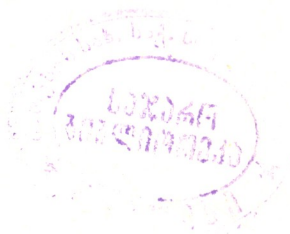


საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ ო ა მ ბ ე

ტომი XIV

ძიკითარი, ქართული გაგონება

1953



6242.

მათემატიკა

ბ. მანჯავიძე

კომპლექსური ცვლადის ფუნქციონატა თეორიის სასაზღვრო ამოცანების მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 13.10.1953)

§ 1. ვთქვათ, D^+ სასრული არეა z კომპლექსური ცვლადის სიბრტყეზე, შემოსაზღვრული შეკრული გლუვი L კონტურით, D^- — არე, რომელიც $D^+ + L$ ავსებს მთელ სიბრტყემდე.

განვიხილოთ შემდეგი სასაზღვრო ამოცანა:

ვიპოვოთ უბან-უბან ჰოლომორფული ვექტორი¹ $\Phi(z) = (\Phi_1(z), \dots, \Phi_n(z))$, რომელსაც სასრული რიგი აქვს უსასრულოში და აკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობას

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t) + f(t) \quad L\text{-ზე}, \quad (1)$$

სადაც $f(t) = (f_1(t), \dots, f_n(t))$ L -ზე მოცემული $H(\nu)$ ($\nu < 1$) კლასის ვექტორია, ხოლო $G(t) = (G_{\alpha\beta}(t))$ ($\alpha, \beta = 1, \dots, n$) — L -ზე მოცემული $H(\nu_1)$ ($\nu_1 > \nu$) კლასის მატრიცი, $\det G(t) \neq 0$ -ზე.

(1) სასაზღვრო ამოცანის (ან, როგორც ხანდახან ვიტყვით ხოლმე, G მატრიცის) კერძო ინდექსები აღვნიშნოთ $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ ($\alpha_1 \cong \alpha_2 \cong \dots \cong \alpha_n$), ჯამ-

ინდექსი $\sum_{i=1}^n \alpha_i$ აღვნიშნოთ α -თი, დადებით კერძო ინდექსთა ჯამი — λ თი, უარყოფით კერძო ინდექსთა ჯამი — $(-\mu)$ -თი.

შემოვიყვანოთ სიმრავლე H_n^* , რომლის ელემენტებია ვექტორები $f(t) = (f_1(t), \dots, f_n(t))$, რომლებიც $H(\nu)$ პირობას აკმაყოფილებენ L -ზე და განსაზღვროთ ნორმა $\|f\|$ შემდეგნაირად:

$$\|f\| = \max_k \|f_k\|, \quad k = 1, \dots, n,$$

სადაც

$$\|f_k\| = \max_t |f_k(t)| + \sup_{t_1, t_2 \in L} \frac{|f_k(t_1) - f_k(t_2)|}{|t_1 - t_2|^\nu}.$$

H_n^* წრფივი ნორმირებული სავსე სივრცეა (იხ. [1], [3]).

განვიხილოთ აგრეთვე სიმრავლე Φ , რომლის ელემენტებს წარმოადგენენ ვექტორები $\Phi(t) = (\Phi_1^+(t), \dots, \Phi_n^+(t), \Phi_1^-(t), \dots, \Phi_n^-(t))$ $2n$ კომპონენ-

(¹ სტატიაში გამოყენებული ზოგიერთი ტერმინისა და აღნიშვნის შესახებ იხ. [1], [2].

ტით (რომლებიც L -ზე $H(\nu)$ პირობას აკმაყოფილებენ): პირველი n კომპონენტი წარმოადგენს D^+ არეში ჰოლომორფული ფუნქციების სასაზღვრო მნიშვნელობებს, ხოლო დანარჩენი n კომპონენტი წარმოადგენს სასაზღვრო მნიშვნელობებს ფუნქციებისას, რომლებიც ჰოლომორფულია D^- არეში, გარდა, შესაძლოა, უსასრულოდ დაშორებული წერტილისა, სადაც მათ შეიძლება ჰქონდეთ $(-x_n + 1)$ -ზე ნაკლები რიგი.

$\Phi(t)$ ვექტორის ნორმას განესაზღვრავთ შემდეგნაირად:

$$\|\Phi\| = \max_k (\|\Phi_k^+\|, \|\Phi_k^-\|), \quad k = 1, \dots, n,$$

სადაც

$$\|\Phi_k^+\|, \|\Phi_k^-\|$$

მოიცემა (2) ფორმულით.

ცხადია, Φ წარმოადგენს წრფივ ნორმირებულ საესე სივრცეს.

§ 2. (1) სასაზღვრო ამოცანას ჩვენ ჩავწერთ

$$K\Phi = f \tag{3}$$

განტოლების სახით, სადაც ოპერატორს $K\Phi \equiv \Phi^+ - G\Phi^-$ ($\Phi^+ = (\Phi_1^+, \dots, \Phi_n^+)$, $\Phi^- = (\Phi_1^-, \dots, \Phi_n^-)$) Φ სივრცის ელემენტები გადაჰყავს H_n' სივრცის ელემენტებში.

K ოპერატორს აქვს მარჯვენა შებრუნებული ოპერატორი¹ K^{-1} ; თუ $G_m \rightarrow G$ (როცა $m \rightarrow \infty$)², მაშინ, დაწყებული გარკვეული m -დან, მარჯვენა შებრუნებული ოპერატორები ექნებათ ოპერატორებსაც $K_m\Phi \equiv \Phi^+ - G_m\Phi^-$, ამასთან შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ

$$\|K_m^{-1} - K^{-1}\| \equiv C_0 \|K_m - K\|, \quad (C_0 \text{ მუდმივია}).$$

აღნიშნულიდან კერძოდ გამოდინარეობს, რომ არსებობს

$$\Phi^+(t) = G_m(t) \Phi^-(t) \quad L\text{-ზე}, \quad (m = 1, 2, \dots) \tag{1}$$

სასაზღვრო ამოცანების მატრიცული ამოხსნების მიმდევრობა F_m , კრებადი (Φ სივრცის ნორმით) (1) სასაზღვრო ამოცანის წინასწარ მოცემული კანონიკური მატრიცისაკენ.

შეგნიშნოთ ახლა შემდეგი: (1) სასაზღვრო ამოცანის $\chi(z)$ კანონიკური მატრიცის დეტერმინანტი წარმოადგენს კანონიკურ ამოხსნას სასაზღვრო ამოცანისა (ერთი უცნობი ფუნქციისათვის):

$$\varphi^+(t) = \det G(t) \cdot \varphi^-(t) \quad L\text{-ზე}.$$

მაშასადამე,

$$\det \chi(z) = \begin{cases} C e^{\Gamma(z)}, & z \in D^+, \\ C z^{-\alpha} e^{\Gamma(z)}, & z \in D^-, \end{cases}$$

¹ ეს გამოდინარეობს (1) სასაზღვრო ამოცანის კარგად ცნობილი ამოხსნიდან; იხ., მაგ., [1], [2].

² $G_m \rightarrow G$ ნიშნავს, რომ G_m მატრიცთა სვეტები იკრებება (H_n' სივრცის ნორმით) G მატრიცის შესაბამისი სვეტებისაკენ.

სადაც

$$\Gamma(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\ln [t^{-\alpha} \det G(t)] dt}{t - \zeta},$$

C მუდმივია.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ, დაწყებული გარკვეული m -დან, $\alpha_m = \alpha$ (α_m ჯამ-ინდექსია G_m მატრიცისა; შემდგომ G_m მატრიცის კერძო ინდექსებს აღვნიშნავთ $\alpha_{1m} \cong \dots \cong \alpha_{nm}$, λ_m -ით და $-\mu_m$ -ით, შესაბამისად, G_m მატრიცის დადებით და უარყოფით კერძო ინდექსთა ჯამებს), დავასკვნით, რომ არსებობს (1') სასაზღვრო ამოცანების კანონიკურ მატრიცთა $\chi_m(\zeta)$ მიმდევრობა, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\det \chi_m(\zeta)}{\det \chi(\zeta)} = I.$$

ჩავწეროთ ზემოთ ხსენებული მატრიცები F_m შემდეგი სახით:

$$F_m = \chi_m P_m,$$

სადაც P_m პოლინომიალური მატრიცებია, $\det P_m \rightarrow I$.

P_m ($m = 1, 2, \dots$) მატრიცი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგნაირად:

$$P_m = A_m Q_m,$$

სადაც $A_m(\zeta)$ პოლინომიალური მატრიცია ζ -საგან დამოუკიდებელი დეტერმინანტით, $\det A_m \rightarrow I$, ხოლო პოლინომიალური მატრიცი

$$Q_m(\zeta) = \begin{pmatrix} I - P_{11}^{(m)}, P_{12}^{(m)}, \dots, P_{1n}^{(m)} \\ 0, I - P_{22}^{(m)}, \dots, P_{2n}^{(m)} \\ \dots \\ 0, 0, \dots, I - P_{nn}^{(m)} \end{pmatrix},$$

ამასთან $P_{kk}^{(m)}(0) = 0$.

ადვილი დასამტკიცებელია, რომ $\|P_{kk}^{(m)}\| \rightarrow 0$. ამიტომ შეიძლება შევარჩიოთ ნატურალურ რიცხვთა ისეთი s_m მიმდევრობა, რომ

$$\chi_m A_m Q_m^{(1)} \rightarrow 0,$$

სადაც

$$Q_m^{(1)}(\zeta) = \begin{pmatrix} 0, P_{12}^{(m)} [P_{22}^{(m)}]^{s_m}, P_{13}^{(m)} [P_{33}^{(m)}]^{s_m}, \dots, P_{1n}^{(m)} [P_{nn}^{(m)}]^{s_m} \\ 0, 0, P_{23}^{(m)} [P_{33}^{(m)}]^{s_m}, \dots, P_{2n}^{(m)} [P_{nn}^{(m)}]^{s_m} \\ \dots \\ 0, 0, 0, \dots, P_{n-1, n}^{(m)} [P_{nn}^{(m)}]^{s_m} \\ 0, 0, 0, \dots, 0 \end{pmatrix}.$$

მაშასადამე,

$$F_m^{(1)} = \chi_m A_m (Q_m - Q_m^{(1)}) \rightarrow \chi,$$

აგრეთვე

$$N_m = \chi_m A_m T_m \rightarrow \chi,$$

სადაც

$$T_m = (Q_m - Q_m^{(1)}) d_m,$$

d_m დიაგონალური მატრიცია, რომლის მთავარ დიაგონალზე დგანან

$$1/(I - P_{11}^{(m)}), \dots, 1/(I - P_{nn}^{(m)}).$$

ცხადია, რომ T_m პოლინომიალური მატრიცია და $\det T_m = I$.

ამრიგად, ჩვენ ავაგეთ ამოხსნათა ნორმალური სისტემების N_m მიმდევრობა, რომელიც იკრებება χ კანონიკური მატრიცისაკენ (H_n^v სივრცის ნორმით).

§ 3. განვიხილოთ H_n^v სივრცეში შემდეგი ოპერატორები:

$$M\varphi \equiv (E + G(t_0)) \varphi(t_0) + \frac{I}{\pi i} (E - G(t_0)) \int_L \frac{\varphi(t) dt}{t - t_0},$$

$$M_m \varphi \equiv (E + G_m(t_0)) \varphi(t_0) + \frac{I}{\pi i} (E - G_m(t_0)) \int_L \frac{\varphi(t) dt}{t - t_0},$$

$$(m = 1, 2, \dots)$$

სადაც E ერთეულოვანი მატრიცია.

ვგულისხმობთ, რომ $G_m \rightarrow G$ ამიტომ

$$\|M_m - M\| \rightarrow 0, \text{ როცა } m \rightarrow \infty.$$

დავუშვათ, $\alpha \equiv 0$, ე. ი. $\lambda \equiv \mu$. ვთქვათ, $\varphi_1, \dots, \varphi_\lambda$ სრული სისტემაა, $M\varphi = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნებისა, ხოლო ψ_1, \dots, ψ_μ მიკავშირებული $M\varphi = 0$ განტოლებისა. ავავსოთ ვექტორები $\xi_1, \dots, \xi_\lambda, \eta_1, \dots, \eta_\lambda$ რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობებს

$$\int_L \xi_k(t) \varphi_j(t) dt = \delta_{kj}, \quad \int_L \eta_k(t) \psi_j(t) dt = \delta_{kj}, \quad k, j = 1, \dots, \lambda,$$

δ_{kj} კრონეკერის სიმბოლოა.

ოპერატორს

$$M\varphi + \sum_{k=1}^{\lambda} \left(\int_L \xi_k(t) \varphi(t) dt \right) \eta_k(t_0)$$

გააჩნია მარცხენა შებრუნებული, ამიტომ, საკმაოდ დიდი m -სათვის, განტოლებას

$$M_m \varphi + \sum_{k=1}^{\lambda} \left(\int_L \xi_k(t) \varphi(t) dt \right) \eta_k(t_0) = 0 \quad (4)$$

აქვს მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნა. ვაჩვენოთ, რომ, დაწყებული გარკვეული m -დან, $\lambda_m \equiv \lambda$. მართლაც, ვექტორი

$$\alpha_m = C_{1m} \varphi_{1m} + \dots + C_{\lambda_m m} \varphi_{\lambda_m m}$$

სადაც $\varphi_{1m}, \dots, \varphi_{\lambda m, m}$ სრული სისტემაა $M_m \varphi = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნებისა, წარმოადგენს (4) განტოლების ამოხსნას, თუ მუდმივები $C_{1m}, \dots, C_{\lambda m, m}$ აკმაყოფილებენ სისტემას

$$\sum_{j=1}^{\lambda m} C_{jm} \int_L \xi_k(t) \varphi_{jm}(t) dt = 0, \quad k = 1, \dots, \lambda.$$

მაგრამ თუ $\lambda_m > \lambda$, მაშინ ამ სისტემას არანულოვანი ამოხსნა აქვს და, მაშასადამე, არანულოვანი ამოხსნა უნდა ჰქონდეს (4) განტოლებასაც. მაშასადამე, $\lambda_m \equiv \lambda$ საკმაოდ დიდი m -თვის. რადგან $\lambda_m - \mu_m = \lambda - \mu$ საკმაოდ დიდი m -თვის, ამიტომ $\mu_m \equiv \mu$ დაწყებული გარკვეული m -დან.

