064 \left( \frac{a}{b} - 1,0 \right),$$

если

$$1,203 < \frac{a}{b} < 1,406, \quad k_2 = 0,4689 - 0,0064 \left( 1,406 - \frac{a}{b} \right),$$



если

$$\frac{a}{b} > 1,406, \quad k_2 = 0,4685 + 0,0189 \left( \frac{a}{b} - 1,406 \right). \quad (10)$$

Для проверки влияния  $k_2$  на точность полученных результатов нами рассчитаны объемы капель по данным работы [1] при следующих условиях: радиус кривизны при вершине = 1,0,  $\varphi = 90^\circ$ , а  $a_2$  определяется путем прямолинейной интерполяции между двумя значениями  $x$ , которые соответствовали

$$\xi_1 < \frac{b}{2} < \xi_2.$$

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение объемов капель, рассчитанных по формуле (8), с табличными данными работы [1]

| №  | $\frac{a}{b}$ | Объем капель по таблице работы [1] (1) в см <sup>3</sup> | Объем капель по формуле (8) в см <sup>3</sup> | Разность объемов в см <sup>3</sup> | Разность объемов в % |
|----|---------------|--|---|------------------------------------|----------------------|
| 1  | 1,05045       | 1,77394  | 1,77352                                       | -0,00042                           | 0,0236               |
| 2  | 1,09115       | 1,54971  | 1,54963                                       | -0,00008                           | 0,00579              |
| 3  | 1,12510       | 1,38160  | 1,38152                                       | -0,00008                           | 0,00579              |
| 4  | 1,15466       | 1,24972  | 1,24916                                       | -0,00056                           | 0,06560              |
| 5  | 1,20418       | 1,05425  | 1,054032                                      | -0,000218                          | 0,02068              |
| 6  | 1,24507       | 0,91493  | 0,914727                                      | -0,000203                          | 0,02219              |
| 7  | 1,28006       | 0,80982  | 0,809729                                      | -0,000091                          | 0,01124              |
| 8  | 1,31072       | 0,72730  | 0,72720                                       | -0,000100                          | 0,01370              |
| 9  | 1,36278       | 0,60544  | 0,605233                                      | -0,000207                          | 0,03419              |
| 10 | 1,40615       | 0,51926  | 0,518600                                      | -0,00066                           | 0,12710              |
| 11 | 1,44344       | 0,45485  | 0,454762                                      | -0,000088                          | 0,01936              |
| 12 | 1,55621       | 0,30416  | 0,304328                                      | +0,000168                          | 0,05448              |
| 13 | 1,66984       | 0,20243  | 0,202614                                      | +0,000184                          | 0,09089              |
| 14 | 1,72672       | 0,16502  | 0,165119                                      | +0,000099                          | 0,05600              |
| 15 | 1,85242       | 0,10507  | 0,105229                                      | +0,000069                          | 0,05130              |
| 16 | 1,96646       | 0,069812   | 0,069875                                      | +0,000063                          | 0,00903              |
| 17 | 2,05023       | 0,051705   | 0,051701                                      | -0,000004                          | 0,00077              |
| 18 | 2,11672       | 0,040752   | 0,0407344                                     | -0,0000176                         | 0,04319              |
| 19 | 2,14549       | 0,036765   | 0,0367383                                     | -0,0000267                         | 0,07262              |
| 20 | 2,17196       | 0,033446   | 0,0334200                                     | -0,0000260                         | 0,07773              |
| 21 | 2,18443       | 0,031987   | 0,0319510                                     | -0,0000360                         | 0,11600              |

Погрешность от прямолинейной интерполяции составляет приблизительно 0,01%; поэтому максимальная погрешность, получаемая от  $k_2$ , составит около  $\pm 0,1\%$ .

Итак,

$$V = \pi a_0^2 h + 0,424 h (a + 4 a_1 - 5 a_0) (a + 1,5 a_0) + k_2 ab (a + 4 a_2). \quad (11)$$

(1) Табличные данные приняты за 100,0%.



На точность результатов, полученных по формуле (11), не оказывает существенного влияния погрешность измерения параметров  $h$  и  $b$  при точном измерении их суммы, так как общая сумма объема капель остается почти постоянной. Что касается влияния других параметров:  $a_0, a_1, a$  и  $a_2$ , они легко и точно измеримы и их влияние еще менее значительно.

Многочисленные расчеты объемов капель Hg, Ag, Ni, Cu и других металлов, а также сплавов никеля с бором по формуле (11) показали, что погрешность расчета по этому методу меньше  $0,1 \div 0,2\%$ .

Опыты проводились на установке, описанной в работе [7].

Параметры капель на фотонизображении измерялись на микроскопе УИМ-21 с точностью до  $0,001$  мм.

### Выводы

На основе формулы парабол и теоремы моментов выведена формула для расчета объема лежащей капли. По сравнению с существующими методами предлагаемая методика вычисления объема капель менее трудоемка, а входящие в формулу величины легко и точно измеримы, вследствие чего погрешность вычисления не превышает  $0,1 \div 0,2\%$ .

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт металлургии  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 17.1.1963)

### შემაჯავრობა

მ. თაყაიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და  
ვ. ზრძელიძე

თბილისი ლითონების, მათი შენაერთების და არალითონური  
შენადნობების უძრავი წვეთის მოცულობის  
ანგარიშისათვის

### რ ე ზ ი უ მ ე

გულდენის მე-2 თეორემის, მიხელოებითი ინტეგრების ფორმულის (პარაბოლების ფორმულა) და მომენტების თეორემის საფუძველზე ამ შრომაში გამოყვანილია ფორმულა უძრავი წვეთის მოცულობის საანგარიშოდ.

ჩვენ მიერ წარმოდგენილი უძრავი წვეთის მოცულობის საანგარიშო მეთოდი, არსებულ მეთოდებთან შედარებით, ნაკლებად შრომატევადია, ხოლო ფორმულაში შემავალი სიდიდეები—ადვილად და ზუსტად გაზომვადი, რის გამოც გამოთვლის ცდომილება  $0,1 \div 0,2\%$ -ს არ აღემატება.

## დაბრუნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. F. Bashforth, J. C. Adams. An attempt to test the theories of capillary action by comparing the theoretical and measured form of fluid drop, Cambridge University Press, London, 1883.
2. V. Wilhelm. O. Peter. Archiv Eisenhüttenwesen, 6 (1956).
3. R. Gautschi. Die oberflächenspannung des flüssigen Gusseisens und ihr Einfluss auf die Graphitform, Verlag P. G. Keller, Winterthur, 1957.
4. М. Я. Выгодский. Справочник по высшей математике. Физматгиз, Москва, 1961.
5. И. М. Воронков. Курс теоретической механики. Гостехиздат, Москва, 1957.
6. А. Н. Крылов. Лекции о приближенных вычислениях. Госиздат технико-теоретической литературы, Москва, 1954.
7. Д. В. Хантадзе. Передовой научно-технический и производственный опыт. ЦИТЭИН, т. 32, вып. 14, 1961.



ჰიპოლოგია

3. ტყუპაშვილი

ჯანდარის ტბის ჰიპოლოგიაური რეჟიმი

(წარმოადგენს აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 1.3.1962)

ჩვენს რესპუბლიკაში მრავლად მოიპოვება ბუნებრივი წყალსატევები, რომელთა ჰიდრობიოლოგიური გამოკვლევა უაღრესად მნიშვნელოვანია სათევზმეურნეო თვალსაზრისით.

როგორც ცნობილია, წყალსატევებში ცოცხალი მოსახლეობა განიცდის გარემოს ფიზიკურ-ქიმიური და თვით ორგანიზმებს შორის არსებულ ურთიერთდამოკიდებულებათა ზეგავლენას, ამიტომ მრავალფეროვანი სასიცოცხლო პირობები, რაც წყალსატევეში აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების მოქმედებით გამოიწვევა, ცოცხალი ორგანიზმების თვისობრივ და რაოდენობრივ ნაირგვარობას განსაზღვრავს. ამის გამო ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში წყალსატევების საშეურნეო თვალსაზრისით ათვისება მოითხოვს მათი ჰიდროლოგიური რეჟიმისა და ჰიდრობიონტებს შორის არსებულ კვებითი თუ სხვა სახის ურთიერთობის შესწავლას.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოვეყვლია ჯანდარის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმი.

ჯანდარის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესახებ ლიტერატურაში მეტად მცირე ცნობები მოიპოვება. ლ. არნოლდისა და ე. კულიკოვას [1] შრომა შეეხება ტბის ფაუნისტიკურ გამოკვლევას და იძლევა ზოგიერთ ცნობას ჰიდროლოგიური რეჟიმის შესახებ. ბ. ყავრიშვილს [2] შესწავლილი აქვს ტბის წყლის ქიმიური შედგენილობა. საყურადღებოა ო. ბურჭულაძის [3] შრომა, რომელშიც არასრულადაა განხილული ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმი.

ჯანდარის ტბის წარმოშობა და მორფომეტრია

ჯანდარის ტბა თბილისიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით 50 კმ-ის მანძილზე მდებარეობს. იგი გარეჯის მთის განშტოებათა ფართო ტაფობშია მოთავსებული. სამი ათეული წლის წინათ თევზმეურნეობის თვალსაზრისით ჯანდარის ტბა ერთ-ერთ უმნიშვნელო წყალსატევს წარმოადგენდა.

კ. ფორტუნატოვა [4] სათევზმეურნეო ტბებად საქართველოსათვის ასახელებს პალისტომისა და ახალქალაქის პლატოს ტბებს და იქვე მიუთითებს ყარაიას (ჯანდარის) ტბის ნაკლები მნიშვნელობის შესახებ. ამჟამად ჯანდარის

ტბაზე გაშლილია თევზის სარეწაოები და იგი სათევზმეურნეო მნიშვნელობის წყალსატევების რიგში ჩაღდა.

ჯანდარის ტბის შესახებ ლიტერატურაში ვხვდებით ზოგიერთ ცნობას, რომელიც შეეხება ტბის ფაუნისტიკურ გამოკვლევას [5], წყლის ქიმიური შედგენილობის შესწავლას [2]. სათევზმეურნეოდ გამოყენებასთან დაკავშირებით სა-მეურნეო ხასიათის ღონისძიებათა გატარებას [6] და სხვა. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ სპეციალური ნაშრომი ჯანდარის ტბის წარმოშობისა და გეომორფოლოგიური დახასიათების შესახებ არ მოიპოვება.

ო. ბურჭულაძის [3] მოჰყავს ცნობა, რომ „ქართლის ცხოვრების“ მიხედვით ჯანდარის ტბა მე-17 საუკუნეშია წარმოშობილი, იმ დროს, როდესაც ამ ტბის ადგილზე მდებარე ტაფობისაკენ ე. წ. „ვახტანგის რუ“ გაუყვანიათ, რაც სინამდვილეს არ შეეფერება.

ვახუშტის [7] თანახმად, „ვახტანგის რუ“ მე-18 საუკუნეშია გაყვანილი. იგი წერს: „ნაგებიდამ გაიღო უდ მეფემან ვახტანგ რუ მტკვრისაგან და მიერ ეამთაგან ნაყოფიერებს ქალებს“. ვახუშტის ყარაიას ტბა მოხსენებული არა აქვს, მაგრამ რადგან „ვახტანგის რუ“ არა მე-17, არამედ მე-18 საუკუნეშია გაყვანილი ვახტანგ VI მიერ და მისი მიმართულების შეცვლის შესახებ ლიტერატურაში არაფერი მოიპოვება, ამიტომ ჯანდარის ტბის წარმოშობაც ამ პერიოდს უკავშირდება.

ჯანდარის ტბა, თ. ნუცუბიძის [8] მონაცემების მიხედვით, ხეობის ტბათა რიცხვს მიეკუთვნება.

ტბის თითქმის მთელი სანაპირო ხშირი ლერწმითაა დაფარული, რომელიც ზოგ ადგილზე ტბაში საკმაოდ ღრმადაა შეჭრილი. ტბის გარშემო მანძილი 18 კილომეტრამდე აღწევს, ტბის სარკის ზედაპირი 9,8 კვ. კილომეტრია, უდიდესი სიღრმე — 7,5 მეტრი, ხოლო საშუალო — 4 მეტრი. ტბის სიღრმე და მასთან დაკავშირებით სარკის ზედაპირი ცვალებადია გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ტბის წყლის სარწყავად გამოყენებასთან დაკავშირებით. ტბის წყალი მომწვანო ფერისაა და გამჟვირვალობა 0,3 მეტრს უდრის.

მ. ბურჯანაძის [5] მონაცემების მიხედვით, ტბის ძირითად გრუნტებს წარმოადგენენ თიხა, ქვაჭვიშა, ნარევი თიხა, შლამი და წვრილმარცვლოვანი ქვიშა. ყველაზე გაბატონებული გრუნტი შლამია, რომელსაც ტბის ცენტრალური ნაწილი უჭირავს.

ტბაზე თითქმის განუწყვეტლად ქრის სხვადასხვა მიმართულების და სიძლიერის ქარი, რომელთაგან სიხშირითა და სიძლიერით გამოირჩევა ჩრდილო-აღმოსავლეთის ქარი.

#### ჯანდარის ტბის ტემპერატურა

ტემპერატურის ვაზომვას ვაწარმოებდით გადასაპირქვავებელი თერმომეტრით ტბის ოთხ შრეში: ზედაპირზე, 2 მეტრის, 4 მეტრის და 6 მეტრის სიღრმეზე.

ჯანდარის ტბის ტემპერატურული რეჟიმის შესახებ შემდეგი ლიტერატურული მონაცემები მოიპოვება.

მ. ბუ რ ჯ ა ნ ა ძ ე [5] აღნიშნავს, რომ ტბაში ადგილი აქვს თერმულ სტრატოფიკაციას ტემპერატურული ნახტომით 1,9°-დან 31,5°-მდე. ტბის ზედაპირზე-ტემპერატურული მერყეობა აღნიშნული აქვს 25,4°-დან 31°-მდე. ხოლო ფსკერზე — 20,2°—20,6°-ს შორის. ოქტომბერში ზემოხსენებულ ავტორს აღნიშნული აქვს შემოდგომის ჰომოთერმიის პერიოდი ტემპერატურის რყევით ზედაპირზე 17,8°-დან 19,2°-მდე, ფსკერთან — 12,2° — 18,81°-ს შორის.

ლ. ა რ ნ ო ლ დ ი და ე. კ უ ლ ი კ ო ვ ა [1] 1930 წლის გამოკვლევით ასკვნაინ, რომ ჯანდარის ტბაში ტემპერატურა სავსებით თანაბარზომიერადაა განაწილებული მთელ სიზრქეში და მსგავსია არხის წყლის ტემპერატურისა (17°—18°). ასე თანაბარზომიერად ტემპერატურის განაწილება ტბაში, ამ ავტორების აზრით, გამოწვეულია იმ მიზეზით, რომ წყალი არხში ძლიერ ჩქარა მიედინება და ვერ ასწრებს გათბობას.

ზემოაღნიშნული ავტორების მიხედვით არ შეგვიძლია წარმოდგენა ვიქონიოთ ჯანდარის ტბის ტემპერატურულ რეჟიმზე იმიტომ, რომ მათ ტემპერატურული რეჟიმი შესწავლილი აქვთ ტბის სიახალგაზრდავის პერიოდში, ისიც მხოლოდ ერთი გარკვეული პერიოდისათვის, რის გამოც არ შეიძლება მსჯელობა ტემპერატურის სეზონური და წლიური ცვალებადობის შესახებ.

ო. ბუ რ ჯ უ ლ ა ძ ი ს [3] მიხედვით ჯანდარის ტბაში გაზაფხულსა და შემოდგომაზე აღნიშნულია სრული ჰომოთერმია, მაგრამ მის მიერვე მოცემულა ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ არა სრულ ჰომოთერმიას, არამედ მკვეთრად გამოხატულ პირდაპირ სტრატოფიკაციას აქვს ადგილი (აპრილში ტბის ზედაპირზე ტემპერატურა უდრის 11,8°, ფსკერთან — 9,1°). ანალოგიურ მდგომარეობას აქვს ადგილი მაისსა და სექტემბერ-ოქტომბერში.

ჩვენი მონაცემები ტემპერატურის ვერტიკალური განაწილების შესახებ ტბაში ცალკეული თვეების მიხედვით საშუალებას გვაძლევს წარმოდგენა ვიქონიოთ ტბის წლიური ტემპერატურის რეჟიმზე და მის ცვალებადობაზე სეზონების მიხედვით.

ცხრილი 1

| ტემპერატ. | თ ვ ე ვ ბ ი |     |     |      |      |      |      |      |      |       |     |     |
|-----------|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-------|-----|-----|
|           | I           | II  | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X     | XI  | XII |
| მაერის    | 8           | 14  | 13  | 12   | 22   | 38   | 26   | 34   | 32   | 16    | 12  | 12  |
| წყლის     |             |     |     |      |      |      |      |      |      |       |     |     |
| 0 მეტრი   | 5,1         | 3,1 | 6,4 | 12,1 | 19,9 | 25,1 | 21,8 | 24,5 | 14,0 | 12,01 | 5,7 | 5,2 |
| 2 მეტრი   | 4,8         | 3,6 | 6,3 | 11,7 | 17,0 | 23,3 | 22,0 | 23,0 | 14,0 | 11,8  | 5,7 | 5,2 |
| 4 მეტრი   | 4,8         | 3,9 | 6,3 | 11,7 | 16,2 | 22,9 | 22,0 | 22,8 | 14,0 | 10,9  | 5,7 | 5,2 |
| 5 მეტრი   | 4,8         | 4,4 | 6,3 | 11,7 | 16,0 | 19,9 | 22,0 | 22,0 | 14,0 | 11,3  | 5,6 | 5,2 |

იანვარში ტბაში აღინიშნება სრული ჰომოთერმია; ზედაპირზე ყველა დახარჩენ შრეში — 4,8°; თებერვალში კარგად გამოხატული შებრუნებული სტრატოფიკაციაა, თუმცა ტემპერატურული ნახტომი არაა დიდი და იგი ტბის ზედაპირისა და ფსკერს შორის 1,3° უდრის. მარტსა და აპრილში მეორდება სრული ჰომოთერმია (მარტში 6,3°, აპრილში — 11,7°). მაისში ჰაერის ტემპერატურა 22°-ს აღწევს, რის გამოც წყლის ზედაფენა 19,9°-მდე თბება. ტბაში აღინიშნება ტემპერატურის პირდაპირი სტრატოფიკაცია. ივნისში ჰაერის ტემპერატურა მაქსიმალურია და იგი 38°-ს უდრის; წყლის ზედაფენა ინტენსიურად თბება. ივლისში ჰაერის ტემპერატურა 26°-მდე აღწევს და ტბაში მეორდება სრული ჰომოთერმია, რაც გვეს იწვევს და შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ძლიერი ქარის მოქმედებით წყლის ფენების სწრაფი გადანაცვლებით. აგვისტოში ჰაერის ტემპერატურა 34°-ს უდრის. წყლის ზედაფენა ინტენსიურად თბება (24,5°). ტბაში მყარდება პირდაპირი სტრატოფიკაცია. სექტემბერსა და ოქტომბერში ადგილი აქვს სრულ ჰომოთერმიას, რაც ოქტომბერში შედარებით სუსტადაა გამოხატული. ნოემბერ-დეკემბერში ტბაში ისევ გრძელდება სრული ჰომოთერმია.

ამრიგად, როგორც დავინახეთ, ჰაერის ტემპერატურის მერყეობას, თუმცა ყოველთვის არათანაბარზომიერად, მაგრამ თან ახლავს ტბის ზედაფენის ტემპერატურის შესაბამისი მერყეობა.

ჯანდარის ტბის ტემპერატურული რეჟიმის დახასიათებისას უნდა აღინიშნოს აგრეთვე ტემპერატურის მერყეობა წლის განმავლობაში, როგორც წყლის ზედაფენაში, ისე ცალკეულ შრეებს შორის.

ტემპერატურის მინიმუმი ტბის ზედაფენაში აღინიშნება თებერვალში: (3,1°), მაქსიმუმი — ივნისში (25,1°). ტემპერატურის მერყეობის ამპლიტუდა 22°-ს უდრის. თებერვალში 2 მეტრზე ტემპერატურა 3,6°-ია, ივნისში — 23,3°. შესაბამისად 4 მეტრზე არის 3,9° და 22,9°, 6 მეტრზე — 4,4° და 19,9°. ჰაერის ტემპერატურის მინიმუმი (4°) და მაქსიმუმი (38°) აგრეთვე თებერვალ-ივნისში მოდის.

ჯანდარის ტბის წლიური ტემპერატურული რეჟიმის დახასიათებისას აღინიშნება გაზაფხულის (მარტი-აპრილი), ზაფხულის (ივლისი) და შემოდგომის (სექტემბერი) სრული ჰომოთერმიის პერიოდი და ზამთრის სეზონის (დეკემბერი, იანვარი) ჰომოთერმიის გრძელი პერიოდი.

### ქ ა ნ გ ბ ა დ ის შ ე მ ც ე ე ლ ო ბ ა

ქანგბადის რაოდენობა განსაზღვრული იყო ვინკლერის მეთოდით ყოველთვიურად ტბის სამ შრეში (0,3, 6 მეტრი), რამაც საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ქანგბადის რეჟიმი წლის განმავლობაში, რაც მოცემულია მე-2 ცხრილში (მილიგ. ლიტრ წყალში).

გაზაფხულზე, როცა ადგილი აქვს სრულ ჰომოთერმიას, ტბის სამივე შრეში ქანგბადის შემცველობა თითქმის თანაბარზომიერადაა წარმოდგენილი ცალკეული თვეების მიხედვით. გამოჩაყლის შეადგენს ქანგბადის განაწილებას

თებერვალში. ტბის შუა შრეში ქანგბადის შემცველობა მეტია, ვიდრე ზედაპირზე და ფსკერულ ფენაში; ანალოგიურ მდგომარეობას აქვს ადგილი მარტშიც. აღნიშნული მოვლენა შემთხვევითი ხასიათისაა, რაც შესაძლოა გამოწვეული იყოს ქანგბადის არაზუსტი განსაზღვრით.

ცხრილი 2

| სიღრმე  | თ ვ ე ე ბ ი |       |       |      |       |      |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | I           | II    | III   | IV   | V     | VI   | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
| 0 მეტრი | 12,20       | 12,30 | 11,81 | 9,98 | 11,40 | 8,63 | 10,73 | 12,50 | 12,72 | 12,94 | 15,01 | 13,04 |
| 3 მეტრი | 12,00       | 13,55 | 13,60 | 9,80 | 10,90 | 8,90 | 10,26 | 12,40 | 11,83 | 12,81 | 13,03 | 13,01 |
| 6 მეტრი | 11,85       | 10,90 | 11,39 | 9,48 | 10,50 | 8,35 | 9,86  | 10,34 | 11,54 | 12,44 | 12,59 | 12,30 |

ზაფხულში (ივნისსა და აგვისტოში) სუსტად გამოხატული სტრატოფიკაციისა, ხოლო ივლისში წყლის ფენების სრული ჰომოთერმიის დროს ქანგბადის შემცველობა საკმაო რაოდენობითაა წარმოდგენილი და მაქსიმუმს აღწევს აგვისტოში ტბის ყველა შრეში.

შემოდგომა-ზამთრის პერიოდი აღინიშნება სრული ჰომოთერმიით, ნოემბერში — მკვეთრად გამოხატული პირდაპირი სტრატოფიკაციით, ხოლო თებერვალში — სუსტად გამოხატული შებრუნებული სტრატოფიკაციით, რაც საშუალებას ქმნის ინტენსიური ვერტიკალური ცირკულაციისათვის და მასთან დაკავშირებით ქანგბადის საკმაო რაოდენობით განაწილებისათვის ტბის თითქმის ყველა შრეში.

ამრიგად, როგორც დავინახეთ, ჯანდარის ტბა წლის ყველა დროში ხასიათდება ქანგბადის საკმარისი რაოდენობის შემცველობით.

### აქტიური რეაქცია (pH)

აქტიური რეაქციის სიდიდეს ვსაზღვრავდით კალომეტრიული მეთოდით ყოველ თვეში მთელი წლის განმავლობაში ტბის სამ შრეში (0,3, 6 მეტრი).

შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

| სიღრმე  | თ ვ ე ე ბ ი |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|         | I           | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| 0 მეტრი | 6,80        | 6,80 | 6,80 | 7,00 | 7,20 | 7,40 | 7,40 | 7,40 | 7,20 | 7,00 | 6,80 | 6,80 |
| 3 მეტრი | 6,80        | 6,80 | 6,80 | 7,00 | 7,20 | 7,40 | 7,40 | 7,20 | 7,20 | 7,00 | 6,80 | 6,80 |
| 6 მეტრი | 6,80        | 6,80 | 6,80 | 6,80 | 7,20 | 7,40 | 7,40 | 7,20 | 7,20 | 7,00 | 6,80 | 6,80 |

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ აქტიური რეაქცია ჯანდარის ტბაში ცალკეული თვეებისა და სიღრმეების მიხედვით უმნიშვნელო ცვალებადობას განიცდის. შემოდგომის მიწურულსა და მთელი ზამთრის განმავლობაში ტბის ზედა-

ქანდარის ტბის წყლის კომპოზიციის ანალიზი

|                                 | გაზაფხული   |             |             | ზაფხული     |             |             | შემოდგომა   |             |             | ზამთარი     |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                 | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში |             |
| SiO <sub>2</sub>                | 7,0         |             |             | 8,0         |             |             | 8,2         |             |             | 9,0         |             |             |
| CaO                             | 109,2       |             |             | 89,6        |             |             | 81,2        |             |             | 78,4        |             |             |
| MgO                             | 21,8        |             |             | 11,2        |             |             | 18,0        |             |             | 15,1        |             |             |
| SO <sub>4</sub>                 | 91,3        |             |             | 92,7        |             |             | 88,6        |             |             | 83,1        |             |             |
| Cl                              | 14,78       |             |             | 16,3        |             |             | 15,7        |             |             | 14,9        |             |             |
| CO <sub>2</sub>                 | 118,8       |             |             | 101,2       |             |             | 114,4       |             |             | 114,4       |             |             |
| R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | კვალა       |             |             | კვალა       |             |             | პნ. ანონი   |             |             | კვალა       |             |             |
| Ca <sup>++</sup>                | 78,0        |             |             | 64,1        |             |             | 58,1        |             |             | 56,0        |             |             |
| Mg <sup>++</sup>                | 18,5        |             |             | 7,4         |             |             | 10,9        |             |             | 9,1         |             |             |
| SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>    | 109,0       |             |             | 111,1       |             |             | 106,1       |             |             | 99,7        |             |             |
| Cl <sup>-</sup>                 | 14,78       |             |             | 16,3        |             |             | 15,7        |             |             | 14,9        |             |             |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 165,0       |             |             | 140,3       |             |             | 158,7       |             |             | 158,0       |             |             |
| Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> | 10,5        |             |             | 27,5        |             |             | 33,5        |             |             | 35,7        |             |             |
|                                 | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში | მ.გ. ლიტრში |
| ანაიონები                       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Cl <sup>-</sup>                 | 14,78       | 0,418       | 7,84        | 16,3        | 0,4398      | 9,19        | 15,7        | 0,4447      | 8,43        | 14,9        | 0,420       | 8,24        |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 165,0       | 2,704       | 50,07       | 140,3       | 2,2995      | 44,57       | 158,7       | 2,6011      | 49,52       | 158,0       | 2,599       | 51,01       |
| SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>    | 109,0       | 2,273       | 42,09       | 111,1       | 2,3129      | 46,74       | 105,1       | 2,2090      | 42,05       | 99,7        | 2,076       | 40,75       |
|                                 |             | 5,400       | 100,00      |             | 5,0521      | 100,00      |             | 5,2528      | 100,00      |             | 5,096       | 100,00      |
| კატიონები                       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Mg <sup>++</sup>                | 18,5        | 1,091       | 20,2        | 7,4         | 0,6086      | 12,17       | 10,9        | 0,8964      | 17,07       | 9,1         | 0,749       | 14,20       |
| Ca <sup>++</sup>                | 78,0        | 3,887       | 72,0        | 64,1        | 3,1986      | 63,94       | 58,1        | 2,8990      | 55,19       | 56,0        | 0,796       | 54,88       |
| Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> | 10,5        | 0,418       | 7,8         | 27,5        | 1,1946      | 23,89       | 33,5        | 1,4572      | 27,74       | 35,7        | 1,550       | 30,42       |
|                                 |             | 5,400       | 100,00      |             | 5,0521      | 100,00      |             | 5,2528      | 100,00      |             | 5,096       | 100,00      |



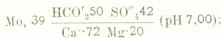
პირზე pH მინიმალურია (6,80). აპრილიდან მატულობს და მაქსიმუმში მათემატიკური ფორმულიდან გამოდის 7,40. მთელი ზაფხულის განმავლობაში, ანალოგიურ მდგომარეობას აქვს ადგილი ტბის შუა შრეში. 6 მეტრის სიღრმეზე pH აღწევს 6,60.

ამრიგად, ჯანდარის ტბის წყალს სუსტი ტუტე რეაქცია აქვს, რომელიც უმნიშვნელოდ ძლიერდება ან მცირდება ტბის სხვადასხვა სეზონში.

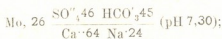
ჯანდარის ტბის წყლის ქიმიური შედგენილობა

ჯანდარის ტბის წყლის ქიმიური შედგენილობა მოცემულია მე-4 ცხრილში, რომლის საფუძველზე კურულოვის ფორმულის მიხედვით დადგენილია წყლის მინერალიზაცია და წყლის ტიპი.

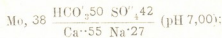
გაზაფხულზე კურულოვის მიხედვით არის:



ტბის წყალი ჰიდროკარბონატულ - სულფატურ - კალციუმ - მაგნიუმიანია; ზაფხულში —



წყალი სულფატურ - ჰიდროკარბონატულ - კალციუმ - ნატრიუმიანია; შემოდგომაზე —



ამ შემთხვევაში წყალი ჰიდროკარბონატულ - სულფატურ - კალციუმ - ნატრიუმიანია.

ზამთარში —



აქაც წყალი ჰიდროკარბონატულ - სულფატურ - კალციუმ - ნატრიუმიანია. ჯანდარის ტბის წყალი სუსტი რეაქციისა და იგი ნეიტრალურს უახლოვდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ გაზაფხულზე  $\text{Mg}^{++}$ -ისა და ზაფხულში  $\text{SO}'_4$ -ის შედარებით სიჭარბე ექვს იწვევს, რაც შესაძლოა გამოწვეული იყოს წყლის არაზუსტი ქიმიური ანალიზით.

თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი

(რედაქციას მიუძღვნა 1.3.1962)



В. Г. ТКЕШЕЛАШВИЛИ

## ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА ДЖАНДАР

## Резюме

Автором в представленной работе проведен гидрологический анализ озера Джандар. Выявлены температурный режим по месяцам, содержание кислорода, активная реакция и химический состав воды озера.

На основании личных исследований автор установил закономерность температурного колебания воды в течение года.

По наблюдениям автора, озеро Джандар во все времена года характеризуется содержанием достаточного количества кислорода.

Вода исследуемого озера имеет слабощелочную реакцию, которая незначительно колеблется по сезонам.

## დამონებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Арнольд и Е. Б. Куликова. Озеро Джандар. Материалы по изучению озер Кавказа и их фауна их. Труды Севанской озерной станции, т. III, вып. 2, 1933.
2. ბ. ტყეშელაშვილი. ჯანდარის ტბა. საბუნებისმეტყველო-ენციკლოპედიის მიმართული კლიმატოლოგიისა და ნიადაგმცოდნეობის კათედრისთან არსებული ხელნაწერთა ფონდი, 1933.
3. თ. ბურჭულაძე. შალალები ჯანდარის ტბის იზოთერმულია და მისი საკვები რესურსების შესწავლისათვის. საქართველოს სამეცნიერო-კვლევითი სათეზნებერნო სადგურის შრომები, ტ. IV, ბათუმი, 1939.
4. К. П. Фортунатова. К вопросу о рыбохозяйственном значении озер Грузии. Закавказ. краев. сборник, серия А, естествознание. Тифлис, 1930.
5. მ. ბურჯანაძე. ჯანდარის ტბის ბუნების საკვები რესურსები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შრომები, ტ. XI, № 1, 1942.
6. А. А. Садовский. Озеро Джандар и проблема его оптимального рыбохозяйственного использования. Рукописный фонд Института зоологии АН Грузинской ССР, 1931.
7. ვახუშტი. საქართველოს გეოგრაფია. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა, თბილისი, 1941.
8. თ. ნუცუბიძე. საქართველოს ტბები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. III, 1948.

8. შაქტი

ფოსფორობრანული შენაერთების დამოუღწევი ბაქტერიების  
ადგილობრივი შტამები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჭანიშვილმა 22.1.1963)

ბაქტერიული სასუქების და, კერძოდ, ფოსფორბაქტერინის ეფექტურობის გასადიდებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს მათს წარმოებაში აქტიური ადგილობრივი შტამების გამოყენებას.

ამ მიზნით საშემოდგომო ხორბლის რიზოსფეროს სართიჭალის შავმიწა ნიადაგიდან ჩვენ გამოვყავით ფოსფორობრანული შენაერთების დამოუღწევი ბაქტერიები. მათი უმრავლესობა წარმოადგენს *Bacillus megatherium*-ის სხვადასხვა შტამს. მაგრამ გვხვდება *Pseudomonas fluorescens*-ის ტიპის არასპოროვანი ბაქტერიებიც, აგრეთვე მიკობაქტერიები და სოკოები.

ლაბორატორიულ პირობებში შევისწავლეთ გამოყოფილი შტამების უნარი ფოსფორობრანული ნაერთებიდან, სახელდობრ, ნუკლეინის მჟავიდან ადვილადსხნადი ფოსფორის დაგროვებისა, რისთვისაც დავაყენეთ ლაბორატორიული ცდა. ერლენმეიერის კოლბებში ვათავსებდით მენკინას თხევად არეს 10 მლ რაოდენობით, რომელიც შეიცავდა 5 მგ ნუკლეინის მჟავას. თხევად არეში შეგვჭონდა ბაქტერიების კულტურები, ვათავსებდით თერმოსტატში. საკონტროლოდ ავიღეთ სტერილური საკვები არე.

ვარკვეული დროის გაელის შემდეგ ფილტრატში ვსაზღვრავდით ადვილადსხნადი ფოსფორის შემცველობას „ზაკნისის“ მეთოდით.

ცდამ გვიჩვენა, რომ *Bacillus megatherium*-ის ჩვენ მიერ გამოყოფილი სხვადასხვა შტამი ერთმანეთისაგან ძლიერ განსხვავდება ფოსფორობრანული შენაერთებიდან ადვილადსხნადი ფოსფორის მობილიზაციის უნარით, რაც ყველაზე მაღალი აღმოაჩნდა შტამს 107-ს. კარგი უნარით გამოირჩევა აგრეთვე შტამი 101 (იხ. ცხრილი 1).

ამვე ლაბორატორიულ პირობებში (კოხის ჯამებზე) შევისწავლეთ გამოყოფილი ადგილობრივი შტამებისა და ქარხნული ფოსფორბაქტერინის გავლენა საშემოდგომო ხორბლის ზრდაზე (ცხრილი 1).

მიუხედავად  $P_2O_5$ -ის მობილიზაციის უნარის ანეთი განსხვავებისა, ყველა გამოყოფილი შტამი დადებით გავლენას ახდენს მცენარეზე და იწვევს მისი პირველდარწებიითი ზრდის გაძლიერებას: მატულობს მცენარის ფესვის სიგრძე, მცენარის სიმაღლე და მისი ჰაერმშრალი მასის წონა.



ცხრილი № 26  
საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მიერ

*Bacillus megatherium*-ის ადგილობრივი შტამების მიერ ნუკლეინის მკაედიდან  $P_2O_5$ -ის მობილიზაციის უნარი და მათი გავლენა მცენარის ზრდაზე

| ვარიანტი           | „მობილიზებული“ ადგილობრივი $P_2O_5$ მკ-ით 10 მლ საკვებ ხსნარზე | % შეტანილი საერთო $P_2O_5$ -ის მიზართ | ფესვის სიგრძე სმ-ით | მცენარის სიმაღლე სმ-ით | მცენარის ჰაერმ-რალი მასის წონა გ-ით |
|--------------------|--|---------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| საკონტროლო საკვები | —  | —                                     | —                   | —                      | —                                   |
| შტამი 101          | 2,10   | 42                                    | 15,22               | 16,15                  | 0,42                                |
| „ 102              | 0,9  | 18                                    | 19,45               | 22,88                  | 0,57                                |
| „ 105              | 0,1  | 2                                     | 16,87               | 20,51                  | 0,57                                |
| „ 107              | 2,35   | 47                                    | 19,93               | 22,90                  | 0,60                                |
| ფოსფორბაქტერიანი   | —  | —                                     | 18,85               | 22,57                  | 0,57                                |
|                    |  |                                       | 18,75               | 20,04                  | 0,53                                |

შტამი 105, რომელსაც  $P_2O_5$ -ის მობილიზაციის უნარი შედარებით სუსტი აქვს, სხვა შტამებზე ნაკლებად არ მოქმედებს მცენარის ზრდაზე. როგორც ჩანს, *Bacillus megatherium*-ის დადებითი გავლენა მცენარეზე გამოწვეულია არა მარტო  $P_2O_5$ -ის მობილიზაციის უნარით, არამედ აგრეთვე სხვადასხვა ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებისა და ვიტამინების გამოყოფით, რაც შესაძლოა უფრო მეტად განსაზღვრავს სხვადასხვა შტამის მოქმედებას, ვიდრე  $P_2O_5$ -ის მობილიზაციის უნარი. ჩვენი მონაცემები ეთანხმება მიშუსტინისა და ნაუმოვას შეხედულებას ფოსფორბაქტერიანის მოქმედების მექანიზმის შესახებ.

1 ცხრილიდან ჩანს აგრეთვე, რომ მცენარის განვითარების ადრეულ საფეხურზე ადგილობრივი შტამები თითქმის ყველა შემთხვევაში უფრო მეტად მოქმედებენ მცენარის ზრდაზე, ვიდრე ქარხნული ფოსფორბაქტერიანი.

ლაბორატორიული ცდის გარდა, ფოსფორორგანული შენაერთების დამწლეული ბაქტერიების ადგილობრივი შტამები გამოვცადეთ აგრეთვე სავეგეტაციო ცდის პირობებში ხორბალზე. ამისათვის ზემოთ დასახელებული შტამი 105-ის გარდა გამოვცადეთ აგრეთვე 4 სხვა შტამი, ე. ი. სულ 5 შტამი; აქედან 3 წარმოადგენს *Bacillus megatherium*-ის შტამებს, რომლებიც გამოვცავით ბარტყობის (105, 121) და ალერების (127) ფაზებში, ერთი მიკობაქტერიაა, ხოლო ერთი — *Pseudomonas fluorescens*.

სავეგეტაციო ცდისათვის ვიყენებდით მიტჩერლის ტიპის კურკლებს, რომლებშიაც ვათავსებდით 5 კგ შავმიწა ნიადაგს, ვთესავდით საშემოდგომო ხორბალს. ბაქტერიზებულს ადგილობრივი შტამებით და აგრეთვე ქარხნული ფოსფორბაქტერიანით. საკონტროლოდ ავიღეთ თესლი ბაქტერიისაციის გარეშე (ცდის განმეორება — ოთხჯერად).

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ადგილობრივი შტამებით ბაქტერიისაციამ უმეტეს შემთხვევაში უკეთესად იმოქმედა საშემოდგომო ხორბლის საერთო



ბარტყოზაზე, 1000 მარცვლის წონაზე და, საბოლოოდ, მარცვლისა და ჩალის მოსავალზე, ვიდრე ქარხნულმა ფოსფორობაქტერიამ. ამევე დროს ადგილობრივი შტამები ერთმანეთისაგან განსხვავდებოან სასეკოდგომო ხორბალზე მოქმედების ხასიათით.

ცხრილი 2

ფოსფორის ბაქტერიების ადგილობრივი შტამების გავლენა საშემოდგომო ხორბლის მოსავალზე (საეგვიტაციო ცდის შედეგები)

| ვარიანტი                            | დეროების რაოდენობა ერთ ჰერტელზე | პროდუქტული დეროების რაოდენობა ერთ ჰერტელზე | 1000 მარცვლის წონა გ-ით | მარცვლის მოსავლი გ-ით თითო ჰერტელზე | მოსავლის ნაშარი |      | ჩალის მოსავალი გ-ით თითო ჰერტელზე |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|------|-----------------------------------|
|                                     |                                 |  |                         |                                     | გ-ით            | %-ით |                                   |
| საკონტროლო                          | 61                              | 20   | 23,0                    | 7,86                                | —               | —    | 23,2                              |
| ფოსფორობაქტერინი                    | 62                              | 22   | 23,9                    | 8,99                                | 1,13            | 14,3 | 26,81                             |
| <i>Bacillus megatherium</i> შტ. 105 | 66                              | 22   | 25,4                    | 9,87                                | 2,01            | 25,5 | 39,84                             |
| " შტ. 121                           | 62                              | 22   | 23,4                    | 9,52                                | 1,66            | 21,1 | 29,34                             |
| " შტ. 127                           | 64                              | 23   | 24,3                    | 10,16                               | 1,30            | 22,2 | 31,04                             |
| <i>Mycobacterium</i>                | 61                              | 23   | 24,5                    | 10,05                               | 2,19            | 27,8 | 20,66                             |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i>      | 63                              | 22   | 24,0                    | 9,47                                | 1,61            | 20,4 | 27,94                             |

საერთო ბარტყოზაზე ყველაზე მეტ გავლენას ახდენენ *Bacillus megatherium* შტამები: 105, 127 და *Pseudomonas fluorescens*.

მიკობაქტერია საერთო ბარტყოზაზე გავლენას არ ახდენს. პროდუქტიულ ბარტყოზაზე, რომელიც საერთოდ ყველა ვარიანტზე დაბალია, ფოსფორობაქტერინი და ადგილობრივი შტამები თითქმის ერთნაირად მოქმედებენ. მარცვლის აბსოლუტური წონა ყველაზე მეტად იზრდება *Bacillus megatherium* № 105-ის მოქმედებით; საერთოდ კი ადგილობრივი შტამების გავლენით მარცვლის აბსოლუტური წონა ბევრად უფრო მეტად იზრდება, ვიდრე ფოსფორობაქტერინისაგან, გამონაკლისს ამ მხრივ შეადგენს შტამი № 121 და *Pseudomonas*.

საშემოდგომო ხორბლის მარცვლის მოსავალზე ყველაზე დიდ გავლენას ახდენს *Bacillus megatherium* — შტამი № 127.

საშემოდგომო ხორბლის რიზოსფეროდან გამოყოფილი მიკობაქტერიის მოქმედება საშემოდგომო ხორბლის მარცვლის მოსავალზე თითქმის არ ჩამოუვარდება *Bacillus megatherium* -ის ყველაზე აქტიური შტამის № 127-ის მოქმედებას. *Pseudomonas fluorescens* -ის მოქმედება ამ მხრივ უფრო სუსტია.