თუ ჩავატარებთ ასეთსავე მსჯელობას მატრიცებისათვის G^{-1} და G_m^{-1} , დავრწმუნდებით, რომ აღნიშნულ უტოლებებს ადგილი აქვს მაშინაც, როცა $\alpha > 0$.

სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა თეორიიდან ცნობილია, რომ ოპერატორი

$$R_m f \equiv \frac{1}{4} (E + G_m^{-1}(t)) f(t_0) + \frac{1}{4\pi i} (E - G_m^{-1}(t_0)) N_m^+(t_0) \int_L \frac{[N_m^+(t)]^{-1} f(t) dt}{t - t_0}$$

($N_m(z)$ (1') სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნათა ნორმალური სისტემის მატრიცა) გვაძლევს $M_m \varphi = f$ განტოლების ერთ-ერთ ამოხსნას (როცა ამოხსნები არსებობს).

ზემოთ დამტკიცებულის (იხ. § 2 ბოლო) ძალით, შეგვიძლია ვივთხოვოთ, რომ R_m ($m = 1, 2, \dots$) ოპერატორების ნორმების მიმდევრობა შემოსაზღვრულია.

ახლა, ვთქვათ, φ_0 რაიმე ამოხსნაა განტოლებისა $M \varphi = 0$. მაშინ $\varphi_m = \varphi_0 - R_m M_m \varphi_0$, ცხადია, წარმოადგენს $M_m \varphi = 0$ განტოლების ამოხსნას.

გვაქვს

$$\|\varphi_m - \varphi_0\| = \|R_m (M_m - M) \varphi_0\| \equiv \|R_m\| \cdot \|M_m - M\| \cdot \|\varphi_0\|.$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ $M_m \varphi = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვი არაა ნაკლები $M \varphi = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვზე (საკმაოდ დიდი m -თვის), ე. ი. $\lambda_m \equiv \lambda$. თუ შევადარებთ ამ უტოლობას წინათ დადგენილ უტოლობას, მივიღებთ $\lambda_m = \lambda$ დაწყებული გარკვეული m -დან.

განვიხილოთ ახლა მატრიცები $g = (t - c)^{-\alpha_1} G$ და $g_m = (t - c)^{-\alpha_1} G_m$ (c წერტილი მდებარეობს D^+ არეში). ცხადია, რომ g მატრიცს არა აქვს დადებითი კერძო ინდექსები და ამიტომ საკმაოდ დიდი m -თვის g_m მატრიცის კერძო ინდექსები არადადებითია. რადგან g_m მატრიცის კერძო ინდექსები ტოლია $\alpha_{im} - \alpha_1$, ამიტომ $\alpha_{1m} \equiv \alpha_1$ დაწყებული გარკვეული m -დან. თუ შევადარებთ $(t - c)^{-\alpha_1 + 1} G$ და $(t - c)^{-\alpha_1 + 1} G_m$ მატრიცების კერძო ინდექსებს, დავასკვნით, რომ უტოლობა $\alpha_{1m} < \alpha_1$ არ შეიძლება შესრულდეს m -ის მნიშვნელობათა უსასრულო სიმრავლისათვის და, მაშასადამე, $\alpha_{1m} = \alpha_1$ დაწყებული

გარკვეული m -დან. ანალოგიური მსჯელობით შეიძლება დავადგინოთ, რომ $\alpha_{im} = \alpha_i$ ყველა i -სათვის დაწყებული გარკვეული m -დან.

§ 2-ში ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ არსებობს ($1'$) სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნათა ნორმალური სისტემის მატრიცთა N_m მიმდევრობა, რომელიც იკრებება (1) ამოცანის წინასწარ დასახელებული χ კანონიკური მატრიცისაყენ. იმის შემდეგ, რაც ნაჩვენებია კერძო ინდექსთა მდგრადობა, შეიძლება დავამტკიცოთ უფრო მეტი: კანონიკურ მატრიცთა კრებადი მიმდევრობის არსებობა.

მართლაც, ვთქვათ, $N_m = \chi_m P_m$, სადაც χ_m კანონიკური მატრიცია ($1'$) სასაზღვრო ამოცანისა, ხოლო $P_m = (P_{ik}^{(m)})$ პოლინომიალური მატრიცია, $\det P_m = \text{const}$; დაწყებული გარკვეული m -დან, χ_m მატრიცის k სვეტის რიგი ემთხვევა $(-\alpha_k)$ -ს.

ადვილი დასამტკიცებელია, რომ N_m მატრიცის k სვეტში შემავალი წევრები, რომელთაც $(-\alpha_k)$ -ზე მეტი რიგი აქვთ, ნულისაყენ მიისწრაფვიან. მაშასადამე, $N_m = \chi_m P_m$ მიმდევრობის ზღვრის შეტყვევლად $P_{ik}^{(m)}$ პოლინომებში შეგვიძლია უკუვაგდოთ $(\alpha_k - \alpha_i)$ -ზე მაღალი რიგის წევრები; ამ ოპერაციის შემდეგ მივიღებთ უკვე კანონიკურ მატრიცებს $\chi_m P_m$ [2].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 13.10.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М.—Л., 1946.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М.—Л., 1950.
3. З. И. Халилов. Линейные уравнения в линейных нормированных пространствах. изд. АН Азерб. ССР, 1949.

მათემატიკა

ბ. ზოლოზილი

ჰომოლოგიის სპექტრალურ-სინგულარულ ჯგუფთა შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 4.11.1953)

ამ შრომაში მოცემულია კოეფიციენტთა ბიკომპაქტური ჯგუფის მქონე ჰომოლოგიის სინგულარული Δ -ჯგუფების განსაზღვრა, რომლის (ისე, როგორც კოეფიციენტთა ბიკომპაქტურ ჯგუფიანი ჰომოლოგიის ჩების ∇ -ჯგუფთა განსაზღვრის) არარსებობა ხშირად აღნიშნულია (იხ., მაგალითად, [2], გვ. 188, 232 და სხ.). ეს განსაზღვრა დამყარებულია ჰურევიჩის, დუჟუნჯისა და დაუკერის მიერ [3] სინგულარული ჯგუფებისათვის მოწოდებულ სპექტრალურ მეთოდზე, რის გამოც საკითხი მიიყვანება ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ზღვრული ჯგუფის განსაზღვრაზე (ამ განსაზღვრის არარსებობაც არის აღნიშნული; იხ., მაგალითად, [3], გვ. 399). [5, 6, 7] შრომებში მოცემული წესი ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ზღვრული ჯგუფის განსაზღვრისა და მასზე დამყარებული განსაზღვრანი სხვადასხვა ჰომოლოგიის ჯგუფებისა (მათ შორის კოეფიციენტთა ბიკომპაქტური ჯგუფის მქონე ჰომოლოგიის ჩების ∇ -ჯგუფებისა) სასარგებლო აღმოჩნდა ჰომოლოგიის თეორიის ზოგი საკითხის შესწავლისას (იხ. [5, 6, 1, 7]). ამავე წესზე დამყარებული ჰომოლოგიის სპექტრალურ-სინგულარული ჯგუფების აქ მოცემული განსაზღვრა. მაგრამ, როგორც [3]-ში, აქაც საჭიროა მრავალჰომომორფიზმებიანი ჯგუფები. ამიტომ § 1-ში გადმოცემულია ბიკომპაქტურ ჯგუფთა მრავალჰომომორფიზმებიანი პირდაპირი სპექტრებისა და, მათთან დაკავშირებით, დისკრეტულ ჯგუფთა შებრუნებული სპექტრების ძირითადი დებულებანი. გარდა ამისა, ჩვენთვის საინტერესო შემთხვევა აქ გაერთიანებულადაა (და რამდენადმე გამარტივებულად) გადმოცემული დისკრეტულ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრებისა და ბიკომპაქტურ ჯგუფთა შებრუნებული სპექტრების (იხ. [2]) კლასიკურ შემთხვევასთან. § 2-ში აგებულია აღნიშნული საიის ფარდობითი სპექტრალურ-სინგულარული ჯგუფები და, ამასთანავე, სისრულისათვის, კვადრატულ ფრჩხილებში მითითებულია ის ცვლილებები, რომელთა შესრულება [3]-ში განხილულ ჯგუფთა სახეობას მოგვცემს.

§ 1. ვთქვათ, მოცემულია აბელის ჯგუფთა ორი სისტემა ჰომომორფიზმებით

$$\{A_\alpha, \pi_{\alpha}^i\}$$

და

$$\{B_\alpha, \pi_i^{(\beta)}\},$$

რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

1. თითოეული ამ სისტემის ჯგუფები აღნიშნულია რომელიმე მიმართული $\Omega = \{\alpha, <\}$ სიმრავლის ინდექსებით.

2. ერთ-ერთი ამ სისტემის ყველა ჯგუფი დისკრეტულია, ხოლო მეორე სისტემის ყველა ჯგუფი—ბიკომპაქტური.

3. ინდექსთა ყოველი (α, β) წყვილისათვის, სადაც $\alpha < \beta$, არსებობენ (უწყვეტ) ჰომომორფიზმთა ისეთი ოჯახები $\pi_{\alpha\beta}^i: A_\beta \rightarrow A_\alpha$ და $\pi_{\beta\alpha}^i: B_\alpha \rightarrow B_\beta$, რომ, თუ $\pi_{\beta\alpha}^i, \pi_{\alpha\beta}^i$ და, შესაბამისად, $\pi_{\alpha\beta}^i, \pi_{\beta\alpha}^i$ აღნიშნულ ოჯახთა ჰომომორფიზმებია, მაშინ მათი $\pi_{\beta\alpha}^i \pi_{\alpha\beta}^i$ და $\pi_{\alpha\beta}^i \pi_{\beta\alpha}^i$ ნამრავლებიც სათანადო ოჯახთა ჰომომორფიზმებია (α, γ) წყვილისათვის.

პირველი ამ სისტემათაგანი იწოდება შებრუნებულ სპექტრად, ხოლო მეორე—პირდაპირ სპექტრად. ის შემთხვევა, როცა პირდაპირი სპექტრის ჯგუფები დისკრეტულია და როცა ყოველი დალაგებული (α, β) წყვილისათვის ერთი ჰომომორფიზმი გვაქვს, კარგადაა ცნობილი (იხ., მაგალითად, [2]). ასეთივე სპექტრები, ოღონდ მრავალი ჰომომორფიზმით, განხილული იყო ჰურევიჩის, დუგუნჯისა და დაუკერის მიერ [3]. ის შემთხვევა, როცა პირდაპირი სპექტრი ბიკომპაქტური ჯგუფებისაგან შედგება, მაგრამ ყოველი აღნიშნული (α, γ) წყვილისათვის თითო ჰომომორფიზმი გვაქვს, ჩვენ მიერ იქნა შესწავლილი (იხ. [5, 6, 7]).

პირდაპირ და შებრუნებულ სპექტრებს შეუღლებული სპექტრები ეწოდება, თუ ისინი შემდეგ პირობებს აკმაყოფილებენ:

1. ყოველი α -თვის, A_α და B_α ჯგუფები ორადული არიან (ე. ი. ერთიმეორის ქარაქტერთა ჯგუფებია): $A_\alpha | B_\alpha$.

2. ყოველი i -თვის $(a_\beta, \pi_{\beta\alpha}^i b_\alpha) = (\pi_{\beta\alpha}^i a_\beta, b_\alpha)$, სადაც $a_\beta \in A_\beta, b_\alpha \in B_\alpha$, ხოლო (\cdot, \cdot) ორადულ ჯგუფთა ელემენტების გამრავლებას აღნიშნავს.

აღვილი სანახავია, რომ ყოველი ასეთი სპექტრისათვის არსებობს ცალსახად განსაზღვრული, მასთან შეუღლებული სპექტრი, ისე რომ რომელიმე ასეთი სპექტრის მოცემა მისი შეუღლებული სპექტრის მოცემას ნიშნავს.

შებრუნებული და პირდაპირი შეუღლებული სპექტრების ზღვრული A და, შესაბამისად, B ჯგუფები ასე განიშარტება. A -ს ელემენტებია $a = \{a_\alpha\}$ სისტემები, რომლებიც შედგენილია თითო a_α -ს ისეთი ამორჩევით ყოველი A_α -ან, რომ $a_\alpha = \pi_{\beta\alpha}^i a_\beta$, ყოველი i -თვის. ალგებრა A -ში მოიცემა $a + a' = \{a_\alpha + a'_\alpha\}$ ფორმულით, ხოლო ტოპოლოგია ასე განისაზღვრება: a -ს მიდამოდ ყველა ისეთი a' ელემენტის U სიმრავლე ითვლება, რომლისთვისაც $a'_\alpha \in U(a_\alpha)$, ყოველი α -თვის, სადაც $U(a_\alpha)$ არის a_α -ს მოცემული მიდამო A_α -ში; ამასთანავე, თუ A_α ბიკომპაქტურებია, მაშინ თითქმის ყველა $U(a_\alpha)$ მიჩნეულია A_α -ად, რითაც A ჯგუფის ბიკომპაქტურობაცაა უზრუნველყოფილი; დისკრეტულ A_α -თა შემთხვევაში ეს პირობა არაა მოთხოვნილი და A -ც დისკრეტულია.

B -ს განსაზღვრისათვის განვიხილოთ $\bigcup_a B_\alpha$ და განვმარტოთ A -ს ნამრავლი ამ ნაერთთან $(a, b_\alpha) = (a_\alpha, b_\alpha)$ ფორმულით. $\bigcup_a B_\alpha$ -ს b_α და b_β ელემენტებს ეკვივალენტურნი ვუწოდოთ, თუ $(a, b_\alpha) = (a, b_\beta)$ ყოველი a -თვის, $a \in A$.

საქართველოს
საბჭოთაო
საზოგადოებრივი
მეცნიერებათა
აკადემია

განვმარტოთ მიღებულ b და b' კლასთა ჯამი, როგორც $\pi_{\beta}^* b_{\alpha} + \pi_{\beta}^* b'_{\alpha}$ ელემენტის კლასი, სადაც $b_{\alpha} \in b$, $b'_{\alpha} \in b'$; ადვილი სანახაია, რომ ეს განმარტება არაა დამოკიდებული b_{α} , b'_{α} , π_{β}^* და π_{β}^* -ს არჩევაზე და რომ იგი ყველა კლასის B სიმრავლეს ჯგუფად აქცევს.

შემოვიყვანოთ ამ ჯგუფში ტოპოლოგია პონტრიაგინის წესით, ე. ი. A ჯგუფის ბიკომპაქტურ C ქვესიმრავლეთა საშუალებით: ნულის მიდამო ყველა ისეთი b -ს სიმრავლეა, რომელთათვისაც $(C, b) \in W$, სადაც W ნულის მოცემული მიდამოა K ($=$ ნამდვილ რიცხვთა ჯგუფი მთელთა მოდულით) ჯგუფში. ეს B -ს აქცევს ტოპოლოგიურ ჯგუფად.

განვმარტოთ a და b , $a \in A$, $b \in B$ ელემენტთა ნამრავლი, როგორც (a, b_{α}) , სადაც $b_{\alpha} \in b$. ეს ნამრავლი დამოუკიდებელია b_{α} -ს ამორჩევაზე b -დან, დისტრიბუციულია ორივე არგუმენტის მიმართ, უწყვეტია და ორთოგონალური.

შეიძლება ნაჩვენები იქნეს, რომ A არის B ჯგუფის ყველა ქარაქტერის ჯგუფი, ხოლო B არის A ჯგუფის ქარაქტერთა $\chi(A)$ ჯგუფის ყველგან მკვრივი ქვეჯგუფი; მაშასადამე, A და B ჯგუფის $\bar{B} = \chi(A)$ ჩაკეტვა $\chi(A)$ -ში ორადულნი არიან პონტრიაგინის აზრით: $A | \bar{B}$. თვითონ A და B ჯგუფებს ჩვენ განზოგადებულად ორადულებს ვუწოდებთ და ამას ასე აღვნიშნავთ: $A || B$.

თუ ყველა A_{α} და, მაშასადამე, A ბიკომპაქტურია, მაშინ B ჯგუფი, როგორც დისკრეტული, \bar{B} -ს ემთხვევა და სპექტრთა კლასიკურ თეორიას ვიღებთ [2], ოღონდ, საზოგადოდ, არა ერთი, არამედ მრავალი ჰომომორფიზმით. თუ A_{α} და, მაშასადამე, A დისკრეტულებია, მაშინ \bar{B} არის B -ს ბიკომპაქტური შეესება და ჩვენ მიერ [5, 6, 7]-ში განხილულ სპექტრთა თეორიას ვიღებთ, ოღონდ უკვე მრავალი ჰომომორფიზმის პირობებში. ამგვარად, ორივე შემთხვევაში \bar{B} ჯგუფი ცალსახად განისაზღვრება $\{B_{\alpha}, \pi_{\beta}^*\}$ სპექტრით.

აქ განხილულ სპექტრთა ზღვრული ჯგუფების განსაზღვრა ისეთი წესითაც შეგვეძლო, რომელიც ჩვენი [7] შრომის § 1.1-ში გადმოცემული წესის ანალოგიურია. ამ წესის მიხედვით მოცემული სპექტრები დამხმარე სპექტრებით შეიცვლებიან: შებრუნებული სპექტრი ე. წ. არსებითი ქვეჯგუფების სპექტრით, ხოლო პირდაპირი სპექტრი—სპექტრით ფაქტორ-ჯგუფებისა, რომლებიც მიიღება მოცემული სპექტრის ჯგუფთა ფაქტორიზებით აღნიშნულ არსებით ქვეჯგუფთა ანულატორების მიმართ. უნდა აღინიშნოს, რომ მრავალ-ჰომომორფიზმებიან სპექტრთა ჩვენს შემთხვევაშიაც ეს დამხმარე სპექტრები მაინც თითო-თითო ჰომომორფიზმს შეიცავენ ყოველი დალაგებული (α, β) წყვილისათვის.

§ 2. განვიხილოთ წრფივად დამოუკიდებელ ვექტორთა \mathfrak{M} სიმძლავრის მქონე სიმრავლით წარმოქმნილი ნამდვილი, წრფივი, არატოპოლოკიზებული $L(\mathfrak{M})$ სივრცე, სადაც \mathfrak{M} უსასრულო კარდინალური რიცხვია. პოლიედრი ვუწოდოთ ჩაკეტილ, სიმპლექსურ, ლოკალურად სისრულ P პოლიედრს წრფივი ევკლიდური სიმპლექსებით, რომლის წვეროთა სიმრავლე $L(\mathfrak{M})$ -შია მოთავსებული და \mathfrak{M} -ზე ნაკლები სიმძლავრისაა და რომელიც ტოპოლოგიზებუ-

ლია უაიტჰედის მეთოდით: u ღიაა P -ში, თუ $u \cap P'$ ღიაა P' -ში, სადაც P' არის P -ს ნებისმიერი სასრული ქვეპოლიედრი (იხ. [4]).

ვთქვათ, X მოცემული ტოპოლოგიური სივრცეა, ხოლო A —მისი ნებისმიერი ქვესიმრავლე. განვიხილოთ მიმართული $\Omega_p = \Omega_p(X, A; \mathfrak{B})$, $p = 1, 2$, სისტემები, რომელთა ელემენტები და დალაგება ამგვარადაა განსაზღვრული: ისინი შედგებიან ყველა $\alpha = \{P, K, f\}$ სამეულებისაგან, სადაც P პოლიედრია, f —უწყვეტი ასახვა P -სა X -ში, ხოლო K არის P -ს ნებისმიერი ქვეპოლიედრი, რომელიც ყველა ისეთ t , $t \in P$, სიმპლექსს შეიცავს, რომელთათვისაც $f(t) \cap A \neq \emptyset$. Ω_1 -ს შემთხვევაში და მხოლოდ ისეთ t , $t \in P$, სიმპლექსებს შეიცავს, რომელთათვისაც $f(t) \subset A$. Ω_2 -ს შემთხვევაში. ითვლება, რომ $\alpha < \beta$, $\beta = \{Q, L, g\}$, იუ ისეთი იზომორფული $S_{\alpha\beta}^i: P \rightarrow Q$ ჩართვა არსებობს, რომ $S_{\alpha\beta}^i K \subset L$ და $g S_{\alpha\beta}^i = f$; აქ სხვადასხვა i სხვადასხვა ჩართვას აღნიშნავს, ხოლო $S_{\alpha\beta}^i$ იწოდება Ω_p სისტემის ჩართვებად.

თუ მოცემული ორი პოლიედრის იზომორფულსა და ერთიმეორის არათანამკვეთ პოლიედრთა ნაერთს ავიღებთ და სათანადოდ განვმარტავთ მის ასახვას X -ში, ვნახავთ, რომ Ω_p სისტემები მიმართულია.

ყოველი $\alpha = \{P, K, f\}$ სამეულისათვის Ω_p -ან, $p = 1, 2$, განვიხილოთ ფარდობითი r -განზომილებიანი ჰომოლოგიის $H_\alpha^r = H^r(P, K; G')$ ∇ -ჯგუფი P პოლიედრის სასრული [უსასრულო] ჯაჭვებისა K მოდულით კოეფიციენტთა დისკრეტული [ბიკომპაქტური] G' ჯგუფის მიმართ და ფარდობითი r -განზომილებიანი ჰომოლოგიის $H_\alpha^r = H^r(P, K; G'')$ Δ -ჯგუფი P პოლიედრის უსასრულო [სასრული] ჯაჭვებისა K მოდულით კოეფიციენტთა ბიკომპაქტური [დისკრეტული] G'' ჯგუფის მიმართ.

Ω_p -ან აღებულ α და β , $\alpha < \beta$, სამეულთა ყოველი დალაგებული წყვილისათვის ნებისმიერი $s_{\alpha\beta}^i: P \rightarrow Q$ ჩართვა იმავე Ω_p სისტემიდან წარმოქმნის, ჩვეულებრივი წესით, $s_{\alpha\beta}^i: H_\alpha^r \rightarrow H_\beta^r$ და $s_{\alpha\beta}^i: H_\alpha^r \rightarrow H_\beta^r$ ჰომომორფიზმებს.

ყოველი Ω_p , $p = 1, 2$, სისტემისათვის H_α^r ჯგუფები $s_{\beta\alpha}^i$ ჰომომორფიზმებითა და H_β^r ჯგუფები $s_{\alpha\beta}^i$ ჰომომორფიზმებით ქმნიან, როგორც ადვილი შესამოწმებელია, დისკრეტულ [ბიკომპაქტურ] ჯგუფთა შებრუნებულ

$$\{H_\alpha^r, s_{\beta\alpha}^i; \Omega_p\}$$

სპექტრს და, შესაბამისად, ბიკომპაქტურ [დისკრეტულ] ჯგუფთა პირდაპირ

$$\{H_\beta^r, s_{\alpha\beta}^i; \Omega_p\}$$

სპექტრს.

თუ კოეფიციენტთა G' და G'' ჯგუფები ორადულია, $G' | G''$, და, მაშასადამე, H_α^r და H_β^r ჯგუფები ორადულია, $H_\alpha^r | H_\beta^r$, მაშინ აღნიშნული სპექტრები შეუღლებულცაა. ამიტომ, § 1-ის ძალით, ყველა შემთხვევაში შეიძლება აიგოს ამ სპექტრთა ზღვრული ჯგუფები

$$H^r(X, A; G'; \mathfrak{M}, \Omega_p) = \varprojlim \{H^r_\alpha, s^i_{\alpha}; \Omega_p\}$$

და, შესაბამისად,

$$H_r(X, A; G''; \mathfrak{M}, \Omega_p) = \varinjlim \{H^a_r, s^{\alpha\beta}_*; \Omega_p\}.$$

ეს ზღვრული ჯგუფებია X სივრცის r -განზომილებიანი ჰომოლოგიის სპექტრალურ-სინგულარული ჯგუფები A მოდულით \mathfrak{M} კარდინალური რიცხვისა და Ω_p , $p = 1, 2$, სისტემის მიმართ: კოეფიციენტთა დისკრეტულ [ბიკომპაქტურ] G' -ჯგუფიანი ∇ -ჯგუფი და, შესაბამისად, კოეფიციენტთა ბიკომპაქტურ [დისკრეტულ] G'' -ჯგუფიანი Δ -ჯგუფი.

§ 1-ის ძალით, გარდა ამისა, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ეს ჯგუფები განზოგადებულად ორადულია:

$$H^r(X, A; G'; \mathfrak{M}; \Omega_p) \parallel H_r(X, A; G''; \mathfrak{M}; \Omega_p).$$

აქედან გამომდინარეობს ორი ორადობა ჩვეულებრივი, კლასიკური აზრით: ერთი მხრივ, გვაქვს ორადობა კოეფიციენტთა ბიკომპაქტურ G' -ჯგუფიანი ჰომოლოგიის ∇ -ჯგუფსა და კოეფიციენტთა დისკრეტულ G'' -ჯგუფიანი ჰომოლოგიის Δ -ჯგუფს შორის

$$H^r(X, A, G'; \mathfrak{M}; \Omega_p) \parallel H_r(X, A; G''; \mathfrak{M}; \Omega_p);$$

მეორე მხრივ, გვაქვს ორადობა კოეფიციენტთა დისკრეტულ G' -ჯგუფიან ჰომოლოგიის ∇ -ჯგუფსა და კოეფიციენტთა ბიკომპაქტურ G'' -ჯგუფიან ჰომოლოგიის $H_r(X, A; G''; \mathfrak{M}, \Omega_p)$ Δ -ჯგუფის $\overline{H}_r(X, A; G''; \mathfrak{M}, \Omega_p)$ ბიკომპაქტურ შეესებას შორის:

$$H^r(X, A; G'; \mathfrak{M}, \Omega_p) \parallel \overline{H}_r(X, A; G''; \mathfrak{M}, \Omega_p).$$

ჰომოლოგიის აბსოლუტური (ე. ი., როცა A ცარიელი სიმრავლეა) ∇ -ჯგუფები კოეფიციენტთა ბიკომპაქტური G' ჯგუფის მიმართ (ნებისმიერი ტოპოლოგიური ჯგუფის მიმართაც კი) და Δ -ჯგუფები კოეფიციენტთა დისკრეტული G'' ჯგუფის მიმართ განსაზღვრული იყო ჰურევიჩის, დუგუნჯისა და დაუკერის მიერ [3], ისე როგორც დამყარებული იყო ამ ჯგუფთა ზემოთ მითითებული ორადობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.11.1953)

დავროვებული ლიტერატურა

1. П. С. Александров. Основные теоремы двойственности для незамкнутых множеств n -мерного пространства. *Мат. Сб.*, 21 (63), 1947, 161—232.
2. S. Eilenberg and N. Steenrod. *Foundations of algebraic topology*. 1952.
3. W. Hurewicz, J. Dugundji and C. H. Dawker. Continuous connectivity groups in terms of limit groups. *Ann. of Math.*, v. 49, № 2, 1948, 391—406.
4. J. B. Giever. On the equivalence of two singular homology theories. *Ann. of Math.* v. 51, № 1, 1950, 178—191.
5. G. Chogoshvili. Théorème de dualité pour le polyèdre infini. *C. R. de Paris*, 221, 1945, 15—17.
6. Г. С. Чогошвили. О соотношениях двойственности в топологических пространствах. Диссертация. *Мат. инст. АН СССР*, Москва, 1945.
7. Г. С. Чогошвили. О гомологических аппроксимациях и законах двойственности для произвольных множеств. *Мат. Сб.*, 28 (70): 1, 1951, 89—118.