ამგვარად, ფოსფორორგანული შენაერთების დამწეული ბაქტერიების ადგილობრივი შტამების გამოყოფა უკეთეს პერსპექტივებს სახავს ფოსფორობაქტერინის ეფექტიანობის შემდგომი გადიდებისა და მისი ფართო პრაქტიკუ-



ლი გამოყენებისათვის. ამ მხრივ კარგი შედეგია მოსალოდნელი, კერძოდ, საშემოდგომო ხორბლის რიზოსფეროდან გამოყოფილი *Bacillus megatherium*-ის რამდენიმე შტამისაგან და, შესაძლოა, მიკობაქტერიის ადგილობრივი შტამისაგან.

საქართველოა სსო სოფლის მეურნეობის  
 პროდუქტების წარმოებისა და დამზადების სამინისტროს  
 ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის  
 ინსტიტუტი

(ოქტაქცია) მოუკიდა 22.1.1963)

## МИКРОБИОЛОГИЯ

М. П. ЖЕНТИ

### МЕСТНЫЕ ШТАММЫ БАКТЕРИИ, РАЗЛАГАЮЩИХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

#### Резюме

Из ризосферы озимой пшеницы, возделываемой на червоземной почве села Сартчала (Самгорский район Грузинской ССР), нами были выделены бактерии, разлагающие фосфорорганические соединения. Большинство из них — разные штаммы *Bacillus megatherium*, но встречаются неспоровые бактерии типа *Pseudomonas fluorescens*, а также микобактерии и грибы.

В лабораторных условиях мы изучали способность выделенных штаммов разлагать нуклеиновую кислоту и накапливать в среде легкоподвижную фосфорную кислоту.

Опыты показали, что выделенные штаммы *Bacillus megatherium* обнаруживают неодинаковую способность разложения фосфорорганических соединений, причем эта способность в наибольшей мере проявилась у штамма № 107.

Кроме того, они оказали положительное влияние на усиление первоначального роста, которое проявилось в увеличении длины корня, высоты растений и общего прироста сухой массы. При этом по всем показателям местные штаммы оказались более эффективными, чем заводской фосфобактерии.

Испытание местных штаммов фосфорных бактерий в условиях вегетационного опыта показало, что по влиянию на урожайность озимой пшеницы эти штаммы более эффективны, чем заводской фосфобактерии.

Из выделенных местных штаммов фосфорных бактерий наиболее перспективными являются микобактерии и некоторые штаммы *Bacillus megatherium*.

М. С. КВАЧАНТИРАДZE

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ И ДИНАМИКА ЕЕ ЧИСЛЕННОСТИ В СВЯЗИ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТЬЮ ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 9.3.1962)

В настоящее время, когда в Советском Союзе, и в частности в Грузии, мощно развивается плодоводство, с особенной остротой встал вопрос эффективной борьбы с яблонной плодовой жоркой.

Борьба против этого весьма серьезного вредителя плодоводства осложняется еще его биологической особенностью, так как, если гусеница успеет проникнуть внутрь плода, уже бесполезно обрабатывать его даже сильно действующими инсектицидами.

Данных о яблонной плодовой жорке, в частности о ее биологии, немало как в советской, так и зарубежной литературе. В условиях Грузии она достаточно хорошо изучена, но остается еще ряд вопросов, которые требуют уточнения или проверки. В этом отношении в первую очередь следует отметить вопрос о биологических особенностях и динамике численности данного вредителя в связи с вертикальной зональностью республики, который составляет тему данной статьи и изучается нами впервые. Для решения этого вопроса в Грузии созданы самые благоприятные условия. Низины, ущелья Куры и Риони, пересеченные горными хребтами и плоскогорьями и создающие весьма разнообразный рельеф местности, оказывают соответствующее влияние на развитие вредителя в каждой вертикальной зоне и меняют характер биологии и динамики его численности.

С целью разработки перечисленных вопросов в течение 1960 — 1962 гг. систематически проводились маршрутные обследования в основных плодоводственных районах Восточной и Западной Грузии (Зестафони, Мцхета, Гори, Цхинвали, Ахалцихе), начиная с низменных зон (149 м над уровнем моря) и кончая горными районами (1200 м н. у. м.).

Стационарные наблюдения проводились в Мухранском учебно-опытном хозяйстве, в Скринской плодово-опытной станции Института виноградарства, плодоводства и виноделия и в Кичинском плодовом



совхозе. Камеральная обработка собранного материала производилась в отделе зоологии и фитопатологии Института защиты растений Грузинской ССР.

Результаты изучения цикла развития яблонной плодовой и фенотипы первого поколения в связи с вертикальной зональностью даны в таблицах 1 и 2.

Как видно из 1 и 2 таблицы, начало и длительность каждой фазы и вообще весь цикл развития яблонной плодовой в различных условиях вертикальной зональности дают резко отличающиеся друг от друга цифры.

По данным Н. Сипрошвили, которая длительное время изучала яблонную плодовку в условиях Грузии, для развития весеннего поколения данного вредителя требуется 78 дней, а для летнего — 50 дней, мы же, имея в виду вертикальную зональность, в этом отношении получили следующие результаты: в низменной зоне (Зестафони) для развития куколки требуется 20—22 дня, в средней (Мцхета) и предгорной зонах (Гори) — 25—28 дней, в горной зоне (Цхинвали, Ахалцихе) — 30—35 дней.

В то же время определялась длительность лета бабочек, соответственно каждой зоне она составляла 7—10, 12—14 и 15—17 дней.

Что касается развития гусениц, то оно заканчивалось в низменной зоне в течение 28—32 дней, в средней и предгорной зонах — за 35—38 дней, а в горной зоне — за 42—48 дней.

Таким образом, по нашим данным, для развития первого поколения яблонной плодовой в низменной зоне требуется 55—64 дня, в средней и предгорной зонах — 72—80 дней, а в горной зоне — 87—100 дней.

Если принять во внимание развитие второго поколения яблонной плодовой, то, по нашим данным, в низменной зоне для него требуется 35—40 дней, а в средней и предгорной зонах — 45—55 дней.

Ясно, что особенности цикла развития яблонной плодовой в связи с вертикальной зональностью республики вызваны горными суровыми климатическими условиями, которые, как и следовало ожидать, препятствуют развитию вредителя.

Появления всех фаз яблонной плодовой, начинающееся в низменной зоне на 20—25 дней раньше и сравнительно краткий период их развития создают возможность вредителю дать в год два полных и третье неполное поколения, в средней и предгорной же зонах плодовая развивается в двух поколениях, тогда как в горной зоне вредитель дает только одно поколение (таблица 1). В последнем случае вредитель находится в длительной диапаузе (IX—IV), а количество поколений — один из основных факторов, который выполняет важную роль в деле регуляции численности яблонной плодовой.







Нами отмечена также различная окраска бабочек разных поколений. В первую очередь это можно сказать относительно весеннего поколения, которое характеризуется более темной окраской, в то время как у летнего поколения более светлая окраска. Разница в окраске обнаруживается и в связи с вертикальной зональностью: в низменной

Таблица 2  
Фенологические даты первого поколения яблонной плодовой гусеницы в различных вертикальных зонах

| Пункты наблюдений                                | Годы наблюдений | Начало окукливания перезимовавших гусениц | Начало вылета бабочек | Начало вылупления гусениц |
|--|-----------------|---|-----------------------|---------------------------|
| Сакара (Зестафонский р-н), 149 м н. у. м.        | 1960            | 31/III                                    | 25/IV                 | 11/V                      |
|  | 1961            | 15/III                                    | 10/IV                 | 26/IV                     |
|  | 1962            | 14/III                                    | 8/IV                  | 29/IV                     |
| Мухрани (Мцхетский р-н), 400 м н. у. м.          | 1960            | 25/IV                                     | 20/V                  | 29/V                      |
|  | 1961            | 12/IV                                     | 10/V                  | 19/V                      |
|  | 1962            | 15/IV                                     | 13/V                  | 24/V                      |
| Скра, Кицниси (Горийский р-н), 585 м н. у. м.    | 1960            | 27/IV                                     | 22/V                  | 29/V                      |
|  | 1961            | 14/IV                                     | 10/V                  | 16/V                      |
|  | 1962            | 9/IV                                      | 9/V                   | 20/V                      |
| Джава (Цхинвальский район), 1250 м н. у. м.      | 1960            | 10/V                                      | 14/VI                 | 2/VII                     |
|  | 1961            | 13/V                                      | 12/VI                 | 7/VII                     |
|  | 1962            | 7/V                                       | 6/VI                  | 24/VI                     |
| Ахалцихе, 900 м н. у. м.                         | 1960            | 4/V                                       | 29/V                  | 10/VI                     |
|  | 1961            | 27/IV                                     | 18/V                  | 3/VI                      |
|  | 1962            | 7/V                                       | 1/VI                  | 17/VI                     |
| Уравели, Вале (Ахалцихский р-н), 1200 м н. у. м. | 1960            | 10/V                                      | 16/VI                 | 30/VI                     |
|  | 1961            | 5/V                                       | 8/VI                  | 27/VI                     |
|  | 1962            | 13/V                                      | 17/VI                 | 1/VII                     |

зоне окраска бабочек более светлая, в горной более темная. Конечно, в этих случаях разница в окраске в основном объясняется действием температуры. Кроме того, оказалось, что окраска зависит и от качества кормовых растений. Так, например, в результате обследования в Лагодехском районе (VI—VIII—1962 г.) бабочки, полученные от гусениц, выкормленных в плодах грецкого ореха, были более темной окраски, чем бабочки, полученные в плодовых садах.

По данным Ешериха, Балашовского и Мезнила, Римского-Корсакова и других авторов, существует южная форма яблонной плодовой гусеницы — *var. putaminana*, но, по нашим данным, как отмечалось выше, это положение не соответствует действительности, так как характерная окраска для формы *var. putaminana* связана только с весенним поколением и не является самостоятельным

признаком для всех поколений данного вида. В этом мы убедились в результате длительных наблюдений, сбора и обработки большого материала.

Отмечалась также разница в размере куколки и продукции яиц бабочки в связи с вертикальной зональностью.

Результаты наблюдений, проведенных нами в низменной, средней, предгорной и горной зонах, приведены в таблице 3.

Таблица 3  
Вес куколки первого поколения яблонной плодовой жоржки и продуктивность бабочек в связи вертикальной зональностью

| Название зон                               | Средний вес куколок в мг | Среднее количество яиц, откладываемых бабочками в изоляторах (в шт.) |
|--|--------------------------|--|
| Низменная (Зестафонский район)             | 55—60                    | 90—120   |
| Средняя (Мухетский район)                  | 55—60                    | 85—110   |
| Предгорная (Горийский район)               | 50—55                    | 80—100   |
| Горная (Цхинвальский и Ахалцихский районы) | 30—40                    | 50—60  |

Данные этой таблицы, противоречащие установке Успенский, показывают, что существует определенная закономерность между весом куколок и продукцией яиц бабочек. Вес куколок, со своей стороны, может быть в прямой зависимости и от количества и качества корма, полученного гусеницами.

Таким образом, низкая продуктивность бабочек, которая отмечается в горной зоне, также должна считаться одним из главных факторов, регулирующих численность данного вредителя.

В течение 3 лет нами установлена определенная закономерность между фенодатом развития отдельных фаз первого поколения вредителя и суммой эффективных температур, которая близка к данным Ковырялова и Паншина.

Эти суммы эффективных температур соответствующих фенодат в связи с вертикальной зональностью приведены в таблице 4.

Из таблицы 4 видно, что, несмотря на большую разницу в календарных сроках, сумма эффективных температур к началу окукливания перезимовавших гусениц, лета бабочек и вылупления гусениц, мало отличалась от данных Ковырялова и Паншина.

Так, например, средняя сумма эффективных температур по зонам к началу окукливания перезимовавших гусениц соответствует 29°—29°—30°—32°; к началу лета бабочек 144°—150°—151°—152°; к началу вылупления гусениц 189°—189°—190°—193°.



В этой же таблице даны суммы эффективных температур с вертикальной зональностью во время лета 25% бабочек первого поколения.

Таблица 4

Сумма эффективных температур соответственных фенотат яблонной плодовой жорки (первого поколения) в разных вертикальных зонах

| Название районов                       | Годы наблюдений | Сумма эффективных температур в градусах    |                     |                           |                 |
|--|-----------------|--|---------------------|---------------------------|-----------------|
|  |                 | Начало окукливания перезимовавших гусениц. | Начало лета бабочек | Начало вылупления гусениц | Лет 25% бабочек |
| Зестафонский,<br>150 м н. у. м.        | 1960            | 29,5                                       | 136,8               | 193,2                     | 220             |
|  | 1961            | 29,8                                       | 144,9               | 185,6                     | 220             |
|  | 1962            | 27,0                                       | 150,6               | 190,4                     | 225             |
|  | среди. темпер.  | 29,0                                       | 144,0               | 189,0                     | 222             |
| Мцхетский, 400 м н. у. м.              | 1960            | 29,8                                       | 148,9               | 189,0                     | 245             |
|  | 1961            | 29,8                                       | 149,7               | 187,7                     | 240             |
|  | 1962            | 28,8                                       | 147,4               | 191,5                     | 230             |
|  | среди. темпер.  | 29,0                                       | 150,0               | 189,0                     | 245             |
| Горийский, 585 м н. у. м.              | 1960            | 30,0                                       | 149,9               | 191,9                     | 250             |
|  | 1961            | 29,8                                       | 152,0               | 187,5                     | 260             |
|  | 1962            | 30,0                                       | 153,0               | 189,6                     | 265             |
|  | среди. темпер.  | 30,0                                       | 151,0               | 190,0                     | 258             |
| Ахалцихский,<br>1000 — 1200 м н. у. м. | 1960            | 32,0                                       | 148,0               | 190,0                     | 270             |
|  | 1961            | 31,9                                       | 149,0               | 195,0                     | 267             |
|  | 1962            | 30,0                                       | 151,0               | 196,0                     | 273             |
| Цхинвальский,<br>900 — 1200 м н. у. м. | 1960            | 29,9                                       | 151,3               | 194,0                     | 269             |
|  | 1961            | 31,0                                       | 150,7               | 193,0                     | 271             |
|  | 1962            | 29,8                                       | 152,0               | 190,0                     | 279             |
|  | среди. темпер.  | 32,0                                       | 152,0               | 193,0                     | 272             |

Министерством сельского хозяйства Грузинской ССР в 1962 г. утверждена инструкция по проведению борьбы против вредителей и болезней плодовых садов, на основании которой должно быть проведено первое лечение против яблонной плодовой жорки при достижении суммы эффективных температур 230°, т. к. в это время предполагается лет 25% бабочек. Но проведенная нами проверка этих данных в естественных условиях показала, что лет 25% бабочек при сумме эффективных температур 230° не имеет места.

В таблице 4 представлен материал, который в связи с вертикальной зональностью дает следующую картину: в низменной зоне 25%

бабочек летает при температуре  $220^{\circ}$ — $225^{\circ}$ , в средней зоне — при  $245^{\circ}$ — $250^{\circ}$ , в предгорной зоне — при  $255^{\circ}$ — $260^{\circ}$ , в горной зоне — при  $270^{\circ}$ — $275^{\circ}$ .

Такая разница сумм указанных эффективных температур обусловлена, еще и разными периодами продолжительности лета бабочек (таблица 1).

Установление закономерности в связи с вертикальной зональностью имеет большое практическое значение, так как с помощью этих данных можно определить точные сроки проведения химического метода борьбы против плодовой гнили.

В то же время, кроме установления указанной суммы эффективных температур, необходимо в природных условиях в каждой отдельной зоне, а иногда в микрорайонах установить реальное количество вылетающих бабочек, так как другие факторы (количество осадков, ветер, интенсивность освещения) могут повлиять на лет бабочек.

Колебание численности яблонной плодовой гнили в связи с вертикальной зональностью отмечается также и во время зимовки вредителя.

В опубликованной нами статье отмечается, что в низменной зоне на одно дерево в среднем приходится 30—35 зимующих гусениц, в горной же зоне — 7—10 гусениц. Это объясняется тем обстоятельством, что в зимний период при резком понижении температуры в низменной зоне погибает только 20—25% зимующих гусениц, в горных же условиях смертность их доходит до 40—45%.

Отрицательное хозяйственное значение вредителя связано и с вертикальной зональностью. В этом направлении нами проводились специальные наблюдения как до уборки, так и во время сбора урожая.

По нашим данным, в низменной и предгорной зонах процент повреждения плодов яблонной плодовой гнилью доходит до 70—85%, а в горной зоне он снижается до 10—15%.

Таким образом, с вертикальной зональностью связаны суровые климатические условия, которые препятствуют развитию вредителя, уменьшают количество поколения, отрицательно действуют на продуктивность бабочек, значительно влияют на численность яблонной плодовой гнили, благодаря чему уменьшается процент поврежденных плодов.

Наконец, необходимо подчеркнуть, что для получения хороших результатов в борьбе с плодовой гнилью необходимо использовать не только сумму эффективных температур указанным нами способом, но также более точные методы учета (ловчие пояса, изоляторы и др.) вылетающих бабочек в связи с вертикальной зональностью.



მ. კვანტირაძე

ვაშლის ნაყოფაშიას ბიოლოგიის თავისებურებანი და  
რიცხვობრივი დინამიკა მერტიკალურ ზონალობასთან  
დაკავშირებით

რ ე ზ ი უ მ ე

1960 — 1962 წლების განმავლობაში სამარშრუტო გამოკვლევები ტარდებოდა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მეხილეობის ძირითად რაიონებში, დაწყებული დაბალი ზონიდან (ხესტაფონი — 149 მ. ზ. დ.), დამთავრებული მთიანი რაიონებით (ახალციხე — 1250 მ. ზ. დ.). სტაციონალური დაკვირვებები და ცდები კი ტარდებოდა მუხრანის სასწავლო-საცდელ მეურნეობაში, სკრის საცდელ სადგურში და ქიწისის მეხილეობის საბჭოთა მეურნეობაში.

გამოირკვა, რომ მვენებლის პირველი თაობის განვითარებისათვის დაბლობ ზონაში საჭიროა 55 — 64 დღე, საშუალო და მთისწინა ზონაში — 72 — 80 დღე, მთიან ზონაში კი — 87 — 100 დღე. ამავე დროს მეორე თაობის განვითარებისათვის დაბლობ ზონაში საჭიროა 34 — 40 დღე, საშუალო და მთისწინა ზონაში — 45 — 55 დღე. ამის გამო დაბლობ ზონაში მიიღება მვენებლის ორი სრული და მესამე არასრული გენერაცია, საშუალო და მთისწინა ზონაში — ორი გენერაცია, მთიან ზონაში კი — მხოლოდ ერთი გენერაცია.

არ დადასტურდა მკვლევართა მტკიცებანი, თითქოს არსებობს ვაშლის ნაყოფაშიას სამხრეთული ფორმა *var. putaminana*, რადგან ჩვენი გამოკვლევებით, აღნიშნული ფორმისათვის დამახასიათებელი შეფერილობა დაკავშირებული აღმოჩნდა მხოლოდ ვახაჯხულის თაობასთან და არ ჩაითვლება დამოუკიდებელ ნიშნად ყველა თაობისათვის.

დადგენილ იქნა, რომ ჭუპრის წონა (60 — 30 მგ) კვერცხების რაოდენობა (120 — 50) მცირდება სიმაღლის ცვალებადობასთან ერთად.

მიუხედავად კალენდარული ვადების დიდი სხვაობისა, გამოზამთრებული მატლების დაჭუპრების (29° — 32°), პეპლების ფრენის დაწყების (144° — 152°), და მატლების გამოჩეკვის დაწყებისას (189° — 193°) ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამები მცირედ განსხვავდებიან კოვირიალოვისა და პანშინის (ვოლგა-ახტუბინსკის მეხილეობის ზონა) მონაცემებისაგან.

ბუნებრივ პირობებში შემოწმებით პეპლების 25% ფრენის ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი — 230° — არ დაემთხვა ჩვენს მონაცემებს, რადგან დაბლობ ზონაში პეპლების 25% ფრენს 220° — 225°-ის დროს, საშუალო ზონაში — 245° — 250°-ის დროს, მთისწინა ზონაში — 255° — 260° დროს და მთიან ზონაში — 270° — 275° დროს.

ჩვენ მიერ სპეციალური გამოკვლევებით დადგენილია რომ დაბლობ, საშუალო და მთისწინა ზონაში ვაშლის ნაყოფაშიას მიერ გამოწვეული დაზიანება 70 — 80% მდე აღის, იმ დროს როცა მთიან ზონაში იგი მხოლოდ 10 — 15%-ს შეადგენს.

Г. В. МАЦАБЕРИДЗЕ

НОВАЯ ТРЕМАТОДА *LECITHODENDRIUM SKRJABINI* NOV.  
SP. ОТ ЛЕТУЧЕЙ МЫШИ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 22.1.1963)

Осенью 1960 года в Ткибульском районе (Грузинская ССР) нами было вскрыто 12 экземпляров нетопыря Натузиуса. У одного из них в тонком кишечнике было найдено 8 экземпляров трематод. При детальном изучении этих трематод было установлено, что они являются представителями нового вида из рода *Lecithodendrium* Looss, 1896 (сем. *Lecithodendridae* Odhner, 1911). Новый вид мы называем *L. Skrjabini* nov. sp. в честь основоположника советской гельминтологии академика К. И. Скрябина, в знак глубокого уважения к нему.

Ниже приводится описание нового вида.

*Lecithodendrium skrjabini* Mazaberidse nov. sp.

Хозяин. Нетопырь Натузиуса—*Vespertilio nathusii* Keyserling et Blasius, 1839.

Локализация. Тонкий кишечник.

Место и время обнаружения. Закавказье, Грузинская ССР. Ткибульский р-н; осень 1960 г.

Материал. Паразиты найдены у одного из 12 вскрытых нетопырей в количестве 8 экземпляров.

Морфология. Трематоды флягообразной формы. Передний конец резко сужен и отделен от остальной части тела перетяжкой. Спереди тело покрыто многочисленными кожными железами, которые простираются от ротовой присоски до уровня переднего края семенников.

Длина тела паразита—0,768 (0,752—0,800)<sup>1</sup> мм, максимальная ширина в области желточников—0,320 (0,320—0,352) мм. Длина передней суженной части тела—0,017 (0,017—0,020) мм, ширина—0,083 (0,079—0,086) мм. Ротовая присоска расположена субтерминально, её длина—0,069 (0,066—0,070) мм, ширина—0,066 (0,66—0,069) мм. Фаринкс почти круглый, 0,021×0,023 мм. Длина пищевода—0,176 (0,171—0,176) мм, бифуркация начинается на расстоянии 0,201 мм от головного конца. Ветви кишечника расположены перпендикулярно к продольной оси тела,

<sup>1</sup> Первая цифра—промеры типичного экземпляра; цифры в скобках—вариации полученные при промерах всех экземпляров.

длина их—0,079 мм при ширине 0,040 мм. Брюшная присоска расположена на расстоянии 0,271 мм от головного конца, её диаметр—0,069 (0,069—0,073) мм.



*Lecithodendrium shrjabini* Mazaberidse  
 nov. sp.

1947 и *Mesodendrium* Skarbilovich, 1947 [1]. По признаку строения желточников (собраны в розетки и лежат в средней части тела) описываемый нами вид должен быть отнесен к первому подроду.

Этот подрод объединяет 11 видов. Новый вид по своим морфологическим признакам ближе всего стоит к двум видам подрода *L.* (*L.*)

Семенники круглые, расположены на уровне брюшной присоски и выдвинуты несколько вперед от нее. Диаметр правого семенника—0,096 (0,096—0,099) мм, левого—0,099 (0,099—0,102) мм. Половое отверстие лежит медиально, перед брюшной присоской. Половая бурса массивная, изогнутая. Яичник грушевидный, располагается кзади, немного правее брюшной присоски. Размеры яичника—0,089 × 0,96 (0,086—0,092 × 0,089—0,096) мм. Желточники в виде крупных фолликулов начинаются на уровне задней границы брюшной присоски и располагаются по бокам тела. Правый желточник состоит из 7—8 фолликулов, а левый—из 8—9. Матка располагается в задней части тела. Яйцо овальной формы, длина—0,013—0,020 мм, ширина—0,010—0,017 мм. Экскреторный пузырь V-образной формы, имеет длинные ветви, которые направлены к головному концу. Экскреторное отверстие открывается в задней части тела.

Дифференциальный диагноз. Род *Lecithodendrium* подразделяется на два подрода: *Lecithodendrium* Skarbilovich,



*linstovi* Dollfus, 1931 и *L. (L.) mödliingeri* Ozaki, 1929. Первый из указанных видов является типичным видом рода, он широко распространен в Европе и Африке. В СССР он был зарегистрирован Марковой в 1938 г. [2] (в ее работе употреблен синоним вида—*L. ascida*). От *L. (L.) linstovi* наш вид отличается следующими признаками:

1. Четко обособленной головной частью тела. С этим признаком связано и различие в длине пищевода: у нового вида он в два раза длиннее, чем у сравниваемого.

2. Иным количеством фолликулов в желточниках (7—8 и 8—9 у нового вида и 13 у *L. (L.) linstovi*).

3. Иным расположением семенников и яичника по отношению к брюшной присоске.

От *L. (L.) mödliingeri* новый вид отличается также обособленной передней частью тела. Кроме того, представители нового вида имеют иное расположение семенников и яичника: у *L. (L.) mödliingeri* семенники расположены перед брюшной присоской, у нового вида—на уровне присоски, яичник у *L. (L.) mödliingeri* заходит вперед за брюшную присоску, у нового вида—не заходит. Общие размеры тела у описываемого нами вида значительно меньше, чем у *L. (L.) mödliingeri*.

Мы считаем, что указанные различия между найденными нами трематодами с наиболее близкими видами рода достаточны для описания их как представителей нового вида. Препараты нового вида хранятся в отделе паразитологии Института зоологии АН Грузинской ССР.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт зоологии

(Поступило в редакцию—22.1.1963)

პარაზიტოლოგია

პ. მავაბერიძე

ახალი ტრემატოდა *LECITHODENDRIUM SKRJABINI* NOV. SP.  
 აღმუშავდა

რ გ ბ ი უ მ გ

1960 წლის შემოდგომაზე ტყიბულის რაიონში (საქართველოს სსრ), გვეთილ იქნა ნათუზიუსის ღამურის (*Vespertilio nathusii* Keyserling et Blasius, 1893) 12 ეგზემპლარი. ერთი მათგანის წვრილ ნაწლავში ნახულ იქნა 8 ტრემატოდა, რომელთა დეტალური შესწავლის შედეგად აღწერილ იქნა ახალი სახეობა *Lecithodendrium skryjabini* Mazaberidse nov. sp. შრომაში მოყვანილია ახალი სახეობის აღწერა.

დიფერენციალური დიაგნოზი გატარებულია ქვევარ *Lecithodendrium* Skarbilovich, 1947-ში შემავალ ორ სახეობასთან *L. (L.) linstovi* Dollfus, 1931 და *L. (L.) mödliingeri* Ozaki, 1929. *L. (L.) linstovi*-საგან ახალი სახეობა განსხვავდება შემდეგი ნიშნებით:

1. მკვეთრად ჩამოყალიბებული თავის ნაწილით. ამასთან დაკავშირებით ახალი სახეობის საყლაპავი მილის სიგრძე ორჯერ უფრო მეტია; 2. საყვიტრების ფოლიკულოთა რაოდენობა *L. (L.) linstori*-ში შეადგენს 13-ს, ხოლო ახალ სახეობაში 7—8 და 8—9-ს; 3. სათესლეებსა და საკვერცხეს ახალ სახეობაში სულ სხვა განლაგება აქვთ. *L. (L.) mödliingeri*-საგან ახალი სახეობა განსხვავდება აგრეთვე მკვეთრად გამოყოფილი თავის ნაწილით. მისი სათესლეები მოთავსებულია მუცლის მისაწოვრის წინ, ახალ სახეობაში კი მუცლის მისაწოვრის დონეზე. საკვერცხე *L. (L.) mödliingeri*-ში მოთავსებულია მუცლის მისაწოვრის ოდნავ წინ. ახალ სახეობაში საკვერცხე შედარებით უკანაა დაწეული. ახალი სახეობის საერთო განაზომები შედარებით ნაკლებია, ვიდრე *L. (L.) mödliingeri*-ს.

პრეპარატები ინახება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის პარაზიტოლოგიის განყოფილებაში.

#### დაბოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. И. Скрябин. Трематоды животных и человека, т. II. Изд. АН СССР, 1948.
2. Л. И. Маркова. Влияние зимней спячки на состояние паразитофауны летучих мышей. Зоологический журнал, т. XVII, в. 1, 1938.

С. А. ЧХЕНКЕЛИ

## ОБ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ГОЛОДЕ И НАСЫЩЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 17.9.1962)

Изучение влияния голода и насыщения на электроэнцефалограмму (ЭЭГ) человека и животных представляет значительный интерес, так как способствует решению вопроса об участии корковых аппаратов в функционировании пищевого центра.

Изучение функционального состояния коры головного мозга при голоде и насыщении проводилось и ранее, но без применения методики электроэнцефалографии. Оно проводилось, в первую очередь, в лабораториях И. П. Павлова его учениками, а также его последователями [1, 2, 3, 4, 5, 6].

В последнее время в печати появилось несколько статей с описанием опытов по изучению функционального состояния ЦНС при голоде и насыщении, проведенных на людях, кошках и собаках с применением метода электроэнцефалографии [3, 4, 7]. Причем некоторые исследования проводились на кошках в условиях уретанового и нембуталового наркоза в острых опытах [7].

А. Н. Бакурадзе с сотрудниками [4] показал, что у людей в состоянии голода в электроэнцефалограмме преобладают низковольтные и относительно высокочастотные потенциалы. При приеме пищи, и в особенности при сильном насыщении, уже спустя 5—10 минут можно наблюдать значительно более высокоамплитудные ритмичные альфа-волны (регулярный альфа-ритм), возникающие очень легко не только при закрытии глаз, но и при открытых глазах. Такое изменение ЭЭГ авторы объяснили снижением активности ретикулярной формации головного мозга, которое вызывается афферентной импульсацией из пищеварительного тракта в связи с насыщением и теми изменениями в крови, которые характерны для насыщения.

К. В. Судаков [7] отмечает, что у голодных кошек в условиях наркоза в лобных долях наблюдается реакция десинхронизации, у сытых же регистрируется медленная активность, характерная для сонного состояния.



А. М. Мариц [8] в условиях хронического эксперимента у собак с вживленными в мозг электродами при насыщении также находит возникновение в коре медленной активности и, так же как А. Н. Бакурадзе, объясняет его ослаблением тонизирующего влияния ретикулярной формации на кору при насыщении.

В настоящей работе изучалось влияние голода и насыщения, а также некоторых веществ на биоэлектрическую активность коры больших полушарий головного мозга человека.

### Методика

В первую очередь нами была изучена биоэлектрическая активность головного мозга до и после приема обильного количества пищи.

ЭЭГ регистрировалась 8-канальным осциллографом фирмы «Альвар». В опытах участвовало 8 здоровых мужчин (студентов) в возрасте от 21 до 25 лет. Всего было проведено 36 наблюдений. Запись ЭЭГ проводилась при открытых и при закрытых глазах.

Предварительно записывалась ЭЭГ до принятия пищи, затем давалась пища. Пища состояла в среднем из 400—500 г колбасы и 500—600 г хлеба. 6 наблюдений было проведено на людях, предварительно голодавших в течение одних суток, остальные 30—на людях, не принимавших пищи в течение 14—18 часов. Из 36 наблюдений 7 было проведено на людях, некоторые из которых вместе с едой принимали от 0,005 до 0,02 г фенамина (бензедрина), а другие 0,1 г кофеина, 2 наблюдения было проведено с дачей вместо пищи 70—100 г глюкозы.

Регистрация ЭЭГ проводилась при помощи 6 биполярных отведений: 2 теменно-затылочных (правое и левое), 2 теменно-лобных (правое и левое), 2 височных (правое и левое).

### Результаты опытов и их обсуждение

После односуточного голодания в условиях бодрствования в ЭЭГ человека наблюдалось стабильное понижение амплитуды альфа-волн без изменения частоты колебаний (рис. 1, а и б).

Вслед за приемом пищи у испытуемого уже через 10—15 минут амплитуда альфа-волн повышалась и альфа-ритм становился более регулярным (рис. 2, а и б).

Через 20—30 минут после принятия пищи альфа-ритм сменялся медленными колебаниями высокого вольтажа, появляющимися одновременно во всех отведениях ЭЭГ. С появлением высоковольтной медленной активности наступало состояние дремоты, переходившее постепенно в сон, что подтверждалось как изменениями в ЭЭГ (рис. 3), так и субъективными показаниями испытуемых [9].

В ряде опытов было исследовано усвоение ритма (световых мельканий) в состоянии голода и при насыщении. Во-первых, оказалось,

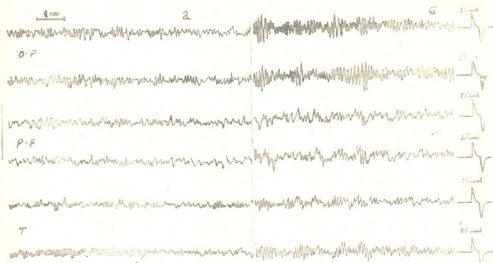


Рис. 1. Испыт. К-ов. ЭЭГ человека, не принимавшего пищи в течение 24 часов: а) при открытых и б) закрытых глазах. Отведения: сверху вниз O-P—от затылочно-теменной области коры правой и левой сторон; P-F—от теменно-лобной области коры правой и левой сторон и T—от височной области коры правой и левой сторон. Фильтр 1—для высокочастотных и 3—для низкочастотных колебаний.

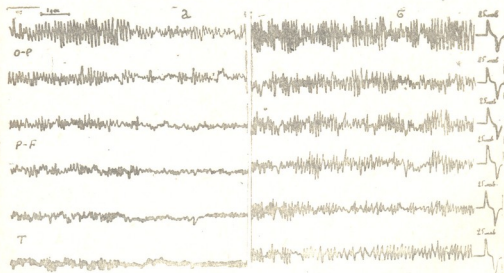


Рис. 2. Испыт. К-ов. ЭЭГ сытого человека через 10 минут после приема пищи: а) при открытых и б) закрытых глазах (отметки те же, что и на рис. 1).

что не всегда можно обнаружить это усвоение ни при голоде, ни при насыщении, но когда оно наблюдается, то его легче обнаружить до еды (рис. 4), чем после насыщения, причем при насыщении этот ритм навязывается не сразу, а с некоторым опозданием, т. е. при насыщении усвоение ритма несколько затруднено, что, возможно, связано со снижением активности центральной нервной системы.

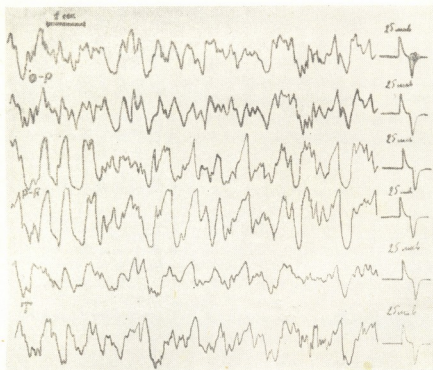


Рис. 3. Испыт. К-ов. ЭЭГ сытого человека через 40 минут после приема пищи. Испытуемый спит (отметки те же, что и на рис. 1).

В результате нескольких наблюдений с дачей испытуемому вместо пищи глюкозы (75—100 г перорально) были получены те же изменения, что при насыщении, но в гораздо более слабой степени и позднее, чем при даче большого количества пищи.

Исходя из того, что фенамин (бензедрин) стимулирует центральную нервную систему, устраняет сонливость и вялость и вызывает повышение (хотя и временное) физической и умственной работоспособности, была предпринята попытка получить какие-либо изменения в характерной для состояния насыщения ЭЭГ: испытуемому вместе с пищей давалось от 0,005 до 0,02 г (максимальная терапевтическая доза)



Замеченные нами изменения в ЭЭГ при голоде и насыщении были достаточно выражены на определенном отрезке записи, и поэтому мы прибегли к интеграции колебаний. В 70% наблюдений через 5 минут после приема пищи в теменно-затылочных и височных отведениях можно было наблюдать увеличение пути, пройденного пером осциллографа. В теменно-затылочных отведениях это увеличение равнялось в среднем 170—180 мм за 10 секунд, в височных же — 140—150 мм за 10 секунд. В теменно-лобных отведениях путь, пройденный пером осциллографа, укорачивался в среднем на 80—90 мм за 10-секундный промежуток времени. Такая картина удерживалась около 10 минут, затем амплитуда в теменно-лобных отведениях также повышалась и через 20—30 минут, как и в других отведениях, развивалась картина, характерная для дремотного состояния. В остальных 30% всех наблюдений увеличение амплитуды альфа-волн наблюдалось уже спустя 5 минут после еды во всех отведениях.

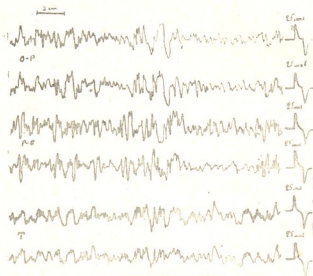


Рис. 5. Испыт. К-ов. ЭЭГ человека через 10 минут после приема пищи. Непосредственно перед приемом пищи испытуемый принял 0,02 фенамина (отметки те же, что и на рис. 1)

Таким образом, насыщение человека вызывает хорошо заметное повышение амплитуды альфа-волн, налаживание весьма регулярного альфа-ритма, а в дальнейшем развитие медленной активности, характерной для состояний сна. Если исходить из представления о том, что синхронизация корковой электрической активности своим появлением обязана ослаблению восходящего активирующего влияния ретикуляр-





ной формации ствола мозга на кору больших полушарий [11], считать, что прием пищи и импульсация из рецепторов организма, связанные с пуском в ход процессов пищеварения, являются факторами, снижающими активность ретикулярной формации.

### Выводы

1. У голодного человека в состоянии бодрствования характерным для ЭЭГ (в условиях применения фильтра, устраняющего быструю активность) является низковольтная медленная активность, наблюдающаяся во всех участках коры, и довольно регулярный альфа-ритм, хорошо выраженный в теменно-затылочных и височных областях при закрытии глаз.

2. Через 5—10 минут после приема пищи имеют место повышение амплитуды альфа-волн и налаживание регулярного альфа-ритма во всех отводимых нами участках, которые хорошо регистрируются не только при закрытых, но и при открытых глазах. Однако часто в теменно-лобных отведениях наблюдается временное снижение амплитуды альфа-волн, и только спустя 20—30 минут в этих участках мозга налаживается высоковольтная медленная активность. Вскоре после этого в ЭЭГ появляются медленные высоковольтные колебания, характерные для сна. К этому моменту испытуемый засыпает.

Учитывая то обстоятельство, что ретикулярная формация ствола мозга оказывает восходящее активизирующее влияние на кору больших полушарий головного мозга, надо предположить, что вышеописанные изменения электрической активности мозга находятся в зависимости от функционального состояния ретикулярной формации ствола мозга, изменяющегося при голоде и насыщении.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило в редакцию 17.9.1962)

ფიზიოლოგია

ს. ჩხენკელი

ადამიანის ელექტროენცეფალოგრაფის შესახებ შიმშილისა და გაძღრობის დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

ადამიანის ელექტროენცეფალოგრაფია შიმშილისა და გაძღრობის დროს მკირედაა შესწავლილი. ფხიზელ მდგომარეობაში შმიერი ადამიანის ეეგ-ში (სწრაფი აქტივობის ასაკილებელ ფილტრის გამოყენების პირობებში) დამახასიათებელია ნელი აქტივობა, რომელიც შეიმჩნევა ქერქის ყველა ნაწილში, და საქმიოდ რეგულარული ალფა-რიტმი, გამოსახული კარგად თხემ-კეფისა და საფეთქელთა არეებში თვალბის დახუჭვისას.



საქმლის ნიღებიდან 5 — 10 წუთის შემდეგ ხდება ალფა-ტალღების ლიტუდის გადიდება და რეგულარული ალფა რიტმის ჩამოყალიბება ტვინის ყველა ნაწილში, მაგრამ ხშირად თხემ-შუბლის განხრებში ემჩნევა ალფა-ტალღების ამპლიტუდის დროებითი დაწვევა და მხოლოდ 20 — 30 წუთის შემდეგ ტვინის ამ ნაწილებშიც ყალიბდება მაღალვოლტიანი ნელი აქტივობა. შემდეგ — ეგვ-ში ჩნდება ნელი, ძილისათვის დამახასიათებელი მაღალვოლტოვანი რბევები. ამ მომენტისათვის აღამიანი იძინებს.

გლუკოზის მიღება იწვევს იმავე ეფექტს, რაც გაძღობა, მაგრამ ეს ეფექტი უფრო სუსტია და გვიან ვითარდება, კოფეინი ხელს უშლის გაძღობის მდგომარეობისათვის დამახასიათებელ ელექტროენცეფალოგრამის განვითარებას, ფენამინი კი — ამგვარ გავლენას არ ახდენს.

ცვლილებები ეგვ-ში, ჩვენს მიერ განიხილება როგორც თავის ტვინის ღეროს რეტოტელური ფორმაციის ქერქზე გამაქტივებელ გავლენის დაქვეითება.

#### დასოფნობული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Болдырев. Условные рефлексы и способность их к усилению и ослаблению. Харьковск. мед. журнал, т. IV, № 6—7, 1907, 1—23.
2. С. И. Гальперин и Г. Н. Прибыткова. Влияние возбуждения интерорецепторов на работу слюнных желез и высшую нервную деятельность. Физиолог. журнал СССР, т. XXI, вып. 5—6, 1936; Влияние афферентных импульсов с пищеварительного тракта на высшую нервную деятельность. Бюлл. ВИЭМ, вып. 5, 1934.
3. И. Т. Курци. Влияние афферентных импульсов пищеварительного тракта на течение корковых процессов. Физиолог. журнал СССР, т. XXV, вып. 6, 1938.
4. А. Н. Бакурадзе, А. Абесаძე, А. Сихარულიძე. О физиологическом значении механорецепторов желудка. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1962.
5. А. Н. Бакурадзе. О влиянии раздражения механорецепторов желудка на функциональное состояние коры больших полушарий головного мозга. Сборник, посвящен. 70-летию со дня рождения К. М. Быкова. Изд. АН СССР, М.—Л., 1957.
6. А. И. Абесаძე. О роли механорецепторов желудка в его секреторной деятельности. Автореферат. Тбилиси, 1954.
7. К. В. Судаков. Об участии лобных отделов коры головного мозга в формировании пищевого поведения. Физиолог. журнал СССР, XI—XIII, № 2, 1962.
8. А. М. Мариц. Влияние насыщения на биоэлектрическую активность ретикулярной формации и коры больших полушарий головного мозга. Физиолог. журнал СССР, XI—VIII, № 8, 1962.
9. А. Н. Бакурадзе, С. П. Нарикашвили. О спонтанной электрической активности большого мозга во время сна. Труды Ин-та физиологии АН ГССР, т. 6, 1945.
10. J. Brobeck, S. Larsson, E. Reyes. A study of the electrical activity of the hypothalamic feeding mechanism. J. Physiol. 132, 1956.
11. G. Moruzzi, H. Magoun. Brain stem reticular formation and activation of the EEG. Clin. Neurophysiol., 1, 1949.