დრეკადობის თეორია

ა. გორგიძე

სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმული ძელის
 განივი ძალით ღუნვის ამოცანის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 31.10.1953)

სტატიაში [1] ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმული ძელის გრებისა და გაჭიმვის ურთიერთგავლენა. იმავე მეთოდით [2] სტატიაში განვიხილეთ სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმული ძელის წყვილძალით ღუნვისა და გაჭიმვის ურთიერთგავლენა.

ამ სტატიაში ჩვენ შევისწავლით სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმული ძელის განივი ძალით ღუნვისა და გაჭიმვის ურთიერთგავლენას.

ეს ამოცანა ნებისმიერი ერთგვაროვანი ძელისათვის ამოხსნილი იყო ა. რუხაძის მიერ [3].

ვთქვათ, გვაქვს ძელი, შედგენილი სხვადასხვა მასალისაგან, რომელთა პუასონის კოეფიციენტი ერთი და იგივეა, ხოლო დრეკადობის მოდული სხვადასხვაა.

ვიგულისხმობთ, რომ დეფორმაციამდე ძელი შედგება რიგი პარალელური მთლიანი ძელებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს არ ეხება, მაგრამ მათ შორის და ძელების შემომსაზღვრელ ცილინდრულ ფართეულს შორის მყოფი ადგილი შევსებულია დრეკადი არით. ცილინდრის მსახველები ძელების პარალელურია.

S -ით აღვნიშნოთ ძელის განივი კვეთა დეფორმაციამდე. ეს კვეთა შედგება S_1, S_2, \dots, S_m არეებისაგან, რომელნიც თითოეული ძელის განივი კვეთას შეესაბამებიან, და S_0 არისაგან, რომელიც შემომსაზღვრელ მასალას შეესაბამება.

S_1, S_2, \dots, S_m არეების საზღვრები L_1, L_2, \dots, L_m -ით აღვნიშნოთ; S_0 არის საზღვარი იქნება L_1, L_2, \dots, L_m კონტურები და L_{m+1} კონტური, რომელიც ყველა წინა კონტურს შეიცავს.

დავუშვათ, რომ კოორდინატთა სათავე იმყოფება „ქვედა“ (დამაგრებული) ფუძის¹ სიმძიმის დაყვანილ ცენტრში. $O\zeta$ ღერძი ცილინდრის მსახველის პარალელურია, ხოლო $O\zeta$ და $O\eta$ ღერძებს ინერციის მთავარი ღერძების მიმართულება აქვს.

¹ აქ და შემდეგ ჩვენ ვიყენებთ იმ ტერმინებს, რომლებიც შემოტანილი იყო აკადემ. მუსხელიშვილის მიერ შედგენილი ძელებისათვის ([4], გვ. 538).

λ_j და μ_j -ით აღნიშნოთ S_j ($j=0, 1, 2, \dots, m$) არის შესაბამისი ლამეს მუდმივები.

ვთქვათ, ძელის გვერდითი ზედაპირი თავისუფალია გარეშე ძალებისაგან, გადაადგილების u , v და w მდგენელები უწყვეტია, როდესაც ერთი გარემოდან მეორეში გადავიდებით, ხოლო თავისუფალ „ზედა“ ფუძეზე $Z=1$ მოქმედებს ძალები, რომლებიც ტოლფასია განივი ძალისა, რომელიც OZ ღერძის პარალელურია, და გამკიბავი F ძალისა, რომელიც OZ ღერძის გასწვრივ მოქმედებს.

ამას გარდა, ვიგულისხმობთ, რომ სხვადასხვა მასალის ზედაპირის ელემენტზე მოქმედი ძალები ტოლია და ურთიერთსაწინააღმდეგოაა მიმართული.

საძიებელია ძაბვის ტენზორისა და გადაადგილების ვექტორის კომპონენტები ძელის მიერ დაკავებულ არეში.

ზემოდასმული ამოცანის ამოხსნა დაიყვანება ნ. მუსხელიშვილის [2] შემდეგ ამოცანად:

საძიებელია ძაბვის ტენზორის X_x, Y_y, \dots, X_y მდგენელები, თუ ისინი განსახილველ არეში აკმაყოფილებენ წონასწორობის ერთგვაროვან განტოლებებს, ჰუკის არაწრფივ კანონს და შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, z) &= 0, \\ Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, z) &= 0, \\ Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

თავისუფალ ზედაპირზე, ხოლო

$$\begin{aligned} [X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, z)]_j & \\ = [X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, z)]_0, & \\ [Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, z)]_j & \\ = [Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, z)]_0, & \\ [Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z)]_j & \\ = [Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z)]_0, & \end{aligned} \quad (2)$$

არეთა გამყოფ ზედაპირებზე, სადაც კვადრატული ფრჩხილების ნიშნაკები არის ნომერს გვიჩვენებს, $\cos(n, x)$, $\cos(n, y)$ და $\cos(n, z)$ —დეფორმირებული ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუსებს, ხოლო x , y , z წერტილის კოორდინატებია დეფორმაციის შემდეგ.

$$\text{ვთქვათ, } \nu = \frac{W}{J_{E\eta}} \left(\text{სადაც } J_{E\eta} = \sum_{j=0}^m E_j J_{\eta j}, J_{\eta j} \text{ წარმოადგენს } S_j \text{ კვეთის} \right)$$

ინერციის მომენტს $O\eta$ ღერძის პარალელური ღერძის მიმართ) და τ (გრე-

$$\text{ხის ხარისხი) მცირე სიდიდეებია, ხოლო } \delta = \frac{F}{S_E} \left(\text{სადაც } S_E = \sum_{j=0}^m E_j S_j, E_j S_j \right)$$

არის იუნგის მოდულია, S_j აღნიშნავს S_j არის ფართობს) ისეთი მუდმივია,

რომ u , v და w ფუნქციების დაშლაში δ და γ ხარისხების მიხედვით (განსხვავებით დრეკადობის თეორიის წრფივი ამოცანისა) δ^2 , $\delta\epsilon$ და $\delta\gamma$ რიგის წევრების უკუგდება არ შეიძლება, მაგრამ უფრო მაღალი რიგის წევრების უკუგდება შესაძლებელია. ამის შესაბამისად დასმული ამოცანის ამოხსნა შემდეგი სახით ვეძებთ:

$$u = -\delta\alpha\zeta - \tau\eta\zeta + v \left[\frac{1}{2} \sigma(l-\zeta) (\xi^2 - \eta^2) + \frac{1}{2} k\zeta^2 - \frac{1}{6} \zeta^3 \right] + \delta^2 u_1 + \delta\epsilon u_2 + \delta\gamma u_3, \quad (3)$$

$$v = -\delta\sigma\eta + \alpha\zeta\zeta + \nu\sigma(l-\zeta)\xi\eta + \delta^2 v_1 + \delta\epsilon v_2 + \delta\gamma v_3,$$

$$w = \delta\zeta + \sigma\varphi(\xi, \eta) - v \left[\left(k\zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \xi + \chi(\xi, \eta) + \xi\eta^2 \right] + \delta^2 w_1 + \delta\epsilon w_2 + \delta\gamma w_3,$$

სადაც u_1 , v_1 , w_1 , u_2 , v_2 , w_2 , u_3 , v_3 და w_3 საძიებელი ფუნქციებია, ξ , η და ζ წერტილის კოორდინატებია დეფორმაციამდე, $\varphi(\xi, \eta)$ —გრეხის ფუნქცია, ხოლო $\chi(\xi, \eta)$ —ღუნვის ფუნქცია შედგენილი ძელისათვის.

რადგან u_1 , v_1 და w_1 გადაადგილებათა მოძებნა ჩვენ მიერ მოცემული იყო [5], ხოლო u_2 , v_2 და w_2 —[2]-ში, ამიტომ აქ განვსაზღვრავთ u_3 , v_3 და w_3 გადაადგილებებს, რომელნიც ღუნვისა და გაჭიმვის საძიებელ ურთიერთქმედებას გამოსახავენ.

ჩვენი ამოცანის ამოხსნენლად, მივიღებთ რა მხედველობაში წარმოებულთა გარდაქმნის ფორმულებს და გამოვსახავთ რა დეფორმირებული სხეულის ზედაპირის ნორმალის კოსინუსებს დეფორმაციამდე აღებული სხეულის ზედაპირის ნორმალის კოსინუსებით [3], საჭიროა გამოთვალოთ ძაბვის ტენზორის მდგენელები ნ. ზვოლინსკისა და პ. რიზის [6] ფორმულებით, ჩავსვათ მათი მნიშვნელობანი წონასწორობისა და სასაზღვრო პირობების გამომსახველ (1) და (2) ტოლობებში, მაშინ u_3 , v_3 და w_3 დამატებითი გადაადგილებების შესაბამისი τ_{11} , τ_{22} , ..., τ_{33} ძაბვებისათვის მივიღებთ წონასწორობის შემდეგ განტოლებებს:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{11}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial \zeta} + \frac{1}{2} E_j(l-\zeta) &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{21}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial \zeta} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{31}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial \zeta} + kE_j\xi &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც

$$k = \frac{1}{2} (\sigma - 1), \quad j=0, 1, 2, \dots, m$$

და სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} \tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta &= 0, \\ \tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta &= 0, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta + \frac{1}{4} E_0 \left[\sigma (\xi^2 - \eta^2) - 2 \left(\kappa \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \cos \alpha \\ + \frac{1}{2} E_0 \sigma \xi \eta \cos \beta = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

თავისუფალ ზედაპირზე,

$$\begin{aligned} [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_j - [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_0 = 0, \\ [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_j - [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_0 = 0, \\ [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_j - [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_0 + \frac{1}{4} (E_j - E_0) \left[\sigma (\xi^2 - \eta^2) \right. \\ \left. - 2 \left(\kappa \zeta - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) \right] \cos \alpha_j + \frac{1}{2} (E_j - E_0) \sigma \xi \eta \cos \beta_j = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

არეთა გამყოფ ზედაპირზე, სადაც $\cos \alpha_j$ და $\cos \beta_j$ არადეფორმირებული ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუსებია.

ამ განტოლებებს უნდა დაემატოს შესაბამისი თავსებადობის პირობები, რომელთაც შემდეგი სახე აქვთ:

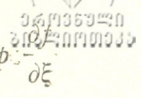
$$\begin{aligned} \Delta \tau_{11} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} = 0, \quad \Delta \tau_{22} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta^2} = 0, \quad \Delta \tau_{33} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = 0, \\ \Delta \tau_{12} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \eta} = 0, \quad \Delta \tau_{13} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \zeta} + \left(k - \frac{1}{2} \right) E_j = 0, \\ \Delta \tau_{23} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta \partial \zeta} = 0, \end{aligned} \quad (7)$$

სადაც

$$T = \tau_{11} + \tau_{22} + \tau_{33}.$$

მარტივი შემოწმებით ადვილად დავრწმუნდებით, რომ (4) წონასწორობის განტოლებები, (5) და (6) სასაზღვრო პირობები და აგრეთვე (7) თავსებადობის პირობები დაკმაყოფილდება, თუ მივიღებთ, რომ

$$\begin{aligned} \tau_{11} = (l - \zeta) E_j \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2} - p f - q \psi - p \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) - \xi \right], \\ \tau_{22} = (l - \zeta) E_j \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi^2} - p f - q \psi \right], \\ \tau_{33} = (l - \zeta) E_j \left[\sigma \Delta \Phi + 2(p f + q \psi) + p \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) - \frac{1}{3} p \xi^3 \right] \\ - 2 c E_j \zeta + p E_j \left(\kappa^2 - \frac{1}{3} \zeta^3 \right) \xi, \\ \tau_{12} = - (l - \zeta) E_j \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi \partial \eta} + q (\xi^2 - \eta^2) \right], \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \tau_{13} = & -\frac{1}{4} E_j \sigma (\xi^2 - \eta^2) + \frac{1}{2} E_j \left(\kappa - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) + \left(\kappa - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) E_j \left[p \frac{\partial \Psi}{\partial \xi} \right. \\ & + q \frac{\partial \psi}{\partial \xi} + p \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \eta^2 - \xi^2 \right) - 2q\eta \left. \right] + E_j \left(\frac{\partial \Psi}{\partial \xi} + C\xi \right. \\ & \left. - \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{1 + \sigma} \eta^2 - \frac{1}{3} q\eta^3 + \frac{1}{12} p \frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi^4 \right) \\ & + \int_{\xi} E_j \left[(\sigma - 1) \Delta \Phi + pf + q\psi - \frac{1}{3} p\xi^3 + 2q\eta \right] d\xi, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{23} = & -\frac{1}{2} E_j \sigma \xi \eta + \left(\kappa - \frac{1}{2} \zeta^2 \right) E_j \left(p \frac{\partial f}{\partial \eta} + q \frac{\partial \psi}{\partial \eta} + 2q\xi \right) + E_j \left[\frac{\partial \Psi}{\partial \eta} \right. \\ & \left. + C\eta + \frac{1}{3} q (\xi^3 + 3\xi^2) - \frac{1}{3} p \frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi^3 \eta \right], \end{aligned}$$

სადაც f, ψ, Φ და Ψ ფუნქციები განისაზღვრება შემდეგი პირობებით:

$$\Delta f = 0, \quad \Delta \psi = 0, \quad \Delta \Delta \Phi = 0,$$

$$\Delta \Psi = \Delta \Phi + pf + q\psi + p \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) - (k - \sigma) \xi - 2q\eta$$

S_j ($j = 0, 1, \dots, m$) არეში,

$$E_j \left(\frac{df}{dn} \right)_j - E_0 \left(\frac{df}{dn} \right)_0 = - (E_j - E_0) \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \eta^2 - \xi^2 \right) \cos \alpha_j,$$

$$E_j \left(\frac{d\psi}{dn} \right)_j - E_0 \left(\frac{d\psi}{dn} \right)_0 = 2 (E_j - E_0) (\eta \cos \alpha_j - \xi \cos \beta_j),$$

$$E_j \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} \right)_j - E_0 \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} \right)_0 = - \int_0^s (E_j - E_0) [q(\xi^2 - \eta^2) \cos \alpha_j + (pf + q\psi) \cos \beta_j] ds,$$

$$\begin{aligned} E_j \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right)_j - E_0 \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right)_0 = & \int_0^s (E_j - E_0) \left\{ pf + q\psi + p \left(\frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi \eta^2 - \frac{1}{3} \xi^3 \right) \right. \\ & \left. + \xi \right\} \cos \alpha_j + q(\xi^2 - \eta^2) \cos \beta_j \Big\} ds, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_j \left(\frac{d\Psi}{dn} \right)_j - E_0 \left(\frac{d\Psi}{dn} \right)_0 = & - (E_j - E_0) \left\{ C\xi - \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{1 + \sigma} \eta^2 - \frac{1}{3} q\eta^3 \right. \\ & \left. + \frac{1}{12} p \frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi^4 + \int_{\xi} \left[(\sigma - 1) \Delta \Phi + pf + q\psi - \frac{1}{3} p\xi^3 + 2q\eta \right] d\xi \right\} \cos \alpha_j \\ & - (E_j - E_0) \left[C\eta + \frac{1}{3} q (\xi^3 + 3\xi^2) - \frac{1}{3} p \frac{\sigma}{1 + \sigma} \xi^3 \eta \right] \cos \beta_j \end{aligned}$$



L_j ($j = 1, 2, \dots, m+1$) კონტურზე, $u_{m+1} = 0$, ხოლო p და q მუდმივებია, რომელნიც Φ ფუნქციისა და მისი წარმოებულების ცალსახობის პირობიდან განისაზღვრებიან.