### მეთოდика

ცდები ჩატარდა 58 კატის იზოლირებული თავის ტვინის პრეპარატზე. ეთერის ნარკოზის ქვეშ ტრაქეოტომიის და ზურგის ტვინის კისრის მეორე მალის დონეზე გადაკვეთის შემდეგ ცხოველი გადაგვყავდა ხელოვნურ სუნთქვაზე. თვალის კაკლის იმობილიზაციის მიზნით ზოგჯერ ვენაში შეგვყავდა დითილინი მთელი ცდის მანძილზე. სტერეოტაქსიული აპარატის საშუალებით მხედველობის ტრაქტში ან გარეთა დამუხვლილ სხეულში საპასუხო პოტენციალების აღსარიცხველად ვათავსებდით ბიპოლარულ ან მონოპოლარულ ლითონის ელექტროდებს, რომლებიც 1 — 2 მმ სიგრძის წვერის გარდა დაფარული იყო საიზოლაციო მასალით. დიდი ტვინის ქერქის მხედველობის საპროექციო არიდან ვერცხლის ქლორირებული ელექტროდებით მონოპოლარულად აღირიცხებოდა საპასუხო პოტენციალები.

ცდები ჩატარდა როგორც ინტაქტური, ისე სხვადასხვა მდგომარეობაში ფიქსირებულ გუგაზე. დეჰაბიტუაციას ვიწვევდით ძლიერი ბგერით, სახის მიდამოს კანის მტკივნეულ ელექტრულ გაღიზიანებით ან სინათლის გაღიზიანების დროებით შეწყვეტით.

თვლები ღიზიანდებოდა 50 მიკროსექუნდის ხანგრძლივობის ნათებით. ნათებათა სიხშირე უმრავლეს შემთხვევაში უდრიდა 3 ნათებას 1 სექუნდში; სინათლის წყაროს ინტენსივობის ვარირება წარმოებდა ნეიტრალური ფილტრის საშუალებით. ძირითადად ვიყენებდით სუსტ, საშუალო და ძლიერ ინტენსივობას (7, 11, 13 პირობითი ერთეული). სინათლის ინტენსივობა იზომებოდა ლუქსმეტრით, როდესაც ნათებათა სიხშირე უდრიდა 100-ს 1 სექუნდში.

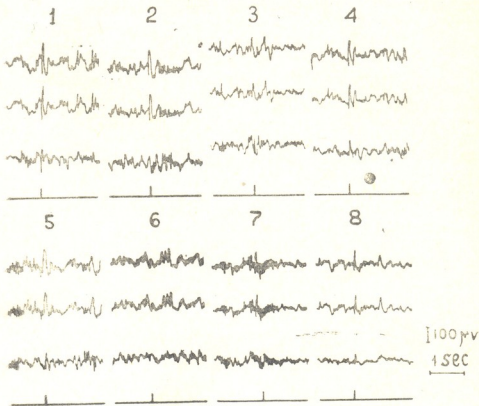
მხედველობის ტრაქტის ან ჯვარედინის გაღიზიანება წარმოებდა სხვადასხვა ხანგრძლივობისა და ძაბვის სწორკუთხა ელექტრული იმპულსებით 3 სექუნდში ერთსელ.

რეგისტრირებას ვაწარმოებდით 8-არხიანი მელნიომწერ ელექტროენცეფალოგრაფზე და ორარხიან კათოდურ ოსცილოგრაფზე.

ცდების შედეგები უკანასკნელი მონაცემების მიხედვით [5, 6, 7]. „შეჩვევა“ ძირითადად გუგის შევიწროვების შედეგია და ფიქსირებული გუგის შემთხვევაში ის არ ვითარდება. აქედან გამომდინარე, ჩვენ უწინარეს ყოვლისა გუგის სხვადასხვა მდგომარეობის მნიშვნელობა შევისწავლეთ „შეჩვევის“ მოვლენისათვის.

ცდები ინტაქტური თვალის გუგით. სხვადასხვა ცდაში, ისე როგორც ერთსა და იმავე ცდაში, ცხოველს ვაძლევდით სხვადასხვა ინტენსივობის ნათებას და ვაკვირდებოდით პასუხების „შეჩვევის“ განვითარების სისწრაფეს. რაც უფრო მეტი იყო გაღიზიანების სიძლიერე, მით უფრო მეტი დრო სჭირდებოდა „შეჩვევის“ განვითარებას. თუ ნათებათა მცირე ინტენსივობისას პასუხების სრული ჩაქრობა ქერქში ხდებოდა 40 — 60 წუთის განმავლობაში, საშუალო ინტენსივობის გამღიზიანებლის შემთხვევაში ასეთი მდგომარეობა ვითარდებოდა 70 — 100 წუთის შემდეგ, ხოლო ძლიერი ნათებისას პასუხების სრულ ჩაქრობას ვჭირდებოდა 6 — 8 საათი. რაც შემთხვევაში 6 — 8 საათის განმავლობაში პასუხების ამპლიტუდა მხოლოდ 40 — 60 %-ით კლებულობდა.

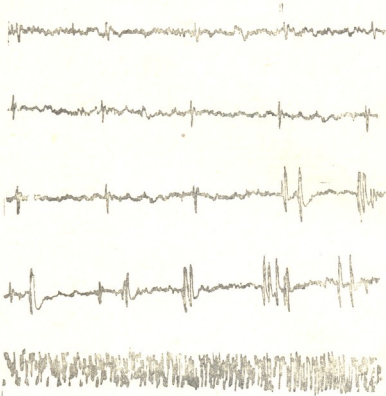
ცდები ატროპინის მოქმედებით გაფართოებულ სკირებულ თვალის გუგით. ნათების მცირე ინტენსივობის შემთხვევაში „შერვევა“, რაც გამოიხატებოდა პასუხების თითქმის სრულ მოსპობაში, ვი-



სურ. 1. პასუხების „შერვევის“ განვითარება ატროპინით გაფართოებულ მდგომარეობაში ფიქსირებული ეფგის პირობებში. ხემაჯან ქვემოთ ჩაწერილია პოტენციალები: ლატერალური ხვეულია შუა ნაწილისა, სუბრასილვითი ხვეულია უკანა ნაწილისა, გარეთა დაიხვლილი სხეულისა. ნათებათა აღნიშვნა: 1, 2, 3, 4, 5 — გალიზიანების განუწყვეტელი მოქმედებისას პასუხები აღრიცხულია ერთი საათის ინტერვალით; 6, 7 — ხუთი საათის განმავლობაში გალიზიანების განუწყვეტელი მოქმედების შემდეგ (პასუხების ამპლიტუდა მნიშვნელოვნად შემცირდა); 8 — დეჰაბიტუაცია, გათწვეული სახის მტკივნეული გალიზიანებით

თარღებოდა 4—5 საათის განმავლობაში (სურ. 1), საშუალო ინტენსივობის ნათებით გალიზიანების დროს, „შერვევის“ განვითარებას (პასუხების ამპლიტუდის შემცირებას 90%—100%) სკირებოდა 6—8 საათი. ძლიერი ინტენსივობის შემთხვევაში „შერვევა“ არ ვითარდებოდა, პირიქით, უმრავლეს შემთხვევაში დესინქრონიზებულ აქტივობის ფონზე პასუხების ამპლიტუდის მნიშვნელოვან ზრდას (40%-მდე) ჰქონდა ადგილი. 10 შემთხვევიდან 3 შემთხვევაში განვითარდა გენერალიზებული კრუნჩხვითი აქტივობა (სურ. 2).

ცდები პილოკარპინის მოქმედებით შევიწროვებულ ფიქსირებულ თვალის გუვით. თუ ნათების ინტენსივობა სუსტი იყო, რომლის მოქმედებითაც მიიღებოდა ნათლად გამოხატული, მაგრამ არა მაქსიმალური ამპლიტუდის პასუხები, „შეჩვევა“ ვითარდებოდა 40—80 წუთის გან-



1200  $\mu$ V 1 sec

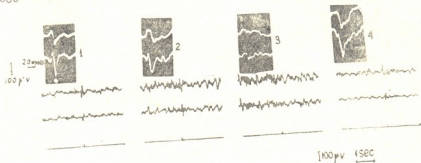
სურ. 2. ლატერალური ხვეულის შუა ნაწილის პასუხების ზრდა ინტენსიური გაღიზიანებისას ატროპინიზირებულ გუვის პირობებში. ხემოდან ქვემოთ ჩაწერილია პასუხები ნათებათა განუწყვეტელი მოქმედებისას 40 წუთის ინტერვალებით

მავლობაში (სურ. 3). როცა პასუხების ამპლიტუდა 150—250 მიკროვოლტს აღემატებოდა, ე. ი. ბაღურას გაღიზიანება მაინც ძლიერი იყო, 6—8 საათის განმავლობაში „შეჩვევა“ მეტად უმწიშვნელოდ (10—20%) ვითარდებოდა ან საერთოდ არ ვითარდებოდა.

ცდები კონტაქტური ლინზით. კონტაქტური ლინზის გამოყენება განპირობებული იყო შემდეგი გარემოებით: ლიტერატურაში არის მითითებები იმის შესახებ, რომ ფარმაკოლოგიური ნივთიერებებით გუვის ფიქსი-



რების დროს, გუგის დიამეტრი უმნიშვნელო ცვლილებას მაინც განიცდის [6] და რომ შესაძლოა ამას გარკვეული გავლენა აქვს „შეჩვევის“ განვითარებაზე. კონტაქტური ლიზნის ნაპრაღის დიამეტრის შერჩევა ხდებოდა ისე, რომ ატროპინით გაფართოებული გუგის დიამეტრის უმნიშვნელო ცვლილებებს გავლენა არ მოეხდინა ბადურაზე მოხვედრილ სინათლის ნაკადზე. ამ ცდებშიაც „შეჩვევა“ ვითარდებოდა იგივე კანონზომიერებით, როგორც უკვე აღწერილ ცდებში, ე. ი. რაც უფრო ძლიერი იყო გაღიზიანება, მით უფრო გვიან ვითარდებოდა „შეჩვევა“.



სურ. 3. პასუხების „შეჩვევის“ განვითარება პილოკარპინით ფიქსირებული გუგის პირობებში. პასუხები ერთდროულად ჩაწერილია კათოდურ ოსცილოგრაფზე და მელნიოპფერ ელექტრონეცეფალოგრაფზე. თითოეულ შემთხვევაში ზემოდან ქვემოთ ჩაწერილია პოტენციალები: ლატერალური ხეულის შუა ნაწილისა და გარეთა დამუხვლილი სხეულისა. 1 — პასუხები ცდის დასაწყისში, 2 — ერთი საათის შემდეგ, 3 — ნათების 90 წუთის განმავლობაში განუწყვეტელი მოქმედების შემდეგ (თითქმის სავსებით მოისპო პასუხები), 4 — დეჰაბიტუაცია, გამოწვეული სახის მტკივნეული გაღიზიანებით

ცდები მხედველობის ჯვარედინის ანტრაქტის ელექტრული გაღიზიანებით. გუგის დიამეტრის შესაძლო თამაშის გამორიცხვის მიზნით ცდათა ერთ სერიაში ღიზიანდებოდა მხედველობის ჯვარედინი ანტრაქტი სწორკუთხა იმპულსებით. გაღიზიანების სიძლიერეს ვარჩევდით ისე, რომ მიგველო კარგად გამოხატული პასუხები (100 — 120 მიკროვოლტის ამპლიტუდისა). პასუხების „შეჩვევა“ ვითარდებოდა 4 — 5 საათის გაღიზიანების შემდეგ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც პასუხები აღინიშნულ სიდიდეს ჰვარბობდა, „შეჩვევის“ ნაცვლად ადგილი ჰქონდა პასუხების ამპლიტუდის ზრდას დესინქრონიზებული ძირითადი აქტივობის ფონზე.

ბოლოს ერთხელ კიდევ უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც თვალის სინათლის გაღიზიანების შემთხვევაში, ისე მხედველობის გზის ელექტრული გაღიზიანებისას, თუ პასუხები მაქსიმალურ ამპლიტუდას აღწევდა, რაც მოწმობს გაღიზიანების დიდ ძალას, მაშინ განმეორებითი გაღიზიანებების საპასუხოდ მეტწილად პასუხები თანდათანობითი დაკნინების („შეჩვევის“ განვითარების) ნაცვლად საგრძნობლად იზრდებოდა ამპლიტუდაში და ზოგჯერ ამას მოსდევდა კენერალიზებული კრუნჩხვითი აქტივობის განვითარება. ასეთ რეაქციას თან

სდევდა „სპონტანური“ აქტივობის გამოხატული დესინქრონიზაცია, როდესაც პასუხების „შეჩვევისას“ სპონტანური აქტივობა სინქრონიზებულ ხასიათს ღებულობდა.

### შ ე დ ე გ ე ბ ი ს    გ ა ნ ხ ი ლ ვ ა

ინტაქტური გუგის შემთხვევაში, როდესაც თვალის სინათლით გალიზიანება მრავალჯერ მეორდება, საპასუხო პოტენციალების „შეჩვევა“, ე. ი. მათი ამპლიტუდის მნიშვნელოვანი შემცირება ან სრულიად მოსპობა მოითხოვს საკმაოდ დიდ დროს. უკანასკნელი ძირითადად დამოკიდებულია სინათლის ინტენსივობაზე. რაც უფრო მეტია სინათლის ინტენსივობა, მით უფრო გვიან ვითარდება პასუხების „შეჩვევა“. ვინაიდან ცნობილია, რომ სინათლის გალიზიანების განმეორების პირობებში თვალის გუგა სულ უფრო და უფრო ვიწროვდება [5, 6], შეიძლება გვეფიქრა, რომ პასუხების შემცირება გაპირობებული უნდა იყოს ამ გარემოებით — ბადურის სულ უფრო და უფრო სუსტი გალიზიანებით. თვალის გუგის მაქსიმალური შევიწროვების შემდეგ საკმაოდ მცირდება ბადურა გარსის გალიზიანების ინტენსივობა; ეს კი სათანადო პირობაა იმისათვის, რომ ცენტრალური ნეირონების მოქმედება განმეორებითი რიტმული გალიზიანების საპასუხოდ თანდათანობით შემცირდეს და შეწყდეს კიდევაც.

მაგრამ მართო პერიფერული ფაქტორით, ე. ი. გუგის დიამეტრის შევიწროვებით არ უნდა განისაზღვრებოდეს პასუხების „შეჩვევის“ განვითარება. ამას ადასტურებს ცდები ფიქსირებული გუგით (გაფართოვებულ თუ შევიწროვებულ მდგომარეობაში). მიუხედავად იმისა, რომ ამ პირობებში გუგის მნიშვნელობა სავსებით გამორიცხულია, „შეჩვევა“ მაინც ვითარდება, მაგრამ უკანასკნელს ადგილი აქვს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მოქმედი სინათლის ინტენსივობა შედარებით მცირეა, რაც ინტაქტურ გუგის პირობებში გუგის შევიწროვებით მიიღწევა.

თუ ფიქსირებული გუგის პირობებში სინათლის ძალა დიდია, არა მართო არ ვითარდება პასუხების „შეჩვევის“ მოვლენა, არამედ აგრეთვე პასუხები მატულობს კიდევაც ამპლიტუდაში და ბოლოს შეიძლება ზოგად კრუნჩხვით აქტივობაში გადაიზარდოს. მაშასადამე, ნორმალურ პირობებში გუგის შევიწროვებას ის მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს, რომ საჭირო დონემდე შეამციროს ბადურა გარსის გალიზიანების ინტენსივობა და ამით შექმნას პირობა ნეირონალური „შეჩვევისათვის“.

შეჩვევის მოვლენის ნეირონალურ ბუნებაზე მეტყველებს აგრეთვე ის ცდები, რომლებშიც საპასუხო პოტენციალების აღძვრა ხდებოდა მხედველობის ჯვარედინის ელექტრული გალიზიანებით. გასაგებია, რომ ამ შემთხვევაში გუგის მნიშვნელობა გამორიცხულია. მიუხედავად იმისა, რომ გალიზიანების ინტენსივობა დიდი არ იყო, ქერქული პასუხები „შეჩვევას“ განიცდიდნენ, ისე როგორც სინათლის შემთხვევაში ძლიერი ელექტრული გალიზიანების დროს, როდესაც საწყისი პასუხის ამპლიტუდა საკმაოდ დიდი იყო, „შეჩვევის“ ნაცვლად მათ ზრდასა და შემდეგ კრუნჩხვით აქტივობას ვღებულობდით.



„შეჩვევა“ ერთგვარ დაცვით მოვლენას უნდა წარმოადგენდეს, რომელიც ვითარდება მაშინ, როდესაც გამლიზიანებული, ხშირი განმეორების გამო, ცხოველისათვის სასიგნალო მნიშვნელობას კარგავს ანდა ძლიერ აღიზიანებს (განმეორებათა გამო) ცხოველს. უკანასკნელ შემთხვევაში გამლიზიანებლის გავლენის შემცირება ხერხდება ჯერ გუგის შევიწროვებით და შემდეგ თვით ნერვული ელემენტების რეაქციის თანდათან შესუსტებით. ის მკვლევარები, რომლებიც გუგის შევიწროვების გარეშე ვერ ღებულობდნენ „შეჩვევის“ მოვლენას, ალბათ, გაღიზიანების დიდ ძალას ხმარობდნენ და ისიც ისეთ პირობებში, როდესაც ცხოველს მისი შესუსტების არავითარი საშუალება არ გააჩნდა (ფიქსირებული გუგა, ფიქსირებული ქუთუთოები, დადამბლავებული თვალის მამოძრავებელი კუნთები). ამ პირობებში, ისე როგორც ჩვენს ცდებში, პასუხების ამპლიტუდის შემცირებას ისინი ვერ მიიღებდნენ.

აქედან გამომდინარე, სავსებით ლოგიკურია დავასკვნათ, რომ „შეჩვევა“ ნეირონულ დონეზე მხოლოდ გარკვეული ინტენსივობას გაღიზიანებაზე აღმოცენებულ პასუხებისადმი ვითარდება. უფრო ძლიერი გაღიზიანების შემთხვევაში ჯერ დაცვითი პერიფერიული მექანიზმი (გუგის შევიწროვება) ჩაირთვება და მხოლოდ შემდეგ შეიძლება დაიწყოს ნეირონული მოქმედების შესუსტებით გამოწვეული „შეჩვევა“.

კატის იზოლირებული ტვინის (Encephale isolé) პრეპარატებზე ჩატარებულმა ცდებმა, როდესაც ღიზიანდებოდა თვალი (სხვადასხვა მდგომარეობაში ფიქსირებული გუგით) რიტმული ნათებითა და მხედველობის ჯვარედინი ან ტრაქტი განმეორებითი ელექტრული იმპულსებით, მოგვცა შემდეგი შედეგები:

1. იმ შემთხვევაში, თუ გუგა ფიქსირებულია სხვადასხვა მდგომარეობაში, თვალის რიტმული სუსტი ნათებით გაღიზიანება მაინც იწვევს სინათლეზე აღძრული პასუხების შემცირებას სრულ მოსპობამდე, ე. ი. „შეჩვევას“.

2. „შეჩვევის“ მოვლენა ვითარდებოდა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ელექტრული იმპულსებით ღიზიანდება მხედველობის ჯვარედინი ან ტრაქტი.

3. თუ თვალის სინათლით გაღიზიანება (ფიქსირებული გუგისას) ან მხედველობის გზის ელექტრული გაღიზიანება ძლიერია, მაშინ დენსიჭრონიზებულ ძირითადი აქტივობის ფონზე, პასუხების ამპლიტუდა შემცირების ნაცვლად იზრდება. ამას შეიძლება მოყვეს კრუნჩხვითი აქტივობის განვითარება.

4. პასუხების „შეჩვევა“ დამახასიათებელი უნდა იყოს თვით ცენტრალური ნერვული ელემენტების მოქმედებისათვის, ხოლო პერიფერიული აპარატი, კერძოდ გუგა, ამცირებს რა (შევიწროების გამო) გაღიზიანების ინტენსივობას, ხელს უნდა უწყობდეს მის განვითარებას.

სსრ კავშირის მედიცინის მეცნიერებათა აკადემიის  
კლინიკური და ექსპერიმენტული ნევროლოგიის  
ინსტიტუტი

Г. Г. ЛЕЖАВА

## К МЕХАНИЗМУ РАЗВИТИЯ «ПРИВЫКАНИЯ» ОТВЕТНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Резюме

В ряде работ последнего времени ведущую роль в развитии «привыкания» ответов приписывают периферическому механизму. Авторы этих работ считают, что уменьшение ответов является следствием сужения зрачка. Опыты с фиксированным зрачком, а также с электрическим раздражением зрительного пути, при которых им не удалось получить явления «привыкания», как будто подтверждали мнение о периферическом, пререцепторном механизме развития «привыкания».

В наших опытах, проведенных на изолированных энцефалических препаратах кошек (*encephale isolé*), «привыкание» ответов удавалось получать у животных с фиксированным зрачком (в расширенном или суженном состоянии), а также у животных с контактными линзами. «Привыкание» ответов наступало при сравнительно слабых интенсивностях вспышек света. Если же раздражение производилось очень яркими вспышками, то «привыкание» не развивалось. Наоборот, в этих случаях на фоне десинхронизированной основной активности амплитуда ответов с повторением ритмических вспышек прогрессивно возрастала и иногда переходила в судорожную активность.

Электрическим раздражением хиазмы также можно получить «привыкание» ответов, но и в этом случае только тогда, когда амплитуда корковых ответов не превышает 100—120 микровольт, т. е. когда хиазма раздражается слабыми импульсами.

Таким образом, при ритмическом повторении раздражения зрительной системы начальное уменьшение ответов, видимо, обусловлено сужением зрачка, но последующее протекание явления «привыкания» связано с уменьшением деятельности нейронных элементов. В пользу последнего говорят факты наступления «привыкания» в условиях фиксированного зрачка (при слабых вспышках) и электрического раздражения зрительного пути.

### საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ს. ნარეკაშვილი. დღის ბუნება ქიქი ზა ბავებზე რეზონანსი ფუნქციები. 1 61.
2. С. П. Нарикашвили. Некоторые общие вопросы физиологии анализаторов в свете новых данных о структуре и функции головного мозга. Вопросы психологии, № 3, 1962, 56—72.
3. R. Hernandez-Peon et al. Photic potentials in the visual pathway during "attention" and photic "habituation". Fed. Proc. 15, 9.6, 91—92.
4. R. Hernandez-Peon, C. Guzman-Flores, M. Alearaz and A. Fernandez-Guardiola. Habituation in the visual pathway. Acta Neurol Latinoamer. 4, 1958, 122—129.
5. A. Fernandez-Guardiola et al. Role of the pupillary mechanism in the process of habituation of the visual pathways. EEG Clin Neurophysiol, 1961, 13, 509—668.
6. J. Affani, M. Mancía and G. Marchiafava. Role of the pupil in changes in evoked responses along the visual pathways. Arch. ital. biol., 100, 1962, 287—295.
7. A. Fernandez-Guardiola. In: Brain and Behavior, Washington, 1961.



Р. П. КАШАКАШВИЛИ

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СПИННОМ МОЗГУ ПРИ ОБЩЕМ ТОРМОЖЕНИИ, ВЫЗВАННОМ РАЗДРАЖЕНИЕМ ДОРЗАЛЬНЫХ КОРЕШКОВ

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 23.1.1963)

Известно, что при раздражении дорзальных корешков, а также их отдельных веточек можно получить общее торможение, проявляющееся в угнетении одиночных рефлекторных сокращений на обеих мышцах-антагонистах [1, 2]. Мы задались целью с помощью электрографической методики исследовать, какие нервные элементы тормозятся и что лежит в основе этого торможения.

### Методика

Опыты ставились на торако-люмбальных препаратах кошки под хлоралозным наркозом (внутривенно 30—35 мг/кг). Спинальный мозг вскрывался в люмбо-сакральной области. Раздражение дорзальных корешков производилось стимулами продолжительностью 0,3 мсек. посредством серебряных электродов с межполюсным расстоянием 3—4 мм. Потенциалы отводились от перерезанных вентральных и дорзальных корешков биполярно, по возможности ближе к мозгу, крючковатыми серебряными электродами с межполюсным расстоянием 10—12 мм; от дорзальной поверхности мозга — униполярно пуговчатым серебряным электродом, находящимся у входа корешка; индифферентный электрод в последнем случае находился на позвонке. Применялись емкостные усилители переменного тока с симметричным входом. Регистрация потенциалов производилась шлейфным и катодным двухлучевым осциллографами; в некоторых опытах — электроэнцефалографом «Альвар». Локальное охлаждение производилось прикладыванием к мозгу сосульки со льдом. Температура этого участка измерялась с помощью электротермометра.

### Результаты опытов и их обсуждение

Редким (около 0,5 гц) раздражением дорзального корешка или его части вызывались электрические потенциалы как задней, так и передней половины спинного мозга. На этом фоне тетанически раздражался в большинстве опытов соседний дорзальный корешок или его отдельные веточки, а также веточки того же корешка; пробовалось и раздражение корешков отдаленного сегмента или протизоположной

стороны. Установлено, что в этих случаях слабое тетаническое раздражение вызывает общее торможение одиночных рефлекторных сокращений и с усилением и учащением тетанического раздражения до определенного предела торможение углубляется [2]. Электрографически при этом наблюдается следующая картина. Как известно, при одиночном раздражении субмаксимальной интенсивности дорзального корешка в вентральном корешке регистрируется сложный потенциал, состоящий из совокупности медленного и быстрых потенциалов (рис. 1, А, осцил. а, нижний луч). При сочетании со слабым тетаническим раздражением угнетаются как моно-, так и полисинаптические рефлекторные разряды; уменьшаются амплитуда локального постсинаптического потенциала мотонейронов и следовая положительность. Торможению может подвергнуться также пресинаптический потенциал (рис. 1, А, осцил. б). С выключением тетанического раздражения восстановление

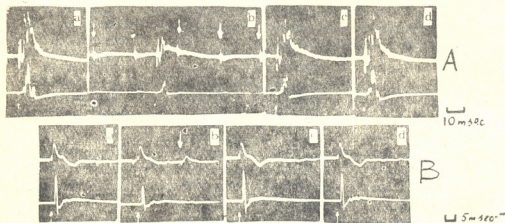


Рис. 1. А. Верхний луч—электрические эффекты верхней половины дорзального  $L_7$  корешка; нижний луч—эффекты вентрального  $L_7$  целого корешка; ↑—раздражение нижней половины дорзального  $L_7$  корешка  $15 \text{ v } 0,5$  в сек; ↓—раздражение дорзального  $L_6$  корешка  $0,12 \text{ v } 25$  в сек; а—рефлекторное действие до начала тормозного раздражения; б—во время тормозного действия; в, д—после прекращения тормозного действия.

В. Верхний луч—потенциалы дорзальной поверхности нижней половины  $L_7$  сегмента; нижний луч—потенциалы вентрального  $L_7$  корешка; ↑—раздражение нижней половины заднего  $L_7$  корешка  $5 \text{ v } 0,45$  в сек; ↓—раздражение верхней половины дорзального  $L_7$  сегмента  $0,3 \text{ v } 50$  в сек; а—рефлекторный ответ до тормозного раздражения, б—во время тормозного раздражения; в, д—после тормозного раздражения.

эффекта происходит постепенно (рис. 1, А, осцил. в, д) или торможение быстро сменяется облегчением (рис. 1, В, осцил. в).

От дорзального корешка спинного мозга (при рефлекторной деятельности) обычно за быстрым потенциалом регистрируется длительный медленный отрицательный потенциал. Появление медленного кат-

электротонического потенциала в заднем корешке считают следствием активации промежуточных нейронов, обуславливающих вторичную деполяризацию заднекорешковых окончаний [3, 4]. В некоторых случаях на фоне медленного потенциала отводятся быстрые потенциалы, т. е. «заднекорешковый рефлекс» (рис. 1, А, осцил. а, верхний луч). Во время угнетения потенциалов вентрального корешка потенциалы дорзальной корешка также угнетаются: уменьшаются амплитуда и продолжительность медленного потенциала, а «заднекорешковый рефлекс» (который считается следствием вторичного возбуждения окончаний первичных афферентных волокон) почти исчезает (рис. 1, А, осцил. б, верхний луч). По выключении тетанического раздражения потенциалы, как быстрые, так и медленные, восстанавливаются (рис. 1, А, осцил. с, d).

При тех же условиях одиночного раздражения на дорзальной поверхности спинного мозга регистрируется двухфазный медленный потенциал с начальной отрицательной фазой. При отличном функциональном состоянии на отрицательной фазе (на нисходящей ее части) в виде горбика накладывается второй отрицательный потенциал с последующей положительной волной (рис. 1, В, осцил. а, верхний луч; рис. 2, А, осцил. а, верхний луч). Потенциал дорзальной поверхности мозга, состоящий из волн  $N_1$ ,  $N_2$  и  $P$  [5], при торможении сильно угнетается, особенно волны  $N_2$  и  $P$  (рис. 1, В, осцил. б; 2А, осцил. б). Известно, что волны  $N_1$  и  $N_2$  выражают активность вторичных нейронов, не принимающих участия в рефлекторной передаче данного сегмента, и что отрицательный потенциал дорзального корешка и волна  $P$  продуцируются одним и тем же субстратом спинного мозга [5]. При их одновременной регистрации потенциал дорзального корешка начинается одновременно с волной  $N_1$  и продолжается во время положительной волны ( $P$ ) (рис. 2, В, осцил. а).

Из вышесказанного можно заключить, что при общем торможении тормозятся как мотонейроны, так и промежуточные нейроны. Из промежуточных нейронов — как те, которые участвуют в рефлекторной передаче, так и те, которые связаны с надсегментарными механизмами, передающими возбуждение в высшие отделы головного мозга. Процесс торможения может затронуть и разветвления афферентных волокон. Наши данные совпадают с результатами, полученными при тетаническом раздражении проводящих путей [6].

Своеобразен эффект охлаждения на электрические потенциалы спинного мозга. По литературным данным, охлаждение мозга до определенного предела (до  $25^\circ\text{C}$ ) приводит к увеличению амплитуды и продолжительности потенциалов мозга. Усиливается как моно-, так и полисинаптический рефлекс. Чистый моносинаптический превращается в смешанный — моно- и полисинаптический — разряд [7]. Наши опыты

подтвердили вышесказанное (рис. 2, С, осцил. d). В многографических опытах было показано, что снижение температуры действует так же, как общее торможение; при температуре  $26,5^{\circ}\text{C}$  и ниже оно снимает

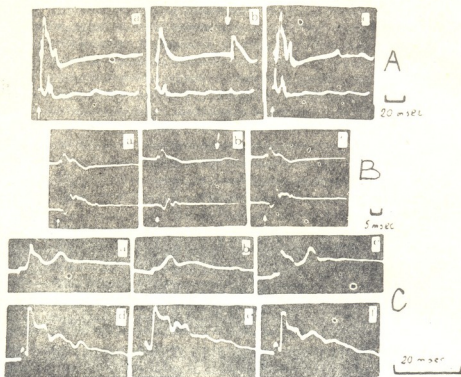


Рис. 2. А. Верхний луч—электрические потенциалы дорзальной поверхности  $L_6$  сегмента; нижний луч—потенциалы вентрального  $L_6$  корешка; 1—раздражение нижней половины дорзального  $L_6$  корешка;  $5 \text{ v } 0,5$  в сек.; 2—раздражение дорзального  $S_2$  корешка  $1 \text{ v } 10$  в сек.

В. Верхний луч—электрические потенциалы дорзальной поверхности  $L_7$  сегмента; нижний луч—потенциалы верхней половины дорзального  $L_2$  корешка; 1—раздражение нижней половины дорзального  $L_2$  корешка  $0,7 \text{ v } 0,45$  в сек.; 2—раздражение дорзального  $L_6$  корешка  $0,4 \text{ v } 50$  в сек.; а—рефлекторный ответ до начала тормозного действия, б—во время тормозного действия; в—после прекращения тормозного действия.

С. Регистрируются электрические потенциалы вентрального  $L_1$  корешка; раздражается дорзальный  $L_1$  корешок  $5 \text{ v } 0,5$  в сек.; а, д—рефлекторное действие до начала тормозного раздражения; б, е—во время тормозного раздражения дорзального  $L_6$  корешка  $0,5 \text{ v } 10$  в сек.; в, г—после прекращения тормозного действия; первый ряд (а, б, в)—при температуре  $31^{\circ}\text{C}$ ; второй ряд (д, е, г)—эффекты при температуре  $26^{\circ}\text{C}$ . Это было подтверждено в осциллографических опытах (рис. 2, С, осцил. е). Факт исчезновения торможения при охлаждении можно объяснить выключением деятельности клеток желатинозной субстанции [2].



Для лучшего понимания механизма общего торможения при раздражении дорзальных корешков нами были проведены опыты с парными стимулами, где тестирующим стимулом служило раздражение субмаксимальной силы, вызывавшее рефлекторный ответ в вентральном корешке, а предварительным — слабое подпороговое в отношении вызова рефлекса раздражение соседнего дорзального корешка. Оказалось, что при интервале 2 и 6 мсек потенциал вентрального корешка не изменяется. При интервале 10 мсек потенциал незначительно уменьшается, а при интервале 20 мсек тестирующий ответ сильно тормозится. С увеличением интервала до 200 мсек торможение все еще выявляется. Холод снимает также торможение, вызванное парными стимулами. С повышением температуры эффект вновь восстанавливается.

На один удар тормозного раздражения от дорзального корешка регистрируется отрицательный потенциал, а от дорзальной поверхности — двухфазный потенциал (рис. 1, А, В, осцил. б; рис. 2, А, В, осцил. б). В это время от вентрального корешка обычно не регистрировались какие-либо потенциалы (рис. 1, А, В, осцил. б; рис. 2, А, осцил. б). Потенциалы, вызванные в дорзальном корешке на тормозное раздражение, были специально изучены с помощью усилителя с большой постоянной времени. Оказалось, что при раздражении по ритму 10—50 в сек. в дорзальном корешке потенциал приобретает неколеблущийся характер и держится, постепенно ослабевая, в течение многих секунд раздражения (рис. 3, А, В).

Факт наступления положительного отклонения по выключении тетанического раздражения (рис. 3, В, осцил. б) свидетельствует о том, что медленный отрицательный потенциал держался все время, пока длилось раздражение, и с усилителем постоянного тока мы имели бы возможность зарегистрировать его полностью. С учащением раздражения до 100 и 200 в сек. этот потенциал спадает быстрее (рис. 3, С, осцил. а, б). Этот факт хорошо согласуется с эффектами, полученными нами при многографической записи, где оптимальное торможение получалось при частотах 10—50 в сек., а при большей частоте ослабевало [2].

Сам факт возникновения отрицательной электротонической реакции в дорзальном корешке при слабом (подпороговом для вызова рефлекса) раздражении дорзальных корешков дает основание предполагать, что тормозное раздражение активирует нейронные элементы задней половины спинного мозга, где в основном и разыгрывается тормозной процесс, и что причиной торможения являются длительные отрицательные потенциалы дорзальной половины мозга. Другие факты привели к такому же выводу и других авторов [8, 9, 10]. Этот потенциал обусловлен длительной деполяризацией афферентных волокон, причина



которой еще не выяснена. По И. С. Бериташвили, деполяризация доводит возбуждение дендритов клеток *n. purpurus*, возникающее под действием импульсов из клеток желатинозной субстанции. При этом происходит торможение клеток *n. purpurus* [11]. Торможение моносинаптических рефлексов может быть связано с действием желати-

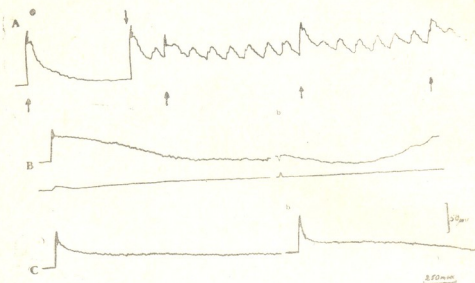


Рис. 3. А. Регистрируются электрические потенциалы нижней половины дорсального  $L_6$  корешка до и во время тормозного раздражения;  $\uparrow$ —раздражение верхней половины дорсального  $L_6$  корешка  $3 \text{ в } 0,75 \text{ в сек.}$ ;  $\downarrow$ —начало раздражения целого дорсального  $L_6$  корешка  $0,1 \text{ в } 10 \text{ в сек.}$

В. Верхний луч—электрический потенциал нижней половины дорсального  $L_6$  корешка; нижний луч—потенциал вентрального  $L_6$  корешка; а—во время раздражения дорсального  $L_6$  корешка  $0,1 \text{ в } 50 \text{ в сек.}$ ; б—после выключения раздражения.

С. Потенциалы нижней половины дорсального  $L_6$  корешка при раздражении дорсального  $L_6$  корешка; а— $0,1 \text{ в } 100 \text{ в сек.}$ ; б— $0,1 \text{ в } 200 \text{ в сек.}$

нозных клеток на дендриты мотонейронов. В пользу тормозящей роли желатинозной субстанции говорят опыты с прямым раздражением этого образования [12], с раздражением дорсальных столбов, показавшие, что во время торможения активируется наиболее дорсальная часть серого вещества, соответствующая области желатинозной субстанции [6]. Уолл на основании специальных опытов пришел к заключению, что электротонический потенциал дорсального корешка связан с активацией желатинозной субстанции [13].

Академия Наук Грузинской ССР

Институт физиологии

Тбилиси

(Поступило в редакцию 23.1.1963)



რ. ზაზაშვილი

ზურგის ტვინში მიმდინარე ელექტრული მოვლენები დორზალურ-  
ფსევტო ბალიზიანებით გამოწვეული ზოგადი შეკავების

დროს

რ ე ხ ი უ მ ე

ცნობილია, რომ დორზალურ ფესვთა ან მის ცალკეულ ნაწილთა გალიზიანებით შესაძლებელია ზოგადი შეკავების გამოწვევა. ჩვენი ცდების მიზანი იყო ელექტროგრაფიული მეთოდის გამოყენებით შეგვესწავლა, თუ რომელი ნერვული ელემენტი კავდება და რა უღვეს საფუძვლად ამ შეკავებას.

ცდები ტარდებოდა თორაკო-ლუმბალურ კატეზზე ქლორალოზის ნარკოზით (30 — 35 მგ/კგ). მთელი დორზალური ფესვის ან მისი ნაწილის იშვიათი (დაახლ. 0, 5 სექ-ში) გალიზიანებით ვიწვევდით ზურგის ტვინის როგორც უკანა, ისე წინა ნახევრის აქტივობას. მათ ფონზე ტეტანურად ღიზიანდებოდა მეზობელი ან დაშორებული სეგმენტის დორზალური ფესვი ან მისი ცალკეული ტოტები; ვახდენდით ვენტრალურ და დორზალურ ფესვთა და აგრეთვე ზურგის ტვინის დორზალური ზედაპირის ელექტრულ პოტენციალთა რეგისტრაციას.

ცნობილია, რომ დორზალური ფესვის ერთხელობრივი გალიზიანებისას ვენტრალურ ფესვში აღირიცხება ნელ და სწრაფ რხევათაგან შედგენილი რთული პოტენციალი. ზოგადი შეკავების დროს ითრგუნება როგორც მონოსიე პოლისინაპსური პიკები, ლოკალური პოსტინაპსური პოტენციალი; შეიძლება შეკავდეს პრესინაპსური პოტენციალიც (სურ. 1, A, ოსცილ. ხ ქვედა სხივი).

ამ დროს შეკავებას განიცდის აგრეთვე დორზალური ფესვის პოტენციალი, რომელიც შეუამდებარე ნეირონთა აქტივაციის გამო აფერენტულ ბოქვითა ტერმინალების მეორადი დებოლარიზაციის შედეგია; ძლიერ ითრგუნება აგრეთვე ე. წ. „უკანა ფესვის რეფლექსიც“ (სურ. 1, A, ოსცილ. ხ ზედა სხივი). ტვინის დორზალური ზედაპირის პოტენციალიც, შედგენილი  $N_1$ ,  $N_2$  და P ტალღისაგან, ძლიერ შემცირებას განიცდის, განსაკუთრებით  $N_2$  და P ტალღა (სურ. 1, B, ოსცილ. ხ ზედა სხივი; 2, A, ოსცილ. ხ).

ცნობილია, რომ ტვინის გაცივება  $25^{\circ}\text{C}$ -მდე ზრდის ტვინის პოტენციალთა როგორც ამპლიტუდას, ისე ხანგრძლივობას, რაც დადასტურებულ იქნა აგრეთვე ჩვენს ცდებში. ტემპერატურის დაქვეითება მოქმედებს ზოგად შეკავებაზეც; კერძოდ, ხსნის მას (სურ. 2, C, ოსცილ. ე). ეს ფაქტი შეიძლება აიხსნას როლანდოს ეელატინისებური სუბსტანციის უჭრედთა მოქმედების გამოთიშვით.

დორზალური ფესვის წყვილი იმპულსებით გალიზიანებისას 10 — 20 და მეტი (200-მდე) მ ს-ის ინტერვალის შემთხვევაში ვენტრალური ფესვის პოტენციალი ძლიერ მცირდება. გაცივება ხსნის აგრეთვე წყვრილი იმპულსებით გამოწვეულ შეკავებას.

სპეციალურად იქნა შესწავლილი შემაკავებელი გალიზიანების საპასუხოდ აღძრული უარყოფითი პოტენციალები დორზალურ ფესვში. აღმოჩნდა, რომ 10 — 50 სეკ-ში რიტმით გალიზიანებისას დორზალური ფესვის პოტენციალი ძლიერ ხანგრძლივდება და მცირდება თანდათანობით (სურ. 3, A, B). გალიზიანების განშორებისას (100 — 200 სეკ-ში) აღნიშნული პოტენციალი უფრო სწრაფად ეცემა (სურ. 3, C, ოსცილ. a, b). ეს ფაქტი ეთანხმება მიოგრაფიული ჩანაწერის დროს მიღებულ ეფექტებს, სადაც ოპტიმალური შეკავება მიიღებოდა 10 — 50 სეკ-ში სისწორის დროს. ხოლო უფრო მაღალი სისწორის პირობებში შეკავება სუსტდებოდა.

აღნიშნული პოტენციალი შედეგია აფერენტულ ბოქკოთა ხანგრძლივი დეპოლარიზაციისა, რომლის მიზეზი ჯერ კიდევ გაურკვეველია. ი. ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს აზრით, აფერენტულ ბოქკოთა დეპოლარიზაციას იწვევს *n. proprius*-ის უჯრედთა დენდრიტების აქტივაცია; რომელიც გამოიწვევა იმპულსებით როლანდოს ელატინისებური წარმონაქმნის უჯრედებიდან.

#### დაკოშვავული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. С. Беритов. О процессах возбуждения, торможения и облегчения в спинном мозгу. Труды Инст. физиологии, № 4, Тбилиси, 1961.
2. Р. П. Кашакашвили. Общее торможение спинного мозга и его изменение под влиянием морфина и охлаждения. Сообщения Академии Наук ГССР, т. 30, № 4, 1963.
3. J. C. Eccles, J. L. Malcolm. Dorsal root potentials of the spinal cord. *J. Neurophysiol.*, 9, № 3, 1946.
4. D. P. C. Lloyd, A. K. McIntyre. On the origin of dorsal root potentials. *J. Gen. Physiol.*, 32, № 4, 1949.
5. C. G. Bernhard. Analysis of the spinal cord potentials in leads from the cord dorsum. *The spinal cord*, London, 1953.
6. Л. Р. Квириквелия. Рефлекторная деятельность спинного мозга при раздражении задних столбов. Сообщения Академии Наук ГССР, т. 28, № 5, 1962.
7. K. Koizumi, J. L. Malcolm, C. McC. Brooks. Effect of temperature on facilitation and inhibition of reflex activity. *Amer. J. Physiol.*, 179, № 3, 1954.
8. А. Н. Бакурадзе, И. С. Беритов, А. И. Ройтбак. Об электрических проявлениях процесса торможения в спинном мозгу. *Физиол. журн. СССР*, т. 33, № 6, 1947.
9. А. И. Ройтбак. Дендриты и процесс торможения, Гагрские беседы, т. 2, Тбилиси, 1956.
10. J. C. Eccles, P. G. Kostyuk, R. F. Schmidt. Central pathways responsible for depolarisation of primary afferent fibres. *J. Physiol.*, 161, № 2, 1962.
11. И. С. Беритов. Первые механизмы поведения высших позвоночных животных. Москва, 1961.
12. Т. К. Иоселани. Роль желатинозной субстанции Роландо в рефлекторной деятельности спинного мозга. Автореферат, Тбилиси, 1959.
13. P. D. Wall. The origin of a spinal-cord slow potential. *J. Physiol.*, 164, № 3, 1962.

მეპარამენტული მადონინა

ძ. მინათიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), პ. ჯინშერაშვილი,  
ბ. ჯაღავა

**პერფუზიის ფიზიკური აქტუალური საპიტხი სისხლის ხელოვნური  
მიმოქცევის დროს**

სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატურის წარმატებით გამოყენებამ უკანასკნელ წლებში შესაძლებელი გახადა რთული, რეკონსტრუქციული ოპერაციების წარმოება ე. წ. „მშრალ“ გულზე.

დღემდე წარმატებით მუშავდება სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის რიგი აქტუალური პრობლემა, კერძოდ, პრობლემები სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის ტექნიკის გაუმჯობესებისა, აპარატების ოპტიმალური მუშაობის რეჟიმის შერჩევის, ორგანიზმის კონტროლის წარმოებისა გულის გამოთიშვის დროს და, ბოლოს რიგი ბიოლოგიური ძვრების შესწავლის შესახებ, რომლებიც წარმოიქმნებიან ორგანიზმში გულის გამოთიშვისას. მიუხედავად იმისა, რომ დღემდე გრძელდება ძიება სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის პრობლემების დამუშავებისა, ჯერ კიდევ აღინიშნება სიკვდილიანობა იმ ავადმყოფთა შორის, რომლებსაც აქვთ გულის მძიმე პათოლოგიური დაზიანებანი და ლეტალობა ამ შემთხვევაში აღწევს მაღალ რიცხვს — 50% და მეტს [1].

ეს ყველაფერი მიგვიითებებს იმაზე, რომ სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის საკითხები არათუ მთლიანადაა გადაჭრილი, არამედ ზოგიერთ შემთხვევაში შესწავლილიც კი არ არის.

დიდი გამოცდილება, ქირურგების მიერ დაგროვებულ გულზე ოპერაციების წარმოებისას სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატურის გამოყენებით, საშუალებას გვაძლევს აღვნიშნოთ, რომ მაღალი ქირურგიული ტექნიკის მქონე მაღალკვალიფიციური სპეციალისტებისა და აპარატურის უმწიკვლო მუშაობის გარდა, სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს საჭიროა აგრეთვე მეტად მნიშვნელოვანი პირობების დაცვა.

ამ შრომის მიზანია განვაზოგადოთ ჩვენი მცირე გამოცდილება, მიღებული ექსპერიმენტული გამოკვლევის საფუძველზე (22 ოპერაცია ძალღებზე) და ამის გარდა მოკლედ გაგაცნოთ პერფუზიის ზოგიერთი ძირითადი საკითხი სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს თანამედროვე აპარატურის მოთხოვნისა, ჩატარების მეთოდისა და მათგან გამომდინარე მათი ეფექტურობის შესახებ.

სისხლის ხელოვნური მიმოქცევა ჩვენს ცდებში ჩატარდა სისხლის ნური მიმოქცევის ჩებურა აპარატით (Premacord) შემზარული ტუმბოთი და ბრუნვითი დისკოსებრი ოქსიგენატორით კეი-კროსის ტიპისა, რაც შექმნილია კ. შიშკას ხელმძღვანელობით.

ოპერაციები ტარდებოდა ეთერ-ჟანგბადის გაუმტკიცებლობით მართვითი სუნთქვით (ოპერატ. — აკად. კ. ერისთავი). გულ-მკერდის ღრუ იხსნებოდა IV ნეკნათშუა არეში მარჯვნივ მკერდის ძვლის გადაჭრით.

ოქსიგენატორში ჟანგბადით გამდიდრებული სისხლი აპარატიდან შედიოდა ცხოველის ორგანიზმში ბარძაყის არტერიის საშუალებით, ვენური სისხლი კი თვით სიმძიმის ძალის მოქმედების გამო ცხოველის ორგანიზმიდან გამოდიოდა ორივე ღრუ ვენაში პოლივინილქლორიდის კანულების საშუალებით და შედიოდა ოქსიგენატორში.

არტერიალურ წნევას ვზომავდით ვერცხლისწყლის მანომეტრის საშუალებით, რომელიც შეერთებული იყო ცხოველის ბარძაყის მეორე არტერიასთან, ვენურს კი — ვენური წყლიანი მანომეტრით, რომელიც შეერთებული იყო ცხოველის ბარძაყის ვენასთან.

სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატი ირთვებოდა სხვადასხვა ვადით, 10-დან 45 წუთამდე.

სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატის ჩართვის, არტერიული და ვენური წნევების სტაბილიზაციისა (ჩვენს შემთხვევაში არტ. წნ. უდრიდა 120 მმ—150 მმ, ხოლო ვენური—10—15 მმ წყლის სვეტის დონეზე) და სათანადო ოქსიგენიზაციის (92%) შემდეგ ექიმებოდა ლიგატურა ჯერ ქვედა, ხოლო შემდეგ ზედა ღრუ ვენებზე უსახელო ვენასთან ერთად, რის გამოც ვენური სისხლის მომსვლელი ნაკადი მარჯვენა წინაგულში მთლიანად წყდებოდა სისხლი სიმძიმის ძალის მოქმედების გამო პოლივინილქლორიდული კანულის საშუალებით გადადიოდა ვენურ რეზერვუარში ანდა პირდაპირ ოქსიგენატორში გულის რამდენიმე შეკუმშვის (2—3) შემდეგ. ვენური სინუსი იცლებოდა ორივე ღრუ ვენის გადაჭერის შედეგად.

გულზე ვაწარმოებდით ოპერატიულ ჩარევას რომელიმე გულის ღრუს გახსნის მიზნით, ხოლო ამ უკანასკნელების სისხლით აესების შემდეგ (ლიგატურის აშვებით) დაედებოდა კვანძოვანი ნაკერი გულზე.

ოპერაციის მსვლელობის პერიოდში ეტაპურად ვიღებდით ეკგ-ის, ვაწარმოებდით ბიოქიმიურ და ჰემატოლოგიურ გამოკვლევებს სისხლის ოქსიგენიზაციის სისტემატური შემოწმებით.

ჩვენმა დაკვირვებებმა აპარატის მუშაობაზე, აგრეთვე ყველა ჩატარებულ გამოკვლევის ანალიზმა საშუალება მოგვცა დავასკვნათ, რომ საცდელ ცხოველზე ინტრაკარდიული ოპერაციის დამთავრების შემდეგ მთავარ როლს ასრულებს არტერიალური და ვენური წნევის დონე (უკანასკნელი ჩვენს შემთხვევებში ეცემოდა ვერცხლისწყლის სვეტის 5 მმ-მდე და ზოგ შემთხვევაში 0-მდეც კი ჩამოდიოდა).

არტერიული და ვენური წნევის მერყეობისას ვითვალისწინებდით სისხლის დაახლოებით დაკარგვას, რაც შემდეგ ანაზღაურდებოდა ჰემოტრანსფუზიით.

სისხლის რაოდენობის გათანაბრებისა და არტერიული წნევის სტაბილიზაციის შემდეგ, რაც მთლიანად ეხამებოდა გულისცემას, გამცირებდით აპარატის მუშაობას და შემდეგ ვითმავდით მას.

სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის ეს ფაზა, ჩვენი აზრით, საკმარისად რთულია საცდელი ცხოველის ჰემოდინამიკის შეფასებაში.

**არტერიული წნევის დაბალი მაჩვენებლები** (ჩვენს ცდებში 60/25 მმ ვერცხლის წყლის სვეტისა) თვალსაჩინო შეფასებაა სისხლის მიმოქცევის მდგომარეობისა, მაგრამ, ამის გარდა, არტერიული წნევის დონეზე ზეგავლენას ახდენს ზოგიერთი სხვა ფაქტორიც.

სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის პირობებში, კერძოდ, ოპერაციის შემდგომი შოკი და ჭრჭერობით აუხსნელი მწვავე პერიფერიული სისხლის მიმოქცევის ნაკლოვანება, მნიშვნელოვან ყურადღებას მოითხოვს.

ჩვენს შემთხვევებში pH ნარკოზის შემდეგ მცირე რაოდენობით ეცემოდა საწყის მონაცემებთან შედარებით (მაგალითად,  $P > 0,001$  გამოთვლილია ვარიაციული სტატისტიკის მიხედვით).

დაბალ მაჩვენებელს pH ინარჩუნებდა აპარატის ჩართვის მომენტშიც. შემდეგ მატულობდა და აღწევდა თავის საწყის მაჩვენებელს ( $P > 0,2$ ), მერე კვლავ ეცემოდა.

ანალოგიურ მოვლენას ჰქონდა ადგილი სისხლის პლაზმის სარეზერვო ტუტეიანობის მიმართ.

ამ სინტერესო მონაცემებიდან და აგრეთვე არსებული ლიტერატურული წყაროების საფუძველზე ვასაგებია, რომ სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს აციდოზის მოვლენები ჭარბობდნენ იმ შემთხვევებში, როდესაც საცდელი ცხოველის ორგანიზმში აღინიშნებოდა ორგანული შეავების კომპენსაცია, აგრეთვე მძიმე მიმდინარეობის ნარკოზის დროს.

სისხლის ოქსიგენიზაცია სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს ჩვენს ცდებში არც ერთ შემთხვევაში არ ეცემოდა 92%-ზე დაბლა, რაც მიგვითითებდა ჟანგბადით სისხლის საკმარის გამდიდრებაზე.

სისხლის ოქსიგენიზაცია სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს ჩვენს ნარჩუნებას, რომელიც ჰქონდა ცხოველს ოპერაციამდე. ამას ვაღწევდით ვენური წნევის რეგულაციით, ვენური სისხლის მიმოქცევით ღრუ ვენებიდან მათზე მომჭრის გადაჭიმვის საშუალებით მანამ, სანამ ვენური წნევა არ გაზდებოდა სტაბილური და არ გაუტოლდებოდა უკანასკნელს პერფუზიამდე.

დიდ ყურადღებას იმსახურებს, ჩვენი აზრით, ჟანგბადის დახარჯვის საკითხი სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის პერიოდში პერფუზიის სხვადასხვა სიჩქარის დროს.

ა. ს ე ნ ი ნ გ ი და მ. ა ნ დ ე რ ს ე ნ ი [2] ამტკიცებენ, რომ პერფუზიის სიჩქარის მომატება კრაფორდ-სენინგის ოქსიგენატორის გამოყენების დროს ძალებზე იწვევს ჟანგბადის მომატებულ დახარჯვას იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც პერფუზიის სიჩქარე აღემატება 100 მლ სისხლი 1 კგ. წონაზე წუთში.  
ა. ს ტ ა რ მ ა [3] შეისწავლა დამოკიდებულება პერფუზიის სიჩქარესა და ჟანგ-

ბადის დახარჯვას შორის ექსპერიმენტში. ის მივიდა დასკვნამდე, რომ ქანგბადის დახარჯვა მატულობს პერფუზიის სიჩქარის მომატებასთან შემდეგი მაჩვენებლების დროს—1,2 ლ. ცხოველის სხეულის ზედაპირის 1 კვ. მეტრზე წუთში.

ჩეხი მკვლევარები [4] თვლიან, რომ სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს საჭიროა შეიქმნას პერფუზიის ისეთი სიჩქარე, რომელიც უახლოვდება გულის ძირითად მწარმოებლურობას და, ცხადია, არ ქმნის ორგანიზმში მეტაბოლურ აციდოზს, რომელიც, მათი აზრით, დამოკიდებულია უპირველეს ყოვლისა არტერიულ სუსტ დაქანგვავზე, ოქსიგენატორის გამოუსწორებელ მოქმედებაზე, ჩონჩხისებური კუნთების გადაჭარბებულ მოქმედებაზე და ბოლოს ძალიან ხანგრძლივ პერფუზიაზე.

იგივე ავტორები აღნიშნავენ, რომ პერფუზიის სიჩქარე არ არის პირდაპირ დამოკიდებული წონასა და სხეულის ზედაპირთან, არამედ მთლიანად დაკავშირებულია ქანგბადის მოთხოვნილებასთან, რაც დასტურდება სხეულის ტემპერატურით, კუნთოვანი მოქმედებით და დანარჩენი არასაკმაოდ შესწავლილი ფაქტორებით [4].

ფ. ბალუზეკი და მ. ბურმისტროვი [5], კ. ერისთავი [6] გამოთქვამდნენ მოსაზრებას, რომ სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს ყურადღებას იმსახურებს ხელოვნური პემოფილის უკუქცევა, რომლის თეორიული საფუძვლები ჯერ კიდევ არ არის მთლიანად შემუშავებული და აქედან გამომდინარე, გამოკვლევების დასკვნები დასტურდება უფრო მეტად ცდებით, ვიდრე თვით სისხლის შედელების მექანიზმით.

ჩვენ მივედით დასკვნამდე, რომ ჰეპარინის რაოდენობა უკეთესია გამოთვლილი იქნეს ინდივიდუალურად, როდესაც მხედველობაში მიიღება საცდელი ცხოველის მდგომარეობა, ოპერაციის ხასიათი და მისი ხანგრძლივობა (უკეთესია 2 მგ საცდელი ცხოველის 1 კგრ. წონაზე). ჰეპარინის ნეიტრალიზაცია პროტამინ-სულფატით ფრთხილად უნდა ტარდებოდეს და პრაქტიკულად არ უნდა აღემატებოდეს 1, 5 მგრ 1 მგრ ჰეპარინზე.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ჩატარებული ცდებით ჩვენ ნაწილობრივ შევძელით გადავეჭრა პერფუზიის ეს საინტერესო საკითხები, თუმცა სადღეისოდ კიდევ არსებობს პერფუზიის მრავალი რთული და გადაუჭრელი საკითხი სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს.

მხოლოდ მტკიცე და დაუღალავი შრომით შეიძლება მივიღწიოთ სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის მეთოდის მნიშვნელოვან გამარტივებას, რაც გააადვილებს პერფუზიის საყურადღებო საკითხების გადაჭრას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ექსპერიმენტული და კლინიკური

ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის

ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 16.1.1963)

К. Д. ЭРИСТАВИ (академик АН ГССР), П. И. ДЖИМШЕРАШВИЛИ и  
Г. Д. ПАГАВА

## О НЕКОТОРЫХ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСАХ ПЕРФУЗИИ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ КРОВООБРАЩЕНИИ

### Резюме

В последние годы в связи с успешным использованием аппаратуры искусственного кровообращения появилась возможность производства сложнейших реконструктивных операций на так называемом «сухом сердце».

Однако, несмотря на успехи, достигнутые в использовании метода искусственного кровообращения в хирургии, до сих пор еще имеют место смертельные исходы у больных с тяжелыми патологическими нарушениями сердца и летальность пока достигает высоких цифр — 50% и более [1].

Все это указывает на то, что вопросы искусственного кровообращения не только не разрешены полностью, но и изучены далеко не во всех направлениях.

В настоящем сообщении на материале экспериментального исследования (22 операции на собаках) мы имеем целью поделиться своим небольшим опытом, а также вкратце ознакомить с некоторыми основными вопросами перфузии при искусственном кровообращении.

Искусственное кровообращение в опытах осуществлялось аппаратом искусственного кровообращения чехословацкой конструкции «*Pre-macard*» с мембранным насосом и вращающимся дисковым оксигенатором типа Кей-Кросса.

Аппарат искусственного кровообращения включался на различные сроки — от 10 минут до 45 минут.

Анализ проведенных исследований показал, что после окончания внутрисердечной операции главным критерием подопытного животного является высота артериального и венозного давления, а кроме того, правильная оценка кислотно-щелочного равновесия в отношении ацидоза и полноценная оксигенизация.

Важным моментом при применении искусственного кровообращения является обратимость искусственной гемофилии, теоретические основы нейтрализации которой пока еще требуют дальнейшего изучения и разработки, в связи с чем большинство положений основывается в этом отношении скорее на опыте, чем на учете самого механизма свертывания крови.

В своих наблюдениях авторы пришли к выводу, что гепарин лучше подбирать индивидуально с учетом состояния подопытного животного и продолжительности оперативного вмешательства (из расчета 2 мг на 1 кг веса подопытного животного), а нейтрализация гепарина сульфатом протамина должна проводиться осторожно и не должна превышать 1,5 мг на 1 мг гепарина.



В наших опытах нам удалось в некоторой степени разрешить интересующие нас вопросы, однако существует еще много неразрешенных и сложных проблем при применении метода искусственного кровообращения.

## ღამთაგობელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. А. Колесников. Искусственное кровообращение. Труды Института грудной хирургии, выпуск IV, 1960.
2. M. N. Andersen, A. Senning. Studies in oxygen consumption during extra corporeal circulation with a pump oxygenator. J. Ann. Surg., 1958, 148.
3. A. Staar. Oxygen consumption during cardiopulmonary by-pass. J. Thorac. cardiovascul. Surg., 58, 1, 1959.
4. В. Смречанский, К. Шиска, И. Шимкович и др. Некоторые проблемы перфузии при искусственном кровообращении. Хирургия, № 4, 1962.
5. Ф. В. Баллюзек, М. И. Бурмистров, Н. К. Дзуцов и др. Искусственное кровообращение при операциях на сердце и магистральных сосудах. Грудная хирургия, № 4, 1962.
6. К. Д. Эристави, О. И. Бурджанадзе. Экстракорпоральное кровообращение и перспективы его применения в хирургии. Труды Научно-медицинского общества Минздрава Грузинской ССР, т. I. 1961.



ზ. ბუბუაშვილი

სხეულის სითხეების და მკვირვ ნივთიერებათა თანაფარდობის  
მიჩაქობის აბსოლუტური ბოტკინის სნეულების  
მიმდინარეობაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. ასათიანმა 16.9.1962)

ამ შრომის მიზანს წარმოადგენს ბოტკინის სნეულების მიმდინარეობაში სხეულის თხიერ და მკვირვ ნივთიერებათა თანაფარდობის დაზუსტება. მით უმეტეს, რომ ჩვენ გვაქვს მონაცემები ორგანიზმის ფაქტობრივი წონის შემცირების შესახებ ორგანიზმის მკვირვ ნივთიერებათა შეცვლის რაიმე მონაცემების არსებობის გარეშე.

სხეულის თხიერი ფაზების მოცულობათა განსაზღვრა ხდებოდა ორგანიზმში შეყვანილ ნივთიერებათა განაწილების სივრცეთა ოდენობის დადგენის გზით. ცხიმის, მინერალური ნივთიერებების, უჯრედების, მკვლე სხეულისა და უჯრედგარეშე სითხის მასა გამოიანგარიშებოდა შესაბამისი ფორმულების დახმარებით [1]. შედეგები დამუშავებულია ვარიაციულ-სტატისტიკურად.

გამოკვლევის შედეგების ანალიზი

გამოკვლევები ნაწარმოებია ბოტკინის სნეულებით 53 დაავადებულზე, რომელთა საშუალო ასაკი იყო  $27,77 \pm 1,195$  წელი, სიმაღლე —  $169,3 \pm 0,89$  სმ, სხეულის თეორიული წონა —  $64,73 \pm 0,652$  კგ, ფაქტობრივი წონა —  $62,355 \pm 1,017$  კგ, და სხეულის ზედაპირი —  $1,752 \pm 0,0155$  კვ. მ.

სხვადასხვა თხიერი ფაზის მოცულობა გამოკვლეულია კამოცალევებით, ზოგ შემთხვევაში კი ერთდროულად. დაავადებულ სიმაღლეზე ნაწარმოები გამოკვლევებული გამოკვლევების შედეგები საშუალო მონაცემებისა და მათი ცდომილების სახით, რაც ემთხვეოდა ერთდროული გამოკვლევების მონაცემებს, მოყვანილია ცხრილში. შედარებისათვის იქვე მოყვანილია საშუალო მონაცემები, მიღებულია ჩანმრთელებსა და ბოტკინის სნეულებით დაავადებულებში სტაციონარიდან მათი გაწერის წინ.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტოტალური სითხის მოცულობის საშუალო დაავადების სიმაღლეზე უდრის სხეულის ფაქტობრივი წონის  $57,119 \pm 1,6\%$ . გაწერის წინ კი  $61,1 \pm 3,078\%$ . ჩანმრთელთა შესაბამის საშუალოსთან ( $53,46 \pm 1,38\%$ ) შედარებისას ვიღებთ, რომ ჩანმრთელთა უფრო დიდ ფაქტობრივ წონასთან ერთად ავადმყოფებში ტოტალური სითხის მოცულობა დაავადების სიმაღლეზე ოდნავ მომატებულია, გაწერის წინ კი მკვეთრად იმატებს. მაგრამ თუ ამ მოცულობას სხეულის თეორიულ წონაზე და ზედაპირზე გადავიანგარიშებთ,

ამის თქმა აღარ შეგვეძლება (ავადმყოფებში იგი უდრის, შესაბამისად,  $56,03 \pm 1,33\%$  და  $20561 \pm 526$  მლ/კვ. მ. და ჯამრთელებში —  $56,56 \pm 1,16\%$  და  $20383 \pm 416$  მლ/კვ. მ.), მით უმეტეს, რომ მისი აბსოლუტური მოცულობის საშუალო კიდევაც მცირდება (ავადმყოფებში  $36,628 \pm 1,2$  ლ და ჯანმრთელებში  $38,44 \pm 0,885$  ლ). გაწერის მომენტისათვის სხეულის ფაქტობრივი წონის მატებასთან ერთად აღინიშნება ტოტალური სითხის მოცულობის საშუალო აბსო-

ცხრილი

| M±m<br>განოკვლეულია                                  | მოცულობისათვის     |                              |                            |   |
|--|--------------------|------------------------------|----------------------------|---|
|  | ლიტრებით           | ფაქტობრივი<br>წონის<br>% -ით | თეორიული<br>წონის<br>% -ით | მილილიტრებით<br>ხედაპირის კვ.<br>მეტრზე |
| <b>ტოტალური სითხე</b>                                |                    |                              |                            |   |
| ჯანმრთელები (23 პირი)                                | $38,44 \pm 0,885$  | $53,46 \pm 1,38$             | $56,56 \pm 1,16$           | $20383 \pm 416$                         |
| ავადმყოფები დაავადების სიმძალეზე (9 პირი)            | $36,628 \pm 1,2$   | $57,119 \pm 1,6$             | $56,03 \pm 1,33$           | $20561 \pm 526$                         |
| ავადმყოფები გაწერის წინ (11 პირი)                    | $41,894 \pm 2,56$  | $61,1 \pm 3,078$             | $62,63 \pm 5,767$          | $22793 \pm 1231$                        |
| <b>უჯრედგარეშე სითხე</b>                             |                    |                              |                            |   |
| ჯანმრთელები (35 პირი)                                | $14,494 \pm 0,253$ | $21,98 \pm 0,39$             | $22,03 \pm 0,44$           | $8038 \pm 134$                          |
| ავადმყოფები დაავადების სიმძალეზე (ა2 პირი)           | $15,986 \pm 0,314$ | $25,88 \pm 0,46$             | $24,839 \pm 0,423$         | $9129 \pm 159$                          |
| ავადმყოფები გაწერის წინ (36 პირი)                    | $16,47 \pm 0,478$  | $25,04 \pm 0,479$            | $25,15 \pm 0,594$          | $9158 \pm 221$                          |
| <b>უჯრედშიგნითა სითხე</b>                            |                    |                              |                            |   |
| ჯანმრთელები (სხვაობის მიხედვით)                      | 23,946             | 31,48                        | 34,53                      | 12345                                   |
| ავადმყოფები დაავადების სიმძალეზე (სხვაობის მიხედვით) | 20,642             | 31,232                       | 31,191                     | 11432                                   |
| ავადმყოფები გაწერის წინ (11 პირი)                    | 24,64              | $36,85 \pm 3,11$             | $37,75 \pm 3,376$          | $13768 \pm 1260$                        |
| <b>მოცირკულე პლაზმა</b>                              |                    |                              |                            |   |
| ჯანმრთელები (33 პირი)                                | $2,538 \pm 0,076$  | $3,82 \pm 0,12$              | $3,83 \pm 0,12$            | $1403 \pm 42$                           |
| ავადმყოფები დაავადების სიმძალეზე (44 პირი)           | $2,34 \pm 0,115$   | $4,018 \pm 0,173$            | $3,77 \pm 0,17$            | $1398 \pm 51$                           |
| ავადმყოფები გაწერის წინ (24 პირი)                    | $2,525 \pm 0,079$  | $3,85 \pm 0,106$             | $3,85 \pm 0,115$           | $1406 \pm 0,38$                         |
| <b>ინტერსტიციული სითხე</b>                           |                    |                              |                            |   |
| ჯანმრთელები (33 პირი)                                | $11,968 \pm 0,026$ | $18,22 \pm 0,37$             | $18,23 \pm 0,4$            | $6650 \pm 123$                          |
| ავადმყოფები დაავადების სიმძალეზე (44 პირი)           | $13,658 \pm 0,38$  | $22,043 \pm 0,519$           | $21,209 \pm 0,516$         | $7785 \pm 186$                          |
| ავადმყოფები გაწერის წინ (22 პირი)                    | $14,51 \pm 0,4$    | $21,85 \pm 0,54$             | $22,01 \pm 0,628$          | $8014 \pm 226$                          |



ლუტური ოდენობის მატებაც ( $41,894 \pm 2,56$  ლიტრამდე), ისევე როგორც თეორიულ წონაზე ( $62,63 \pm 5,767\%$ -მდე) და სხეულის ზედაპირის კვ. მეტრზე გადაანგარიშებული მოცულობის საშუალო მატება ( $22793 \pm 127$  მ ლიტრამდე).

დაავადების სიმალლეზე მიღებული საშუალოს და ჯანმრთელთა საშუალოს შედარებისას აღმოჩენილი სხვაობა სტატისტიკურად სარწმუნო არაა, რადგან არსებითობის ინდექსი არ აღემატება 1,7 (P მეტია 0,5-ზე). დაავადების სიმალლეზე და გაწერისას მიღებული მონაცემების საშუალოთა სხვაობის არსებითობის ინდექსიც არ არის სარწმუნო (t არ აღემატება 1,32, P არაა ნაკლები 0,2-ზე). ამრიგად, ტოტალური სითხის მოცულობა დაავადების სიმალლეზე და გაწერის წინ არ მატულობს, დაავადების სიმალლეზე საშუალო ფაქტობრივი წონის შემცირებისა, ხოლო გაწერისას მისი მომატების მიუხედავად. ჩვენ შეგვიძლია ვილაპარაკოთ მხოლოდ ტოტალური სითხის მატების ტენდენციასზე სტაციონარიდან გაწერის წინ.

უჯრედგარეშე სითხემ ჯანმრთელებში შეადგინა სხეულის ფაქტობრივი წონის საშუალოს  $21,98 \pm 0,39\%$ , რაც მიუთითებს ავადმყოფებში დაავადების სიმალლეზე სხეულის წონის  $3,9\%$ -ით მის მომატებაზე ( $25,88 \pm 0,46\%$ ), ხოლო გაწერისას —  $3,0\%$ -ით ( $25,94 \pm 0,47\%$ ). რამდენადაც ჯანმრთელთა ფაქტობრივი წონა ავადმყოფების გამოკვლევის ორივე მომენტში აღნიშნულ წონაზე მეტი იყო, გადაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ უჯრედგარეშე სითხის %-ული შეფარდება თეორიულ წონასთან ჯანმრთელებში და ავადმყოფებში შეადგენდა, შესაბამისად,  $22,03 \pm 0,44$ ,  $24,839 \pm 0,423$  და  $25,15 \pm 0,544$ , მაშინ როდესაც ზედაპირის თვითეულ კვ. მეტრზე მოდიოდა, შესაბამისად,  $8038 \pm 134$ ,  $9129 \pm 159$  და  $9158 \pm 221$  მლ. აქედან ჩანს, რომ უჯრედგარეშე სითხის მოცულობის მომატება ავადმყოფებში სარწმუნოა და გრძელდება გაწერის მომენტამდე და მის შემდეგაც. მომატება სტატისტიკურად უზრუნველყოფილია (განსხვავების არსებითობის ინდექსი ჯანმრთელთა და ავადმყოფთა შორის არაა 4,56 ნაკლები, ხოლო სხვაობათა დამაჯერებლობის ინდექსი ნაკლებია 0,001-ზე). ეს გვაძლავს მივიჩნიოთ, რომ უჯრედგარეშე სითხის მოცულობის აბსოლუტური სიდიდეები მატულობენ  $14,494 \pm 0,253$  ლიტრიდან ჯანმრთელებში  $15,986 \pm 0,314$  ლიტრამდე, ხოლო გაწერისას —  $16,47 \pm 0,478$  ლიტრამდე, იმ პირობებშიც კი, რომლებსაც სხეულის ფაქტობრივი წონა ნაკლები აქვთ, და რომ ეს სარწმუნო მომატება ავადმყოფებში მის ჰემარტიკ მატებას ასახავს.

მოცირკულე პლაზმის მოცულობა, სხეულის ფაქტობრივი წონის %-ით გადაანგარიშებისას, ჯანმრთელებში საშუალოდ  $3,82 \pm 0,12\%$  შეადგენდა, ხოლო ავადმყოფებში დაავადების სიმალლეზე —  $4,018 \pm 0,173\%$  და გაწერის წინ —  $3,85 \pm 0,106\%$ . მისი მატება დაავადების სიმალლეზე მოჩვენებითია, რადგან აბსოლუტური ოდენობა და მისი გადაანგარიშება თეორიულ წონასა და სხეულის ზედაპირზე გვიჩვენებს პირველი მაჩვენებლისათვის ჯანმრთელებში —  $2,538 \pm 0,076$  ლ, ავადმყოფებში დაავადების სიმალლეზე —  $2,34 \pm 0,13\%$  და გაწერის წინ —  $2,525 \pm 0,079\%$ , მეორისათვის, შესაბამისად,  $3,83 \pm 0,12\%$ ,  $3,77 \pm 0,17\%$  და  $3,85 \pm 0,115\%$  და მესამისათვის —  $1403 \pm 42$ ,  $1398 \pm 51$  და  $1406 \pm 38$  მლ/ზედაპირის კვ. მ. აქედან უკვე ჩანს, რომ მოცირკულე პლაზმის მოცულობა მცირ-



ადგენდა საშუალოდ  $23,386 \pm 0,997$  ლ, ფაქტობრივი წონის  $33,43 \pm 1,42\%$ ; თეორიული წონისა —  $35,0 \pm 1,38\%$  და სხეულის ზედაპირის კვ. მეტრზე —  $12640 \pm 500$  მლ, 16 ავადმყოფში დაავადების სიმალლეზე ეს საშუალოები იყო. შესაბამისად,  $21,116 \pm 0,907$  ლ,  $32,32 \pm 1,29\%$ ,  $31,48 \pm 1,273\%$  და  $11584 \pm 442$  მლ/კვ. მ. აქ, მართალია, შეიმჩნევა განსხვავება, მაგრამ ის სტატისტიკურად ნაკლებად სარწმუნოა, რადგან სხვაობათა არსებობის ინდექსი არის, შესაბამისად, 1,68, 0,58, 1,88 და 1,58, რაც სხვაობათა დამაჯერებლობის ინდექსს უკეთეს შემთხვევაში 0,05-ზე მეტს გვიჩვენებს. ამრიგად, შეიძლება ჩაითვალოს, რომ უჯრედშიგნითა სითხის მოცულობა დაავადების სიმალლეზე ამჟღავნებს მხოლოდ ტენდენციას შემცირებისაკენ, გაწერის მომენტისათვის კი მატულობს. რაც შეეხება ინტერსტიციულ სითხეს, დაავადების სიმალლეზე იგი საშუალოდ სხეულის ფაქტობრივი წონის  $22,0,43 \pm 0,519\%$  შეადგენს, ხოლო გაწერისას —  $21,85 \pm 0,54\%$ , მაშინ როდესაც ჯანმრთელებში ის  $18,22 \pm 0,37\%$  უდრის. ეს მატება დაავადების სიმალლეზე სხეულის ფაქტობრივი წონის 3,8% უდრის, რაც მისი მოცულობის აბსოლუტური ოდენობის დაახლოებით 1,7 ლიტრით მატებას შეესაბამება (13,658 ლ. ავადმყოფებში და 11,968 ლ — ჯანმრთელებში); სხეულის თეორიულ წონაზე გადაანგარიშებით საშუალო მოცულობა მატულობს 3%-ით, სხეულის ზედაპირის კვ. მეტრზე კი — 195 მილილიტრით (7785 მლ ავადმყოფებში და 6650 მლ ჯანმრთელებში). ეს მატება სარწმუნოა, რამდენადაც არსებობის ინდექსი შეადგენს, შესაბამისად, 3,82, 6,0, 4,55 და 5,1 P ნაკლებია 0,001-ზე. ასევე სარწმუნოა სტატისტიკურად მისი მატება. აღნიშნული გაწერის მომენტისათვის.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ინტერსტიციული სითხის და მოციკულე პლაზმის მოცულობათა პროცენტული თანაფარდობა ჯანმრთელებში  $82,44:17,56 \pm 0,49$  უდრის, ავადმყოფებში კი იცვლება და  $84,62:15,38 \pm 0,709$  გვაძლევს, რაც თვალნათლივ და სტატისტიკურად სარწმუნოდ ამჟღავნებს ძვრას ინტერსტიციული სითხის მომატებისაკენ, ნაწილობრივ მოციკულე პლაზმის შემცირების ხარჯზე, სხვაობის არსებობის ინდექსი—2,52, P ნაკლებია 0,01-ზე). ბოტკინის სნეულების სიმალლეზე სხეულის სითხეების შემადგენლობის ცვლილებების დადგენასთან ერთად, რამაც დადასტურა ჩვენი ადრინდელი გამოკვლევების შედეგები, რომელიც ეხებოდა უჯრედგარეშე სითხეს, მოსალოდნელი იყო, რომ გვექნებოდა ცვლილებები სხეულის მკვრივ ნივთიერებათა შემადგენლობაშიაც. სხეულის თხიერ და მკვრივ შემადგენელ ნივთიერებათა გამოთვლილი წონითი საშუალოები დაახლოებით შემდეგნაირად გამოიყურება. უჯრედგარეშე სითხის მასა ავადმყოფებში დაავადების სიმალლეზე 16,177 კგ უდრის, გაწერის წინ კი — 16,71 კგ; უჯრედების მასა, შესაბამისად, — 29,489 კგ და 34,76 კგ; მინერალურ ნივთიერებათა მასა, შესაბამისად, — 2,766 კგ და 3,26 კგ; ცხიმის მასა, გამოთვლილი A წესით, შესაბამისად, — 12,317 კგ და 12,52 კგ და B წესით, შესაბამისად, — 13,923 კგ და 13,375 კგ.

ვიცოდით რა, რომ ეს აბსოლუტური ოდენობანი ცვლილებას განიცდიან სხეულის ფაქტობრივი წონის შესაბამისად, გამოვიანგარიშეთ მათი პროცენ-



ტული ურთიერთობა არა მარტო სხეულის ფაქტობრივი წონის, არამედ მსგავსი სხეულის წონის მიმართაც. გამოირკვა, რომ მკლე სხეულის გამოთვლილი წონა დაავადების სიმძლავრეზე სხეულის ფაქტობრივი წონის 77,7% უდრის, გაწერის წინ კი — 85,4%, მაშინ როდესაც დანარჩენი განეკუთვნება ცხიმს. ამავდროს უჯრედგარეშე სითხის მასა დაავადების სიმძლავრეზე უნდა შეადგენდეს სხეულის ფაქტობრივი წონის 25,34%, ხოლო მკლე სხეულის გამოთვლილი წონის 33,4%; უჯრედების მასა, შესაბამისად, — 47,29% და 60,89%; მინერალურ ნივთიერებათა მასა, შესაბამისად, — 4,44% და 5,71%. ამრიგად, მკლე სხეულის უჯრედებისა და უჯრედგარეშე სითხის მასათა თანაფარდობა 1,82 უდრის.

როგორ იცვლება სხეულის შემადგენლობა გაწერის მომენტისათვის? უჯრედგარეშე სითხის მასა ამ დროისათვის სხეულის ფაქტობრივი წონის 25,33% შეადგენს და მკლე სხეულის გამოთვლილი წონის 29,66%; უჯრედების მასა, შესაბამისად, — 54,89% და 64,28%; მინერალურ ნივთიერებათა მასა, შესაბამისად, — 5,18% და 6,06%. ხოლო მკლე სხეულის უჯრედებისა და უჯრედგარეშე სითხის მასათა თანაფარდობა 2.17 გვიჩვენებს.

ჯანმრთელთა მონაცემებთან ამ მონაცემების შედარებისას ჩანს, რომ მკლე სხეულის გამოთვლილი წონა დაავადების სიმძლავრეზე არ იცვლება, გაწერისას კი მატულობს. რამდენადაც ბოტკინის სნეულებისაგან კლინიკური გამოჯანმრთელება (სისხლის ბილირუბინის თითქმის ნორმამდე შემცირების პერიოდის) საშუალოდ 25—28 დღის შემდეგ ხდებოდა, ძნელი ასახსნელია, რომ სხეულის ფაქტობრივი წონის თითქმის 3 კილოგრამით მომატება ცხიმის მასის მომატების ხარჯზე ხდებოდეს, ამიტომ მკლე სხეულისა და ფაქტობრივი წონის პროცენტული შეფარდების მატება (77,7-დან 85,4%-მდე) შეიძლება ავსხნათ მხოლოდ უჯრედების მასის მომატებით (მკლე წონის 60,89-დან 64,28%-მდე), კერძოდ. უჯრედშიგნითა სითხის მატებით, მით უმეტეს, რომ უჯრედგარეშე სითხის ახალ მატებას ადგილი არა აქვს. სწორედ რომ ვთქვათ, უჯრედგარეშე სითხის მასა ჯანმრთელებთან შედარებით მატულობს დაავადების სიმძლავრეზე, გაწერის მომენტისათვის კი ფაქტობრივ წონაზე გადაანგარიშებული ოდენობის დაკლებას არ გვიჩვენებს, მაგრამ მკლე წონაზე გადაანგარიშებული ოდენობა უდავოდ იკლებს. მინერალურ ნივთიერებათა მასა კლებულობს დაავადების სიმძლავრეზე და უბრუნდება ნორმის საშუალო ოდენობას გაწერის მომენტისათვის. ამრიგად, უჯრედებისა და უჯრედგარეშე სითხის მასათა თანაფარდობა მცირდება დაავადების სიმძლავრეზე, გაწერის მომენტისათვის კი იჩენს ნორმისაკენ დაბრუნების ტენდენციას.

თუ მოვახდენთ სხეულის მკვრივი შემადგენელი ნაწილების შესახებ მიღებული მონაცემების ზოგად შეფასებას, პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ ბოტკინის სნეულების დროს ადგილი აქვს სხეულის ცხიმის ხარჯვას, რაც, შესაძლებელია, გავლენას ახდენს სხეულის თხიერი ფაზების მოცულობის გადაანგარიშებაზე ფაქტობრივი წონის მიმართ. მართლაც, თვალში გვეცემა ის, რომ როგორც ტოტალურ, ისევე უჯრედგარეშე და ინტრასტიციულ სითხეთა მოცულობა მატულობს სხეულის ფაქტობრივი წონის შემცირებასთან ერთად. ყოველივე ეს ადასტურებს ამ მიჩვენებლების ურთიერთსაწინააღმდეგო კორე-



მიმართ, უჯრედებისა და მინერალურ ნივთიერებათა მასების მატებას ფაქტობრივი და მკვლე წონის მიმართ, ისევე, როგორც უჯრედებისა და უჯრედგარეშე სითხის მასების თანაფარდობის მატებას.

3. სხეულის თხიერ და მკვრივ ნივთიერებათა შემადგენლობა განაგრძობს ცვალებადობას ბოტკინის სნეულებისაგან კლინიკური გამოჯანმრთელების შემდეგაც.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.9.1962)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Ш. И. ГУГЕШАШВИЛИ

### К ВОПРОСУ О КОЛЕБАНИИ СООТНОШЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ПЛОТНЫХ ВЕЩЕСТВ ТЕЛА ПРИ БОЛЕЗНИ БОТКИНА

#### Резюме

Исследованы объемы жидкостей тела у 53 больных болезнью Боткина и у 46 здоровых. Установлено, что:

1. На высоте заболевания болезнью Боткина по сравнению со здоровыми имеет место изменение соотношений жидкостей и плотных веществ тела, а именно: а) при отсутствии изменения объема тотальной жидкости объемы внеклеточной и интерстициальной жидкости значительно увеличиваются, объем циркулирующей плазмы незначительно уменьшается, а внутриклеточная жидкость обнаруживает тенденцию к уменьшению; б) при уменьшении фактического веса тела за счет траты массы жира масса тощего тела не изменяется, а процентное содержание масс клеток и минеральных веществ в фактическом и тощем весе тела уменьшается, так же как и соотношение масс клеток и внеклеточной жидкости.

2. К моменту перед выпиской из стационара (клиническое выздоровление) при нарастании фактического веса тела происходит: а) нарастание объема тотальной и внутриклеточной жидкости, дальнейшее увеличение объема внеклеточной и интерстициальной жидкости и нормализация объема циркулирующей плазмы; б) дальнейшее уменьшение массы жира, что вызывает увеличение процентного отношения массы тощего тела к фактическому весу, рост содержания масс клеток и минеральных веществ в фактическом и тощем весе тела, так же как и рост соотношения масс клеток и внеклеточной жидкости.

3. Сдвиги в соотношении жидкостей и плотных веществ тела продолжают и после клинического выздоровления больных болезнью Боткина.

#### დათმობილი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. შ. გუგუშაშვილი, ადამიანის სხეულის სითხეებისა და მკვრივ ნივთიერებათა ფიზიოლოგიური თანაფარდობის საკითხისათვის, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXXI, № 1, 1963.
2. შ. გუგუშაშვილი, ნარტიქშია და ქლორის ცელა „ქართული სიციხის“ დროს „სეროზულ ანთებასთან“ დაკავშირებით, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტ. შრომები, ტ. VII, 1955, გვ. 251 — 266.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Б. Х. РАЧВЕЛИШВИЛИ

К ВОПРОСУ О МОРФОЛОГИЧЕСКОМ СУБСТРАТЕ  
СЕКРЕТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛУДОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ  
В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 18.7.1962)

Еще полвека тому назад выдающиеся ученые Гандейгайн, Ленги, Гемперл и др., а позднее Ю. М. Лазовский [1] на основе микроморфологического изучения кусочков слизистой желудка, взятых в процессе пищеварения, пришли к заключению, что секреторный аппарат, а также строма желудка в различные фазы секреторной деятельности желудка претерпевают ряд структурных изменений.