აღვილი შესამოწმებელია, რომ f , ψ და Ψ ფუნქციების არსებობის პირობები დაცულია¹ ([4], თავი VII); რაც შეეხება Φ ფუნქციის არსებობის პირობას, იგი ცნობილია [7].

დამატებითი გადაადგილების u_3 , v_3 და w_3 კომპონენტების მოსაძებნად საჭიროა ვისარგებლოთ ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდით, მაგრამ ჩვენ ამაზე არ შევჩერდებით.

ძაბვის ტენზორის კომპონენტები $\zeta = l$ ზედაპირზე უნდა აკმაყოფილებდნენ ცნობილ პირობებს, მაგრამ მოთხოვნილი პირობები არ კმაყოფილდება. რომ ისინი დაკმაყოფილებული იყოს, ამისათვის ჩვენ მიერ მოძებნილ ამოხსნას უნდა დაემატოს სენ-ვენანის წრფივი ამოცანის ისეთი ამოხსნა, რომელიც ზედმეტ ძაბვებს მოსპობს $\zeta = l$ ფუძეზე და განსახილველი ამოცანის მოთხოვნილი პირობებიც დაკმაყოფილდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 31.10.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. გორგიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმული ძელის გრენა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IX, № 3, 1948.
2. ა. გორგიძე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმული ძელის დუნვა წყვილძალით. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IX, № 9—10, 1948.
3. А. К. Рухадзе. Изгиб поперечной силой растянутого призматического стержня. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. II, № 7, 1941.
4. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.—Л., 1949.
5. А. Я. Горгидзе. Вторичные эффекты в задаче растяжения бруса, составленного из различных материалов. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. IV, № 2, 1943.
6. Н. В. Зволинский и П. М. Риз. О законе Гука для конечных смещений. Известия АН СССР, Отделение технических наук, № 8—9, 1938.
7. С. Г. Михлин. Плоская задача теории упругости для неоднородной среды. Труды Сейсмологического института, № 66, 1935.

(¹ Ψ ფუნქციის არსებობის პირობა დაცულია ნებისმიერი C მუდმივის შერჩევის ხარჯზე.)

მეტეოროლოგია

ი. ჭურღინანი

სპირტის ფსიქრომეტრის სითბური ბალანსი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 20.9.1953)

1°. ჩვეულებრივი ფსიქრომეტრის სითბური ბალანსის განტოლების შედგენის დროს, როგორც ცნობილია [1], სითბოს ორი რაოდენობა განიხილება:

$$Q_1 = C_p(t - t_1) + C_{p,w}(t - t_1) \quad (1)$$

და

$$Q_2 = L(s_1 - s_2), \quad (2)$$

სადაც: t , t_1 არის მშრალი და სველი თერმომეტრების ჩვენება, C_p და $C_{p,w}$ — სითბოტევადობა მშრალი ჰაერისა და წყლის ორთქლისა, რომელიც მასში იმყოფება, და ბოლოს, s და s_1 არის ჰაერის ხვედრითი სინოტივე, t და t_1 , ტემპერატურათა შესაბამისი. უკანასკნელთა განსაზღვრა ხდება ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} s &= 0,622 \frac{e}{p-e} \\ s_1 &= 0,622 \frac{E_1}{p-E_1} \end{aligned} \right\} \quad (*)$$

სადაც E_1 არის წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობა სველი თერმომეტრის ჩვენების t_1 დროს, e — აბსოლუტური სინოტივე და p — წნევა.

მიღებულია, რომ როცა სტაციონალური მდგომარეობა მყარდება, ადგილი აქვს ტოლობას

$$Q_1 = Q_2, \quad (3)$$

ე. ი. სითბო, რომელიც იხარჯება სითბის ასაორთქლებლად სველი თერმომეტრის ზედაპირიდან (Q_2) ერთეულიან დროში, უტოლდება სითბოს იმ რაოდენობას (Q_1), რომელიც იმავე თერმომეტრს უბრუნდება გარემო ჰაერისაგან სითბოგამტარებლობის გზით დროის იმავე შუალედში.

თუ (1) ტოლობაში უგულებელვყოფთ მეორე შესაქრების სიდიდეს $C_{p,w}$, $s < 0,004$ მისი სიმცირის გამო და აგრეთვე მცირე სიდიდეებს $\frac{e}{p}$ და $\frac{E_1}{p}$, მაშინ (3) პირობის მიხედვით ლებულობენ მიახლოებითს ფორმულას:

$$e = E_1 - \frac{C_p \cdot p}{0,622 \cdot L} (t - t_1), \quad (4)$$

რომელსაც ფსიქრომეტრული ფორმულა ეწოდება.

2°. სიძნელენი, რომელთა გადალახვა გვიხდება (4) ფორმულით სარგებლობის დროს უარყოფითი ტემპერატურების არეში, საერთოდ ცნობილია.

ამ სიძნელეთა გადასალახავად და ფსიქრომეტრული მეთოდის უარყოფითი ტემპერატურების არეში გაგრძელების მიზნით, ჩვენ მივმართავთ ეთილის ალკოჰოლს (C_2H_5OH) და გამოვიყენებთ მას როგორც ფსიქრომეტრულ სითხეს. ეთილის ალკოჰოლის ($95\frac{0}{100}$ -იანი სპირტის) ჰიდრატაციულ თვისებათა გამოყენებით აღნიშნული მიზნის მიღწევა სავსებით შესაძლებელი ხდება.

ამისათვის საჭიროა მხოლოდ სათანადო სითბური ბალანსის გაანგარიშება.

სპირტის ფსიქრომეტრში, გარდა ზემოთ აღნიშნული სითბოს ორი ნაკადისა, საჭიროა მხედველობაში იყოს მიღებული აგრეთვე ე. წ. ჰიდრატაციის სითბო, ე. ი. სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც ერთეულ დროში მოედინება სველი თერმომეტრის ბირთვისაკენ ჰაერის უახლოესი ფენიდან წყლის ორთქლის კონდენსაციის გამო.

თუ გავითვალისწინებთ ამ გარემოებას, მაშინ სპირტის ფსიქრომეტრის სითბური ბალანსის ტოლობა ასე დაიწერება:

$$Q^- = Q_1^+ + Q_2^+, \quad (5)$$

სადაც:

Q^- არის სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც დროის ერთეულში იხარჯება სითხის ასაორთქლებლად სველი თერმომეტრის ზედაპირიდან;

Q_1^+ არის სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც დროის ერთეულში გარემო ჰაერიდან სველი თერმომეტრის ბირთვისაკენ მოედინება;

Q_2^+ არის სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც დროის ერთეულში მოედინება სველი თერმომეტრის ბირთვისაკენ ჰიდრატაციის სითბოს გამოყოფის გამო.

თუ გადმოვწერთ (5) ტოლობას ასეთი სახით:

$$Q^- - Q_1^+ = Q_2^+, \quad (5a)$$

მაშინ ადვილად დავინახავთ, რომ მარცხენა მხარეს მყოფი სითბოთა სხვაობა ასე წარმოდგება:

$$Q^- - Q_1^+ = (C_p + C_{p,w} \cdot s) (t - \tau), \quad (6)$$

ე. ი. ეს სხვაობა პროპორციულია ტემპერატურათა სხვაობისა, სადაც τ ნამის წერტილის ტემპერატურაა. მართლაც, როცა $t = \tau$, მაშინ ფსიქრომეტრში სითბოს არავითარი გაცვლა-გამოცვლა არ ხდება; ეს პროცესი მხოლოდ მაშინ იწყება, როცა τ აღმოჩნდება t ტემპერატურაზე დაბლა და მით უფრო ინტენსიურად, რამდენადაც τ უფრო დაბლა აღმოჩნდება t -მუდმივის პირობებში.

რაც შეეხება სითბოს რაოდენობას Q_2^+ , რომელიც (5) ტოლობის მარჯვენა მხარეს იმყოფება, ჩვენ მას ორი შესაქრებისაგან შემდგენიარად წარმოვიდგენთ:

1) რომელიც საშუალო რაოდენობის სითბოსაგან მოცემული ტემპერატურის მუდმივობის პირობებში და 2) როგორც გადახრას ამ საშუალოსაგან ჰაერში ფაქტობრივ მყოფი წყლის ორთქლის რაოდენობისას იმავე ტემპერატურისათვის t .

ამის საფუძველზე თუ შემოვიტანთ გარკვეული ფიზიკურ-კლიმატური მნიშვნელობისა და ტემპერატურის განზომილების მქონე α სიდიდეს, დავწერთ:

$$Q_2^+ = C_p \cdot \alpha + C_p \frac{\eta_{95}}{1 + \lambda} \left(1 - \frac{t_s}{\tau} \right), \quad (7)$$

სადაც:

1) η_{95} არის კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს t_s ტემპერატურის ცვალებადობას, როცა სპირტის პროცენტულობა ერთეულით (1%/ით) მცირდება; ეს სიდიდე 95%-ანი სპირტისათვის მიიღება ერთეულად, ე. ი. $\eta_{95} = 1$ და მას აქვს იმავე ტემპერატურის განზომილება.

$$2) \quad \lambda = \left(1 + \frac{v}{1 + v} \right) \left(1 + \frac{t}{273} \right) \frac{p_0}{p} \left(1 - \frac{e}{E} \right)$$

არის აორთქლების კოეფიციენტი, დამოკიდებული დაკვირვების ელემენტებზე t , e , p და v ($0 < \lambda < 1$).

რადგან წვევრს $C_p \cdot \alpha$ განვმარტავთ როგორც სითბოს რომელიც საშუალო რაოდენობას $t =$ მუდმ. დროს, ამიტომ α უნდა შეესაბამებოდეს იმავე ტემპერატურის დროს წყლის ორთქლის საშუალო შემცველობას, ხოლო წვევრი

$$\frac{C_p}{1 + \lambda} \left(1 - \frac{t_s}{\tau} \right),$$

რომლის ნიშანი დამოკიდებულია პირობაზე $t_s \cong \tau$, გამოხატავს სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც მიემატება ან გამოაკლდება სითბოს საშუალო რაოდენობას იმისდა მიხედვით, თუ როგორი მნიშვნელობები აქვთ ტემპერატურებს t_s და τ აღნიშნული $t =$ მუდმ. პირობებში.

თუ შევიტანთ (5a) ტოლობაში (6) და (7), მივიღებთ:

$$(C_p + C_{p, w \cdot s}) (t - \tau) = C_p \left[\alpha + \frac{1}{1 + \lambda} \left(1 - \frac{t_s}{\tau} \right) \right] \quad (8)$$

განტოლებას, რომელიც სპირტის ფსიქრომეტრის სითბურ ბალანსს გამოხატავს.

3°. მივიღოთ, რომ (5a) ტოლობაში $Q_2^+ = 0$; თუ უგულებელვყავთ მცირე სიდიდეს $C_{p, w \cdot s} < 0,004$, მაშინ (8) ტოლობა შეიძლება ასეთი სახით დავწეროთ:

$$C_p [(t - t_1) - (\tau - t_s)] \cong 0,$$

ანუ, რადგან ამ შემთხვევაში $t_s = t_1$ და იმავე დროს

$$\tau - t_1 = - \frac{L}{C_p} (s - s_1) = \frac{L}{C_p} (s_1 - s), \quad (9)$$



სადაც L არის აორთქლების ფარული სითბო, თუ შევცვლით α და α_1 მათი სიდიდეებით (*), მივიღებთ კვლავ (4) ფორმულას. მაშასადამე, სითბური ბალანსის (8) ტოლობიდან შეიძლება მიღებულ იქნეს ჩვეულებრივი სახის ფსიქრომეტრული ფორმულა (4).

4°. მაგრამ 95%-ანი სპირტით მუშაობისას საერთოდ $Q_2^+ > 0$. მაშინ, იმავე მიახლოებით, თუ დავალაგებთ (8) გამოსახულებას τ ხარისხების მიხედვით, მივიღებთ კვადრატულ განტოლებას

$$\tau^2 - \left(t - \alpha - \frac{I}{I + \lambda} \right) \tau - \frac{I}{I + \lambda} t_s = 0, \quad (10)$$

რომლის ამოხსნა მცირეოდენი გარდაქმნისა და უგანზომილებო სიდიდის

$$\frac{t_s + \left(\alpha + \frac{I}{I + \lambda} \right)}{t_s - \left(\alpha + \frac{I}{I + \lambda} \right)} = \xi \quad (11)$$

შეტანის შემდეგ მიიღებს სახეს:

$$\tau = \frac{t + t_s}{2} + M \pm \sqrt{K + L}, \quad (12)$$

სადაც:

$$\left. \begin{aligned} K &= \left[\frac{t - t_s}{2} - \frac{\alpha + \frac{I}{I + \lambda}}{I - \xi} \right]^2, \\ L &= - \frac{I}{I + \lambda} \frac{I + \xi}{I - \xi} \left(\alpha + \frac{I}{I + \lambda} \right), \\ M &= \frac{\xi}{I - \xi} \left(\alpha + \frac{I}{I + \lambda} \right). \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

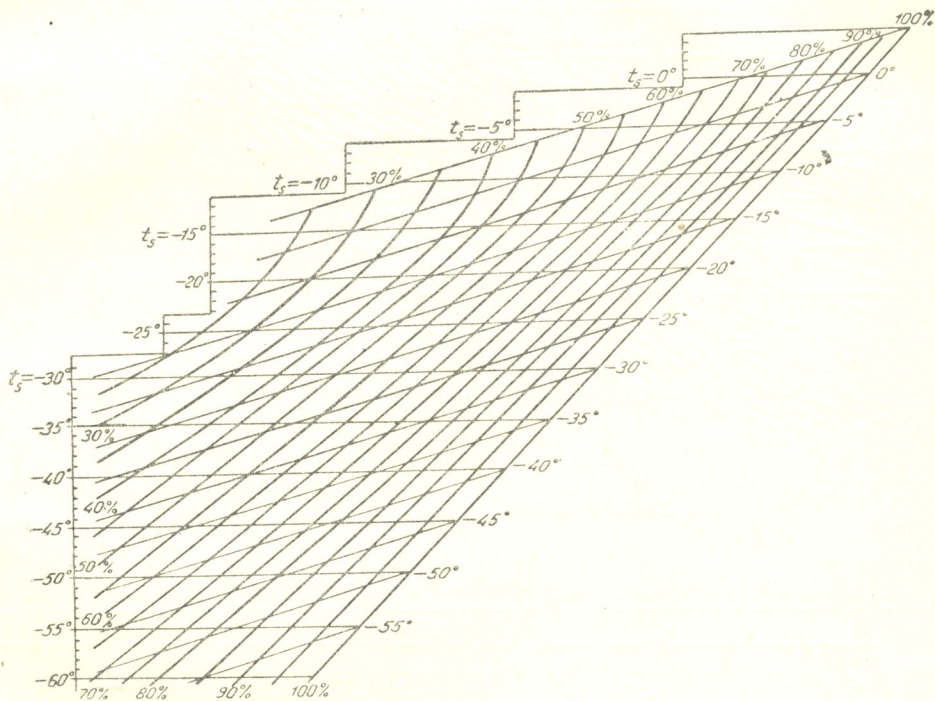
უკანასკნელი ფორმულები (11)—(13) ცნობილია მკითხველთათვის ჩვენი შრომიდან [2]. გავიხსენებთ მხოლოდ, რომ t ტემპერატურისა და უგანზომილებო სიდიდის ξ რიცხვით მნიშვნელობათა მიხედვით სამუშაო ფსიქრომეტრული ფორმულა (12) ოთხ სხვადასხვა სახეს ღებულობს. ამ სახეთა დამყარება მოხერხდა ჩვენ მიერ შემოტანილი ჰაერში მყოფი წყლის ორთქლის იზოთერმული ანალიზის შემწეობით [4].

5°. აღნიშნული ფორმულების შემწეობით ჩვენ მიერ შედგენილია ახალი ცხრილები სპირტის ფსიქრომეტრისათვის როგორც $t > 0^\circ$ -ათვის, ისე $t \equiv 0^\circ$ -საც.

ფსიქრომეტრი

რადგან ამგვარი ცხრილების გამოცემა ტექნიკურად ძნელია, ჩვენს მიზნისათვის გამოვიყენეთ ნომოგრაფიული მეთოდი, ისევე, როგორც ეს მოცემული გვექონდა ჩვეულებრივი ფსიქრომეტრული ცხრილებისათვის [3].

სურ. 1-ზე და სურ. 2-ზე მოცემულია ასეთი ნომოგრამების სქემა $t \leq 0^\circ$ და $t > 0$ შემთხვევისათვის შემცირებული სახით. მასზე გავლებულია მხოლოდ



ნახ. 1. სპირტის ნომოგრამის სქემა $t \leq 0^\circ$ -თვის

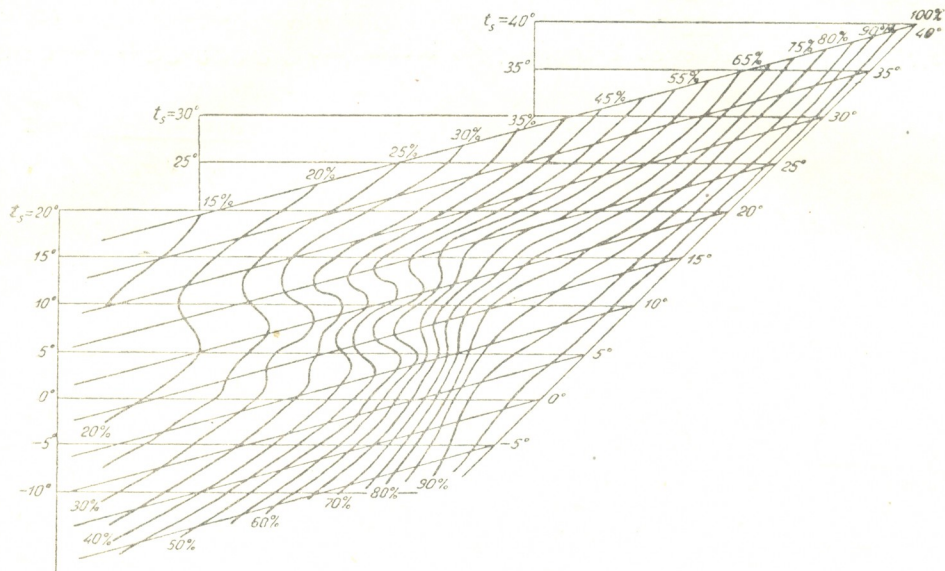
ძირითადი ხაზები t , t_s და r -თვის. სკალათა სწორხაზოვნობა ტემპერატურებისათვის ადვილებს მათ ათვლას 0.1° სიზუსტით, რაც მეტად ხელსაყრელია. ნომოგრამათა სამუშაო ბლანკებზე იზოხაზები $r = \text{მუდმ.}$ გავლებულია 1% დაშორებით. ამგვარი ნომოგრამების დაბეჭდვა უნდა მოხდეს სათანადო მასშტაბის მილიმეტრიან ქაღალდზე, რათა ხელსაყრელი იყოს ხმარებისას. იმავე ნომოგრამაზე სხვა ფერით შეიძლება გაივლოს აგრეთვე ირიბ ხაზთა სისტემა აბსოლუტური სინოტივისათვის.

6°. ქვემოთ ჩვენ მოგვყავს ცხრ. 1, სადაც წარმოდგენილია შეფარდებითი სინოტივის შედარებითი გაზომვები სპირტის მეთოდის (ფორმულა (12)) და წყლის მეთოდის გამოყენებით (ფორმულა (4)) მთელი 1952 წლისათვის, წარმოებული ჩვენ მიერ თბილისში.

ამ ცნობათა მიმოხილვა გვიჩვენებს, რომ ორივე მეთოდი თითქმის ერთნაირ შედეგებს იძლევა. ცალკეული (არა განსაზღვრებული) დაკვირ-



ვეებებიდან ჩანს, რომ ზოგიერთ შემთხვევებში ეს განსხვავება 10—15%-მდე აღწევს, რაც უნდა მიეწეროს ვენტილაციის არაერთგვაროვნებას.



ნახ. 2. სპირტის ნომოგრამის სქემა $t > 0^{\circ}$ -თვის

ცხრილი 1

სპირტისა და წყლის შედარებითი დაკვირვებები

თ გ ე ე ბ ი

ვადა	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
სპირტი (C_2H_5OH)												
1 ^h	79	78	73	79	83	76	63	59	66	73	79	81
7 ^h	82	80	76	82	78	73	60	63	72	79	83	84
13 ^h	62	59	51	59	57	51	34	31	38	45	58	67
19 ^h	75	69	59	70	68	61	42	39	48	59	71	75
წყალი (H_2O)												
1 ^h	83	78	75	77	78	72	61	57	66	69	78	79
7 ^h	79	79	77	79	75	70	58	59	69	77	81	80
13 ^h	66	61	53	59	53	49	33	29	36	42	57	68
19 ^h	79	74	64	66	65	60	40	38	46	57	70	76
სხვაობა: სპირტი—წყალი												
1 ^h	-4	0	-2	2	5	4	2	2	0	4	I	2
7 ^h	3	I	-1	3	3	3	2	4	3	2	2	4
13 ^h	-4	-2	-2	0	4	2	I	2	2	3	I	-1
19 ^h	-4	-5	-5	4	3	I	2	I	2	2	I	-1

დასკვნა

ხანგრძლივ დაკვირვებათა საფუძველზე, რომლებიც წარმოებულია ჩვენ მიერ საქართველოს სხვადასხვა ადგილას (თბილისი $h=450$ მ, ბაკურიანი $h=1703$ და მყინვარი $h=3566.4$), ჩვენ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ სპირტისა და წყლის გამოყენებით მიღებულ შედეგთა უფრო უკეთესად ურთიერთდამთხვევისათვის საჭიროა ფსიქრომეტრულ ბურღუგანაში, სადაც ეს ფსიქრომეტრებია მოწყობილი, თერმომეტრის ბირთვებს გაუკეთდეს ჰაერის ხელოვნური ცირკულაცია. ასეთი ცირკულაციის უქონლობის გამო ცალკეულ ანათვალთა შედეგად შეიძლება აღნიშნული განსხვავება აღემატებოდეს კიდევაც 10% , განსაკუთრებით ზამთრის თვეებში. ამ შემთხვევაში ლ. შჩერბაკოვას შენიშვნა უფრო მეტ ძალას ჰპოებს [5].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.10.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. С. Зверев, Б. В. Кирюхин, К. Я. Кондратьев, Е. С. Селезнева, П. Н. Тверской, М. И. Юдин. Курс метеорологии (физика атмосферы). Л., 1951.
2. И. Г. Курдиани. Психрометрический метод определения точки росы. Сообщения АН ГССР, т. XII, № 8, 1951.
3. И. Г. Курдиани. О номографическом способе построения психрометрических таблиц. Сообщения АН ГССР, т. XIV, № 7, 1953.
4. И. Г. Курдиани. О погрешности определения влажности воздуха по психрометрической формуле Августа. Сообщения АН ГССР, т. IX, № 10, 1948.
5. Л. Щербак ова. Скорость движения воздуха внутри психрометрической будки и его влияние на точность измерения влажности. Труды научно-исследовательских учреждений ГГО, Серия 1, вып. 23, 1947.

ასტროფიზიკა

თ. რაზმაძე

მზის აქტივობის ბამომჟღავნების შესახებ ამოფრქვევაში

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 28.8.1953)

თეორიული ჰელიოფიზიკის თვალსაზრისით და აგრეთვე დედამიწის პროცესებზე მზის გავლენის პრაქტიკული პრობლემების შესწავლის ინტერესებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია გაირკვეს, თუ როგორ მქლავდება მზის აქტივობის კანონზომიერება ამოფრქვევაში და როგორ უკავშირდება ეს უკანასკნელი მზის აქტივობის სხვა ფორმებს. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ჩვენ გამოვიყენეთ სტატისტიკური მასალები ამოფრქვევის შესახებ, რომელიც გამოქვეყნებულია 1935—1948 წლებში, ე. ი. განუწყვეტილ 14 წლის განმავლობაში.

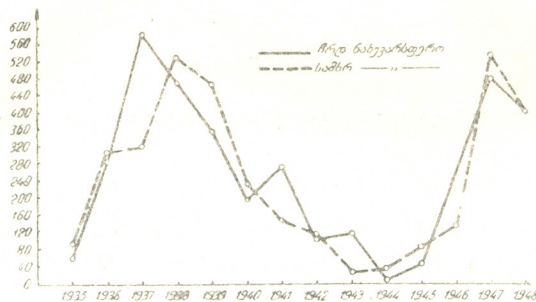
თერთმეტწლიანი ციკლოზომის მრუდების გამოკვლევამ, რომლებიც აგებულია ამოფრქვევების რიცხვთა წლიურ მნიშვნელობათა მიხედვით, იმ დასკვნამდე მიგვიყვანა, რომ მზის აქტივობის განვითარება ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროში არასავსებით სინქრონულად და ერთნაირად მიმდინარეობს, ამავე დროს განსხვავება ნახევარსფეროებს შორის ყოველთვის ერთისა და იმავე ხასიათის არაა. ამასთან ერთად, მზის ნახევარსფეროების შეუღლებას ადგილი აქვს ამოფრქვევებისათვისაც. ეს შეუღლება აქ უფრო მკაფიოდ გამოიხატება, ვიდრე ლაქების შემთხვევაში [1].

მზის ორივე ნახევარსფეროს ლაქებისა და ამოფრქვევების ციკლური მრუდები კარგად ეთანხმება ერთიმეორეს. ჩრდილო ნახევარსფეროში მზის აქტივობის მცირე ამალღება, რომელიც 1941 და 1943 წლებში აღინიშნებოდა, უფრო მკვეთრად იჩენს თავს ამოფრქვევების მრუდებზე, ვიდრე ლაქების მრუდებზე.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ჩვენ მიერ მიღებული მზის ციკლოზომის კანონი ამოფრქვევების მიხედვით ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროებისათვის.

ამოფრქვევათა განედური განაწილების კანონის განხილვა ადასტურებს მის კავშირს ლაქების განაწილების კანონთან. ლაქებთან სრულ თანხმობას ვლბულობთ აგრეთვე განედური განაწილების ასიმეტრიის მიმართაც. შესამჩნევია აგრეთვე ჩრდილო ნახევარსფეროს აქტივობის მცირე ამალღება განედური განაწილების მრუდებზე, რაც მიუთითებს ციკლოზომისა და განედური განაწილების კანონების ერთიმეორესთან კავშირზე. გარდა ამისა, ფრიად საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ ამოფრქვევები უფრო მგრძობიერია მზის აქტივობის მცირე აღგზნებისადმი, ვიდრე ლაქები. უფრო მძლავრ ამოფრქვევას უფრო მაღალი განედი უჭირავს. აქ მტკიცდება აგრეთვე, რომ ამოფრქვევ-

ბის განედური განაწილების მრუდი საერთოდ ლაქების მრუდზე ცოტა მეტად
 ძევს. საერთოდ მძლავრი ამოფრქვევები სავესებით გამოხატავს მზის მოქმე-
 დების ყველა დამახასიათებელ თვისებას.