Существенным недостатком научных выводов, сделанных вышеупомянутыми авторами, является то обстоятельство, что материал целиком экспериментальный и пока что не нашел своего подтверждения в клинической практике. Так как препараты из слизистой желудка изготовлялись постмортально (после умерщвления животных), не исключена возможность наличия постмортальных изменений, что также является существенным недостатком методики, предложенной названными авторами.

Я. П. С к л я р о в [2] осуществил прижизненную биопсию слизистой оболочки желудка собак в процессе пищеварения, применив с этой целью сконструированное им биопсионное приспособление. Методика Складорова дала ему возможность производить биопсию в хроническом опыте, что позволило изучить морфологию секреторного аппарата слизистой натошак и в разные отрезки времени после начала процесса пищеварения на одном и том же животном. Таким образом, процессы пищеварения изучались Складоровым в хроническом, а не в остром опыте, что ему давало огромное преимущество в методическом отношении.

В доступной нам литературе мы встретили лишь одну работу, где автору удалось изучить слизистую желудка человека в процессе жизнедеятельности секреторного аппарата (после дачи завтрака Эрмана). Работа эта принадлежит Мало [3].

Подробно останавливаясь на методике гастробиопсии в процессе пищеварения, Мало уделяет мало места описанию структурных изме-



нений слизистой желудка, а в частности т. н. «пищеварительной инфильтрации» слизистой желудка, наблюдаемой в процессе жизнедеятельности секреторного аппарата.

Вопрос о «пищеварительной инфильтрации», по нашему мнению, является весьма интересным тем более, что пищеварительная инфильтрация слизистой желудка дает такую же морфологическую картину, как и начальные формы гастрита (гастрит без уменьшения количества желудочных желез), и нередко трудно бывает установить предел физиологических структурных изменений и начала патологии.

Ю. М. Лазовский указывает, что инфильтрация стенок желудка лейкоцитами и затем их эмиграция в просвет желудка играет немалую роль в процессе пищеварения и что содержащаяся в слизистой желудка пептидаза, видимо, вырабатывается инфильтрирующими ее лейкоцитами (II, стр. 64).

Так как опыты Ю. М. Лазовского и вышеупомянутых авторов производились на здоровых собаках, вопросы нарушения нормальной динамики возникновения «пищеварительной инфильтрации» как одного из звеньев патологии пищеварения не подвергались изучению.

Мы изучали этот вопрос в условиях клиники. Наши наблюдения велись над больными с хроническим гастритом и язвенной болезнью желудка, которым с целью изучения функциональной способности секреторного аппарата производилась гастробиопсия натощак, а также после инъекции гистамина и пробного завтрака Боаса—Эвальда. Нами проведена также экспериментальная работа на собаках с явлениями ирритативного гастрита.

Наблюдения в условиях клинического стационара проводилось над 80 больными хроническим гастритом и язвенным заболеванием желудка.

Больных с гиперацидным состоянием было 30, с гипо- и анацидным гастритом—15, с язвенным заболеванием 12-перстной кишки—35.

Гастробиопсия производилась трижды, без применения анестезирующих и наркотических средств, с помощью мягкого гастробиопсионного зонда, близкого по своей конструкции зонду Вуда: натощак, спустя 1 час. 40 мин. после инъекции гистамина и спустя 1—2—3 часа после дачи завтрака Боаса—Эвальда. Полученный биопсионный материал фиксировался в 10% формалине, обрабатывался заливкой в парафин и красился гематоксилин-эозином, методом Доминичи-Кедровского и кармином по Бесту.

Изучение вопроса пищеварительной инфильтрации у больных с хроническим гастритом и язвенным заболеванием желудка в стадии обострения показало, что спустя 1—2—3 часа после завтрака Боаса—Эвальда, в отличие от морфологической картины слизистой натощак,

отмечается диффузная густая инфильтрация слизистой оболочки желудка лимфоидными клетками и нейтрофильными лейкоцитами с преимущественным расположением их в поверхностных слоях слизистой. Вышеуказанная инфильтрация отличается от «пищеварительной» не только количественно (больше лейкоцитов), но и качественно. Известно, что пищеварительная инфильтрация происходит исключительно за счет эозинофильных, а не нейтрофильных лейкоцитов. Вне стадии обострения инфильтрация слизистой лейкоцитами выражена довольно слабо, а иногда вовсе отсутствует.

Описанные нами явления в условиях обострившегося гастрита указывают на усиление сосудистых реакций, а также эмиграцию лимфоидных клеток и нейтрофильных лейкоцитов, что, по-видимому, представляет собой повышенную реакцию реактивных элементов ткани на поступление пищи в желудок.

Таким образом, инфильтрация в условиях пищеварения при хроническом гастрите выражена слабо или отсутствует, а при его обострении резко усиливается. Меняется также характер состава инфильтрации. Инфильтрат состоит преимущественно из лимфоцитов, а не эозинофилов. Отсутствие нормальной физиологической реакции слизистой стенки желудка в ответ на пищевое раздражение, видимо, является одним из факторов, обуславливающих нарушение процесса пищеварения.

У группы больных язвенной болезнью и хроническим гастритом (нередко сочетающихся) в слизистой оболочке желудка, взятой из пилорического отдела, обнаруживается атрофия с уменьшением количества мукоидных желез, с разрастанием между железами волокнистой, местами гиалинизированной соединительной ткани. В разросшейся соединительной ткани часто обнаруживаются инфильтраты, состоящие из лимфоцитов и плазматических клеток.

После инъекции гистамина в повторно биопсированном препарате слизистой, взятом приблизительно с того же участка, какие-либо изменения не наблюдаются, однако в единичных железах все-таки обнаруживается усиление гранулообразования за счет усиления образования мукоидного секрета.

После удлиненного пробного завтрака Боаса—Эвальда, (дача завтрака через каждый час, в течение 3 часов), в строме и слизистой оболочке реактивные изменения также отсутствовали. Следует только отметить увеличение количества гранул мукоидного секрета в некоторых эпителиальных клетках пилорических желез.

При микроморфологическом исследовании биопсированного материала слизистой, взятого из интермедиальной части желудка у больных с хроническим гастритом, протекающим с секреторной недостаточностью, были констатированы следующие изменения: малое количество обкладочных клеток, с уменьшением количества ацидофильных гранул. Пос-



ле принятия завтрака Боаса—Эвальда реактивные изменения, а именно: пищеварительная инфильтрация не отмечалась.

В другой подгруппе, где был диагностирован хронический гастрит с сохраненной секрецией и обострением гастритического процесса, морфологические изменения выражались в наличии в слизистой желудка инфильтратов, состоящих из лимфоидных и плазматических клеток, в дистрофии и некрозе, слущивании эпителиальных клеток, выстилающих железы, уменьшении количества гранул мукоидного секрета, выстилающих слизистую оболочку эпителия.

Обкладочные клетки в интермедиальных железах были крупных размеров и насыщены большим количеством ацидофильных гранул. После инъекции гистамина в слизистой оболочке того же участка желудка отмечалось выбрасывание ацидофильных гранул с тела обкладочных клеток и выделение мукоидного секрета из тела выстилающих слизистую оболочку эпителиальных клеток.

После дачи завтрака Боаса—Эвальда в слизистой желудка совершенно отсутствовало выделение мукоидного секрета из тела клеток, а в обкладочных клетках отмечалось увеличение количества ацидофильных гранул, а также укрупнение их, однако выбрасывание названных гранул из цитоплазмы клеток не наблюдалось.

Вышеотмеченные структурные изменения, по нашему мнению, указывают на то обстоятельство, что при обострившихся гастритах нарушается функциональная способность слизистой оболочки желудка, возникающая в ответ на пищевое раздражение.

Как нам кажется, особенно интересна задержка процесса слизеобразования после дачи завтрака Боаса—Эвальда на фоне усиления образования ацидофильных гранул.

Нужно думать, что нарушение корреляции между слизеобразованием и продукцией соляной кислоты является выражением дисфункции секреторного аппарата желудка.

Реакция, полученная нами после дачи завтрака Боаса—Эвальда, при хронических гастритах аналогична характеру реакции, свойственной гистамину, в то время как при обострившихся хронических гастритах характерная для гистамина реакция не была получена.

В третьей подгруппе, где натошак патоморфологические изменения в слизистой желудка не наблюдались (не было гастрита), после инъекции гистамина обнаруживалось усиленное образование ацидофильных гранул в обкладочных клетках с одновременным увеличением объема тела этих клеток, а также выбрасывание мукоидного секрета из эпителиальных клеток, выстилающих слизистую оболочку.

После дачи завтрака Боаса—Эвальда имели место примерно те же изменения, как и после инъекции гистамина, однако они выражены были менее интенсивно. Таким образом, в тех случаях, когда слизистая желудка патологически не изменена, ее физиологические реакции на раздражение гистамином и завтраком Боаса—Эвальда вполне адекватны.

С целью проверки некоторых данных нами изучены в хроническом опыте 4 собаки с экспериментальным хроническим ирритативным гастритом, вызванным путем систематической дачи острых приправ (экспериментальный гастрит был вызван Г. Абдушелишвили).

Собакам с экспериментальным хроническим гастритом натошак через фистулу Басова вставлялся специально сконструированный гастроскоп с биопсионным приспособлением. Слизистая желудка изучалась визуально, а затем производилась эксцизия участка слизистой, близкого к антральной части большой кривизны. Биопсированный участок сразу же фиксировался в 10% нейтральном формалине, а затем окрашивался гематоксилин-эозином, методом Доминичи-Кедровского и кармином по Бесту. На следующий день собак кормили в течение 3 часов (через каждый час по 50 г хлеба) и затем производили эксцизию слизистой вышеописанным способом.

По поводу «физиологической», т. е. «пищеварительной инфильтрации», известный патолог Ю. М. Лазовский писал следующее: «... физиологическая инфильтрация происходит, как показали наши исследования, за счет эозинофильных, а не нейтрофильных лейкоцитов» (1), стр. 64).

Исходя из концепции Ю. М. Лазовского, нужно было ожидать, что характерная для гастрита мелкоклеточная инфильтрация слизистой, наблюдавшаяся натошак в биопсированной части слизистой желудка экспериментальных собак, после длительного кормления проявилась бы более интенсивно за счет инфильтрации эозинофилами.

В результате наших опытов, проведенных в 15 случаях, выяснилось, что после приема пищи у собак с экспериментальным хроническим гастритом эозинофильная («пищеварительная») инфильтрация слизистой не наблюдается, в то время как у относительно здоровых собак пищеварительная инфильтрация выражена довольно четко.

Думается, что при хроническом гастрите, в отличие от здоровой слизистой желудка, задерживается или отсутствует одно из звеньев процесса пищеварения, а именно пищеварительная мелкоклеточная инфильтрация слизистой оболочки желудка.

Весьма возможно, что отсутствие пищеварительной мелкоклеточной инфильтрации у собак с экспериментальными гастритами играет определенную роль в расстройстве секреторной деятельности желудка.

Микроморфологическое изучение слизистой оболочки желудка в условиях хронического и хронического обострившегося гастрита, до и после дачи удлиненного завтрака Боаса—Эвальда показала следующее. При хроническом гастрите после дачи завтрака Боаса—Эвальда в слизистой оболочке желудка «пищеварительная инфильтрация» не наблюдается, а при обострившемся хроническом гастрите обнаруживается усиленная инфильтрация слизистой оболочки желудка нейтрофилами, лейкоцитами, лимфоцитами, но не эозинофилами.

При хронических гастритах с нормальными показателями секреции после дачи завтрака Боаса—Эвальда отмечается усиленное образование гранул мукоидного секрета, а также образование ацидофильных гранул в цитоплазме обкладочных клеток. При анацидных гастритах обнаруживается уменьшение количества обкладочных клеток с наличием в них малого количества ацидофильных гранул. Отмечается также задержка выделения мукоидного секрета.

При гиперацидных хронических гастритах отмечается увеличение количества объема тела обкладочных клеток, насыщение их крупными ацидофильными гранулами. В то же время в добавочных клетках отмечается уменьшение количества мукоидных гранул.

Все вышеотмеченное указывает на серьезные нарушения процесса пищеварения при хроническом гастрите.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило в редакцию 18.7.1962)

საქართველოს მედიცინის

ბ. რაჩველიშვილი

კუჭის ჯირკვლების სეკრეტული მოქმედების მორფოლოგიური  
 სუბსტრატის შესახებ ნორმასა და პათოლოგიაში

რ ე ხ ი უ მ ე

სადღეისოდ მკვლევართა მიერ შესწავლილია ლორწოვანი გარსის „ფუნქციური გარდასახვა“ საკმლის მონელების პროცესში. ეს უკანასკნელი გულსხეობს კუჭის ლორწოვანში იმ მიკრომორფოლოგიური ცვლილებების ასახვას, რომელიც საფუძვლად უდევს სეკრეტორულ პროცესებს.

მეთოდური თვალსაზრისით გამოქვეყნებული შრომები არაა სრულყოფილი, ვინაიდან კუჭის ლორწოვანის შესწავლა უპირატესად პოსტმორტალურად ხდებოდა. ამასთან, მასალა ძირითადად ექსპერიმენტული ხასიათისა იყო, რაც აძნელებდა მის განზოგადებას.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ სეკრეციის პროცესში გამოხატული მიკროანატომიური ფოლოგიური ცვლილებები დინამიკაში შეგვესწავლა. დაკვირვება წარმოებდა ქრონიკული გასტრიტითა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულით შეპყრობილ 80 ავადმყოფზე; ამავე მიზნით ჩატარებულ იქნა ცდები 4 ცალზე (15 ცდა), რომელთაც გამოხატული ჰქონდათ ექსპერიმენტული ირიტაციული გასტრიტი.

სეკრეციის პროცესში ლორწოვანში განვითარებული მიკროანატომო-გიური ცვლილებების გამოვლინების მიზნით მიემართეთ გასტრობიოფსიას რბილი ბიოპსიური ზონდით, რომელიც ეულის ზონდის მოდიფიკაციას წარმოადგენს.

თითოეულ ავადმყოფზე გასტრობიოფსია ხდებოდა უზმოზე, აგრეთვე ჰისტამინის ინექციისა და ევალდ-ბოასის საუზმის რანდენჯერზე მიცემის შემდეგ. პრეპარატები იღებებოდა ჰემატოქსილინ-ეოზინით, დომინან-ეოდროაცის მეთოდით და კარმინით (ბესტის მეთოდით). ამრიგად, თითოეული ავადმყოფის კუჭის ლორწოვანი შესწავლილია სამჯერ სხვადასხვა ფუნქციური მდგომარეობის დროს. ექსპერიმენტული ცხოველების კუჭის ლორწოვანის შესწავლა აგრეთვე ხდებოდა დინამიკაში, უზმოთ და საკვების მიცემიდან გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ.

ჩატარებული დაკვირვების საფუძველზე იმ დასკვნამდე მივდით, რომ ქრონიკული გასტრიტით შეპყრობილ ავადმყოფებში კუჭის ლორწოვანი გარსის ნორმალური ფუნქცია დარღვეულია, რაც გამოიხატება მთელ რიგ შემთხვევებში საკვების მიღებით გაპირობებული „ფიზიოლოგიური ინფილტრაციის“ შეკავებაში ან ზედმეტად გამოხატვაში, აგრეთვე კორელაციის დარღვევაში ერთი მხრივ ლორწოს, ხოლო მეორე მხრივ მარილმჟავას შექმნასა და გამოყოფას შორის.

დამოწმავალი ლიტერატურა — ЦИТИРСВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. М. Лазовский. Функциональная морфология желудка в норме и патологии. М., 1948.
2. Я. П. Скляр ов. Секреторная работоспособность главных пищеварительных желез. Киев, 1958.
3. A. Mahlo. Biopsie des Magens, histologische Befunde, Fragenwürdigkeit des histologischen gastrits, diagnose, München „med Wschr.“, -6, 1958, 627—630.

კლინიკური ვადინა

3. ალადაშვილი, თ. აბულაძე და ლ. ვასილიძე

ქრონიკული ქოლესტიტიტით და ღვიძლის ციროზით  
 ავადმყოფთა სისხლის ქოლესტერინისა და ლეციტინის  
 რაოდენობის ცვლილებები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაჯრაძემ 24.9.1962)

ღვიძლის პარენქიმის ქრონიკულ დაავადებათა დროს ნივთიერებათა ცვლაში დრმა ცვლილებები ვითარდება. შედარებით კარგადაა შესწავლილი ცილის, ნახშირწყლების და პიგმენტების ცვლაში მომხდარი ცვლილებები და ღვიძლის პროთეოსინთეზური ფუნქცია პიპურის შეყვას სინთეზით.

ამგვარი გამოკვლევა ყოველთვის ვერ იძლევა ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის სრულყოფილ დახასიათებას. ცხადია, რომ შეზანაშეწონილია სხვა სინჯების ჩატარებაც. მათ შორის ქოლესტერინისა და ლეციტინის ცვლის გამოკვლევა.

ლიტერატურაში გამოკვეყნებული ცნებები იმას მოწმობს, რომ ღვიძლის პარენქიმის ქრონიკული დაზიანების შემთხვევებში სისხლში მცირდება ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობა [1, 2, 3, 4]. ეს საკითხი არ არის საბოლოოდ გადაწყვეტილი. ჯერ კიდევ არ არის გამოკვლეული ამ ნივთიერებათა დონის შემცირების ხარისხი ღვიძლის დაზიანების სიმძიმესთან შეფარდებით და ღვიძლის მძიმე დაავადებათა მკურნალობისას.

ზემოხსენებულ საკითხების გასაშუქებლად ჩვენ შევისწავლეთ სისხლის შრატის ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობა სისხლში ქრონიკული ქოლესტიტიტისა და ღვიძლის ციროზის დროს. გამოკვლევები ჩატარებულია 75 ჯანმრთელ ადამიანსა და ავადმყოფზე. ქოლესტერინი ისაზღვრებოდა ენგელგარდისა და სმირნოვას მეთოდით, ლეციტინის რაოდენობა—ბლიურის მეთოდით.

ცხრილი

ქოლესტერინისა და ლეციტინის საშუალო რაოდენობა ( $M \pm m$ ) ჯანმრთელი ადამიანებისა და ავადმყოფების სისხლის შრატში

| გამოკვლეული<br>ჯგუფი                    | გამოკვლე-<br>ულია<br>რაოდენობა | ქოლეს-<br>ტერინი | ლეციტინი  | ლეციტინი<br>ქოლესტერინი |
|---|--------------------------------|------------------|-----------|-------------------------|
| ჯანმრთელები                             | 10                             | 146 ± 3,9        | 238 ± 8,2 | 1,63 ± 0,084            |
| ქრონიკული ქოლეს-<br>ტიტიტი              | 28                             | 160 ± 3,7        | 255 ± 6,5 | 1,59 ± 0,16             |
| ქრონიკული ჰეპატიტი<br>და ღვიძლის ციროზი | 37                             | 129 ± 6,1        | 205 ± 5,6 | 1,5 ± 0,044             |





შესადარებლად იყო გამოკვლეული 10 პრაქტიკულად ჯანმრთელი, წლის ადამიანის სისხლის შრატში. ქოლესტერინის რაოდენობა იმყოფებოდა 135—180 მგ% ფარგლებში, საშუალოდ კი ეთანაბრებოდა 146 მგ%. ლეციტინის რაოდენობა იყო 200—282 მგ%, საშუალოდ 238 მგ%. კოეფიციენტი

$\frac{\text{ლეციტინი}}{\text{ქოლესტერინი}}$  მერყეობდა 1,3—2,0 ფარგლებში, საშუალოდ 1,64.

გამოკვლეული იყო ქრონიკული ქოლესტერით დაავადებული 23 ადამიანის სისხლის შრატში. მათ არ ჰქონდათ ღვიძლის მძიმე დაზიანების კლინიკური მოვლენები. ქოლესტერინის რაოდენობა შეადგენდა 121—194 მგ%, საშუალოდ 160 მგ%, ხოლო ლეციტინის რაოდენობა — 221—300 მგ%. საშუალოდ 255 მგ%. საყოველთაოდ მიღებულ ნორმასთან შედარებით დაქვეითებული ქოლესტერინის რაოდენობა (140 მგ%-ზე ნაკლები) აღმოაჩნდა 12 ავადმყოფს, ხოლო ლეციტინის დაქვეითებული რაოდენობა (200 მგ%-ზე ნაკლები)—2 ავადმყოფს.

საგრძნობი ცვლილებებია ჩანს ღვიძლის ციროზის დროს. ქოლესტერინის რაოდენობა შეადგენდა 75—165 მგ%-ს, საშუალოდ—129 მგ%-ს, ლეციტინისა—150—241 მგ%-ს, საშუალოდ—205 მგ%-ს. კოეფიციენტი  $\frac{\text{ლეციტინი}}{\text{ქოლესტერინი}}$

არ იყო საგრძნობლად შეცვლილი და საშუალოდ 1,5-ს შეადგენდა. 37 ავადმყოფიდან ქოლესტერინის დაქვეითებული რაოდენობა აღმოაჩნდა 26-ს, ლეციტინის დაქვეითებული რაოდენობა კი—20-ს.

მასალის სტატისტიკური დამუშავებიდან ჩანს, რომ ქრონიკული ქოლესტერით ავადმყოფთა ჯგუფში ქოლესტერინის რაოდენობა რამდენადმე მომატებულია. ამ მოვლენას ვერ აჩვენებენ ღვიძლის დაზიანებით. იგი დაკავშირებული უნდა იყოს ამ ჯგუფის ავადმყოფთა შედარებით მეტ ასაკთან. ჯანმრთელთა და ქრონიკული ქოლესტერით ავადმყოფთა ჯგუფთან შედარებით სარწმუნოდაა შემცირებული ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობა ღვიძლის ციროზისა

და ქრონიკული ჰეპატიტის დროს. კოეფიციენტი  $\frac{\text{ლეციტინი}}{\text{ქოლესტერინი}}$  ღვიძლის ციროზის დროს შესამჩნევად ცვლილების გარეშე რჩება, რაც აჩვენებს ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობის ერთდროული შემცირებით.

ბოლო წლებში ჩვენ ვატარებთ ღვიძლის ციროზის კომპლექსურ მკურნალობას. ამ კომპლექსში შედის სისხლის გადასხმა, ცილით მდიდარი დიეტა, ვიტამინ B<sub>12</sub>-ის, ნიკოტინმჟავას, ასკორბინმჟავას, რიბოფლავინის დიდი დოზები. ლიტერატურული მონაცემებით [5, 6, 10, 11, 12], აგრეთვე ვ. ალდაშვილისა და ნ. ლაპიაშვილის დაკვირვებებით [7, 8, 9], ამგვარი მკურნალობა დადებით შედეგს იძლევა ასციტის შეწოვით შემთხვევათა დაახლოებით 50%-ში.

კომპლექსური მკურნალობის შემდეგ შევისწავლეთ ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობა 31 ავადმყოფის სისხლში. მკურნალობამ 20 ავადმყოფთან მოგვცა დადებითი შედეგი, ავადმყოფების ზოგადი მდგომარეობა საგრძნობლად გაუმჯობესდა, ასციტი შეიწოვა. ამასთანავე მოიმატა ქოლესტერინის რაოდენობამ, საშუალოდ 122,7-დან 133,2 მგ%-მდე, ხოლო ლეციტინის რაოდენობა გაიზარდა 189,6-დან 211 მგ%-მდე.

ღვიძლის ციროზის იმ შემთხვევებში (11 ავადმყოფი), სადაც ზოგადი მდგომარეობა ვერ გამოსწორდა, ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობაც არ მატულობს.



ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ღვიძლის ციროზის დროს დადებითი სამკურნალო შედეგის მიღებას თან ახლავს ქოლესტერინისა და ლეციტინის ცვლის გაუმჯობესება.

ჩვენი მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ღვიძლის პარენქიმის დაზიანებას ატროფიული ციროზის დროს თან ახლავს ქოლესტერინისა და ლეციტინის ცვლის მოშლა. ეს გამოიხატება ამ ნივთიერებათა რაოდენობის შემცირებით სისხლის შრატში. დაავადების რემისია, რომელიც ვითარდება კომპლექსური მკურნალობით, ხასიათდება ქოლესტერინისა და ლეციტინის დონის მომატებით, რაც უნდა აიხსნას ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის ერთგვარი გამოსწორებით.

ცხადია, რომ სისხლის შრატში ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობის განსაზღვრა შეიძლება გამოვიყენოთ ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის და მკურნალობის ეფექტის შესაფასებლად.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

ქალაქის მეორე კლინიკური საავადმყოფო

(რედაქციას მოუვიდა 25.9.1962)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

В. А. АЛАДАШВИЛИ, О. Г. АБУЛАДЗЕ и А. Т. ВАСИЛЬЕВА

ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ХОЛЕСТЕРИНА И ЛЕЦИТИНА СЫВОРОТКИ КРОВИ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ХОЛЕЦИСТИТОМ И ЦИРРОЗОМ ПЕЧЕНИ

Резюме

В течение последних лет мы проводим комплексное лечение цирроза печени с применением повторных переливаний крови, богатой белками диеты и больших доз витаминов: В<sub>12</sub>, никотиновой кислоты, аскорбиновой кислоты, рибофлавина.

По данным литературы и нашим наблюдениям, такое лечение дает непосредственно хороший результат с рассасыванием асцита приблизительно у 50% больных.

До и после комплексного лечения был обследован 31 больной циррозом печени. Исследование холестерина и лецитина крови показало следующее.

У 20 больных с хорошим результатом после лечения имело место достоверное увеличение количества холестерина с 122,7 мг% до 133,2 мг% и лецитина с 189,6 мг% до 211 мг%.

У 11 больных, лечение которых не дало хорошего результата, количество холестерина и лецитина оставалось без существенных изменений.

Таким образом, при успешном лечении цирроза печени ремиссия сопровождается улучшением обмена холестерина и лецитина.

В заключение следует сказать, что хроническое поражение печеночной паренхимы при атрофическом циррозе печени сопровождается нарушением обмена холестерина и лецитина, что выражается в снижении количества этих веществ в сыворотке крови.



Ремиссия заболевания, наступающая вследствие комплексной терапии, сопровождается повышением количества холестерина и лецитина крови, что следует объяснить улучшением функционального состояния печени.

Таким образом, исследование количества холестерина и лецитина в сыворотке крови может быть использовано для оценки функционального состояния печени и эффективности лечения.

#### დამონუმბული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Несговорова. Современное состояние функциональной диагностики печени. Клиническая медицина, № 8, 1960, 36—42.
2. И. Б. Лайцер. Некоторые вопросы клиники и лечения циррозов печени. Терапевт. архив, т. 30, в. 8, 1958, 55—63.
3. С. М. Лейтес. Вопросы жирового и липоидного обмена. Клиническая медицина, № 8, 1929, 484—495.
4. Е. П. Федорова. Клиническое значение определения показателя эстерофикации холестерина при болезнях печени и желчных путей. Автореферат, Москва, 1953.
5. Г. М. Исазаде. Опыт комбинированной терапии циррозов печени. Советская медицина, № 8, 1960, 102—103.
6. Т. О. Корякина. Острая печеночная недостаточность после наложения портальной анастомоза, ее профилактика и лечение. Труды научн. конференции по проблемам физиологии и патологии пищеварения. Иваново, 1960, 386—389.
7. В. А. Аладашвили и Н. И. Лапишвили. О переливании крови при лечении цирроза печени, 1961, 16—19.
8. В. А. Аладашвили. К вопросу о переливании крови при хронических гастритах, при позднем хлорозе и при атрофическом циррозе печени. Юбилейный сборник трудов НИИ переливания крови им. Г. М. Мухадзе, т. 6, Тбилиси, 1959, 199—204.
9. В. А. Аладашвили. О показаниях переливания крови при атрофическом циррозе печени. Тез. докл. Первой научной конференции мединститутотв Аз. ССР, Груз. ССР и Арм. ССР. Баку, 1960, 51—52.
10. F. W. Schütze. Zur Behandlung schwerer Leberparenchymerkrankungen mit wiederholten Bluttransfusion. Dtsch. Gesundheitswesen, 1952, H. 5, s. 142—144.
11. G. Rös zger. Beitrag zur Klinik der Leberzirrhose. Zeitschr. ges. inn. Medizin., № 15, 1957, 685—691.
12. I. J. Pinto, M. J. Shah, P. S. Vacher. The use of plasma free red blood cell transfusions of cirrhosis of liver in advanced hepatocellular failure. Ind. J. Med. Sci., 15, 1961, 567—576.

კლინიკური მედიცინა

6. დეპანოზიზმილი

მაჯის ძვლების ტრავმული დაზიანების რენტგენოლოგიკური

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 20.12.1962)

წინამდებარე შრომაში მოყვანილია მაჯის ძვლების ტრავმული დაზიანების მქონე 127 ავადმყოფის რენტგენოლოგიურ გამოკვლევათა მონაცემების შესწავლის შედეგები. 127 ავადმყოფიდან მამაკაცი იყო 108 და ქალი 19, ასაკით 16—61წლისა. ტრავმული დაზიანებისა და მისი შედეგების რენტგენოლოგიური შესწავლის მიზნით სულ ჩვენ გადავიღეთ 478 რენტგენოგრამა. მაჯის ძვლების ტრავმული დაზიანება მარჯვნივ და მარცხნივ თითქმის ერთნაირი სიხშირით აღინიშნება, ამასთან მოტეხილობა გვხვდება გაცილებით უფრო ხშირად (115), ვიდრე ამოვარდნილობა (12).

ავადმყოფთა უმრავლესობას რენტგენოლოგიური გამოკვლევა ჩაუტარდა პირველ 14 დღეს გადატანილი ტრავმიდან, დანარჩენს კი (25,5%) რამდენიმე თვისა და წლის შემდეგ, რამაც შესაძლებლობა მოგვცა შეგვესწავლა, ერთი მხრივ, ახალი მოტეხილობის რენტგენოლოგიური ნიშნები და, მეორე მხრივ, დაზიანებული ძვლებისა და სახსრების მდგომარეობა, მათი რენტგენოლოგიური სურათი და, მაშასადამე, რამდენადმე შორეული შედეგები.

ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი წარმოადგენს გვაძლევს ცალკეული მაჯის ძვლების დაზიანებაზე.

ცხრილი

დაზიანებული ცალკეული მაჯის ძვლების განაწილება<sup>(1)</sup>

| დაზიანებული ძვალი        | ავადმყოფთა რიცხვი | იზოლირებული დაზიანება | კომბინირებული დაზიანება |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| ნაიისებური               | 73                | 40                    | 33                      |
| მთვარისებური             | 30                | 13                    | 17                      |
| სამწახანაგოვანი          | 26                | 15                    | 11                      |
| ცმრცვისებური             | 4                 | 2                     | 2                       |
| დიდი მრავალწახანაგოვანი  | 5                 | 3                     | 2                       |
| მცირე მრავალწახანაგოვანი | 1                 | 1                     | —                       |
| დიდთავა                  | 8                 | 2                     | 6                       |
| კავიანი                  | 2                 | 1                     | 1                       |
| <b>ს უ ლ</b>             | <b>149</b>        | <b>77</b>             | <b>72</b>               |

(<sup>1</sup> ავადმყოფთა ნაწილს ჰქონდა კომბინირებული დაზიანება.

ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ იზოლირებულ ზათა შორის პირველი ადგილი რაოდენობის მიხედვით ნავისეპური ძვლის დაზიანებას უკავია, შემდეგ მთვარისეპური და სამწახნაგოვანი ძვლების დაზიანებას, ბოლოს კი მაჯის დანარჩენი ძვლების დაზიანებას. ეს უკანასკნელი დაახლოებით ერთნაირი სიხშირით გვხვდება. ანალოგიური სურათია მაჯის ძვლების კომბინირებული დაზიანების დროსაც.

ჩვენ პრაქტიკულად მეტად მნიშვნელოვნად ვთვლით მაჯის ძვლების ტრავმულ დაზიანებათა რენტგენოლოგიური გამოცნობის დროს დაშვებულ შეცდომათა მიზეზების შესწავლას.

ამ ასპექტში ჩვენი მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ არასწორი რენტგენოლოგიური გამოცნობის მიზეზს, ერთი მხრივ, წარმოადგენს მაჯის ძვლების დაზიანების ნიშნების არასაკმარისი დამუშავება რენტგენოლოგიურ გამოსახულებაში, ხოლო, მეორე მხრივ, ტრავმული დაზიანების ხასიათის გამოცნობისა და დაზუსტების მიზნით არ ყოფილა გამოყენებული სპეციალური პროექციები ძვლების რენტგენოგრაფიისათვის.

მაჯის ამა თუ იმ ძვლის რენტგენოგრაფიისათვის ყველაზე ხელსაყრელი პროექციების შემუშავების მიზნით ჩავატარეთ რიგი სპეციალური რენტგენოტექნიკური და რენტგენოატომიური გამოკვლევები ახალგაზრდა და მომწიფებული ასაკის ჯანსაღი პირებისა. ამ გამოკვლევებით მიღებული მონაცემები, ისევე როგორც კლინიკურ დაკვირვებათა მონაცემები, უფლებას გვაძლევს მაჯის ძვლების ტრავმულ დაზიანებათა გამოცნობისას მიზანშეწონილად და სავალდებულოდ ჩავთვალოთ რენტგენოლოგიური გამოკვლევის შემდეგი მეთოდოლოგია.

1. რენტგენოლოგიური გამოკლევა უნდა დავიწყოთ ჩვეულებრივი მიმოხილვითი რენტგენოგრაფიებით მაჯის პირდაპირ და მკაცრად გვერდით პროექციაში არა ნაკლებ 80 სმ-ისა ფოკუსურ მანძილზე. სურათები უმჯობესია გადავიღოთ გამაძლიერებელი ეკრანის გარეშე. ეს უზრუნველყოფს ძელოვანი სტრუქტურისა და მისი ყოველგვარი ცვლილების კარგ ხილვადობას. აღნიშნული სურათები ზოგად წარმოდგენას იძლევა მაჯის ძვლების მდგომარეობისა და ურთიერთდამოკიდებულებაზე, ავრთვე სტრუქტურის, კონტურებისა და ფორმის უხეშ დარღვევათა შესახებ.

2. ნავისეპური ძვლის, დიდი და მცირე მრავალკუთხოვანი ძვლების, სამწახნაგოვანი და მთვარისეპურ ძვალთა დორზალური ნაწილებისა და თავიდა ძვლის ნაწილის მდგომარეობის შესასწავლად აუცილებელია, რომ მაჯის რენტგენოგრაფია გადავიღოთ ნახევრად პრონაციის მდგომარეობაში.

3. მაჯის რენტგენოგრაფია ნახევრად სუპინაციის მდგომარეობაში საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ცერცვისეპური ძვლისა და მისი სახსრის, სამწახნაგოვანი ძვლის გოლიარული ზედაპირისა და კავისეპური ძვლისა მის მორჩთან ერთად იზოლირებული გამოსახულება.

4. მაჯის რენტგენოგრაფიაზე მტევნის ნიდაყვისმხრივი განზიდვის შედეგად რეობაში ხერხდება ნავისებური ძვლის იზოლირებული გამოსახულების დანახვა.

მაჯის დაზიანების ყველა შემთხვევაში საჭიროა გადავიდეთ შემოდინი-  
შნული სურათი. ეს იმიტომ, რომ მაჯის ამათუიმ ცალკეული ძვლის ტრავ-  
მულ დაზიანებათა კლინიკური ნიშნები უკიდურესად არასარწმუნო და ნაკლებად  
დამაჯერებელია.

დღემდე ლიტერატურულ წყაროებში არ არსებობს მითითება მაჯის ტო-  
მოგრაფიული გამოკვლევის მეთოდის შესახებ. ამიტომ ჩვენი შემდგომი  
გამოკვლევების ამოცანა იყო მოგვეძებნა ოპტიმალური პირობები ცალკეული  
მაჯის ძვლების ტომოგრაფიისათვის. ამ მიზნით ჩავატარეთ მტევნის იზოლი-  
რებულ პრეპარატებზე სერია ტომოგრაფებისა. ამ გამოკვლევებით მიღებული  
მონაცემები და ცოცხალ ადამიანთა სხივმაჯის სახსრისა და მაჯის ტომოგრაფი-  
ების მონაცემები უფლებას გვაძლევს მიზანშეწონილად ჩავთვალოთ მაჯის  
ძვლების შესწავლისას ტომოგრაფიული გამოკვლევის შემდეგი მეთოდიკა.

მაჯის ცალკეული ძვლების ტომოგრაფიული გამოკვლევა უნდა ჩატარდეს  
ორი (პირდაპირი — ნების მხრივ და წმინდა გვერდითი — იდაყვის მხრივ)  
პროექციით (ფოკუსური მანძილი — 145 სმ). რენტგენის მილის მოძრაობის  
კუთხე უნდა უდრიდეს  $40^{\circ}$ -ს, რაც განსაზღვრავს ტომოგრაფიული შრის სის-  
ქეს — 4 მმ-ს; მანძილი შრეებს შორის უნდა უდრიდეს 4—5 მმ-ს. შრეების სი-  
ღრმის ციფრი განისაზღვრება მტევნის ზომის ვარიანტებით.

1. მაჯის ტომოგრაფია პირდაპირი პროექციით. მტევანი ტომოგრაფის მა-  
გიდაზე ირიბად უნდა მდებარეობდეს  $45^{\circ}$  კუთხით, ტომოგრაფიული ჭრილის  
სიბრტყე მაგიდიდან 1,5 — 3 სმ სიღრმეზე მდებარეობს. ასეთი ტომოგრაფია  
საშუალებას გვაძლევს პირველად ვიხილოთ იზოლირებული გამოსახულება  
ცერცვისებური ძვლისა, კავიანი ძვლის მორჩი და აგრეთვე დიდი მრავალწა-  
ხნაგოვანი ძვლისა თავის მორჩით.

2. მაჯის ტომოგრაფია პირდაპირი პროექციით. მტევანი კვლავ ისე მდებარე-  
ობს, როგორც ნაჩვენებია ზემოთ, ე. ი. ირიბად. ტომოგრაფიული ჭრილის  
სიბრტყე მაგიდიდან 3,5—4 სმ სიღრმეზეა. ასეთ სურათზე ხერხდება ნავისე-  
ბური, მთვარისებური, სამწახნაგოვანი, ღიღთა და კავიანი ძვლის სხეულის  
მკაფიო გამოსახულების დანახვა.

3. მაჯის ტომოგრაფია გვერდითი პროექციით. მტევანი ტომოგრაფის მაგი-  
დაზე გასწვრივ ან განივად მდებარეობს, რაც გამოკვლევის მიზნით განისა-  
ზღვრება. ტომოგრაფიული ჭრილის სიბრტყე მაგიდიდან 1,5 — 3 სმ. სიღრმე-  
ზეა. აღნიშნულ ტომოგრაფიაზე გამოიყოფა იზოლირებული გამოსახულება ცერ-  
ცვისებური ძვლისა, მისი სახსრისა და სამწახნაგოვანი ძვლის ნებისმხრივი  
ნაწილი.

4. მაჯის ტომოგრაფია გვერდითი პროექციით. მტევანი ისე მდებარეობს  
მაგიდაზე, როგორც მითითებულია ზემოთ. ტომოგრაფიული ჭრილის სიბრ-

ტყე იმყოფება 3,5 — 4 სმ სიღრმეზე. აქ ვლინდება ტომოგრაფიული მეთოდის უპირატესობა ჩვეულებრივი რენტგენოგრაფიასთან შედარებით. ტომოგრამაზე პირველად ვიხილავთ იზოლირებულ გამოსახულებას კვიანის ძვლისას თავის მორჩით მთლიანად და სამწახნაგოვანი ძვლისას. მოჩანს აგრეთვე ნაწილა მჯანების სახსრისა.

5. მჯის ტომოგრამა გვერდითი პროექციით. მტევანი ისეთსავე მდებარეობაშია, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ. ტომოგრაფიული ჭრილის სიბრტყე მაგიდიდან 4 — 4,5 სმ სიღრმეზეა. ამ სურათზე პირველად ვიხილავთ იზოლირებულ გამოსახულებას მთვარისებური და დიდთავა ძვლებისას მათი სასახსრე ნაპრალებით. დანარჩენი ძვლების გამოსახულება წაშლილია.

6. მჯის ტომოგრამა გვერდითი პროექციით. მტევანი იმავე მდებარეობაშია, როგორც ზემოთ აღვნიშნა. ტომოგრაფიული ჭრილის სიბრტყე მაგიდიდან 5,5 — 6 სმ სიღრმეზეა. ამ შემთხვევაშიც გამოვლინდა ტომოგრაფიის დიდო უპირატესობა, ვინაიდან მარტო ტომოგრამაზე პირველად ვიხილავთ სრულიად იზოლირებულ გამოსახულებას ნავისებური ძვლისას, მცირე მრავალწახნაგოვანი ძვლისას მთლიანად. ერთდროულად მოჩანს დიდმრავალწახნაგოვანი ძვალი. დანარჩენი მტევნის ძვლები სავსებით წაშლილია.

ამრიგად, ექსპერიმენტული გამოკვლევებისა და კლინიკური დაკვირვებების საფუძველზე იმ დასკვნამდე მივდით, რომ მჯის ძვლების ტომოგრაფიული გამოკვლევის დროს აუცილებელია გარკვეული მეთოდის გამოყენება. თუ საჭიროა მივიღოთ იზოლირებული გამოსახულება მჯის ყოველი ცალკეული ძვლისა, ხელთ უნდა გვქონდეს მჯის გვერდითი ტომოგრამა. მჯის ტომოგრამები განსაკუთრებით ხელსაყრელია იმ შემთხვევაში, როცა ექვია აღებული ამა თუ იმ ძვლის დაზიანებაზე და სპეციალურ სურათზე ეს დაზიანება არ მოჩანს, ან არაა დამაჯერებელი.

ჩვენი მასალის შესწავლა მჯის ძვლების ტრავმულ დაზიანებათა რენტგენოლოგიური სიმპტომატოლოგიის თვალსაზრისით გვიჩვენებს, რომ ამ მხრივ უნდა ვიხელმძღვანელოთ რენტგენოგრამაზე მოტეხილობის ხაზის, ძვლის კონტურების შეწყვეტის, ძვლის რომელიმე ნაწილში ძვლოვანი ნივთიერების ან ძვლოვანი სურათის დეფექტისა და ფრაგმენტების ცდომის არსებობით.

თუ ეს პირდაპირი ნიშნები არ არსებობს, შეიძლება მეტად სასარგებლო როლი შეასრულოს ე. წ. არაპირდაპირმა ნიშნებმა. მათ მიეკუთვნება ძვლის ფორმის, ზომისა და სტრუქტურის შეცვლა.

მჯის ძვლის ამოვარდნილობის რენტგენოლოგიურ ნიშნებს წარმოადგენს სასახსრე ფოსოს დაცარილება და სასახსრე თავის ცდომა, აგრეთვე რენტგენოლოგიური სასახსრე ნაპრალის ფორმისა და სიგანის შეცვლა.

რენტგენოლოგიური გამოკვლევის დროს არაიშვიათად ხერხდება იოვების გაწყვეტის ან მოგლეჯის გამოცნობა მათი მიმაგრების ადგილების შესაბამისად წვრილი ძვლოვანი ნაწილების მოტეხის შედეგად, აგრეთვე იოვოვანი ვაკირვის არსებობის მიხედვით.

ახლა შევიჩრდეთ მაჯის ძვლების ტრავმულ დაზიანებათა თანმხლებელ მდგომარეობებზე.

მაჯის ძვლების ოსტეოპოროზი მუდამ მოიცავს ყველა სხივმაჯის სახსარში და მაჯაში შემავალ ძვლებს. რაც უფრო მძიმეა ძვლების დაზიანება და მაჯის ფუნქციის მოშლა, მით უფრო მეტია ინტენსივობა ოსტეოპოროზისა. პირველი ნიშნები ოსტეოპოროზისა შეიძლება აღმოჩენილ იქნეს ტრავმის მიღებიდან უკვე 15—20 დღის შემდეგ. მაქსიმალურ განვითარებას იგი აღწევს 6—8 კვირის შემდეგ, ხოლო შემდეგ ზდება მისი სტაბილიზაცია ან უკუგანვითარება (მაჯის ფუნქციის აღდგენის ხარისხის მიხედვით).

მთვარისებური ძვლის ერთ-ერთ ხშირ ტრავმულ დაზიანებათა გართულებას ასეპტიკური ნეკროზი წარმოადგენს. ასეთი გართულება ჩვენ ვნახეთ 12 შემთხვევაში.

ჩვენ მივგაჩნია, რომ თვალსაჩინო მოტეხილობის გარეშე, არსებული მაჯის ძვლების ტრავმას შეუძლია განაპირობოს ისეთი მდგომარეობის განვითარება მთვარისებური ძვლისათვის, როცა ეს უკანასკნელი ავლენს ფუნქციური უნარის დაქვეითებას. ასეთ შემთხვევაში ფიზიოლოგიურ ფარგლებში ამ ძვლის დატვირთვა იძლევა მის გადატვირთვას, რაზეც იგი უპასუხებს სტრუქტურის გარდაქმნით. თუ ასეთი გარდაქმნა სწრაფად მოხდება, მაშინ მას თან სდევს ასეპტიკური ნეკროზი; ასეთი სახის დისტროფიული პროცესის არსებობა უკვე დამტკიცებულია მკვლევართა მიერ ჩონჩხის სხვა ძვლებში.

ცნობილია, რომ მაჯის ძვლების არასწორი მკურნალობის გამო არაიშვიათად ვითარდება ცრუ სახსარი. მოტეხილობის ზედაპირები გასალაშინდება, ფრაგმენტები მეტად წააგავან დამოუკიდებელ ძვლებს ზოგიერთ ლიტერატურულ წყაროში ასეთი წარმონაქმნები არასწორადაა აღწერილი როგორც პირველადი დამატებითი ძვლები შემდეგი სახელებით—*radiale externum, naviculare bipartitum, epilunatum, hypolunatum* და სხვა.

დეფორმული ართროზი, როგორც მაჯის ძვლების ტრავმულ დაზიანებათა შედეგი, ყოველთვის აღინიშნება ამა თუ იმ ხარისხით. მათი გამოცნობა რენტგენოლოგიური გამოკვლევის დროს სიძნელეს არ წარმოადგენს.

მაჯის ტრავმული დაზიანების შედეგს წარმოადგენს კისტისებური ღრუების წარმოქმნა ძვლებში, მეტწილად ნავისებური ძვლის ფრაგმენტებში. საკუთარი დაკვირვებების საფუძველზე ჩვენ (ისე როგორც მრავალი სხვა ავტორი) ვთვლით, რომ ღრუების ძვლებში განვითარება წარმოადგენს ძვალშიდა სისხლჩაქცევის შედეგს ძვლების დისტროფიული მდგომარეობის დროს.

რენტგენოლოგიისა და სამედიცინო  
რადიოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.12.1962)



По частоте повреждения первое место занимает ладьевидная второе место — полулунная, затем трехгранная кость, а за ними следуют остальные кости запястья приблизительно с одинаковой частотой.

Остеопороз, как правило, сопровождает все травматические повреждения костей запястья, в особенности — переломы.

Травматические повреждения костей запястья, чаще всего полулунной кости, могут сопровождаться некрозом всей кости или одного из отломков. Такие осложнения особенно часты при переломах.

Нередко в результате отсутствия костного заживления после перелома развивается ложный сустав. Отломки располагаются свободно на некотором отдалении друг от друга, края их отшлифовываются. Неприжившийся отломок в некоторых руководствах по рентгенодиагностике неправильно описывается как первичная добавочная сверхкомплектная кость запястья (*radiale externum*, *noculare bipartitum epilunatum*, *hupolunatum* и др.).

Очень частым последствием травматических повреждений запястья, в особенности сопровождающихся кровоизлиянием в сустав, является деформирующий артроз. В зависимости от тяжести повреждения суставных тканей и возраста пострадавшего явления деформирующего артроза могут быть выражены различно. Чем тяжелее повреждение и старше по возрасту пострадавший, тем эти явления выражены резче.

Одновременно с явлениями реформирующего артроза в костях запястья, в особенности в отломках костей, образуются кистовидные полости, окруженные склерозированным ободком костного вещества. С нашей точки зрения, эти кистовидные образования являются последствием не только кровоизлияния, возникающего в связи с травмой, но и результатом посттравматического нарушения трофики тканей.

თანამედროვე ხუნძური სერები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ჯ. ჩიტაიამ 22.2.1962)

საქონლის დადაღვას, საქონელზე პატრონის მიერ ამა თუ იმ ნიშნის დადგენას კავკასიაში მრავალსაუკუნოვანი ტრადიცია აქვს. ამ ნიშანთა შესწავლა მრავალმხრივ საინტერესოა კავკასიის ხალხების ისტორიისა თუ ეთნოგრაფიისათვის და ისინი განიხილებოდნენ კიდევ ამ ხალხების ისტორიის, ყოფისა თუ კულტურის სხვადასხვა საკითხთან დაკავშირებით [1, 2, 3, 4]. მაგრამ მფლობელზე მიმთითებელი ეს ფიგურები საინტერესო არიან თავისთავადაც, როგორც ნიშანთა გარკვეული სისტემა.

ჩვენს მიზანს შეადგენს ხუნძ მესაქონლეთა მიერ ამჟამად ხმარებულ სერების სისტემის მოკლე აღწერა.

სერი (ხუნძ. „ჭუტ“) ყურზე ედება რქოსან საქონელს, როგორც მსხვილფეხას, ისე წვრილფეხას. „ჭუტ“ ხუნძურ ენაზე საერთოდ „ნიშანს“ უდრის, ოღონდ, როცა ყურზე დადებულ ნიშანსეა ლაპარაკი, მაშინ ამ სიტყვაში იგულისხმება მხოლოდ ისეთი ნიშანი, რომელიც ყურის გაჭრით, გახვრეტით ან ყურის ნაწილის ამოჭრით, ჩამოთლით დაიდება.

საკოლმეურნეო ფარებსა და ჯოგებში საქონელს ყურზე უმაგრებენ ლითონის მრგვალ ან მოგრძო ოთხკუთხედ ფირფიტებს ზედ ამოჭრილი ნომრებით. ამ ნიშნებს, „ჭუტ“-ისაგან განსხვავებით, უწოდებენ „კილაკლ“, რაც „საყურეებს“ ნიშნავს.

სერები ამჟამად კოლმეურნეთა კერძო საკუთრებაში მყოფ საქონელს ედება. საერთო ფარაში (ჯოგში) საქონლის არევის თავიდან ასაცილებლად ყოველ მებატონეს თავისი საკუთარი სერი აქვს.

საქონლის ყურზე დადებული ნიშანი, როგორც წესი, რთულია და ელემენტარული სერების კომბინაციას წარმოადგენს. ყოველ ელემენტარულ სერს თავისი სახელწოდება აქვს. ერთ ყურზე შეიძლება ცამეტი ელემენტარული სერი დაიდოს. ესენია<sup>1</sup>:

1. ცეხებ ბალაჰიზაბუნ
2. ნაჯე ბალაჰიზაბუნ
3. ცეხებ საიდირლიჩი
4. ნაჯა საიდირლიჩი
5. ბატყულ' საიდირლიჩი
6. ჭალიკვანტი
7. საუნ
8. ტოპისაა

(<sup>1</sup> ამ სერთა ქართული სახელებია, შესაბამისად: 1) წამოთლილი 2) წათლილი 3) წინ თბე (ფრთე) 4) უკან თბე (ფრთე) 5) გამოკაფული 6) ბოძური (ისრის კილო, ისრის ყია) 7) დანისპირი 8) მოჭრილი 9) წინ ტყდე 10) უკან ტყდე 11) წინ დანის ფხა 12) უკან დანის ფხა 13) გახვრეტა. იხილეთ: [2,5]. ზოგი სერის სახელი მოგვაწოდა საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ისტორიის ინსტიტუტის თანამშრომელმა თ. თ ჩ ი ა უ რ ძ ი ა. ტექსტში მოყვანილი ხუნძური სახელები ასახავს კირჯის მეტყველებას.

ყოტუნ 9. ცეხებე ჭართი 10. ნაჯა ჭართი 11. ცეხებე ნუს ბან 12. ნაჯა ნუს ბან 13. ბორლ'უნ.

ეს სერები შეიძლება ორ ჯგუფად გაიყოს. პირველ ჯგუფს ქმნიან ისინი, რომლებსაც პირობითად შეიძლება „უძრავი სერები“ ვუწოდოთ, მეორე ჯგუფს კი, ამათ საპირდაპიროდ „მძრავები“ ქმნიან. განვიხილოთ ცალ-ცალკე.

### „უძრავი სერები“

ამ სახელს პირობითად ვარქმევთ ისეთ სერებს, რომლებიც ყურის ერთ გარკვეულ ადგილას იდგება და სხვა ადგილას არ გვხვდება. ზემოთ ჩამოთვლილი ცამეტი ელემენტარული სერიდან „უძრავია“ პირველი რვა. ყოველი ამ რვა სერიდან დაკავშირებულია ერთ წერტილთან. როგორც ქვემოთ ვნახავთ ესაა ყურის წვეტი.

1. ცეხებე ბალაპიზაბუნ („წინ მიმართვით“, ნახ. 1) სრულდება ასე: ყურის წვეტი ირიბადაა აჭრილი ყურის უკანა (ქვედა) მხრიდან წინა (ზემო) მხრისკენ.

სერის სიგრძე დაახლოებით ყურის სიგრძის მესამედს უდრის, ან ცოტათი აღემატება მას.

2. ნაჯე ბალაპიზაბუნ („უკან მიმართვით“, ნახ. 2) გულისხმობს ყურის წვეტის ირიბად ჩამოთლას წინა მხრიდან უკანა მხრისკენ (შდრ. „ცეხებე ბალაპიზაბუნ“, ნახ. 1).

3. ცეხებე საიდირლიჩ („წინა (წინ) სიდირლიჩი“, ნახ. 3). ამ სერის დასადებად საჭიროა ყურიდან ამოვჭრათ მართკუთხა სამკუთხედის მსგავსი ფიგურა. ამ სამკუთხედის მცირე კათეტს წარმოადგენს ყურის წინა მხრიდან დაშვებული ვერტიკალური ხაზი, ხოლო დიდს—ყურის სიგრძივ გაშვებული პორიზონტალური ხაზი. დიდი კათეტი ყურის წვეტზე გაივლის. სერის სიგრძე, როგორც წესი, დაახლოებით ყურის მესამედს უდრის.

4. ნაჯა საიდირლიჩ („უკანა სიდირლიჩი“, ნახ. 4). იჭრება ცეხებე საიდირლიჩ-ის (წინა სიდირლიჩის) მსგავსად, ოღონდ ნიშანი აქ ყურის უკანა (ქვედა) მხრისკენაა მიმართული (ცეხებე და ნაჯა საიდირლიჩ-ის მართი კუთხე ყოველთვის მკვეთრად არაა გამოხატული და ჭრილი ხანდახან რკალს ემსგავსება).

5. ბატაულ' საიდირლიჩ („შუა სიდირლიჩი“, ნახ. 5). ყურის წვეტი აქ უკვე ამოჭრილია. ყურის სიგრძივი ღერძის პარალელურად გაყოლებულია ორი ჭრილი, რომელსაც მართი კუთხით კვეთს მესამე (მართი კუთხე შეიძლება არც აქ იყოს ყოველთვის მკვეთრად გამოხატული).

6. ჭალიკვანტაი (ნახ. 6). ყურის წვეტი ამოჭრილია. ყურის ბოლო ისრის ლარზე მისაბჯენ ბოლოს ემსგავსება.

7. საუნ („გაკვეთით“, ნახ. 7). ყურის ბოლო გაჭრილია სიგრძივ ღერძზე. ჭრილი ყურის წვეტზე გადის, მისი სიგრძე ჩვეულებრივ 2—3 სანტიმეტრს უდრის.

მ. ტოპისაა ყოტუნ („წვერიდან მოჭრით“, ნახ. 8). ყურის ჩამოთლილია ვერტიკალურად, წვეტიდან 2—3 სანტიმეტრის მანძილზე.

როგორც ვხედავთ, ამ რვა სერიდან ყველა ასე თუ ისე დაკავშირებულია ყურის წვეტთან. ეს გარემოება განაპირობებს ამ სერთა უძრაობას. ისინი ვერ შორდებიან ყურის წვეტს. აქედან გამომდინარეობს კიდევ ერთი საგულისხმო გარემოება: რადგან ყოველი „უძრავი სერი“ დადგება ყურის წვეტის დაზიანებას ან მოცილებას გულისხმობს, არ შეიძლება ერთ ყურზე დავადოთ ერთდროულად ორი „უძრავი სერი“. უძრავი სერის დადგება გამორიცხავს იმავე ყურზე სხვა უძრავი სერის დადგების შესაძლებლობას ერთ-ერთის დამახინჯებისა თუ გაუქმების გარეშე. ერთის დადგებით მეორისათვის ადგილი აღარ რჩება.

ყოველივე ეს ასეა იმ შემთხვევაში, თუ ნიშანი სწორადაა დადებული, ეს კი ყოველთვის ასე არ ხდება. მაგალითად, დასტურდება ერთ ყურზე ცაებე და ნაჯა სეიდირღიჩის დადების შემთხვევა (ნახ. 9). იშვიათად, მაგრამ მაინც გვხვდება სეიდირღიჩისა და ბალაპიზაბუნის შეთანხმება (ნახ. 10). როგორც ვხედავთ, ეს შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ერთ-ერთი ნიშანი დამახინჯებით შესრულდა. აქვე აღსანიშნავია, რომ მოხუცი მეცხვარეები სერებზე ამგვარად დადებას ტრადიციის დარღვევად აღიქვამენ.

### „მოძრავი სერები“

9. ცაებე შართი („წინა ართი“, ნახ. 11). ამ სერის დადება შეიძლება ყურის წინა (ზემო) მხარეს. სერი წარმოადგენს პატარა ამოჭრილ სამკუთხედს (შეიძლება სამკუთხედი ზუსტად არ ამოიჭრას და სერი რკალისებური ფორმისა იყოს). სერის დადების ადგილი არ უკავშირდება ყურის რომელიმე წერტილს.

10. ნაჯა შართი („უკანა ართი“). პატარა სამკუთხედი (რკალი) ამოიჭრება ყურის უკანა (ქვედა) მხარეზე. სერის დადების ადგილი არ უკავშირდება ყურის რომელიმე წერტილს (ნახ. 11).

11. ცაებე ნუს ბან („წინ დანის დადებით“, ნახ. 12). ყურის წინა მხარეზე (ადგილი ზუსტად არ განისაზღვრება) კეთდება ვერტიკალური ჭრილი 1—2 სმ სიგრძისა.

12. ნაჯა ნუს ბან („უკან დანის დადებით“). ყურის ქვედა მხარეზე კეთდება 1—2 სმ სიგრძის ვერტიკალური ჭრილი. ადგილი ზუსტად აქაც არაა განსაზღვრული (ნახ. 12).

13. ბორლუნ („გახვრეტი“, ნახ. 13). ყური იხვრიტება შუა ნაწილში (ადგილი ზუსტად განსაზღვრული არაა).

ყოველი სერი (როგორც „უძრავი“, ისე „მოძრავი“) შეიძლება დაიდოს როგორც მარცხენა, ისე მარჯვენა ყურზე, ასე რომ ელემენტარულ სერთარიცხვი ოცდაექვსს უდრის. მაგრამ, ჩვეულებრივ, მუპატრონის მიერ საქონელზე დადებული ნიშანი რამდენიმე სერის კონბინაციას წარმოადგენს. ამ კომბინაციათა შესაძლო რაოდენობა ბევრად აღემატება პრაქტიკულ საქრობას.

აღსანიშნავია, რომ მოძრავ სერთა სხვადასხვა განლაგება მათთვის განკუთვნილ არეში სერთა კომბინაციის მნიშვნელობას არ ცვლის. მაგ., თუ ყურის ერთ მხარეს მარცხნივ შართი-ა დასმული და მარჯვნივ ნუს ბანი, ეს განლაგება მნიშვნელობით არ განირჩევა მარცხნივ დასმულ ნუს ბანისა და მარჯვნივ დასმულ შართი-საგან და ორივე განიხილება როგორც ერთი პატრონის ნიშანი (ნახ. 14). ორივე შემთხვევაში ეს ნიშნები ერთსა და იმავე მფლობელზე მიუთითებენ.

როგორც უძრავი, ისე მოძრავი სერი კომბინაციაში მოკლებულია დამოუკიდებელ მნიშვნელობას. საქონლის პატრონზე მიუთითებს სერების კომბინაცია მთლიანად.

ზემოთაქმული ეხება საქმის ახლანდელ ვითარებას. წარსულში კი შესაძლოა ვივარაუდოთ „უძრავი“ და „მოძრავი“ სერების ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფუნქციის არსებობა.

რა დაუჭერს მხარს ამგვარი ვარაუდის დაშვებას?

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, „უძრავი“ სერების დადების ადგილი და მათი ფორმა გამორიცხავს ერთ ყურზე ერთზე მეტი „უძრავი“ სერის დადების შესაძლებლობას. „მოძრავი“ სერი კი, მისი თავისუფალი პოზიციისა და პატარა სიდიდის გამო, ერთ ყურზე შეიძლება რამდენიმე დაიდოს.

ამიტომ: „უძრავი“ სერი ვერ გადაკეთდება სხვა „უძრავ“ სერად, „მოძრავს კი შეიძლება სხვა „მოძრავი“ დაესვას გვერდზე. ცხადია, „უძრავი“ სერები უფრო კარგად უპასუხებენ ნიშნის წინაშე მდგარ ამოცანებს, რამდენადაც გამორიცხავენ ნიშნის გადაკეთების შესაძლებლობას.

ამ მოთხონილებას არ უპასუხებს მხოლოდ ორი „უძრავი“ სერი: სჟუნ და ქალიკვანტაი. ეს ორი სერი ადვილად გადაკეთდება სხვა უძრავ სერად, ყურის წვერის ჩამოჭრით კი შეიძლება უკვალოდაც გაქრეს. საგულისხმოა, რომ ეს ემართება სწორედ ისეთი ფორმის „უძრავ“ სერებს, რომელთა მსგავსნი „მოძრავთა“ შორისაც გვხვდება. მაგ., სჟუნ იგივეა, რაც ნუს ბან, ოლონდ ყურის წვეტზე დადებული (მდრ. ნახ. 7 და 12). ასევე ქალიკვანტაი ფორმით იგივე შართი-ა, ოლონდ ადგილით განსხვავდება მისგან (მდრ. ნახ. 6, 11).

ეს გვაფიქრებინებს, რომ ამ ფორმის სერთა თავდაპირველი ადგილი ყურის წვეტზე არ იყო. საგულისხმოა, რომ რაწამს ეს ორი სერი: შართი და ნუს ბან (ნახ. 11, 12) ყურის წვერზე გადმოინაცვლებს, მათ სახელიც ეცვლება (ქალიკვანტაი და სჟუნ, ნახ. 6, 7).

რით აიხსნება, რომ ფორმით ერთნაირ სერებს პოზიციის მიხედვით სხვადასხვა სახელი ეწლება? საფიქრებელია, აქ ეუნქციური სხვაობა წყვეტს საქმეს. ყურის წვეტზე დადებული სერი, როგორც განსხვავებული ფუნქციის მქონე, არ შეიძლება იმავე სახელით აღნიშნულიყო, რაც ყურის სხვა ადგილზე დადებული (resp. სხვა ფუნქციის მქონე სერი).

მეორე მხრივ, საფიქრებელია, რომ „უძრავი“ სერები, როგორც უფრო მოსახერხებელი ნიშნად ხმარებისათვის (იხ. ზემოთ), „მოძრავებზე“ ადრე უნდა გაჩენილიყო.

რა ფუნქციური სხვაობა უნდა ჰქონოდათ „უძრავსა“ და „მოდრავ“ სერებს?

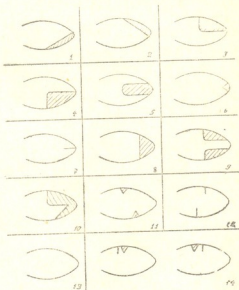
ახლო წარსულში მოძრავი სერები გამოიყენებოდა საქონლის (ფარის) გაყოფისას ახალ პატრონზე მისათითებლად. მაგ., თუ მამის ფარას იყოფდნენ ძმები, მამის ყოველი ძმა უკვე სერდადებულ ცხვარს ადებდა თავის დამატებით „მოდრავ“ ნიშანს. ამის მაგალითები აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანეთშიც მოიპოვება<sup>1</sup>.

თუ რა მიმართებაში იყო „მოდრავი“ და „უძრავი“ სერები შორეულ წარსულში ცნელია ითქვას მინამ, სანამ დაწვრილებით არ იქნება შესწავლილი ის, თუ რა ეკონომიური ერთეულები გვექონდა დაღესტანში უწინ და მფლობელობის რა ფორმები არსებობდა საქონლის მიმართ საზოგადოების განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე. სავარაუდოა, უწინაც „მოდრავი“ სერები გამოიყენებოდა ახალ მფლობელზე მისათითებლად.

აქვე აღვნიშნავთ, რომ სპეციალურ ლიტერატურაში ადრეც იყო გამოთქმული მოსაზრება, რომ სერები (კერძოდ კი სვანური სერები) უწინ სხვა ფუნქციით გამოიყენებოდა<sup>1</sup>, კერძოდ კი მიუთითებდნენ არა პირზე, არამედ სვანურ „ლამხუბზე“ ([4], გვ. 23), ოღონდ აქ იგულისხმება არა ნიშნის შემადგენელი სერების სხვადასხვა ფუნქცია, არამედ მთლიანად სერთა კომბინაციის სხვა ფუნქცია.

ჩვენ მიერ ზემოთ აღნიშნულ ელემენტარულ სერებში „უძრავებისა“ (ძველებისა, ძირითადებისა) და „მოდრავების“ (შედარებით გვიანდლების, დამატებითების) გამოყოფა ემყარება სერების თანამედროვე სისტემაში ელემენტარული სერების ფორმას, ადგილმდებარეობას, მათი განლაგების წესსა და პოზიციის მიხედვით სახელწოდებათა განაწილებას. თუ რამდენად სწორია სერებში ამ ორი რიგის გამოყოფა, ამას შემდგომი კვლევა გვიჩვენებს.

ელემენტარული სერების სახელწოდებანი უმეტესად აღწერილია მოკემული (ბალაჰიზაბუნ, ყოტუნ, ბორლუნ, საუნ) და კომენტარს არ საჭიროებენ.



სურ. 1

<sup>1</sup> ცნობა მომართა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ისტორიის ინსტიტუტის თანამშრომელმა მ. კედელაძემ.

ცალკე დგას სამი სახელი: ქალიკვანტაი, ჭართი და საიდირლი. ქალიკვანტაი რთული აგებულების სიტყვა ჩანს. მისი მეორე ნაწილი კვანტაი ხუნძურში სხვა შემთხვევებშიც დასტურდება. კვანტაი ნიშნავს ანკესის კაუჭის ისრის ბოლოსმაგვარ განტოტვას, აგრეთვე მორის იმ ნაწილს, სადაც იგი ორ ნაწილად იყოფა განტოტვის გამო. (ასეთ მორებს ხმარობენ სახლის შენებისას ბოძებად. განტოტვის ადგილას მათზე ჰორიზონტალურ ძელებს დებენ). სიტყვის პირველი ნაწილი—ქალი, საფიქრებელია, სიტყვა ქალო-ს („მორი“) ცველ ირიბ ეუცეს წარმოადგენდეს (შდრ. ამ სერის ქართული სახელი „ბოძური“).

ჭართი—თურქული ენობრივი სამყაროდან ნასესხები სიტყვა ჩანს (შდრ. თურქული ართ—უჯანა ნაწილი, უჯანა მხარე) და, როგორც ჩანს, უწინ ყურის მხოლოდ უჯანა (ქვედა) კიდეზე ამოჭრილ სამკუთხედს აღნიშნავდა. შემდეგ ხუნძურში ამ სიტყვას სამკუთხედის ფორმის ნიშნის აღნიშვნა უკისრია, დამოუკიდებლად მისი ადგილმდებარეობისა. ადგილმდებარეობა ზუსტდება ცალკე სიტყვების: ცეხე (წინ) და ნაჯა (უჯანა)-ს დართვით. აღსანიშნავია, რომ ხუნძურში ჭართი ეწოდება მორზე ამოჭრილ ქდესაც (შდრ. შესაბამის სერთა ქართული სახელები: წინ ქადე, უჯან ქადე).

საიდირლიჩ აგრეთვე თურქული ენობრივი გარემოცვიდანაა შემოსული. საიდირლიჩ აღნიშნავს პატარა ოთხკუთხედ ბრტყელ ფიკარს, რომელსაც საქონლის გატყავებისას ხმარობენ. ამ საგანთან მსგავსების გამო შერქმევია ეს სახელი ჩვენთვის საინტერესო სერს (იხ. ნახ. 3,4,5).

ნიშნის დასახელებისას ჩამოითვლება ხოლმე ყველა ის ელემენტი, რომელიც ნიშანს შეადგენს. ვინაიდან ერთ ყურზე ნიშანთა თანმიმდევრობის ცვლას მნიშვნელობის ცვლა არ შეუძლია, ჩამოითვლისას მათი სახელწოდებების თანმიმდევრობა თავისუფალია. მაგ., შეიძლება ითქვას: ქუმარაბ ჭინალდა: ცეხე ჭართი, ცეხე ბალაჰიზაბუნ, ნაჯა ნუს ბან, ქვეჭაბ ჭინალდა: ცეხე საიდირლიჩ, ნაჯა ჭართი (მარჯვენა ყურზე: წინ „ართი“, წინ მიმართვით, უჯან დანის დადებით, მარცხენა ყურზე: წინ „სიდირლიჩი“, უჯანა „ართი“) და იმავე მნიშვნელობით: ქვეჭაბ ჭინალდა: ნაჯა ჭართი, ცეხე საიდირლიჩ, ქუმარალდა—ცეხე ბალაჰიზაბუნ, ცეხე ჭართი, ნაჯა ნუს ბან (მარცხენა ყურზე: უჯანა „ართი“, წინ „სიდირლიჩი“, მარჯვენაზე—წინ მიმართვით, წინ „ართი“, უჯან დანის დადებით).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 23.2.1961)

## ЭТНОГРАФИЯ

З. Н. ДЖАПАРИДЗЕ

### СОВРЕМЕННЫЕ УШНЫЕ МЕТКИ, УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ АВАРСКИМИ ЖИВОТНОВОДАМИ

#### Резюме

В статье рассмотрена ныне действующая система указания на владельца крупного и мелкого рогатого скота посредством ушных меток.

Описано тринадцать элементарных знаков, сочетания которых на ушах животного составляют метку в целом:

1. *səbe balahizabun*—«вперед направив» (рис. 1).<sup>1</sup>
2. *paqə balahizabun*—«назад направив» (рис. 2).
3. *səbe səidiryiç*—«передний, вперед *səidiryiç*» (рис. 3).
4. *paqə səidiryiç*—«задний *səidiryiç*» (рис. 4).
5. *bəʃul' səidiryiç*—«средний *səidiryiç*» (рис. 5).
6. *çalikvantsi* (рис. 6).
7. *səun*—«надрезав» (рис. 7).
8. *ʃohisəa qoʃun*—«отрезав кончик» (рис. 8).
9. *səbe ɰarti*—«передний *ɰarti*» (рис. 11).
10. *paqə ɰarti*—«задний *ɰarti*» (рис. 11).
11. *səbe nus ban*—«приложив нож спереди» (рис. 1).
12. *paqə nus ban*—«приложив нож сзади» (рис. 12).
13. *bərʹun*—«проткнув» (рис. 13).

Как видим, названия большинства этих знаков являются описательными. Исключение составляют три названия: *çalikvantsi*, *səidiryiç* и *ɰarti*. *çalikvantsi*, по-видимому, включает в себя косвенную основу слова *çalo*—«столб» и слово *kvantsi*—раздвоенный конец чего-либо, например, столба, крючка, стрелы. Перекликается с этим названием и название соответствующего знака в грузинском *boçiri* от *boçi*—«столб». Сам знак похож по форме на раздвоенный конец столба, на который опираются балки. *səidiryiç* (заимств. из тюркск.) обозначает некоторые знаки, по-видимому, на основе сходства с дощечкой, которая употребляется при свеживании туши и носит то же название. Слово *ɰarti*, вероятно, также заимствовано из тюркских языков (ср. турецк. *art*—«задняя часть», «задняя сторона») и, как видно, раньше обозначало треугольный знак лишь на задней (нижней) стороне уха. В дальнейшем оно в аварском стало обозначать всякую клиновидную метку, зарубку. Отсюда и необходимость уточнения места знака словами *səbe*—«вперед, впереди», *paqə*—«сзади» (ср. грузинские названия соответствующих знаков *çin çkde*—«впереди зарубка» и *uqan çkde*—«сзади зарубка»).

Из перечисленных тринадцати элементарных знаков первые восемь нами условно названы «неподвижными», поскольку каждый из них так или иначе связан с кончиком уха, что и определяет их «неподвижность». Остальные знаки («подвижные») не обладают строго определенной позицией в области их возможного вырезания. Изменение порядка расположения «подвижных» знаков в этой области не меняет значения метки (рис. 14).

<sup>1</sup> Названия меток взяты из чиркеевского говора аварского языка.



Нанесение на ухо «неподвижного» знака исключает возможность вырезания на том же ухе другого «неподвижного» знака. Наличие же «подвижного» знака не исключает наличия другого «подвижного» знака. Лишь два «неподвижных» знака не исключают возможности их переделывания в другой «неподвижный» знак. Это *ḫalikvanḫi* и *soḫp*, т. е. знаки, подобные которым по форме мы встречаем и среди «подвижных», но под другим названием. Можно полагать, что эти знаки раньше не ставились на кончике уха (ср. рис. 6, 7, 11, 12).

Как «неподвижные», так и «подвижные» знаки в составе метки самостоятельного значения не имеют. На основе учета формы, места, правил расположения знаков и распределения их названий в зависимости от позиции предполагается, что «неподвижные» знаки являются более древними. «Подвижные» знаки в недалеком прошлом употреблялись с функцией указания на нового владельца, например, при разделе отары. Вопрос о функциях «неподвижных» и «подвижных» знаков в более древнюю эпоху можно решить после детального изучения древних экономических отношений и форм владения в сельских общинах на Кавказе.

#### დავითიშვილის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ვ. ხარდაველიძე და გ. ჩიტაია. ქართული ხალხური ორნამენტი, I. ხეცურული. თბილისი, 1939.
2. ს. მაცალათია. თუშეთი. თბილისი, 1933.
3. И. И. Мещанинов. Загадочные знаки Причерноморья. Ленинград, 1933.
4. რ. ხარაძე. დიდი ოჯახის გადაონაშენები სვანეთში. თბილისი, 1939.
5. ს. მენტეშაშვილი. ქიზიყური ლექსიკონი. თბილისი, 1943.

ბ. ფურცელაძე

საბლანო რეფორმის საკითხისათვის იმართსა და ბურიაში  
(ჭუთაისის გუბერნია)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 25.12.1962)

XIX საუკუნის 60-იან წლებში რუსეთში გატარდა ბურჟუაზიული რეფორმები, რომელთაც მოჰყვა კაპიტალიზმის განვითარება-გამტკიცება ამ რეფორმებიდან ძირითადად წარმოადგენდა საგლეხო რეფორმა, რომელიც 1861 წელს გატარდა.

ამის შემდეგ საგლეხო რეფორმა გატარდა საქართველოში, სადაც ის გახორციელდა არა ერთბაშად, არამედ თანდათანობით, ცალკეული ნაწილების მიხედვით 1864—1871 წლებში. პირველად რეფორმა გატარდა აღმოსავლეთ საქართველოში. ერთი წლის შემდეგ, 1865 წლის 13 ოქტომბრის დებულების მიხედვით, ის გატარდა იმერეთსა და გურიაში (ჭუთაისის გუბერნია). ამის შემდეგ საგლეხო რეფორმა გატარდა შემდეგი თანმიმდევრობით: 1866 წლის 1 დეკემბრის დებულებით — სამეგრელოში, 1870 წელს — აფხაზეთში და 1871 წელს — სვანეთში.

როგორც რუსეთში, ისე საქართველოში საგლეხო რეფორმა ბატონყმური ხასიათის იყო. ვ. ი. ლენინი წერდა: „დიდი რეფორმა“ ბატონყმური რეფორმა იყო და არც შეიძლებოდა სხვანაირი ყოფილიყო, ვინაიდან მას ახორციელებდნენ მებატონეები“ ([1], 127).

საგლეხო რეფორმის ასეთი წესით გატარება საქართველოში გამოწვეული იყო რიგი მიზეზებით, რომელთაგან უმთავრესს წარმოადგენდა ქვეყნის ცალკეული ნაწილების სპეციფიკა, მებატონეთა და გლეხთა ურთიერთობაში რომ არსებობდა.

აღნიშნულის გამო მეფის ხელისუფლებას მიაჩნდა, რომ, კერძოდ, იმერეთსა და გურიაზე აღმოსავლეთ საქართველოსათვის შემუშავებულ დებულებათა პირდაპირი გავრცელება მიუღებელი იყო. ამიტომ ქართლ-კახეთში (აღმოსავლეთ საქართველო) რეფორმის დებულებათა გამოცხადების დღეს (1864 წ. 8 ნოემბერი) კავკასიის მეფისნაცვალმა წერდა ჭუთაისის გენ.-გუბერნატორს, რომ ჭუთაისის გუბერნიის გლეხთა „საქმის“ დაგეგმვისას საჭირო იყო მხოლოდ მოსაზრებათა დამუშავება იმ განსხვავებული ნიშნების შესახებ, რომელთაც ქმნიდა ამ გუბერნიის სპეციფიკა.

თბილისის გუბერნიაში (აღმოსავლეთ საქართველო) ჩატარებული მოსამზადებელი მუშაობის წესისაგან (თავად-აზნაურთა სამაზრო თათბირები) განსხვავებით, ჭუთაისის გუბერნიაში (იმერეთი და გურია) მეფის ხელისუფლებამ

სხვა ღონისძიებას მიმართა. გუბერნიის თითოეული მაზრიდან არჩეულ ორ-თავად-აზნაურთა წარმომადგენლები: 2—თავადთაგან და 2—აზნაურთაგან. ეს დეპუტატები სამაზრო თავად-აზნაურთა წინამძღოლებთან ერთად უნდა შეეკრებილიყვნენ ქ. ქუთაისში არა უგვიანეს 30 ნოემბრისა, ხოლო 1 დეკემბერს უნდა გახსნილიყო თავად-აზნაურთა დეპუტატების საერთო საგუბერნიო ყრილობა საგუბერნიო წინამძღოლის თავმჯდომარეობით (22, 76). ეს იყო „თავად-აზნაურთა კომიტეტი“, რომელსაც გადაეცა თბილისის გუბერნიის „ადგილობრივი დებულება“ დავალებით, რომ მისი ძირითადი საფუძვლების ხელშეუხებლად შეედგინა მოსაზრებანი იმ ცვლილებების შესახებ, რომელსაც საჭიროდ დაინახავდა ქუთაისის გუბერნიის თავისებურებათა საფუძველზე. ამ მუშაობისათვის კომიტეტს მიცემული ჰქონდა 3 თვის ვადა. მუშაობის დასრულების შემდეგ კომიტეტმა თავისი მოსაზრებანი სავანჯებო „წერილის“ სახით გადასცა მთავრობის კომისიას 1865 წლის 1 მარტს.

იმერეთისა და გურიის თავად-აზნაურობა ამ „წერილში“, ქართლ-კახეთის თავად-აზნაურობის მსგავსად, აცხადებდა, რომ მიწებს ის იძენდა მეფეთა და მიწისმფლობელთაგან სამშობლოს წინაშე სხვადასხვა დამსახურების გამო, რასაც თან სდევდა „სისხლის დაღვრა“. ის აღნიშნავდა, რომ ბატონყმური ურთიერთობის გაუქმება, გლეხსა და მის ქონებაზე უფლების მოსპობა მემამულეთ დიდ განსაცდელში აგდებდა.

ამის გამო თავად-აზნაურობა დაბეჯითებით მოითხოვდა გლეხთა პირადი თავისუფლების გამო სათანადო სასყიდელს.

საჭიროა მიეთითოს, რომ ქუთაისის გუბერნიის თავად-აზნაურთა კომიტეტი კიდევ უფრო მეტად უღმობელი იყო თავისი მოთხოვნებით გლეხთა მიმართ, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოს თავად-აზნაურობა, რაც გუბერნიის მეტი მცირემიწიანობით იყო გამოწვეული; მაგრამ კომიტეტის ასეთი განწყობილება ნაწილობრივ წინააღმდეგობას წააწყდა მთავრობისა და მისი კომისიის სახით.

პირველ რიგში მთავრობის კომისიამ უარყო თავად-აზნაურთა მოთხოვნა, რათა გლეხთა საცხოვრებელ სახლებსა და სხვა სამეურნეო ნაგებობებზე მას მისცემოდა გარკვეული ანაზღაურება მათი მეოთხედი ნაწილის ანგარიშით. კომისიამ აღიარა, რომ თბილისის გუბერნიის მსგავსად მთელი ნაგებობანი გადასულიყო გლეხობის საკუთრებად (22, 78).

კომიტეტის მიერ შემუშავებული სამოსახლო ნაკვეთის ზომა ვარაუდობდა: ქუთაისისა და ოზურგეთის მაზრებისათვის ერთ ჭეცვას (900 კვ. საე.), შორაპნის მაზრისათვის ჭეცვის 2/3-ს (600 კვ. საე.), რაჭის მაზრისათვის 1/2 ჭეცვას (450 კვ. საე.). მთავრობის კომისიამ სამოსახლოს ზომად გუბერნიის ყველა მაზრაში აღიარა ერთი ჭეცვა (900 კვ. საე.). მცირემიწიანი რაჭის მაზრის ჩათვლით, ხოლო მიწის ძირითად ნაწილად ქუთაისის გუბერნიის გლეხთა ყველა კატეგორიისათვის კომისიამ მიიღო 4 ჭეცვა, უმაღლეს ზომად კი 12 ჭეცვა, ე. ი. 41/2 დესეტინა, რაც უახლოვდებოდა თბილისის გუბერნიის უმაღლეს ზომას — 5 დესეტინას.

მასთან ქუთაისის გუბერნიის ერთი ქცევა მიწა კომისიამ გაუფასურებლად თბილისის გუბერნიის ერთი დღის სახნავს და გადასახადად საეზოვე (სამოსახლო) მიწისათვის 3 მანეთი მიიჩნია.

საველე (სახნავ-სათესი და სათიბი) მიწის გადასახადი კომისიამ მიზანშეწონილად მიიჩნია დაეწესებინა, თბილისის გუბერნიის მსგავსად, მოსავლის 1/4-ის ოდენობით. მეტად მცირემიწიანი რაჰის მაზრის თავად-აზნაურობისათვის დაშვებულ იქნა დათმობა: საეზოვე 1/2 ქცევაზე ნაკლები უნდა ჩათვლილიყო 1/2 ქცევად და გლეხებს გადაეხადათ ამ უკანასკნელის ანგარიშით, ხოლო 1 ქცევაზე ნაკლები — 1 ქცევად და იმავე წესით უნდა გაეღოთ გლეხებს გადასახადი — 1 ქცევიდან. ცხადია, მთავრობის კომისიის ასეთი დადგენილება მეტად უსამართლო იყო გლეხობის მიმართ (12, 89).

საერთოდ, მთავრობის კომისია ზოგიერთ საკითხში თითქოს წინააღმდეგა ქუთაისის გუბერნიის თავად-აზნაურთა კომიტეტის მიერ შემუშავებულ მოსაზრებით, მაგრამ ეს „წინააღმდეგობა“, სხვადასხვა შესწორება-დამატებათა სახით გამოხატული, მხოლოდ იმავე თავად-აზნაურობის ინტერესების უფრო რაციონალური დაცვის მოტივით იყო გამოწვეული. მთავრობის კომისია უკეთ ხედავდა, თუ როგორ სამოსელში აჯობებდა რეფორმის განხორციელება მისი მშვიდობიანი ჩატარებისათვის.

ქუთაისის საგუბერნიო კომიტეტის მიერ შემუშავებული მოსაზრებანი საგლეხო რეფორმის შესახებ, მთავრობის კომისიის მიერ შეტანილი ცვლილებებით, განხილულ იქნა კავკასიის მეფისნაცვლეს მთავარ მმართველობასთან არსებულ ამიერკავკასიის გლეხთა მომწყობ ცენტრალურ კომიტეტში. კომიტეტს ევალებოდა დებულების საბოლოო პროექტის შემუშავება, დამატებითი წესების სახით 1864 წლის 13 ოქტომბრის დებულებისადმი (12), 94).

მოიწონა რა ძირითადად მთავრობის კომისიის მიერ წარდგენილი პროექტი, ცენტრალურმა კომიტეტმა მასში შეიტანა ზოგიერთი ცვლილება, ხოლო ზოგან — სარდაქციო ხასიათის შესწორებანი. ეს ცვლილებანი და შესწორებანი შეეხებოდნენ შემდეგ საკითხებს: გლეხთათვის მისაჩენი მიწის (ნადელის) საკითხს, მცირემიწიანი მებატონეების განთავისუფლებას გლეხთათვის მიწის გადაცემისაგან, გლეხთა ვალდებულებებს მემამულეთადმი, რაჰის მაზრის მთიანი მამულებისათვის დაშვებულ გამორიცხვით, შინაყმათა საკითხს, გლეხთაგან მიწის ნადელის საკუთრებად შექენასა და მათთვის მთავრობის დახმარებას და გლეხთა პირად ვალდებულებათა გაუქმების გამო მემამულეთათვის სასყიდლის მიცემას.

ამიერკავკასიის გლეხთა მომწყობ ცენტრალურ კომიტეტში განხილვისა და თბილისის გუბერნიის ადგილობრივი დებულებისადმი დამატებითი წესების საბოლოო პროექტის დაშადების შემდეგ, ქუთაისის გუბერნიის საგლეხო რეფორმის პროექტი გაიგზავნა კავკასიის კომიტეტში (პეტერბურგში) დაამტკიცებლად.