ნახ. 1

შევისწავლიდით რა მზის აქტივობის იმპულსებს და აქტიურ სფეროებს, მზის ბრუნვის მიხედვით შევადგინეთ 1935—1948 წლების ამოფრქვევების სინოტიკური რუკები და ანალიზი გავეუქეთით მათ. ამასთან ერთად გამოვყავით დაახლოებით 930 აქტიური არე და მზის აქტივობის 375 იმპულსი. ამის შედეგად აღმოჩენილია აქტიური არეების გრძელის მიმართულებით გადანაცვლება მზის ერთი მობრუნებიდან მეორემდე. აღმოსავლეთსა და დასავლეთ გადანაცვლებასა, აგრეთვე ჩრდილოეთისა და სამხრეთ ნახევარსფეროების გადანაცვლებას შორის განსაკუთრებული განსხვავება სიდიდის მხრივ არ არსებობს. ეს გადანაცვლებანი არ აჩვენებენ კავშირს თერთმეტწლიანი ციკლის ფაზასთან.

მზის აქტივობის იმპულსები არა მარტო გარეგნობითა და მათი განვითარების ხასიათით გვიჩვენებს სხვადასხვაგვარად თავს, არამედ არსებობის ხანგრძლიობითა და სიმძლავრითაც. ამოფრქვევების მიხედვით იმპულსის დამახასიათებელ განვითარებად შეიძლება ჩაითვალოს აქტივობის შედარებით ნელი ზრდა ნულოვან ფაზამდე და შედარებით სწრაფი გაქრობა მაქსიმუმის შემდეგ. ლაქებისათვის საწინააღმდეგო სურათს აქვს ადგილი. ამოფრქვევების მიხედვით იმპულსის საშუალო ხანგრძლიობა ცოტაოდენ მეტია, ვიდრე ხანგრძლიობა ლაქების მიხედვით. განსხვავება განსაკუთრებით მიეკუთვნება იმპულსის ზრდის შტოს (მზის $\frac{1}{2}$ შემობრუნება). იმპულსის კლების შტო ოდნავ მეტია ლაქების მიხედვით, ვიდრე ამოფრქვევების მიხედვით. მაშასადამე, ამოფრქვევა შეიძლება წარმოიქმნას ლაქების გაჩენამდე და გაქრეს უკანასკნელთა გაქრობამდე. იმპულსის სრული ხანგრძლიობის განაწილება მაქსიმუმს მზის მეორე შემობრუნებაზე აჩვენებს.

იმპულსის საშუალო სიმძლავრე, საშუალო რაოდენობა და საშუალო ხანგრძლიობა თერთმეტწლიანი ციკლის ფაზის მიხედვით იცვლება, რაც უკანასკნელსა და მზის აქტივობის იმპულსებს შორის ღრმა კავშირზე მიუთითებს [2]. იმპულსის ხანგრძლიობა სიმძლავრის ზრდასთან ერთად იზრდება. მძლავ-

ვრი ამოფრქვევები თავს იყრიან იმპულსის ნულოვანი ფაზის მახლობლობაში.

იმ აქტიური გრძედების მრუდების განხილვა, რომლებიც 20°-ანი გრძედის ინტერვალით იყო შედგენილი, გვიჩვენებს ამოფრქვევების აშკარა ტენდენციას, გაჩნდნენ უპირატესად განსაზღვრულ გრძედებზე.

აკადემიკოს ა. კოლომოგოროვისა და პროფ. ნ. სმიტნოვის ე. წ. „თანხმობის კრიტერიუმმა“, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ, გვიჩვენა მწვერვალების რეალობა მზის ორივე ნახევარსფეროს აქტიური გრძედების დიაგრამებზე.

ჩრდილო ნახევარსფეროში ჩვენ მიერ განხილულ თითქმის მთელი პერიოდის განმავლობაში აშკარად მოჩანს ორი აქტიური გრძედი; მათი საშუალო მნიშვნელობა 100° და 308°-ია. ჩრდილო ნახევარსფეროს მზის აქტივობის მცირე აღზნებები 1941—1943 წლებში სწორედ აქტიური გრძედის რაიონებში ხდებოდა. ორივე ნახევარსფეროში აქტიური გრძედის სიმძლავრის ცვლილება მზის აქტივობის განვითარების სრულ სურათს იძლევა თერთმეტწლიანი ციკლის ფაზასთან დაკავშირებით.

სამხრეთ ნახევარსფერო არ ამჟღავნებს ესოდენ წესიერ კანონზომიერებას. ამგვარად, სხვადასხვა ნახევარსფეროში მომხდარი პროცესების განვითარების სრული სინქრონულობა არ აღინიშნება, მაგრამ მთელი ციკლის განმავლობაში ნახევარსფეროები ხშირად ამჟღავნებენ მსგავსებას აქტიური გრძედების ადგილმდებარეობით.

უეჭველია, რომ მზის ორივე ნახევარსფეროში არათანაბრად მიმდინარე მოვლენები არსებითად ერთსა და იმავე პროცესს წარმოადგენს, მაგრამ შესაძლებელია არსებობს კიდევ ზოგიერთი ფაქტორი, რომლებიც არასაესებოთ ერთნაირადაა განაწილებული ნახევარსფეროებს შორის და უმთავრესად ღრმა ფენებთანაა დაკავშირებული.

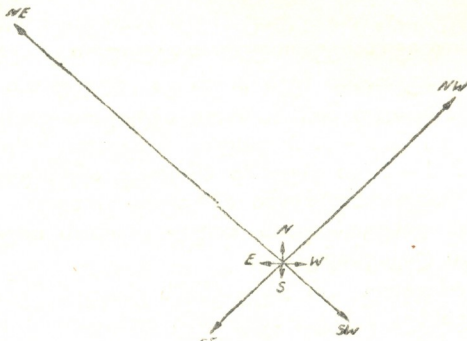
ლაქების ჯგუფებისა და ამოფრქვევების ურთიერთგანლაგების საკითხის გამოსარკვევად აგებული იყო ვექტორული დიაგრამები, რომლებიც აღმოსავლეთის მიმართულების აშკარა უპირატესობას გვიჩვენებს. სხვა სიტყვით რომ ვთქვათ, ამოფრქვევების ჯგუფების ცენტრი, ლაქების ჯგუფების ცენტრთან შედარებით, მოთავსებულია აღმოსავლეთისაკენ. უფრო მკაფიოდ ეს ჩანს დიაგრამებზე, რომლებიც მზის ცალკეული ნახევარსფეროების მიხედვითაა შედგენილი. როგორც ჩანს, აღნიშნული ფაქტი მეტყველებს იმის სასარგებლოდ, რომ მზის ფენა, რომელთანაც ამოფრქვევების კერებია დაკავშირებული, უფრო ნელა ბრუნავს, ვიდრე ფოტოსფერო. ილუსტრაციისათვის მოგვყავს ჩრდილო ნახევარსფეროს გრაფიკი (ნახ. 2).

გარდა ამისა, ამოფრქვევების ჯგუფის ცენტრები, ლაქების ჯგუფების ცენტრებთან შედარებით, პოლუსისაკენაა გადაადგილებული. ალბათ გადამწყვეტ როლს ამ გადაადგილებაში თამაშობს მზისა და ლაქების ელექტრომაგნიტური ველები, რომლებიც უკანასკნელთა გარდაქმნასთანაა დაკავშირებული და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ამოფრქვევების აღმოცენებაზე.

ამოფრქვევებისა და ლაქების ჯგუფების ცენტრების ურთიერთგანლაგების აღნიშნული ცვლილებები იმპულსის ფაზასთან დამოკიდებულებით არ მჟღავნდება.

გამოვიყენეთ რა პულკოვოს ობსერვატორიის 1935—1947 წლების კატალოგები, ჩვენ დაუპირისპირეთ მძლავრი ამოფრქვევები აქტიურ არეებში ლაქებსა და ლაქების ჯგუფებს. დაპირისპირებამ გვიჩვენა, რომ ამოფრქვევები უმთავრესად მაშინ ჩნდება, როცა ლაქებში ან ლაქების ჯგუფებში გარდაქმნა ხდება, ე. ი. როცა ლაქა ან ლაქების ჯგუფი თავისი განვითარების

აღმავალ ან დამავალ საფეხურზე იმყოფება. უნდა აღინიშნოს, რომ ეს შედეგი არ ეთანხმება რ. ჯიოვანელიის [3] ცნობილ შედეგს მძლავრი ამოფრქვევების თაობაზე, რაც უნდა აიხსნას მეტად მცირე მასალით, რომლითაც ის სარგებლობდა.



ნახ. 2

ამოფრქვევების შედარებამ ფლოკულებსა და ბოქკოებთან გვიჩვენა, რომ ამოფრქვევა უფრო ხშირად ფლოკულებში ხდება, მაგრამ მათ კავშირი აქვთ დაბალი განედის ბოქკოებთანაც.

რაც შეეხება ამოფრქვევების შედარებას ლაქების მაგნიტურ ველებთან, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამოფრქვევა უფრო ხშირად მაშინ ხდება, როცა ლაქების ჯგუფების მაგნიტური ველის მაქსიმალური დაძაბულობის მნიშვნელობა 2.100—2,500 გაუსს აღწევს.

ჩვენ მიერ ჩატარებული შედარება ამოფრქვევებისა მზის რადიოგამოსხივებასთან ადასტურებს აშკარა კავშირს მზის აქტივობის ამ ორ ინდექსს შორის.

ამრიგად, ჩვენი გამოკვლევის შედეგები და დასკვნები არა მარტო ადასტურებს უკვე ცნობილ ზოგიერთ სტატისტიკურ კანონზომიერებას, არამედ ახალ ცნობებსაც იძლევა ქრომოსფერული ამოფრქვევებისა და მათი კავშირის შესახებ მზის სხვა წარმონაქმნებთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
 მთა ყანობილი

(რედაქციას მოუვიდა 28.8.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Я. Безрукова. Асимметрия полушарий Солнца. Бюлл. комисс. по исслед. Солнца № 7 (21), стр. 8, 1951.
2. М. С. Эйгенсон и др. Солнечная активность и ее земные проявления. М.—Л., 1948.
3. R. G. Giovanelli. The relations between eruptions and Sunspots. *Astroph. Journ* CXYXIX, № 5, 555, 1939.



ბეობრაზი

ლ. ბარუაშვილი

ზოგიერთი ცნობა აღმოსავლეთ კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის ნაწილის (მდინარეების ჯუთისწყლისა და ასას აუზების) თანადროულ და ძველ გაყინვაკრებაზე

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა აღ. ჯავახიშვილმა 22.6.1953)

კვლევის ამოცანას შეადგენდა¹: ა) მდ.მდ. ჯუთისწყლისა და ასას აუზთა გაყინვარების თანადროული მდგომარეობის გამოკვლევა და მისი შედარება XIX საუკუნეში ჩატარებულ ტოპოგრაფიულ აგეგმვათა მიერ აღბეჭდილ მდგომარეობასთან და ბ) იმავე რაიონის მეოთხეული გაყინვარების შესწავლა.

შესწავლილი რაიონი, როგორც აღმოსავლეთ კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის ნაწილი, საკმაოდ კონტინენტური ჰავით ხასიათდება, რაც განსაზღვრავს ლანდშაფტური ზღვრების მაღალ მდებარეობას: მუდმივი თოვლის საზღვარი იმყოფება 3400—3700 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, ხოლო ხეების გავრცელების ზღვარი 2300—2400 მ (ორივე საზღვარი სამხრეთული ექსპოზიციის ფერდობებზე უფრო მაღლა მდებარეობს, ვიდრე ჩრდილოეთისაზე).

ქერის ნათესები სამხრეთ ფერდობებზე ზღვ. დ. 2400—2450 მ აღწევს, ხოლო ჩრდილო ფერდობებზე 100—150 მეტრით ნაკლებს. რაიონისათვის, როგორც ეს მთლიანად აღმოსავლეთ კავკასიონს სჩვევია, დამახასიათებელია ყინვარების მკვეთრი შემცირება უკანასკნელი 100—150 წლის მანძილზე (ე. წ. „მცირე ყინვარული ეპოქის“ შემდეგ).

ჯუთისწყლისა და ასას აუზების თანადროული ყინულსაბურველი სპეციალურად თითქმის არ ყოფილა შესწავლილი. აქაური ყინვარების შესახებ ძირითად წყაროს წარმოადგენს XIX საუკ. 80-ან წლებში ჩატარებული ტოპოგრაფიული აგეგმვების საფუძველზე კ. პოდოზერსკის მიერ შედგენილი კატალოგი კავკასიონის ყინვარებისა (1911 წ.). ცალკეულ შენიშვნებს განსახილველი რაიონისა და მასთან უშუალოდ მოსაზღვრე ხეობების თანადროულ გაყინვარებაზე ვხვდებით მ. დეშის, ფ. ლევისონ-ლესინგის, ა. დუხოვსკოის, ფ. კრასილნიკოვისა და სხვა ავტორთა ნაშრომებში.

კ. პოდოზერსკის კატალოგში მოცემული ცნობებით, ჩვენთვის საინტერესო რაიონში XIX ს. 80-ანი წლების ტოპოგრაფიული აგეგმვებით ფიქსირებულია 28 ყინვარი; მათი საერთო ფართობი 9,18 კმ² შეადგენდა და აუზების მიხედვით შემდეგნაირადაა განაწილებული (იხ. ცხრილი 1).

იმავე კატალოგში მიღებული ნუმერაციის შესაბამისად, ჯუთისწყლის აუზს ეკუთვნის ყინვარები №№ 191—201, ასას კი №№ 158—174.