აღნიშნული პროექტი განხილულ იქნა კავკასიისა და მთავარი კომიტეტების გაერთიანებულ სხდომაზე. გაერთიანებულმა კომიტეტებმა აღიარეს, რომ

ამიერკავკასიის ცენტრალური კომიტეტის მოსაზრებანი შეთანხმებული იყო როგორც რუსეთის 1861 წლის 19 თებერვლის კანონდებულებათა უმთავრეს საწყისებთან გლახობის შესახებ, ისე თბილისის გუბერნიის 1864 წლის 13 ოქტომბრის დებულებასთან; გადახვევანი, რომელნიც დაშვებული იყო პროექტით ქუთაისის გუბერნიის სპეციფიკური პირობების გამო, კომიტეტებმა კანონიერად მიიჩნიეს. დამახასიათებელია, რომ გაერთიანებულმა კომიტეტებმა შეცვალეს წარდგენილი პროექტის მხოლოდ ერთი მუხლი, სახელდობრ 27-ე მუხლი, რომელიც შემდეგს აღიარებდა: თუ გლახებს მოეპოვებოდათ საკუთარი საველე მიწები, მაშინ მემამულეს შეეძლო გამოერიცხა ეს ფართობი გლახთათვის გადასაცემი მიწის ნორმიდან. ეს მუხლი უარყოფილ იქნა იმ მოტივით, რომ ასეთი საკუთრება გლახებს ჰქონდათ რუსეთის შიდა გუბერნიებშიც, ისე რომ ქუთაისის გუბერნია ამ მხრივ არავითარ თავისებულებას არ შეიცავდა ([2], 103).

ასე შემუშავდა ქუთაისის გუბერნიის (იმერეთი და გურია) 1865 წლის 13 ოქტომბრის კანონდებულებანი.

გავეცნოთ იმ დოკუმენტს, რომლის საფუძველზე მოხდა გლახთა „განთავისუფლება“ ქუთაისის გუბერნიაში. ამ დოკუმენტს ეწოდება „დამატებითი კანონი 13 ოქტომბრის 1864 წლის წესდებათადაი გლახთათვის გამოსულთ ყმობათს დამოკიდებულებისაგან ქუთაისის გუბერნიაში“ [3].

ცხადია, ამ შემთხვევაში ჩვენ განვიხილავთ ამ „კანონთა“ მხოლოდ არსებით მუხლებს.

პირველი მუხლი აღიარებდა, რომ სამარადისოდ ისპობა ბატონყმური უფლება ქუთაისის გუბერნიის გლახებზე, რომელნიც დასახლებულნი იყვნენ საბატონო მამულზე, ან ცხოვრობდნენ ხიზნებად მებატონეთა ან სხვა უწყებათა (ხაზინისა ან ეკლესიის) მიწებზე, ან ცხოვრობდნენ ქალაქებსა და სავაჭრო სოფლებში.

მეხუთე მუხლში აღნიშნულია, რომ „1861 წლის 19 თებერვლის კანონებით“ დამტკიცებულ ფულადი გადასახადის გაღების წესი შინამოსამსახურეთათვის ვრცელდება იმ გლახებზე, რომელნიც „დგანან რა ხიზნად“ სხვა მებატონეთა ან უწყებათა (ხაზინისა ან ეკლესიის) მიწაზე, ან ცხოვრობენ ქალაქებსა და სავაჭრო სოფლებში, ეხლაც ისღიან ამგვარ გადასახადს. გადასახადი უნდა დარჩეს ამ კანონის გამოცემამდე არსებულის ოდენობით. „ყოველს შემთხვევაში“, ფულის გადასახადი არ უნდა ყოფილიყო 30 მანეთზე მეტი თითოეულ მოზრდილ მამაკაცზე.

მეექვსე მუხლი განსაზღვრავს გლახთა მიერ მიწების საკუთრებად მოპოების წესს; ეს მოპოება ეზოსი ან სამოსახლოსი, მალღარისა და დაბლარის ვენახებისა და მინდვრის ანუ ველის მიწებისა უნდა მომხდარიყო მხოლოდ მებატონის თანხმობით. მაშასადამე, მიწების შეძენა საკუთრებად, ანუ მათი გამოსყიდვა, მოითხოვდა არა მარტო გლახის მზადყოფნასა და სურვილს გამოესყიდა ისინი, არამედ მებატონის დასტურს. სწორედ ეს გარემოება, სხვა მრავალთა შორის, მიუთითებდა საგლახო რეფორმის მებატონურ ხასიათზე. ასეთი წესი დააკანონა 1861 წლის 19 თებერვლის დებულებამ რუსეთში, 1864

წ. 13 ოქტომბრის დებულებამ აღმოსავლეთ საქართველოში (თბილისის გუბერნია) და იგივე გავრცელდა იმერეთ-გურიის (ქუთაისის გუბერნია) მიმართაც. მაგრამ ეს ე. წ. დროებითი ვალდებულება რუსეთში ლიკვიდირებულ იქნა 1881 წლის კანონით (ე. ი. რეფორმის ოცი წლის თავზე), ხოლო ამიერკავკასიაში (მაშასადამე, საქართველოშიც) დროებითვალდებულ გლეხთა ინსტიტუტი გაუქმდა მხოლოდ 1912 წლის კანონით, ე. ი. თითქმის ნახევარი საუკუნის შემდეგ (48 წლის შემდეგ) საგლეხო რეფორმის გატარებიდან აღმოსავლეთ საქართველოში. ცხადია, აღმოსავლეთ საქართველოს მსვავსად, იმერეთსა და გურიაში გლეხთა მიერ ნადელის შექმნა გაცილებით ნელი ტემპით წარიმართა, ვიდრე რუსეთში.

გლეხთაგან ნადელის შესყიდვა ხდებოდა მთავრობის მიერ გაცემული სესხით. ასე იყო რუსეთშიც, მაგრამ იქ სესხი გაიცემოდა გამოსასყიდი ფასის 80%-ის რაოდენობით, ხოლო საქართველოში ის ივარაუდებოდა 30%-მდე. ამის გამო აქ გლეხებს საკუთარი სახსრებიდან ნაღდად უნდა გაეღოთ გამოსასყიდი თანხის 2/3-ზე მეტი, სახელდობრ 70% ([4], 103). ამიტომ საერთოდ საქართველოში და კერძოდ, იმერეთსა და გურიაში გლეხები მეტ შემთხვევაში უარს აცხადებდნენ მთავრობის სესხზე და არჩევდნენ საკუთარი სახსრებით შექმნით ნადელი. მაგრამ გლეხებისათვის ეს „შეძენა“ მეტად ძნელად მისაღწევი გახდა. 22-ე მუხლში აღნიშნულია, რომ დებულებით გლეხებს „დაეტოვებათ ნიჟადაც სარგებლობად“: სამოსასლოები, ვენახები (დაბლარი და მალლარი), აგრეთვე ველის მიწები (სახნავ-სათესი და სათიბი), რომლებითაც თითოეული კომლი სარგებლობდა ამ კანონთა დამტკიცებამდე.

კანონით განსაზღვრული იყო გლეხთა სამოსასლოს ზომა: ერთ კომლ გლეხზე ის არ უნდა ყოფილიყო 1 ქევეაზე მეტი (მუხ. 29-ე).

ვენახების შესახებ საგლეხო რეფორმის კანონდებულებანი შემდეგს ადგენენ: ა) დაბლარ ვენახად იწოდებოდა შემოღობილი სავენახე ადგილის ის ნაწილი, რომელზედაც გაშენებული იყო ვაზები, ხილის, ბეჟლისა და ნიგვზის ხეები (მუხ. 31-ე); ბ) მალლარ ვენახად კი იწოდებოდა ის ადგილი, რომელზედაც გაშენებული იყო ვაზები, ნაყოფმომცემი ხეები და აგრეთვე ხეულები და სხვა მიწები, რაც ამ ვაზების გარეშე „ერთ საზღვარში იყოფებოდა“ (მუხ. 32-ე).

ამასთან დაწესებული იყო ვენახების ზომა, რომელიც მალლარისათვის უდრიდა 4 ქევეს (უმალღესი ზომა), მუხ. 33.

35-ე მუხლში ნათქვამია: გლეხის სარგებლობაში არსებული დაბლარი ვენახი არა ნაკლებ 2 ქევესა „შეირიცხება ველის მამულად“.

ველის მიწისათვის „დაიდება საკუთარი ზომა, რომელიც შეიცავს ოთხ ქევეს“ და სახელად ჰქვია ძირი (ძირითადი — გ. ფ.) ველის მიწა (მუხ. 37-ე). მაგრამ გლეხისათვის მიჩენილი საკომური ველის მიწა შეიცავდა ძირითადად მეტ სივრცეს, რომელიც იწოდებოდა „ზედ-დამატებულ ნაწილად“ (მუხ. 38-ე).

საგლეხო რეფორმის დებულებით, საერთოდ, გლეხებს შეუძცირდათ მათ მიერ დაკავებული მიწის ფართობი, მათ ჩამოაპტრეს მიწები:



ამიერკავკასიის ცენტრალური კომიტეტის მოსაზრებანი შეთანხმებულად გამოცემულ რეგულაციებში, რომლებიც 1861 წლის 19 თებერვლის კანონდებულებათა უმთავრეს საწყისებთან გლახობის შესახებ, ისე თბილისის გუბერნიის 1864 წლის 13 ოქტომბრის დებულებასთან; გადახვევანი, რომელიც დაშვებული იყო პროექტით ქუთაისის გუბერნიის სპეციფიკური პირობების გამო, კომიტეტებმა კანონიერად მიიჩნიეს. დამახასიათებელია, რომ გაერთიანებულმა კომიტეტებმა შეცვალეს წარდგენილი პროექტის მხოლოდ ერთი მუხლი, სახელდობრ 27-ე მუხლი, რომელიც შემდეგს აღიარებდა: თუ გლახებს მოეპოვებოდათ საკუთარი საველე მიწები, მაშინ მემამულეს შეეძლო გამოერიცხა ეს ფართობი გლახთათვის გადასაცემი მიწის ნორმიდან. ეს მუხლი უარყოფილ იქნა იმ მოტივით, რომ ასეთი საკუთრება გლახებს ჰქონდათ რუსეთის შიდა გუბერნიებშიც, ისე რომ ქუთაისის გუბერნია ამ მხრივ არავითარ თავისებურებას არ შეიცავდა ([2], 103).

ასე შემუშავდა ქუთაისის გუბერნიის (იმერეთი და გურია) 1865 წლის 13 ოქტომბრის კანონდებულებანი.

გვეცნოთ იმ დოკუმენტს, რომლის საფუძველზე მოხდა გლახთა „განთავისუფლება“ ქუთაისის გუბერნიაში. ამ დოკუმენტს ეწოდება „დამატებითი კანონი 13 ოქტომბრის 1864 წლის წესდებათადმი გლახთათვის გამოსულთ ყმობით დამოკიდებულებისაგან ქუთაისის გუბერნიაში“ [3].

ცხადია, ამ შემთხვევაში ჩვენ განვიხილავთ ამ „კანონთა“ მხოლოდ არსებით მუხლებს.

პირველი მუხლი აღიარებდა, რომ სამარადისოდ ისპობა ბატონყმური უფლება ქუთაისის გუბერნიის გლახებზე, რომელიც დასახლებულნი იყვნენ საბატონო მამულზე, ან ცხოვრობდნენ ხიზნებად მებატონეთა ან სხვა უწყებათა (ხაზინისა ან ეკლესიის) მიწებზე, ან ცხოვრობდნენ ქალაქებსა და სავაჭრო სოფლებში.

მეხუთე მუხლი აღნიშნულია, რომ „1861 წლის 19 თებერვლის კანონებით“ დამტკიცებულ ფულადი გადასახადის ვალების წესი შინამოსამსახურეთათვის ვრცელდება იმ გლახებზე, რომელიც „დგანან რა ხიზნად“ სხვა მებატონეთა ან უწყებათა (ხაზინისა ან ეკლესიის) მიწაზე, ან ცხოვრობენ ქალაქებსა და სავაჭრო სოფლებში, ეხლაც იხდიან ამგვარ გადასახადს. გადასახადი უნდა დარჩეს ამ კანონის გამოცემამდე არსებულის ოდენობით. „ყოველს შემთხვევაში“, ფულის გადასახადი არ უნდა ყოფილიყო 30 მანეთზე მეტი თითოეულ მოზრდილ მამაკაცზე.

მეექვსე მუხლი განსაზღვრავს გლახთა მიერ მიწების საკუთრებად მოპოების წესს; ეს მოპოება ეზოსი ან სამოსახლოსი, მალარისა და დაბლარის ვენახებისა და მინდვრის ანუ ველის მიწებისა უნდა მომხდარიყო მხოლოდ მებატონის თანხმობით. მაშასადამე, მიწების შექმნა საკუთრებად, ანუ მათი გამოსყიდვა, მოითხოვდა არა მარტო გლახის მზადყოფნასა და სურვილს გამოსყიდა ისინი, არამედ მებატონის დასტურს. სწორედ ეს გარემოება, სხვა მრავალთა შორის, მიუთითებდა საგლახო რეფორმის მებატონურ ხასიათზე. ასეთი წესი დააკანონა 1861 წლის 19 თებერვლის დებულებამ რუსეთში, 1864

წ. 13 ოქტომბრის დებულებამ აღმოსავლეთ საქართველოში (თბილისის გუბერნია) და იგივე ვაჭრულდა იმერეთ-გურიის (ქუთაისის გუბერნია) მიმართაც.

მაგრამ ეს ე. წ. დროებითი ვალდებულება რუსეთში ლიკვიდირებულ იქნა 1881 წლის კანონით (ე. ი. რეფორმის ოცი წლის თავზე), ხოლო ამიერკავკასიაში (მაშასადამე, საქართველოშიც) დროებითვალდებულ გლეხთა ინსტიტუტი გაუქმდა მხოლოდ 1912 წლის კანონით, ე. ი. თითქმის ნახევარი საუკუნის შემდეგ (48 წლის შემდეგ) საგლეხო რეფორმის გატარებიდან აღმოსავლეთ საქართველოში. ცხადია, აღმოსავლეთ საქართველოს მსგავსად, იმერეთსა და გურიაში გლეხთა მიერ ნადელის შექენა გაცილებით ნელა ტემპით წარიმართა, ვიდრე რუსეთში.

გლეხთაგან ნადელის შესყიდვა ხდებოდა მთავრობის მიერ გაცემული სესხით. ასე იყო რუსეთშიც, მაგრამ იქ სესხი გაიცემოდა გამოსასყიდი ფასის 80%-ის რაოდენობით, ხოლო საქართველოში ის ივარაუდებოდა 30%-მდე. ამის გამო აქ გლეხებს საკუთარი სახსრებიდან ნაღდად უნდა გაეღოთ გამოსასყიდი თანხის 2/3-ზე მეტი, სახელდობრ 70% ([4], 103). ამიტომ საერთოდ საქართველოში და, კერძოდ, იმერეთსა და გურიაში გლეხები მეტ შემთხვევაში უარს აცხადებდნენ მთავრობის სესხზე და არჩევდნენ საკუთარი სახსრებით შექენათ ნადელი. მაგრამ გლეხებისათვის ეს „შექენა“ მეტად ძნელად მისაღწევი გახდა. 22-ე მუხლში აღნიშნულია, რომ დებულებით გლეხებს „დაეტოვებათ ნიადგ სარგებლობად“: სამოსახლოები, ვენახები (დაბლარი და მალლარი), აგრეთვე ველის მიწები (სახნავ-სათესი და სათიბი), რომლებითაც თითოეული კომლი სარგებლობდა ამ კანონთა დამტკიცებამდე.

კანონით განსაზღვრული იყო გლეხთა სამოსახლოს ზომა: ერთ კომლ გლეხზე ის არ უნდა ყოფილიყო 1 ქვევავზე მეტი (მუხ. 29-ე).

ვენახების შესახებ საგლეხო რეფორმის კანონდებულებანი შემდეგს ადგენენ: ა) დაბლარ ვენახად იწოდებოდა შემოღობილი სავენახე ადგილის ის ნაწილი, რომელზედაც გაშენებული იყო ვაზები, ხილის, ბეოლისა და ნიკვზის ხეები (მუხ. 31-ე); ბ) მალლარ ვენახად კი იწოდებოდა ის ადგილი, რომელზედაც გაშენებული იყო ვაზები, ნაყოფმომცემი ხეები და აგრეთვე ხნულენი და სხვა მიწები, რაც ამ ვაზების გარეშე „ერთ საზღვარში იყოფებოდა“ (მუხ. 32-ე).

ამასთან დაწესებული იყო ვენახების ზომა, რომელიც მალლარისათვის უდრიდა 4 ქვევას (უმაღლესი ზომა), მუხ. 33.

35-ე მუხლში ნათქვამია: გლეხის სარგებლობაში არსებული დაბლარი ვენახი არა ნაკლებ 2 ქვევისა „შეირიცხება ველის მამულად“.

ველის მიწისათვის „დაიდება საკუთარი ზომა, რომელიც შეიცავს ოთხ ქვევას“ და სახელად ჰქვია ძირი (ძირითადი — გ. ფ.) ველის მიწა (მუხ. 37-ე). მაგრამ გლეხისათვის მიჩენილი საკომური ველის მიწა შეიცავდა ძირითადზე მეტ სივრცეს, რომელიც იწოდებოდა „ზედ-დამატებულ ნაწილად“ (მუხ. 38-ე).

საგლეხო რეფორმის დებულებით, საერთოდ, გლეხებს შეუშეშრდათ მათ მიერ დაკავებული მიწის ფართობი, მათ ჩამოაპკრეს მიწები:



ნია) გლახთა ყმობისაგან „განთავისუფლების“ შესახებ, არსებითად წარმოადგენდნენ იმ ზოგადი პრინციპების გამოვრებას, რომლებზედაც აგებული იყო 1864 წლის 13 ოქტომბრის დებულებანი აღმოსავლეთ საქართველოსათვის (თბილისის გუბერნია), ხოლო ეს უკანასკნელი ძირითადად დამყარებული იყო რუსეთის 1861 წლის 19 თებერვლის დებულებათა ზოგად საწყისებზე.

მაშასადამე, 1865 წლის 13 ოქტომბრის კანონდებულებანი ქუთაისის გუბერნიის გლახთა შესახებ წარმოადგენდნენ რუსეთის 1861 წლის 19 თებერვლის აქტის გამოხატულებას, ადგილობრივი პირობების სპეციფიკის გამო დაშვებული ზოგიერთი თავისებურებით ([2], 113).

საკითხი იმის შესახებ, თუ რა მისცა რეფორმამ გლახებს იმერეთსა და გურიაში, გადაწყვეტილია განხილულ „დამატებით კანონთა“ შინაარსით. საგლეხო რეფორმა საქართველოს ამ ნაწილში (ისე, როგორც მთელ საქართველოში) ატარებდა კიდევ უფრო მეტატონურ ხასიათს, ვიდრე რუსეთის შიდა გუბერნიებში. რეფორმის შემდეგ იმერეთ-გურიის გლახობის მდგომარეობა კიდევ უფრო გაუარესდა, ის დაადგა სრული ვადატაკების გზას. ამას ვასაგებს ხდის საქართველოს ამ ნაწილის შედარებით მეტი მცირემიწიანობა, რაზედაც ზემოთ იყო მითითებული. თითოეული მეტატონის მფლობელობაზე საშუალოდ აქ მოდიოდა 40 დესტინამდე, ხოლო გლახის კომლზე 4—5 ქეკვა, ანუ 1/2 დან 2 დესტინამდე ([2], 133).

ეხებოდა რა გლახობის მდგომარეობას რეფორმის შემდეგ რუსეთში, ვ. ი. ლენინი წერდა: „მემამულეებმა არათუ დაიტაცეს გლახთა მიწები, არათუ მიუზომეს გლახებს უტუდესი, ხანდახან სრულიად უვარგისი მიწა, არამედ ყოველ ნაბიჯზე მახესაც უგებდნენ მათ, ესე იგი ისე გამოიჩნეს მიწა, რომ გლახები ხან უსამოვროდ რჩებოდნენ, ხან უსათიბოდ, ხან უტყუოდ და ხან უწყაღსაღვეოდ. ძირითადი რუსეთის გუბერნიების უმეტეს ნაწილში გლახები ბატონყმობის გაუქმების შემდეგაც მემამულეების წინანდელ, აუტანელ კაბალაში დარჩნენ“ ([1], 88).

კიდევ მეტი ძალით უნდა მივუყენოთ ლენინის მოცემული დახასიათება საერთოდ საქართველოსა და განსაკუთრებით იმერეთ-გურიის გლახთა რეფორმის შემდგომ მდგომარეობას.

თავისი ეკონომიური მდგომარეობით ქუთაისის გუბერნია ჩამოუვარდებოდა თბილისის გუბერნიას, გლახური მოსახლეობის რაოდენობით კი ის ვაცილებით აღემატებოდა მას. ასე, საგლეხო რეფორმის გამოცხადების შემდეგ თბილისის გუბერნიაში იყო გლახთა 106. 634—სული ორივე სქესისა, ხოლო ქუთაისის გუბერნიაში — 181, 270 ს. მემამულეთა მფლობელობა კი ქუთაისის გუბერნიაში 2 1/2-ჯერ ნაკლები იყო თბილისის გუბერნიასთან შედარებით ([2], 134).

1860 — 61 წწ. კამერალური აღწერით ქუთაისის გუბერნიის 4 მაზრაში (ქუთაისის, შორაპნის, ოზურგეთისა და რაქის) ითვლებოდა მეტატონეთა 4.785 ოჯახი, რომლების მფლობელობაში იმყოფებოდა 96. 732 ს. მამრობითი სქ. ანუ 24. 136 კომლი.

მებატონეთა ამ რიცხვიდან (4,785) გლეხთა 21 სულზე ნაკლებს ფლობდა 3.776, ანუ 4/5 (12), 115).

მოტანილი სტატისტიკური მასალა ნათლად გვიჩვენებს იმერეთ-გურიის გლეხობის მეტად უნუგეშო მდგომარეობას როგორც საგლეხო რეფორმის წინ, ისე განსაკუთრებით მისი გატარების შემდეგ.

მაგრამ, ამის მიუხედავად, რეფორმა საქართველოს ამ ნაწილშიც ინარჩუნებდა თავის როლს ქვეყნის შემდგომი განვითარებისათვის ნიადაგის მომზადების თვალსაზრისით; საგლეხო რეფორმა აქაც ატარებდა ბურჟუაზიულ ხასიათს და ამდენად იმერეთსა და გურიასაც შესაძლებელია მივუყენოთ ის შეფასება, რომელიც რეფორმას მისცა ვ. ი. ლენინმა: „საგლეხო რეფორმა“ იყო მებატონეების მიერ გატარებული ბურჟუაზიული რეფორმა. ეს იყო ნაბიჯი რუსეთის ბურჟუაზიულ მონარქიად გადაქცევის გზაზე“ (11, 127). იმერეთსა და გურიაშიც მეტ-ნაკლებად გადაიდგა ასეთი ნაბიჯი.

პუშკინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო პედაგოგიურ ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.12.1962)

ИСТОРИЯ

Г. А. ПУРЦЕЛАДЗЕ

## К ВОПРОСУ О КРЕСТЬЯНСКОЙ РЕФОРМЕ В ИМЕРЕТИИ И ГУРИИ (Кутаисская губерния)

Резюме

В работе дается характеристика подготовки реформы в Кутаисской губернии, в ней отмечается, что крестьянская реформа носила здесь еще более крепостнический характер, чем в Тифлисской губернии.

На основании анализа Дополнительных правил о крестьянах, вышедших из крепостной зависимости в Кутаисской губернии (от 13 октября 1865 г.), автор показал, что степень закабаления помещичьих крестьян Кутаисской губернии (Имерети и Гурия) была еще большей в сравнении с закабалением крестьян Тифлисской губернии (Восточная Грузия).

Несмотря на тяжелые условия реформы в Кутаисской губернии, эта реформа и здесь была шагом вперед по пути развития капитализма.

დავითიანთი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ვ. ი. ლენინი. თხზულებანი, 17, თბილისი, 1951.
2. გ. ფურცელაძე. საგლეხო რეფორმა დასავლეთ საქართველოში. საკანდიდატო დისერტაცია. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 1941.
3. შურბ. „ცისკარი“, № 11-12, 1865.
4. გ. ფურცელაძე. საგლეხო რეფორმის ადგილობრივი დებულების საკითხისათვის აღმოსავლეთ საქართველოში. პუშკინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, ტ. X, 1955.

საბჭოთა მათემატიკის ტომის შინაარსი  
СОДЕРЖАНИЕ ТРИДЦАТЬ ПЕРВОГО ТОМА  
CONTENTS OF THE THIRTY FIRST VOLUME

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—МАТЕМАТИКС

|  |     |
|--|-----|
| Г. И. Сулхანიшвили. О численном решении обобщенного полигармонического неоднородного уравнения . . . . .                           | 3   |
| *გ. სულხანიშვილი. განზოგადებული არაერთგვაროვანი პოლიჰარმონიული განტოლების რიცხვითი ამოხსნის შესახებ . . . . .                      | 7   |
| Д. П. Зерагия. О решении задачи Дирихле для некоторых нелинейных уравнений эллиптического типа . . . . .                           | 9   |
| *ვ. ზერაგია. დირიხლეს ამოცანის ამოხსნის შესახებ ზოგიერთი ელიფსური ტიპის არაწრფივი განტოლებისათვის . . . . .                        | 14  |
| Ш. С. Пхакадзе. Разложение меры . . . . .  | 15  |
| *შ. ფხაკაძე. ზომის დაშლა . . . . .   | 22  |
| ვ. კოკილაშვილი. ფორმის ლაკუნარული მწკრივების შესახებ . . . . .   | 257 |
| *В. М. Коклашвили. Об обобщенных лакунарных рядах Фурье . . . . .  | 262 |
| В. В. Бадагадзе. Об аппроксимации дифференциальных уравнений второго порядка эллиптического типа разностными уравнениями . . . . . | 263 |
| *ვ. ბადაგაძე. მეორე რიგის ელიფსური ტიპის დიფერენციალური განტოლების აპროქსიმაციის შესახებ სხვაობიანი განტოლებებით . . . . .         | 268 |
| ვ. ანთიძე. ლექსიკონის აგებულება კართული ენიდან მანქანური თარგმანისათვის . . . . .  | 271 |
| *Дж. Г. Антидзе. Строение словаря для машинного перевода с грузинского языка . . . . .   | 276 |
| თ. ბურჭულაძე. ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ ერთი კლასის ელიფსური სისტემისათვის . . . . .                                     | 513 |
| *Г. В. Бурчуладзе. О некоторых граничных задачах для одного класса эллиптических систем . . . . .                                  | 520 |
| Ш. С. Пхакадзе. Разложение мер различных типов . . . . .   | 521 |
| *შ. ფხაკაძე. სხვადასხვა ტიპის ზომათა დაშლები . . . . .   | 528 |
| კ. ცქიტიანი. ფუნქციონალის პირობითი ექსტრემუმის შესახებ ჰილბერტის სივრცეში ბმათა კონტინუალური რიცხვის შენთხვევაში . . . . .         | 529 |
| *К. Э. Цкирия. Об условном экстремуме функционала в гильбертовом пространстве в случае континуального числа связей . . . . .       | 535 |
| ღრმავლობის თეორია—ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ—THEORY OF ELASTICITY  |     |
| И. А. Зоненшвили. Об одной задаче изгиба упругой пластинки . . . . .   | 23  |
| *ი. ზონენაშვილი. ფირფიტის ღუნვის ერთი შეოველი ამოცანის შესახებ . . . . .   | 30  |
| კიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS  |     |
| В. В. Чавчанидзе, Б. И. Бондарев. $n$ -уровневая теория вероятностей . . . . .   | 537 |
| *ვ. ჭავეჭავანიძე, ბ. ბონდარევი. $n$ -დონიანი ალბათობათა თეორია . . . . .   | 542 |

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაურო 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.

## ჰიდრომეხანიკა—ГИДРОМЕХАНИКА—HYDROMECHANICS

- А. Г. Хантадзе. О вращении проводящей жидкости с перемещающимся центром . . . . . 543
- \*ა. ხანთაძე. მოძრავი ცენტრის მქონე გამტარი სითხის ბრუნვის შესახებ . . . . . 548

## ჰიდრაულიკა—ГИДРАВЛИКА—HYDRAULICS

- Г. И. Кватадзе. О волновых свойствах быстроток . . . . . 551
- \*გ. კვათაძე. სწრაფსადენების ტალღური თვისებების შესახებ . . . . . 558

## ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

- Г. М. Мирианашвили, А. А. Бурчуладзе, Н. Я. Кирикашвили, Д. И. Баазов. Малофонная установка для измерения слабых активностей . . . . . 31
- \*გ. მირიანაშვილი, ა. ბურჭულაძე, ნ. ქირიკაშვილი, დ. ბააზოვი. მცირეფონიანი დანადგარი სუსტი გამოსხივების გასაზომად . . . . . 35
- Т. В. Бурджанадзе, П. Л. Привалов, Н. Н. Тавхелидзе. Вакуумный адиабатный калориметр с автоматической регулировкой тепловых шпирм для исследования тепловых свойств растворов макромолекула . . . . . 277
- \*თ. ბურჯანაძე, პ. პრივალოვი, ნ. თავხელიძე. ადიაბატური ვაკუუმური კალორიმეტრი მიკრომოლეკულური ხანარებას სითხური თვისებების შესასწავლად . . . . . 281
- Б. Шилошани. ელემენტარული ნაწილაკების ელექტრომაგნიტური გადასვლა . . . . . 559
- \*Н. Н. Шилосани. Электромагнитные переходы элементарных частиц . . . . . 563
- О. И. Мгебриян и З. А. Челидзе. Импульсный метод измерения внутреннего трения . . . . . 565
- \*ო. მღებრიანი და ზ. ქელიძე. შინაგანი ხახუნის გაზომვის იმპულსური მეთოდი . . . . . 568

## გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- Г. Е. Гугунава. Выбор частот электромагнитного поля, отражающих морфологию опорного горизонта на территории Восточной Грузии . . . . . 283
- \*გ. გუგუნავა. საყრდენი პორიზონტის ამსახველი ელექტრომაგნიტური ველის სიხშირეთა აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე . . . . . 288

## მეტეოროლოგია—МЕТЕОРОЛОГИЯ—METEOROLOGY

- А. Г. Джапаридзе. Опыт прогноза атмосферного давления по Закавказью с помощью эмпирических функций влияния . . . . . 37
- \*ა. ჯაფარიძე. ატმოსფეროს წნევის პროგნოზის ცდა ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე გაელენის ემპირიული ფუნქციების საშუალებით . . . . . 44

## ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

- ლ. ბერეჟიანი. სტერინის მეფა—პალპიტინის მეფას სისტემაში მოლეკულური ნაერთის ბუნების საკითხისათვის . . . . . 45
- \*Л. Б. Бережани. К вопросу о природе молекулярного соединения в системе стеариновая кислота—пальмитиновая кислота . . . . . 51
- Б. მხარფელიძე, შ. გიორგობიანი, ვ. დავითაშვილი. ლანთანის ჰიდროქსიდის წარმოქმნის რეაქციის შესახებ . . . . . 289
- \*Н. В. Мзарелишвили, М. Я. Гиоргобидани, Е. Г. Давиташвили. О реакции образования гидроксида лантана . . . . . 294
- გ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და შ. სიღამონიძე. გამოსხივების გავლენა ალუმინის ქანგის ადსორბციულ და კატალიზურ თვისებებზე . . . . . 569

|   |     |
|---|-----|
| *Г. В. Цицишвили (академик АН Грузинской ССР) и Ш. И. Сидамонидзе. Действие излучения на адсорбционные и каталитические свойства окиси алюминия . . . . . | 575 |
| Р. М. Лагидзе и Р. Н. Ахвледиани. Синтезы некоторых новых тиолов и их ацетилапроизводных . . . . .  | 577 |
| *რ. ლალიძე და რ. ახვლედიანი. ზოგიერთი ახალი თიოლისა და მისი აცეტილწარმოებულების სინთეზის შესახებ . . . . .  | 581 |

ბიოქიმიკა—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

|  |     |
|--|-----|
| М. М. Заалишвили и С. В. Джибладзе. О природе сократительных белков тонических и тетанических скелетных мышц . . . . . | 53  |
| *მ. ზაალიშვილი და ს. ჯიბლაძე. ჩონჩხის ტონური და ტეტანური კუნთის შემკუმშვადი ცილების ბუნების შესახებ . . . . .          | 60  |
| Г. В. Микадзе. Сократительные свойства плевочных нитей миозина В гладкой мускулатуры . . . . .                         | 295 |
| *გ. მიქაძე. გლუვი კუნთის მიოზინ В-ს შრიული ძაფების შეკუმშვადი თვისებები . . . . .                                      | 300 |
| Т. Г. Саакашвили. К изучению состава некоторых микроэлементов в гипертрофированной предстательной железе . . . . .     | 353 |
| *თ. სააკაშვილი. „ჰიპერტროფიული“ წინამდებარე ჯირკვალში ზოგიერთი მიკროელემენტის შემცველობის საკითხისათვის . . . . .      | 307 |
| ბ. კვიციანი. ზოგიერთი მიკროელემენტის შესწავლის საკითხისათვის ადამიანის სისხლში (ასაკისა და სქესის მიხედვით) . . . . .  | 583 |
| *Н. А. Квирикадзе. К вопросу изучения некоторых микроэлементов в крови человека в связи с полом и возрастом . . . . .  | 587 |

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—  
CHEMICAL TECHNOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| ვ. კაკაბაძე, ხ. ნიკოლაიშვილი, ნ. მშვენიერაძე. მანეინიტრატის მიღება სელოპენტინიტზე ნიტროზული აირების მოქმედებით . . . . .                   | 309 |
| *В. М. Какабадзе, З. Г. Николашвили, Н. Г. Мшвениерадзе. Получение нитрата магния путем обработки серпентинита нитроными газами . . . . .  | 316 |
| К. С. Кутателадзе и И. И. Чхиквадзе. Влияние температуры обжига на вяжущие свойства маломagneзимальной молотой негашеной извести . . . . . | 589 |
| *კ. კუთათელაძე და ი. ჩხიკვაძე. გამოწვის ტემპერატურის გავლენა მცირე მაგნეზიური ჩაუმტოალი კიოის მქიდა თვისებებზე . . . . .                   | 596 |

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

|  |     |
|--|-----|
| Э. Д. Церетели. К вопросу морфологии южной части Рачинской депрессии . . . . .       | 61  |
| *ე. წერეთელი. რაჭის დეპრესიის სამხრეთ ნაწილის მორფოლოგიის საკითხისათვის . . . . .    | 66  |
| ჯ. დევდარიანი. მდინარე რიონის ტერასები ქუთაისის მიდამოებში . . . . .                 | 317 |
| *Г. С. Девдарниани. Террасы р. Риони в окрестностях Кутаиси . . . . .                | 323 |
| დ. ტაბიძე. ამტყელის ტბის მიდამოების გეომორფოლოგიისათვის . . . . .                    | 597 |
| *Д. Д. Табидзе. О геоморфологических особенностях окрестностей оз. Амткели . . . . . | 602 |

სპელეოლოგია—СПЕЛЕОЛОГИЯ—SPELEOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| ხ. ტინტილოზოვი. კალციტური ოვლითები და მიხოლითები აუნაზეთის მღვიმეებში . . . . .  | 95  |
| *З. К. Тинтилозов. Кальцитовые оолиты и пизолиты в пещерах Абхазии . . . . .   | 98  |
| Т. З. Кикнадзе. Образования пещерного льда в карстовой пропасты Вахушти Багратиони . . . . .                           | 325 |
| *თ. კიკნაძე. მღვიმური ყინულის წარმონაქმნები ვახუშტი ბაგრატიონის კარსტულ უფსკრულში (არაბიკას კირჭველი მასივი) . . . . . | 330 |

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| მ. ყუფარაძე. მუშეიტოვიტიზაციის საქობისათვის ძამის რეინაზინიან საბადოზე . . . . .   | 67  |
| *М. Д. Купарадзе. К вопросу мушкетовитизации на Дзамском железорудном месторождении . . . . .  | 73  |
| მ. გეგუჩაძე. რიონ-ყვირილის წყალგამყოფის პალეოგენურ-ნეოგენური გეოლოგიური განვითარების ისტორიისათვის . . . . .                                     | 75  |
| *Ш. Х. Гегучадзе. К палеоген-неогеновой истории геологического развития водораздела Риони-Квирила . . . . .                                      | 81  |
| მ. უზნაძე. გოვერძის ფლორის ასაკის შეახებ . . . . .   | 333 |
| *М. Д. Узиадзе. О возрасте гондванской флоры . . . . .   | 336 |
| П. Д. Гамкrelidze (академик АН Грузинской ССР). Новые данные по тектонике центральной части Большого Кавказа (в пределах Сванетии) . . . . .     | 605 |
| *პ. გასყრელიძე (საქართველოს სსრ მეტეორებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ახალი მონაცემები კავკასიონის ცენტრალური ნაწილის ტექტონიკის შესახებ . . . . . | 611 |
| Л. И. Маруашвили. Стратиграфическая и палеогеографическая интерпретация некоторых особенностей строения террас р.р. Кеши и Араги . . . . .       | 6.3 |
| *ლ. მარუაშვილი. ქსნისა და არაგვის ტერასების ზოგიერთი თავისებურების სტრატეგრაფიული და პალეოგეოგრაფიული მნიშვნელობა . . . . .                      | 618 |

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

|  |     |
|--|-----|
| ა. ნოსოვი. ახალი მონაცემები ფუფეთის რაიონის ტუტე ტრაქიტული ქანების შესახებ . . . . .   | 83  |
| *А. А. Носов. Новые данные о щелочных трахитовых порфирах Душетского района . . . . .  | 87  |
| Г. А. Микадзе. О палеогеновом вулканизме Тетрикарройского района . . . . .   | 339 |
| *გ. მიქაძე. თერთი წყაროს რაიონის პალეოგენური ვულკანიზმის შესახებ . . . . .   | 345 |
| В. И. Гугушвили. Основные жилы ущелья р. Цхалцителя в окрестностях Кугаиси и связанные с ними процессы изменения . . . . .               | 6.9 |
| *ვ. გუგუშვილი. მდინარე წყალწითელას ხეობის ფუძემარდული სხეულები ქუთაისის მუდამლებში და მათთან დაკავშირებული საბეცელის მოვლენები . . . . . | 625 |

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| ბ. დოლიძე და ლ. ჭეღიძე. კოლხეთის სუროს გეოლოგიური ისტორიისათვის . . . . .                            | 89  |
| *Ж. Ц. Долидзе и Л. Т. Челидзе. К геологической истории колхидского плуца . . . . .                  | 93  |
| И. И. Шатилова. Данные спорово-пыльцевого анализа гурийских слоев Западной Грузии . . . . .          | 627 |
| *ი. შატილოვა. დასავლეთ საქართველოს გურიული შრეების სპორობისა და მტერის ანალიზის მონაცემები . . . . . | 632 |

ტექნიკა—ТЕХНИКА—ENGINEERING GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| ა. ბერაია. მახვილბანელიანი შენობების ანგარიში სეისმურ ზემოქმედებაზე . . . . .     | 101 |
| *А. Г. Берая. Расчет крупнопанельных зданий на сейсмическое воздействие . . . . . | 106 |

სამშენებლო მშენებლობა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—  
STRUCTURAL MECHANICS

|  |     |
|--|-----|
| გ. გრძელიშვილი. ნიადაგ-გრუნტების წებვალობის განაზღვრის ახალი მეთო-<br>დისა და ხელსაწყო საკითხისათვის . . . . .                         | 109 |
| *В. В. Гдзелишвили. К вопросу о новом методе и приборе для определе-<br>ния липкости почво-грунтов . . . . .                           | 115 |
| Л. Г. Мухадзе. Расчет полых оболочек с применением обобщенного ме-<br>тода Мориса Леви . . . . .                                       | 347 |
| *ლ. მუხადზე. დამრეცი გარეების ანგარიში შორის ლევის განხორციელებული მეთოდის<br>გამოყენებით . . . . .                                    | 354 |
| К. З. Галустов. Расчет трещиностойкости предварительно напряженных же-<br>лезобетонных балок . . . . .                                 | 355 |
| *კ. გალუსტოვი. წინასწარდაძაბული რკინაბეტონის კოჭების ანგარიში ბზარ<br>მედეგობაზე . . . . .   | 359 |
| М. М. Холянский, Ш. А. Алиев. Экспериментальное исследование за-<br>кона сцепления арматуры периодического профиля с бетоном . . . . . | 632 |
| *მ. ხოლიანსკი, შ. ალიევი. პერიოდული პროფილის არმატურის ბეტონთან<br>შეკიდულობის კანონის ექსპერიმენტული შესწავლა . . . . .               | 639 |
| А. С. Гехман и А. А. Меликян. Экспериментальные исследования колеба-<br>ний подземных железобетонных резервуаров . . . . .             | 641 |
| *ა. გეხმანი და ა. მელიკიანი. რკინაბეტონის მიწისქვეშა რეზერვუარების რბე-<br>ვათა ექსპერიმენტული გამოკვლევები . . . . .                  | 647 |
| ს. კალაქელიძე და რ. შოთაძე. მდინარე ბზიუს ჰიდროელექტროსადგურების<br>კასკადის ტერიტორიის სეისმური მიკროდარაობა . . . . .                | 649 |
| *С. С. Калмахелидзе и Р. Г. Шотадзе. Сейсмическое микрорайони-<br>рование территории каскада гидроэлектростанции на р. Бзыби . . . . . | 653 |

ტელემეხანიკა და ავტომატიკა—ТЕЛЕМЕХАНИКА И АВТОМАТИКА—  
TELEMECHANICS AND AUTOMATICS

|   |     |
|---|-----|
| М. В. Каджаров. Анализ работы преобразователей, работающих по ме-<br>тоду пространственного кодирования без физического представления<br>Кода . . . . . | 361 |
| *მ. კადჯაოვი. სივრცული კოდირების მეთოდით მომუშავე გარდამქმნელების ანა-<br>ლიზი კოდის ფიზიკური წარმოდგენის გარეშე . . . . .                              | 367 |
| Ю. С. Манукян, М. В. Чхендзе, В. Г. Христесашивили, Г. А. Ма-<br>чавариани. К вопросу построения счётчиков в коде Грея . . . . .                        | 655 |
| *ი. მანუკიანი, მ. ჩხეიძე, ვ. ქრისტესაშვილი, გ. მაჭავარიანი. გრების<br>კოდში მომუშავე მთელელების აგების საკითხისათვის . . . . .                          | 660 |

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

|  |     |
|--|-----|
| М. Г. Джигаури. О методике определения календарных границ прохожде-<br>ния расчетного паводка через энергетическое водохранилище . . . . . | 117 |
| *მ. ჯიღაური. ენერგეტიკულ წყალსაცავში სანგარიშო ხარჯის გავლის კალენდა-<br>რული საზღვრების დადგენის მეთოდის შესახებ . . . . .                | 123 |

|   |     |
|---|-----|
| Г. М. Сехниашвили, Л. И. Мгалоблишвили. Об основных факторах, влияющих на магнитные потери электрических машин постоянного тока . . . . .   | 369 |
| *გ. სეხნიაშვილი, ლ. მგალობლიშვილი. მუდმივი დენის ელექტრული მანქანების მაგნიტურ კარგეებზე მოქმედი ფაქტორების შესახებ . . . . .   | 374 |
| Л. Г. Абелишвили (член-корреспондент Академии Наук Грузинской ССР), Л. Т. Трапаидзе и И. П. Пичхадзе. Исследование пропускной способности электрических железных дорог по устройствам тягового электроснабжения . . . . . | 661 |
| *ლ. აბელიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ტრაპაიძე, ი. ფიჩხაძე. ელექტრული რკინიგზების გამტარუნარიანობის გამოკვლევა წვეის ელექტრომომარაგების მიხედვით . . . . .                              | 668 |
| <b>მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY</b>  |     |
| Ю. М. Гогиберидзе, М. А. Кекелидзе, Ш. М. Микнашвили. Влияние фосфора на поверхностное натяжение и плотность железа . . . . .   | 125 |
| *ი. გოგიბერიძე, მ. კეკელიძე, შ. მიქიაშვილი. ფოსფორის გავლენა რკინის ზედაპირულ დაკიმულობასა და სიმკვრივეზე . . . . .   | 130 |
| ა. ვაშაკიძე. სხმელის დეფორმაციის გამოკვლევა ბლუმინგ 1000-ზე გლინვის დროს . . . . .  | 385 |
| *А. С. Вашакидзе. Исследование деформации слитка при прокате на блюминге 1000 . . . . .   | 391 |
| Ф. Н. Тавадзе (академик АН Грузинской ССР) и В. А. Грдзелишвили. К расчету объема лежащей капли жидких металлов, их соединений и неметаллических расплавов . . . . .  | 669 |
| *ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ვ. გრძელიშვილი. თბიერი ლითონების, მათი შენაერთებისა და არალითონური შენადნობების უძრავი წვეთის მოცულობის ანგარიშისათვის . . . . .                       | 673 |
| <b>სამთო სამეო—ГОРНОЕ ДЕЛО—MINING</b>   |     |
| ა. ძიძიგური (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), შ. ონიანი, რ. სარიჩევი. ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის საბადოს სამთო ქანების თბოფიზიკური თვისებების შესწავლისათვის . . . . .                          | 131 |
| *А. А. Дзидзигури (член-корреспондент Академии Наук Грузинской ССР), Ш. И. Онiani, Р. А. Сарычев. Исследование теплофизических свойств горных пород Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения . . . . .            | 137 |
| გ. ივანოვი. ნატეხიანობა დაბნელობის პირობებში სხვიდასხვიანი მუხტების აფეთქებისას . . . . .   | 377 |
| *В. С. Иванов. Кусковатость при взрывании зарядов различного диаметра в условиях зажима . . . . .   | 383 |
| <b>ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY</b>   |     |
| გ. დვალაძე. გვარ <i>Allium L.</i> -ში პოლიემბრიონის შესწავლისათვის . . . . .  | 393 |
| *Г. Е. Гваладзе. К изучению полиэмбрионии в роде <i>Allium L.</i> . . . . .   | 397 |
| К. Р. Кимеридзе. Материалы к изучению формации осоки вздутой в высокогорных районах Кавказа . . . . .   | 399 |
| *კ. კიმერიძე. მასალები <i>Cariceta inflatae</i> შესწავლისათვის კავკასიონის მაღალმთიანეთში . . . . .   | 406 |



მცენარეთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—  
PHYSIOLOGY OF PLANTS

|   |     |
|---|-----|
| თ. ჭკუასელი და დ. კოტაევა. ვახის ფესვში პიგმენტების არსებობის შესახებ . . . . .       | 139 |
| *Т. Я. Чкуасели и Д. В. Котаева. Пигменты корневой системы виноградной лозы . . . . . | 142 |

ფიტოპათოლოგია—ФИТОПАТОЛОГИЯ—PHYTOPATHOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| ა. მჭავანაძე. მასალები კეთილშობილი დაფნის ყავისფერი ლაქიანობის გამომწვევი ორგანიზმის... შესწავლისათვის . . . . . | 143 |
| *А. В. Мжаванадзе. Материалы к изучению возбудителя пятнистости листьев лавра благородного... . . . . .          | 146 |

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| ლ. ალექსი-მესხიშვილი. ობის სოკოების წინააღმდეგ ბრძოლის ელექტროფიზიკური მეთოდების შესახებ . . . . .     | 407 |
| *Л. Г. Алекси-Месхишвили. Материалы об электрофизических методах борьбы с плесневыми грибами . . . . . | 411 |
| მ. ჭლენტი. ფოსფორორგანული შენაერთების დამშლელი ბაქტერიების ადგილობრივი შტამები . . . . .               | 683 |
| *М. П. Жгенти. Местные штаммы бактерий, разлагающих фосфорорганические соединения . . . . .            | 686 |

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

|   |     |
|---|-----|
| კ. ხარაზიშვილი. მერქნიანი ჯიშებისათვის შთის ჰიჭინობელას... მავნეობის შესახებ საქართველოში . . . . .   | 149 |
| *К. В. Харაзишвили. О вредности горной цикады древесных пород в Грузии . . . . .  | 153 |
| ა. კოლოკავა. მთათუშეთის ცხვირგრძელა ხოჭოების... ფაუნის სახეობრივი შემადგენლობის შესწავლისათვის . . . . .  | 155 |
| *А. О. Чолокава. К изучению видового состава фауны долгоносиков... Мта-Тушети . . . . .   | 160 |
| М. С. Квачантирадзе. Биологические особенности яблонной плодожорки и динамика ее численности в связи с вертикальной зональностью Грузинской ССР . . . . . | 687 |
| *მ. კვაჭანტირაძე. ვაშლის ნაყოფქაშიას ბიოლოგიის თავისებურებანი და რიგობრივი დინამიკა ვერტიკალურ ზონალობასთან დაკავშირებით . . . . .                        | 694 |

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| ბ. ბესტავაშვილი. ...ნიშვის შესწავლისათვის . . . . .  | 163 |
| *Н. З. Беставашвили. К познанию нимф... . . . .  | 165 |
| Л. А. Гомелаури. Новый род и виды хищных клещей... . . . .                                 | 167 |
| *ლ. გომელაური. მტაცებელი ტკიპების ახალი გვარი და სახეობები... . . . .                      | 169 |
| ბ. ჯაფარიძე. ჯგერნიანი ტკიპების (Acari, Oribatei) ფაუნისათვის საქართველოდან . . . . .      | 413 |
| *Н. И. Джапаридзе. К фауне панцирных клещей Грузии (Acari, Oribatei) . . . . .             | 419 |
| თ. მუსხელიშვილი. ამიერკავკასიის ფერადი ფსევნის... საქართველოში არსებობის შესახებ . . . . . | 421 |
| *Г. А. Мухелишвили. О наличии в Грузии закавказской разноцветной ящурки . . . . .          | 423 |

## პარაზიტოლოგია—ПАЗАΡΙТОЛОГИЯ—PARASITOLUGY

- გ. გოდერძიშვილი. სხვადასხვა ხანგრძლივობის მშვირი დიეტის გავლენა და-  
 რიშიზანმევა კალს ვეფექტიანობაზე ცხვრის თიხანიეზიოზის დროს . . . . . 425
- \*Г. И. Годердзишвили. Влияние голодной диеты разной продолжитель-  
 ности на эффективность мышьяковокислого олова при тизаниезиозе  
 овец . . . . . 430
- Г. А. Какулия. Новый вид нематоды четырехзубого гравера . . . . . 433
- \*გ. კაკულია. ოთხზბილა ქერქიკიამის ნემატოდის ახალი სახეობა . . . . . 436
- Г. В. Мацаберидзе. Новая нематода.. от лутучей мыши . . . . . 695
- \*გ. შაცაბერიძე. ახალი ნემატოდა. ლაშუოადან . . . . . 697

## ჰიდრობიოლოგია—ГИДРОБИОЛОГИЯ—HYDROBIOLOGY

- გ. ტყეშელაშვილი. ჟანდარის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმი . . . . . 675
- \*В. Г. Ткешелашвили. Гидробиологический режим озера Джандар . . . . . 682

## ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

- შ. გუგუშაშვილი. ადამიანის სხეულის სითბებისა და მკვრივ ნივთიერებათა ფი-  
 ზიოლოგიური თანაფარდობის საკითხისათვის . . . . . 171
- \*Ш. И. Гугешашвили. К вопросу о физиологическом соотношении жид-  
 костей и плотных веществ тела человека . . . . . 177
- თ. კობახიძე. ძოწი სათითურასა და განგოვანა სათითურას არტერიულ წნევაზე  
 შედარებითი ნიჭმედების შესწავლისათვის . . . . . 179
- \*Т. Д. Кобахидзе. К сравнительной оценке действия пурпуровой и ржавой  
 наперстянок на артериальное давление . . . . . 186
- ა. სიხარულიძე და ნ. ბოსტოლანაშვილი. ზოგიერთი მონაცემი შიზოფრე-  
 ნიის დროს შეკავების პროცესისა და ჰიპოქსიის უსთიერთაჟამიკიდებულების  
 შესახებ . . . . . 187
- \*А. И. Сихарулидзе и Н. И. Бостоганашвили. К вопросу о взаимо-  
 отношении между тормозным процессом и гипоксией при шизофрении . . . . . 194
- С. А. Чхенкели. Об электроэнцефалограмме человека при голоде и на-  
 сыщении . . . . . 699
- \*ს. ჩხენკელი. ადამიანის ელექტროენცეფალოგრამის შესახებ შინშილობისა და  
 მძღორობის დროს . . . . . 705
- გ. ლევაჟა. მხედველობის სისტემის საპასუხო პოტენციალების „შერვევის“ განვითა-  
 რების მექანიზმისათვის . . . . . 707
- \*Г. Г. Лежава. К механизму развития „привыкания“ ответных потенциалов  
 зрительной системы . . . . . 714
- Р. П. Кривакашвили. Электрические явления в спинном мозгу при общем  
 торможении, вызванном раздражением дорзальных корешков . . . . . 715
- \*რ. კაშაკაშვილი. ზურგის ტინში მიმდინარე ელექტრული მოვლენები დორზა-  
 ლურ ფესვთა გაღიზიანებით გამოწვეული ზოგადი შეკავების დროს . . . . . 721

## ანატომია—АНАТОМИЯ—ANATOMY

- ქ. აბაშიძე. კანის საინერვაციო მექანიზმების მდგომარეობის საკითხისათვის ექსპე-  
 რიმენტული ელექტროტრაჟების დროს . . . . . 195
- \*К. А. Абашидзе. К вопросу состояния иннервационных механизмов кожи при  
 экспериментальной электротравме . . . . . 201

მასპერიმენტული მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—  
 EXPERIMENTAL MEDICINE

- ბ. კალანდაძე. ზოგიერთი ჰისტოქიმიური ცვლილება თირკმლებში ექსპერიმენ-  
 ტული მწვავე ნეფრიტის დროს . . . . . 439

|  |     |
|--|-----|
| *Н. И. Калаидадзе. О некоторых гистохимических изменениях в почках при экспериментальном остром нефрите . . . . .  | 443 |
| თ. კობახიძე. ძოწი სათითურასა და ჟანგვანა სათითურას ფოთლების ბიოლოგიური აქტიუობის შესახებ . . . . .   | 447 |
| *Т. Д. Кобахидзе. О биологической активности листьев красной (пурпуровой) и ржавой наперстянок . . . . .   | 454 |
| ლ. გელძე. ბაქიების ტურებისა და პირის ღრუს სტრუქტურის მდგომარეობა სხივური ზემოქმედების პირობებში . . . . .  | 455 |
| *Л. Н. Челидзе. Состояние структуры губ и слизистой оболочки полости рта у крольчат в условиях лучевого воздействия . . . . .  | 462 |
| კ. ვრისთაეი (საქართველოს სსრ მედიცინათა აკადემიის აკადემიკოსი), პ. ჯიშნერაშვილი, გ. ფალავა. პერფუზიის ზოგიერთი აქტუალური საკითხი სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს . . . . . | 723 |
| *К. Д. Эристави (академик АН Грузинской ССР), П. И. Джимшерашвили и Г. Д. Пагава. О некоторых актуальных вопросах перфузии при искусственном кровообращении . . . . .        | 727 |
| შ. გუგუშაშვილი. სხეულის სითხეების და მკვრივ ნივთიერებათა თანაფარდობის მერყეობის საკითხისათვის ბოტკინის სხეულებია მიმდინარეობაში . . . . .                                    | 729 |
| *Ш. И. Гугешашвили. К вопросу о колебании соотношения жидкостей и плотных веществ тела при болезни Боткина . . . . .   | 736 |
| Б. Х. Рачвелишвили. К вопросу о морфологическом субстрате секреторной деятельности желудочных желез в норме и патологии . . . . .  | 737 |
| *ბ. რაჭველიშვილი. კუჭის ჯირკვლების სერეციული მოქმედების მორფოლოგიური სუბსტრატის შესახებ ნორმასა და პათოლოგიაში . . . . .   | 742 |

კლინიკური მედიცინა—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—CLINICAL MEDICINE

|  |     |
|--|-----|
| ბ. კალანდაძე. კუჭის ტუბერკულოზის შესწავლის საკითხისათვის . . . . .   | 203 |
| *Н. И. Калаидадзе. К вопросу изучения туберкулеза желудка . . . . .  | 205 |
| ა. მინდაძე. ლეზბალური ქუნჯიის გავლენა სხეულის ტემპერატურაზე . . . . .  | 207 |
| *А. А. Мицтадзе. Влияние люмбальной пункции на температуру тела . . . . .  | 212 |
| გ. ბეგანიშვილი. მრგვალი წაალის მზრალი ექტრაქტის.. თერაპიული ეფექტი ანკიდური და სუბაკიდური გასტროიტების დროს . . . . .  | 215 |
| *Е. Н. Бежанишвили. Терапевтическая эффективность сухого экстракта отавника.. при субакидных и анакидных хронических гастритах . . . . .                               | 219 |
| М. Г. Авалишвили. Функциональное состояние коры надпочечников в связи с лечением язвенной болезни некоторыми лечебными средствами . . . . .                            | 221 |
| *ბ. ავალიშვილი. თირკვლეუდა ჯირკვლის ქერკოვანი ნაწილის ფუნქციური მდგომარეობა წყლულოვანი დაავადების ზოგიერთი სამკურნალო საშუალების გამოყენებასთან დაკავშირებით . . . . . | 225 |
| ა. კირვალძე. პერკუტორული მტკივნეულობის ზონა მწევე აპენდიციტის დროს . . . . .   | 227 |
| *А. З. Кирвалидзе. Зона перкуторной болезненности при остром аппендиците . . . . .   | 230 |
| В. Д. Махатадзе. Влияние некоторых пищевых продуктов на моторную функцию желчного пузыря . . . . .   | 463 |
| *გ. მახათაძე. ზოგიერთი საკვების პროდუქტის გავლენა ნაღვლის ბუშტის მოტორულ ფუნქციაზე . . . . .   | 469 |

|   |     |
|---|-----|
| A. A. Квалнашвили. К вопросу своевременного распознавания рака желудка . . . . .  | 471 |
| *ა. კვალაიშვილი. კუჭის კიბოს დროული ამოცნობის საკითხისათვის . . . . .   | 473 |
| თ. სიხარულიძე და თ. ლომიძე. კუჭისა და თორმეტკვდა ნაწლავის წყლულოთა მკურნალობის საკითხისათვის . . . . .  | 475 |
| *Т. С. Сихарулидзе и Т. Л. Ломидзе. К вопросу лечения множественных язв желудка и двенадцатиперстной кишки . . . . .  | 478 |
| კ. ჩაჩავა, თ. ბუჯიაშვილი, პ. კინტრაია. ნაკოფის ელექტროკარდიოგრაფიის ცვლილებები ორსულთა ნეფროპათიისა და ზოგიერთი საშუალო ობერაციის დროს . . . . .                            | 481 |
| *К. В. Чачава, О. Н. Буджишвили, П. И. Кинтраиа. Электрокардиограмма плода в процессе родов в норме и патологии . . . . .   | 488 |
| შ. ლორთქიფანიძე. მალთა რკალების ღიაობის ცისტური ფორმის მკურნალობის საკითხისათვის . . . . .  | 489 |
| *М. Г. Лордкипанидзе. К вопросу о лечении кистозных форм расщепления позвоночника . . . . .   | 493 |
| თ. ბრეგაძე. ელექტროკარდიოგრაფიული და ელექტროენცეფალოგრაფიული მონაცემები კორონარულ უკმარისობის დროს . . . . .  | 495 |
| *О. М. Брегадзе. Электрокардиографические и электроэнцефалографические данные при коронарной недостаточности . . . . .  | 501 |
| ვ. ალადაშვილი, თ. აბულაძე და ლ. ვასილიძე. ქრონიკული ქოლესისტიტი და ლეიქლის ციროზით ავადმყოფთა სისხლის ქოლესტერინისა და ლეციტინის რაოდენობის ცვლილებები . . . . .            | 745 |
| *В. А. Алашвили, О. Г. Абуладзе и Л. Т. Васильева. Изменения количества холестерина и лецитина сыворотки крови больных хроническим холециститом и циррозом печени . . . . . | 747 |
| ბ. დეკანოზიშვილი. მაჯის ძვლების ტრავმული დაზიანების რენტგენოლოგიკური კვლევა . . . . .   | 749 |
| *Н. А. Деканозишвили. Рентгенодиагностика травматических повреждений костей запястья . . . . .  | 754 |
| <b>ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS</b>   |     |
| აღ. მაჭომეტოვი. დენტოლამბიოლიზებული თანხმოვნები ტაბასარანულ ენაში . . . . .   | 503 |
| *А. А. Магомедов. Дентолабиализованные согласные в табасаранском языке . . . . .  | 508 |
| <b>ეთნოგრაფია—ЭТНОГРАФИЯ—ETHNOGRAPHY</b>  |     |
| ი. ნანობაშვილი. საანქრო ნაგებობანი თელავში . . . . .  | 511 |
| *И. Д. Нанобашвили. Цеховые строения в Телави . . . . .   | 515 |
| ზ. ჯაფარიძე. თანამედროვე ხეშეფორ სერები . . . . .   | 757 |
| *З. Н. Джапаридзе. Современные ушные метки, употребляемые аварскими животноводами . . . . .   | 762 |
| <b>ლიტერატურათმეცნიერება—ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ—LITERARY CRITICISM</b>   |     |
| Г. Г. Орагвелидзе. О некоторых функциях рифмы в поэзии В. Маяковского . . . . .   | 233 |
| *გ. ორაგველიძე. რითმის ზოგიერთი ფუნქციის შესახებ ვ. მაიაკოვსკის პოეზიაში . . . . .  | 240 |

|  |     |
|--|-----|
| ფ. ხინთიბიძე. ერთი კომენტარი ექვთიმე ათონელის ლიტერატურული მემკვიდრეობის შესახებ . . . . . | 241 |
| *Э. Г. Хинтибидзе. Комментарий о литературном наследстве Евфимия Афонского . . . . .       | 244 |

ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

|  |     |
|--|-----|
| გ. ფურცელაძე. საგლეხო რეფორმის საკითხისათვის იმერეთსა და გურიაში . . . . .                             | 765 |
| *Г. А. Пурцеладзе. К вопросу о крестьянской реформе в Имеретии и Гурии (Кутаисская губерния) . . . . . | 772 |

არქეოლოგია—АРХЕОЛОГИЯ—ARCHAEOLOGY

|   |     |
|---|-----|
| მ. ჯაფარიძე. ზურტაკეტის ყორღანები . . . . .       | 247 |
| *О. М. Джапаридзе. Зуртакетские курганы . . . . . | 254 |

|   |     |
|---|-----|
| ოცდამეტერთმეტე ტომის შინაარსი . . . . .       | 773 |
| Содержание тридцать первого тома . . . . .    | 773 |
| Contents of the thirty first volume . . . . . | 773 |
| ავტორთა საძიებელი . . . . .                   | 785 |
| Указатель авторов . . . . .                   | 785 |
| Author Index . . . . .                        | 785 |

საბჭოთა საძიებელი—УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ—AUTHOR INDEX

- აბაშიძე ქ. 195  
 აბელიშვილი ლ. 668  
 აბულაძე ო. 745  
 ავალიშვილი მ. 225  
 ალადაშვილი ვ. 745  
 ალექსი-მესხიშვილი ლ. 407  
 ანთიძე ჯ. 271  
 ახვლედიანი რ. 581  
  
 ბააზოვი დ. 35  
 ბადაგაძე ვ. 268  
 ბეჟანიშვილი ე. 215  
 ბერაია ა. 101  
 ბერეგიანი ლ. 45  
 ბესტავაშვილი ნ. 163  
 ბონდარევი ბ. 542  
 ბოსტოლანაშვილი ნ. 187  
 ბრეგაძე ო. 495  
 ბურჭულაძე ა. 35  
 ბურჭულაძე თ. 513  
 ბურჯანაძე თ. 281  
 ბუჯიაშვილი ო. 481  
  
 გალუსტოვი კ. 359  
 გამყრელიძე პ. 611  
 გეგუჩაძე შ. 75  
 გეხმანი ა. 647  
 გიორგობიანი მ. 289  
 გოგიბერიძე ი. 130  
 გოდერძიშვილი გ. 425  
 გომელაური ლ. 169  
 გრძელიშვილი ვ. 109  
 გრძელიშვილი ვ. ა. 673  
 გუგეშაშვილი შ. 171, 729  
 გუგუნავა გ. 288  
 გუგუშვილი ვ. 625  
  
 დავითაშვილი ე. 289  
 დედარიანი გრ. 317  
 დეკანოზიშვილი ნ. 749  
 დოლიძე ე. 89  
  
 ერისთავი კ. 723  
 ვასილიყვა ლ. 745  
 ვაშაკიძე ა. 385  
  
 ზალიშვილი მ. 60  
 ზერავია ჯ. 14  
 ზონენაშვილი ი. 30  
  
 თავაძე ფ. 673  
 თავხელიძე ნ. 281  
  
 ივანოვი ვ. 377  
 კაკაბაძე ვ. 309  
 კაკულია გ. 436  
 ალანდაძე ნ. 203, 439  
 კალმახელიძე ს. 649  
 კაჯაროვი მ. 367  
 კეკელიძე მ. 130  
 კვლიაშვილი ა. 473  
 კვაჭანტირაძე მ. 694  
 კვირიკაძე ნ. 583  
 კიკნაძე თ. 330  
 კინტრაია პ. 481  
 კირვალიძე ა. 227  
 კობახიძე თ. 179, 447  
 კოკილაშვილი ვ. 257  
 კოტაევა დ. 139  
  
 ლალიძე რ. 581  
 ლეჟავა გ. 707  
 ლომიძე თ. 475  
 ლორთქიფანიძე მ. 489  
  
 მანუკიანი ი. 660  
 მარუაშვილი ლ. 618  
 მაცაბერიძე გ. 697  
 მახათაძე ვ. 469  
 მაჰომეტოვი ა. 503  
 მგალობლიშვილი ლ. 374  
 მელიქიანი ა. 647  
 მზარეულიშვილი ნ. 289  
 მინდაძე ა. 207

მირიანაშვილი გ. 35  
 მიქაძე გ. 300  
 მიქაძე გ. ა. 345  
 მიქიაშვილი შ. 130  
 მკავანაძე ა. 143  
 მუსხელიშვილი თ. 421  
 მუხაძე ლ. 354  
 მღებრიანი ო. 568  
 მშვენიერაძე ნ. 309  
 ნანობაშვილი ი. 511  
 ნიკოლაიშვილი ზ. 309  
 ნოსოვი ა. 83  
 ონიანი შ. 131  
 ორაგველიძე გ. 240  
 პრიალოვი ბ. 281  
 ულენტი მ. 683  
 რაპველიშვილი ბ. 742  
 სააკაშვილი თ. 307  
 სარიჩევი რ. 131  
 სეხნიაშვილი გ. 374  
 სიღამონიძე შ. 569  
 სიხარულიძე ა. 187  
 სიხარულიძე თ. 475  
 სულხანიშვილი გ. 7  
 ტაბიძე დ. 597  
 ტინტილოზოვი ზ. 95  
 ტრაპაიძე ლ. 668  
 ტყეშელაშვილი ვ. 675  
 უზნაძე მ. 333  
 ფალავა გ. 723  
 ფიჩხაძე ი. 668  
 ფურცელაძე გ. 765  
 ფხაკაძე შ. 22, 528  
 ქაშაკაშვილი რ. 721

ქვათაძე გ. 558  
 ქიმერიძე კ. 406  
 ქირიკაშვილი ნ. 35  
 ქუთათელაძე კ. 596  
 ღვალაძე გ. 393  
 ყუფარაძე მ. 67  
 შატილოვა ი. 632  
 შოთაძე რ. 649  
 ჩაჩავა კ. 481  
 ჩხეიძე მ. 660  
 ჩხენკელი ს. 705  
 ჩხიკვაძე ი. 596  
 ციციშვილი გ. 569  
 ცქირია კ. 529  
 ძიძიგური ა. 131  
 წერეთელი ე. 66  
 წილოსანი ნ. 559  
 ტავეჭანიძე ე. 542  
 ტელიძე ლ. 89  
 ტელიძე ლ. ნ. 455  
 ტყუასელი თ. 139  
 ჭოლოკავა ა. 155  
 ხანთაძე ა. 548  
 ხარაზიშვილი კ. 149  
 ხინთიბიძე ე. 241  
 ხოლმინანსკი მ. 639  
 ჯაფარიძე ა. 44  
 ჯაფარიძე ზ. 757  
 ჯაფარიძე ნ. 413  
 ჯაფარიძე ო. 247  
 ჯიბლაძე ს. 60  
 ჯიმშერაშვილი ბ. 723  
 ჯილაური მ. 123

აბანიძე კ. 201  
 აბელიშვილი ლ. გ. 661  
 აბულაძე ო. გ. 747  
 ავალიშვილი მ. გ. 221

აღადაშვილი ვ. ა. 747  
 ალექსი-მესხიშვილი ლ. გ. 411  
 ანტიძე დ. გ. 276  
 ახვლედიანი პ. ნ. 577

- Баазов Д. И. 31  
 Бадагадзе В. В. 263  
 Бежанишвили Е. Н. 219  
 Берая А. Г. 106  
 Бережнани Л. Б. 51  
 Беставашвили Н. З. 165  
 Бонларев Б. 537  
 Бостоганашвили Н. И. 194  
 Брегадзе О. М. 501  
 Буджиашвили О. Н. 488  
 Бурджанадзе Т. В. 277  
 Бурчуладзе А. А. 31  
 Бурчуладзе Т. В. 520  
 Васильева Л. Т. 747  
 Вашиқидзе А. С. 391  
 Галустов К. З. 355  
 Гамкრелидзе П. Д. 605  
 Гваладзе Г. Е. 397  
 Гегუჩაძე შ. X. 81  
 Гехман А. С. 641  
 Гиоргобиани М. Я. 294  
 Гогибერიдзе Ю. М. 125  
 Годердзиншвили Г. И. 430  
 Гомелаури Л. А. 167  
 Грдзелишвили В. А. 669  
 Грдзелишвили В. В. 115  
 Гугешашвили Ш. И. 177, 736  
 Гугунава Г. Е. 283  
 Гугушвили В. И. 619  
 Давиташвили Е. Г. 294  
 Девдариани Г. С. 323  
 Деканозишвили Н. А. 754  
 Джапаридзе А. Г. 37  
 Джапаридзе З. Н. 762  
 Джапаридзе Н. И. 419  
 Джапаридзе О. М. 254  
 Джибладзе С. В. 53  
 Джигаури М. Г. 117  
 Джимшерашвили П. И. 727  
 Дзидзигури А. А. 137  
 Долидзе Ж. Ш. 93  
 Жгенти М. П. 680  
 Заалишвили М. М. 53  
 Зерагия Д. П. 9  
 Зоненашвили И. А. 23  
 Иванов В. С. 383  
 Каджаров М. В. 361  
 Какабадзе В. М. 316  
 Какулия Г. А. 433  
 Қалаңдалде Н. И. 205, 443  
 Қалмахелидзе С. С. 653  
 Қанақашвили Р. П. 715  
 Қваллашвили А. А. 471  
 Кватадзе Г. И. 551  
 Квачантирадзе М. С. 687  
 Квирикадзе Н. А. 587  
 Кеқелидзе М. А. 125  
 Кикинадзе Т. З. 325  
 Кимеридзе К. Р. 399  
 Кинтрая П. И. 488  
 Кирвалидзе А. З. 230  
 Кобахидзе Т. Д. 186, 454  
 Кокिलाшвили В. М. 262  
 Қотаева Д. В. 142  
 Қунарадзе М. Д. 73  
 Қутателадзе К. С. 589  
 Лагидзе Р. М. 577  
 Лежава Г. Г. 714  
 Ломидзе Т. Л. 478  
 Лорткипанидзе М. Г. 493  
 Магометов А. А. 508  
 Манукян Ю. С. 655  
 Маруашвили Л. И. 613  
 Махатадзе В. Д. 463  
 Мацаберидзе Г. В. 695  
 Мгалоблишвили Л. И. 369  
 Мгебрия О. И. 565  
 Меликян А. А. 641  
 Мжаванадзе А. В. 146  
 Мзареулишвили Н. В. 294  
 Микадзе Г. А. 339



- მიკაძე გ. ვ. 295  
 მიქიაშვილი შ. მ. 125  
 მინდაძე ა. ა. 212  
 მირიანაშვილი გ. მ. 31  
 მუსხელიშვილი თ. ა. 423  
 მუხაძე ლ. გ. 347  
 მშენიერაძე ნ. გ. 316  
 ნანობაშვილი ი. დ. 513  
 ნიკოლაიშვილი ზ. გ. 316  
 ნოსოვ ა. ა. 87  
 ივანიანი შ. ი. 137  
 ირაგველიძე გ. გ. 233  
 იაგაია გ. დ. 727  
 იჩხაძე ი. შ. 661  
 ივალაძე პ. ლ. 277  
 იურელიძე გ. ა. 772  
 იხაიძე შ. ს. 15, 521  
 რაჭველიშვილი ბ. ხ. 737  
 სააკაშვილი თ. გ. 303  
 სარაძე რ. ა. 137  
 სეხიანიშვილი გ. მ. 369  
 სიამონიძე შ. ი. 575  
 სიხარულიძე ა. ი. 194  
 სიხარულიძე თ. ს. 478  
 სულხანიშვილი გ. ი. 3  
 ტაბიძე დ. დ. 602  
 ტაყაიძე ფ. ნ. 669  
 თავხელიძე ნ. ნ. 277  
 ტინტილოზოვი ზ. კ. 98  
 ტრაპიანიძე ლ. თ. 661  
 ტყეშელაშვილი ვ. 682  
 უსუბანიძე მ. დ. 336  
 ხანთაძე ა. გ. 543  
 ხარაზიშვილი კ. ვ. 153  
 ხინტიბიძე ე. გ. 244  
 ხოლმანსკი მ. მ. 633  
 ციციანი ნ. ნ. 563  
 ციციანიშვილი გ. ვ. 575  
 ციციური კ. ე. 535  
 ცერეთელი ე. დ. 61  
 ჭავჭავაძე ვ. ვ. 537  
 ჭავჭავაძე კ. ვ. 488  
 ჭელიძე ზ. ა. 565  
 ჭელიძე ლ. ნ. 462  
 ჭელიძე ლ. თ. 93  
 ჭყავასელი თ. ი. 142  
 ჭოლოყაია ა. ო. 160  
 ჭყავაძე მ. ვ. 655  
 ჭყავაძე ს. ა. 699  
 ჭყავაძე ი. ი. 589  
 შათილოვა ი. ი. 627  
 შოთაძე რ. გ. 653  
 ერისთავი კ. დ. 727

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
აკადემიკოსი რ. დვალაძე

Гл. редактор — академик Академии Наук Грузинской ССР

Р. Р. Дв а л и

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 30.8.1963; შეკვ. № 1087; ანაწილის ზომა 7×11;  
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 21;  
ნახევლი ფურცლების რაოდენობა 17; უფ 03779; ტირაჟი 1500.

Подписано к печати 30.8.1963; зак. № 1087; размер набора 7×11; размер  
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 21; количество печатных  
листов 17; УЭ 03779; тираж 1500

---

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5  
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Г. Табидзе, № 3/5

## 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 из иллюстраций 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 визы автора.
12. Автор получает бесплатно 25 оттисков своей статьи.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: ТБИЛИСИ, УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО, 8.

Телефон 3-03-52



Р. М. Лагидзе и Р. Н. Ахведиани. Синтезы некоторых новых тиолов и их ацетилапроизводных . . . . . 577

\*რ. ლაღიძე და რ. ახვლედიანი. ზოგიერთი ახალი თიოლისა და მისი აცეტილწარმოებულების სინთეზის შესახებ . . . . . 581

**ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY**

ნ. კვიციანი. ზოგიერთი მიკროლეგემენტის შესწავლის საკითხისათვის ადამიანის სისხლში (ასაკისა და სქესის მიხედვით) . . . . . 583

\*Н. А. Квирикадзе. К вопросу изучения некоторых микроэлементов в крови человека в связи с полом и возрастом . . . . . 587

**ბიოქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—CHEMICAL TECHNOLOGY**

К. С. Кутателадзе и И. И. Чхиквадзе. Влияние температуры обжига на вязущие свойства маломagneзальной молотой негашеной извести . . . . . 589

\*კ. კუთათელაძე და ი. ჩხიკვაძე. გამწვის ტემპერატურის გავლენა მცირე მაგნეზიური ჩაუმკრალი კირის მუივა თვისებებზე . . . . . 596

**გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY**

დ. ტაბიძე. ამტყელის ტბის მიდამოების გეომორფოლოგიისათვის . . . . . 597

\*Д. Д. Табидзе. О геоморфологических особенностях окрестностей оз. Амткелы . . . . . 602

**გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY**

П. Д. Гамкrelიძე (академик АН Грузинской ССР). Новые данные по тектонике центральной части Большого Кавказа (в пределах Сванетии) . . . . . 605

\*პ. გამკრელიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ახალი მონაცემები კავკასიონის ცენტრალური ნაწილის ტექტონიკის შესახებ . . . . . 611

Л. И. Марушвили. Стратиграфическая и палеогеографическая интерпретация некоторых особенностей строения террас рр. Ксани и Арагви . . . . . 613

\*ლ. მარუაშვილი. ქსნისა და არაგვის ტერასების ზოგიერთი თავისებურების სტრატეგრაფიული და პალეოგეოგრაფიული მნიშვნელობა . . . . . 618

**პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY**

В. И. Гугушвили. Основные жилы ущелья р. Цхалцитела в окрестностях Кутаиси и связанные с ними процессы изменения . . . . . 619

\*ვ. გუგუშვილი. მდინარე წყალწითელას ხეობის ფუძემდებელი სხეულები ქუთაისის მიდამოებში და მათთან დაკავშირებული სახეცვლის მოვლენები . . . . . 625

**პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY**

И. И. Шатилова. Данные спорово-пыльцевого анализа гурийских слоев Западной Грузии . . . . . 627

\*ი. შატილოვა. დასავლეთ საქართველოს გურიული შრების სპორებისა და მტერის ანალიზის მონაცემები . . . . . 632

**საშენიანლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—STRUCTURAL MECHANICS**

М. М. Холмский, Ш. А. Алиев. Экспериментальное исследование закона сплеления арматуры периодического профиля с бетоном . . . . . 633

\*მ. ხოლმისკი, შ. ალიევი. პერიოდული პროფილის არმატურის ბეტონთან შეკიდულობის კანონის ექსპერიმენტული შესწავლა . . . . . 639



- А. С. Гехман и А. А. Меликян. Экспериментальные исследования колебаний подземных железобетонных резервуаров . . . . . 747
- \*ა. გეხმანი და ა. მელიქიანი. რკინაბეტონის მიწისქვეშა რეზერვუარების რხევათა ექსპერიმენტული გამოკვლევები . . . . . 747
- ს. კალმახელიძე და რ. შოთაძე. მდინაუე ბზიის ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის ტერიტორიის სენსიტივი მიკროდარაიონება . . . . . 649
- \*С. С. Калмахелидзе и Р. Г. Шотадзе. Сейсмическое микрорайонирование территории каскада гидроэлектростанции на р. Бзыби . . . . . 653

ბიომეხანიკა და ავტომატიკა—ТЕЛЕМЕХАНИКА И АВТОМАТИКА—  
TELEMCHANICS AND AUTOMATICS

- Ю. С. Манукян, М. В. Чхеидзе, В. Г. Христесашвили, Г. А. Мачавариანი. К вопросу построения счётчиков в коде Грея . . . . . 655
- \*ი. მანუკიანი, მ. ჩხეიძე, ვ. ქრისტესაშვილი, გ. მაქავერიანი. გრეის კოდში მომუშავე მოვლულების აგების საკითხისათვის . . . . . 660

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА— POWER ENGINEERING

- Л. Г. Абелишвили (член-корреспондент Академии Наук Грузинской ССР), Л. Т. Трапидзе и И. П. Пичхадзе. Исследование пропускной способности электрических железных дорог по устройствам тягового электроснабжения . . . . . 661
- \*ლ. აბელიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ტრაპაიძე, ი. ფინჩაძე. ელექტრული რკინიგზების განტარუნარიანობის გამოკვლევა წვეის ელექტრომომარაგების მიხედვით . . . . . 668

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ — METALLURGY

- Ф. Н. Тавадзе (академик АН Грузинской ССР) и В. А. Грдзелишвили. К расчету объема лежащей капли жидких металлов, их соединений и неметаллических расплавов . . . . . 669
- \*ფ. თავეძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ვ. გრძელიშვილი. თბიერი ლითონების, მათი შენაერთებისა და არალითონური შენადნობების უძრავი წვეთის მოცულობის ანგარიშისათვის . . . . . 673

ჰიდრობიოლოგია—ГИДРОБИОЛОГИЯ—HYDROBIOLOGY

- ვ. ტყეშელაშვილი. ჯანდარის ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმი . . . . . 675
- \*В. Г. Ткешелашвили. Гидробиологический режим озера Джандар . . . . . 682

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

- მ. ძღენტი. ფოსფოროტრანსფერული შენაერთების დამზღველი ბაქტერიების ადგილობრივი შტამები . . . . . 683
- \*М. П. Жгенти. Местные штаммы бактерий, разлагающих фосфорорганические соединения . . . . . 686

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

- М. С. Квачантирадзе. Биологические особенности яблонной плодовой жорки и динамика ее численности в связи с вертикальной зональностью Грузинской ССР . . . . . 687
- \*მ. კვაკანტირაძე. ვაშლის ნაყოფზემის ბიოლოგიის თავისებურებანი და რიცხოვარივი დინამიკა ვერტიკალურ ზონალობასთან დაკავშირებით . . . . . 694

პარაზიტოლოგია—ПАЗАРИТОЛОГИЯ—PARASITOLGY

- Г. В. Мацаберидзе. Новая нематода... от летучей мыши . . . . . 695
- \*გ. მაცაბერიძე. ახალი ნემატოდა. ღამურადან . . . . . 697



|  |     |
|--|-----|
| С. А. Чхенкели. Об электроэнцефалограмме человека при голоде и насыщении   | 705 |
| *ს. ჩხენკელი. ადამიანის ელექტროენცეფალოგრამის შესახებ შიმშილობისა და მადლობის დროს . . . . .   | 705 |
| გ. ლევადა. შედეგობის სისტემის საპასუხო პოტენციალების „შენგვეის“ განვითარების მექანიზმისათვის . . . . .                               | 707 |
| *Г. Г. Лежава. К механизму развития „привыкания“ ответных потенциалов зрительной системы . . . . .                                   | 714 |
| Р. П. Кашакишвили. Электрические явления в спинном мозгу при общем торможении, вызванном раздражением дорзальных корешков . . . . .  | 715 |
| *რ. ქაშაკაშვილი. ზურგის ტვინში მომდინარე ელექტრული მოვლენები დორზალურ ფესვთა გაღიზიანების გამოწვეული ზოგადი შეკავების დროს . . . . . | 721 |

EXPERIMENTAL MEDICINE

|  |     |
|--|-----|
| კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), პ. ჯინშერაშვილი და გ. ფალავა. პერფუზიის ზოგიერთი აქტუალური საკითხი სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის დროს . . . . . | 723 |
| *К. Д. Эристави (академик АН Грузинской ССР), П. И. Джиншерашвили и Г. Д. Фалава. О некоторых актуальных вопросах перфузии при искусственном кровообращении . . . . .            | 727 |
| შ. გუგუშაშვილი. სხეულის სითხეების და მკვრივ ნივთიერებათა თანფარდობის მერყეობის საკითხისათვის ბოტკინის სხეულების მიმდინარეობაში . . . . .   | 729 |
| *Ш. И. Гугешашвили. К вопросу о колебании соотношения жидкостей и плотных веществ тела при болезни Боткина . . . . .   | 736 |
| Б. Х. Рачвелишвили. К вопросу о морфологическом субстрате секреторной деятельности железодочных желез в норме и патологии . . . . .  | 737 |
| *ბ. რაჭველიშვილი. კუჭის ჯირკვლების სეკრეციული მოქმედების მორფოლოგიური სუბსტრატის შესახებ ნორმასა და პათოლოგიაში . . . . .  | 742 |

CLINICAL MEDICINE—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—CLINICAL MEDICINE

|   |     |
|---|-----|
| ვ. ალადაშვილი, თ. აბულაძე და ლ. ვასილიძე. ქრონიკული ქოლესტეროლით და ლიპიდის ცირკულირებით ავადმყოფთა სისხლის ქოლესტეროლისა და ლეციტინის რაოდენობის ცვლილებები . . . . .        | 745 |
| *В. А. Аладашвили, О. Г. Абуладзе и Л. Т. Васильева. Изменения количества холестерина и лецитина сыворотки крови больных хроническим холециститом и циррозом печени . . . . . | 747 |
| ბ. დეკანოზიშვილი. მაჯის ძვლების ტრავმული დაზიანების რენტგენოდიagnოსტიკა . . . . .   | 749 |
| *Н. А. Деканозишвили. Рентгенодиагностика травматических повреждений костей запястья . . . . .  | 754 |

ETHNOGRAPHY—ЭТНОГРАФИЯ—ETHNOGRAPHY

|   |     |
|---|-----|
| ბ. ჯაფარიძე. თანამედროვე ზუნძური სერები . . . . .   | 757 |
| *З. Н. Джапаридзе. Современные ушные метки, употребляемые аварскими животноводами . . . . . | 762 |

HISTORY—ИСТОРИЯ—HISTORY

|  |     |
|--|-----|
| გ. ფურცელაძე. საგლეხო რეფორმის საკითხისათვის იმერეთსა და გურიაში . . . . .                             | 765 |
| *Г. А. Пурцеладзе. К вопросу о крестьянской реформе в Имеретии и Гурии (Кутаисская губерния) . . . . . | 772 |
| ოცამეთერთმეტე ტომის შინაარსი . . . . .   | 773 |
| Содержание тридцать первого тома . . . . .   | 773 |
| Contents of the thirty first volume . . . . .  | 773 |
| ავტორთა საძიებელი . . . . .  | 785 |
| Указатель авторов . . . . .  | 785 |
| Author Index . . . . .   | 785 |