(¹ გამოკვლევა ჩატარებულ იქნა 1952 წ. ზაფხულში საქართველოს ალპური კლუბის ხაზით.



ჯუთისწყლისა და ასას აუზთა თანადროული ცინვარები თითქმის ყველა მიეკუთვნება ცირკულ და კარულ ტიპებს. ხეობის ტიპის ნამდვილი ცინვარები აქ არ არის შენახული. ცინვარების კვება უმთავრესად ზვავებისა და ქარის მიერ თოვლის ჩამოხვეტის საშუალებით ხდება. არის ერთი აღდგენილი ცინვარიც (№ 169, ანუ კიდევანის ჩრდილო-აღმოსავლეთური ცინვარი), რომელიც ორი სართულისაგან შედგება; ზედა სართულიდან ჩამონგრეული ყინული ასაზრდოებს ქვედა სართულს. აქაურ ცინვართა ოროგრაფიული განლა-

ცხრილი 1

მდ. ჯუთისწყლის აუზი		მდ. ასას აუზი	
ცინვართა რიცხვი	ფართობი კმ ²	ცინვართა რიცხვი	ფართობი კმ ²
II	3,44	17	5,74

გების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მძლავრი ცინვარები მეტწილად მერიდიანული ქედების აღმოსავლეთ ფერდობებზეა განვითარებული (ეს გარემოება გამოწვეულია დასავლეთური ქარებით, რომლებსაც გადააქვთ ფიფქი თოვლი ქედების აღმოსავლეთ კალთებზე). ჩვენი დაკვირვებების საფუძველზე შესაძლებელი ხდება დადგენილ იქნეს რიგი განსხვავებებისა განსახილველი რაიონის ცინულსაბურველის დღევანდელ მდგომარეობასა და 80-ანი წლების ტოპოგრაფიული აგეგმვით ფიქსირებულ მდგომარეობას შორის. ეს ცვლილებები ასახულია ქვემოთ მოცემულ მე-2 ცხრილში.

ამგვარად, ცინულსაბურველს უკანასკნელი 60—70 წლის განმავლობაში (XIX ს. 80-ანი წლების შემდეგ) საგრძნობი დეგრადაცია განუცდია, რაც გამოიხატებოდა ცინვართა სიდიდის შემცირებაში და ზოგჯერ მათს სრულ გაქრობაში. ამჟამად განსახილველ რაიონში არის მხოლოდ 17 ცინვარი (ნაცვლად 28-სა), რომელთა საერთო ფართობი 7 კმ² არ უნდა აღემატებოდეს. გამორიცხული არ არის ის შესაძლებლობა, რომ განსხვავება წინანდელ მონაცემებსა და ცინულსაბურველის თანადროულ მდგომარეობას შორის ნაწილობრივ აგეგმვის ნაკლოვანებებს მიეწერება (ცნობილია, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ცინვარებად სახავდნენ თოვლის დროებით ლაქებს), მაგრამ ამ განსხვავების ძირითადი ნაწილი გამოწვეული უნდა იყოს კლიმატურად გაპირობებული იმ შემცირების პროცესით, რომელსაც ინტენსიურად განიცდიან უკანასკნელი 100—120 წლის განმავლობაში აღმოსავლეთი კავკასიონის ცინვარები. ჩვენი დაკვირვებანი ხევ-ხევსურეთის გაყინვარებაზე შესრულებულ იქნა ფრიად თოვლიანი გაზაფხულის შემდეგ (1952 წლის მაისში ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ადგილი ჰქონდა ციკლონების ხშირ გავლას, რამაც გამოიწვია უხვი ნალექები), ამიტომაც ჩვენი დასკვნები კი არ აზვიადებს, არამედ შეიძლება კიდევაც რამდენაღმე ამცირებს ჯუთისა და ასას აუზების ცინვართა გადაგვარებას.

№№ პოლო- ხერსკით	ყინვარის სახელ- წოდება	ქედი ან მასივი	მ დ ი ნ ა რ ე	ფართობი კმ ² -ით	თანადროული მდგომარეობა		
191	ჭაუხი ჩრდ.	ჭაუხი	ჯუთისწყლის სისტემა	ჭაუხისწყალი	0,29	ცოტათი შემცირე- ბულია	
192	როშკა-ხორხი	როშკა-ხორ- ხი		სახონისწყალი	0,09	ალარ არსებობს	
193	ვეშა-წყარო	გველის მთა		ჯუთისწყლის სისტემა	ვეშა-წყარო	0,46	შემცირებულია
194	უსახელო	გველის მთა			სამთრეხლოს-წყალი	1,21	ალარ არსებობს
195	უსახელო	გველის მთა			სამთრეხლოს-წყალი		ძლ. შემცირებულია
196	უსახელო	გველის მთა			სამთრეხლოს-წყალი		შემცირებულია
197	უსახელო	გველის მთა			სამთრეხლოს-წყალი	0,73	შემცირებულია
198	ჯორთხორხა	შავანა			ჯორთხორხა	0,12	ალარ არსებობს
199	შარენისხევი	შავანა-ში- ნოს ქდ.			შარენისხევი		
200	უსახელო	შინო		შინოსწყალი	0,34	გამოურკვეველია	
201	უსახელო	შინო	შინოსწყალი	0,18			
158	მახის-მაღალი	მახის-მაღა- ლი	მდ. ასას სისტემა	ტანიის-წყალი	0,35	შემცირებულია	
159	კომლის-მაღალი	კომლის-მა- ღალი		ტანიის-წყალი	0,28	შემცირებულია	
160	ცირცლოვანი I	მთავარი წყალგამყო- ფი ქედი ულ. ბალავა- ჩოს დასავ- ლეთით		ცირცლოვნის-წყა- ლი	0,37	არ არსებობენ	
161	ცირცლოვანი II			ცირცლოვნის-წყა- ლი			
162	ცირცლოვანი III			ცირცლოვნის-წყა- ლი			
163	ცირცლოვანი IV			ცირცლოვნის-წყა- ლი			
164	ცირცლოვანი V			ცირცლოვნის-წყა- ლი			
165	ჭიმლა I	ჭიმლის კლდე		ჭიმლისწყალი	0,27	ცოტათი შემცირე- ბულია	
166	ჭიმლა II	ჭიმლის კლდე		ჭიმლისწყალი	0,30	ალარ არსებობს	
167	ჭიმლა III	გველის მთა		ჭიმლისწყალი	0,32	ცოტათი შემცირე- ბულია	
168	კიდევანი სამხრეთ- აღმ.	კიდევანა-ს- მაღალი	ახიელისწყალი	0,46	შემცირებულია		
169	კიდევანი ჩრდ.-აღმ.	კიდევანის- მაღალი	ახიელისწყალი	0,89	შემცირებულია		
170	ახიელი	თათელის-მა- ღალი	ახიელისწყალი	0,16	შემცირებულია		
171	ნასინითი	ნასინითი	ჩხოტანა	0,31	გამოურკვეველია		
172	სამლო	სამლოს მთა					
173	ჩხოტანა	მარტინის მთა					
174	ტერხი	ტერხი	ტერხი	0,15			

ზემოაღნიშნული ცვლილებანი, რომლებიც განიცადა რაიონის ყინულსა-ბურველმა უკანასკნელი 60—70 წლის განმავლობაში, შეადგენენ მხოლოდ ნაწილს უკუდახვევის იმ პროცესისას, რომელიც დაიწყო უფრო ადრე, ე. წ. „მცირე ყინვარული ეპოქის“, ანუ „XVII—XIX ს. ს. სტადიის“ დამთავრების შემდეგ—ჯერ კიდევ XIX ს. პირველ ნახევარში. ეს გარემოება მტკიცდება მორენული წარმონაქმნებით. ლ. ვარდანიანცის [1] ნაშრომებიდან ცნობილია, რომ ზემოხსენებული სტადიის მორენები მკვეთრად განიჩქევა უფრო ძველი მორენებისაგან და მათი საშუალებით ადვილი დასადგენია XVII—XIX საუკუნეების სტადიაში ყინულსაბურველის გავრცელება. ამ მეთოდით ირკვევა, რომ 80-ანი წლების ტოპოგრაფიული აგეგმვით ფიქსირებული ყინვარების გარდა ცოტათი ადრე რაიონში არსებობდა სხვა ყინვარებიც, რომლებმაც აგეგმვის ხანამდე მოასწრეს გაღობა. ასეთი ყინვარების კვალი დაცულია, მაგალითად, ყინვარების №№ 199 და 198 შორის, № 193-ის სამხრეთით, № 170-ის აღმოსავლეთით, ხოლო ხევსურეთის შუა მერიდიანული ქედის დასავლეთ ფერდობზე ყ. ყ. №№ 158 და 159 შორის არსებობდა 7—8 კარული ყინვარი. ყინვარებს, რომელთა არსებობაც XVII—XIX სს. სტადიის ხანგრძლიობით (200—250 წლით) განისაზღვრება, შეიძლება ეფემერული ყინვარები ეწოდოს.

სამეცნიერო ლიტერატურაში გავრცელებული ტრადიციული შეხედულება მდ. მდ. თერგისა და ასას ძველ გაყინვარებაზე იმაში მდგომარეობს, რომ მეოთხეულ პერიოდში აქ ადვილი ჰქონდა განმეორებითა და მძლავრ გაყინვარებას. ამ შეხედულებით, რომელსაც გამოთქვამენ ვ. რენგარტენი, ა. რეინჰარდი და სხვა ავტორები [9,10,11], გაყინვარების ეპოქებში თოვლის საზღვარი 1000 მეტრზე მეტით დაბლა ჩამოდიოდა დღევანდელთან შედარებით; ყინულით ამოვსებული იყო კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის ხეობები, ასე რომ ზოგან ყინვარები, თანამედროვე ალიასკის ყინვართა მსგავსად, ვაკეზეც გადიოდნენ. აღნიშნული წარმოდგენის თანახმად, ჩვენ მიერ გამოკვლეული რაიონი (ჯუთისწყლისა და ასას ხეობები) შეადგენს მხოლოდ ნაწილს იმ ფართობისას, რომელიც ეკავათ თერგისა და ასას ძველ ყინვარებს, თანაც ისეთ ნაწილს, რომელიც გაყინვარების ბოლო სტადიებში განთავისუფლდა ყინულისაგან.

თერგისა და ასას ხეობებში ჩატარებული დაკვირვებების ობიექტური ინტერპრეტაცია გვიჩვენებს, რომ ზემოაღნიშნული შეხედულებისათვის ამ ხეობებში ფაქტობრივი ნიადაგი არ არსებობს. ჩვენი დაკვირვებანი შესრულებულია თერგის ზემო წელის მთელ სიგრძეზე ქ. ძაუგიდან ზილგა-ხოხის ყინვარებამდე და ასას ხეობის იმ ნაწილში, რომელიც სათავიდან ხევსურეთის ჩრდილო ეთნოგრაფიულ საზღვრამდე ვრცელდება.

თერგის ხეობის მთელ სიგრძეზე, დაწყებული ქ. ძაუგიდან და გათავებული თრუსოს შუა ნაწილით, ჩვენ არ გვხვდება ყინვარულ მოქმედებასთან უშუალოდ დაკავშირებული ნალექები ან რელიეფის ფორმები. თერგის ტერასები მთათაწინეთიდან დარიალის ციხემდე აგებულია რიყეკანით, რომელიც უდავოდ მდინარეულ ნაფენს წარმოადგენს,—მის შედგენილობაში მყოფი ნაირ-

წაირი ქანების ნატეხები კარგად არის დამრგვალებული და არ შეიძლება ყინულის მიერ იყოს მოტანილი. ამრიგად, თერგის ტერასების აღნაგობა განხილულ მონაკვეთზე სრულიადაც არ იძლევა, როგორც ამას ფიქრობს ზოგიერთი მკვლევარი, თერგის დიდი ყინვარის არსებობის დამადასტურებელ საბუთებს. დარიალის ციხიდან თერგის ხეობის აღმა მდ. ყაბახის შესართავამდე ხეობის მარცხენა მხარეს გაუყვება მაღალი ტერასა, აგებული უმთავრესად დაუმრგვალებელი და სუსტად დამრგვალებული, პეტროგრაფიულად მრავალგვაროვანი ფხვიერი მასალით. შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ აქ მაინც საქმე გვაქვს სავარაუდო თერგის ყინვარის მორენასთან. სინამდვილეში საქმე სხვაგვარად არის: როგორც ჯერ კიდევ ვ. რენგარტენმა აღნიშნა, ხსენებული ნაფენები დაკავშირებულია არა თერგის ძველ ყინვართან, არამედ იმ ყინვართან, რომელიც ჩამოდიოდა ყინვარიდან ყაბახის ხეობით და ქმნიდა „გარდამავალ კონუსს“ მორენიდან ჩვეულებრივი მდინარეული ნაფენებისაქენ. ჩვენი აზრითაც, თერგის მარცხენა ნაპირის ტერასული მასალა წარმოადგენს არა მორენას, არამედ ფლუვიო-გლაციალურ ნაფენს და, ამგვარად, ყინვარის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ფერდობის ყინვარი ვერ აღწევდა თერგის ხეობამდე და ზღვის დონიდან 1400 მეტრზე მაღლა თავდებოდა, თუ გავემართებით ყაბახის შესართავიდან თერგის დინების აღმა, ჩვენ ვერც აქ შევხვდებით ყინვარულ ნაფენებს. მთელს ხეობაში, ს. ს. ყაზბეგის, სიონის, კობის მიდამოებში და უფრო ზემოთაც, თრუსოს გასწვრივი ხეობის უმეტეს ნაწილში, გვხვდება მხოლოდ არაყინვარული ფხვიერი მასალა, რომელიც დაგროვებულია მდინარეებისა და დროებითი ნაკადების მიერ, აგრეთვე ფიზიკური გამოფიტვის მეოხებით. ეს ყველაფერი ეწინააღმდეგება წარმოდგენას თერგის დიდ ყინვარზე და გვიკარნახებს ვიფიქროთ, რომ ძველი გაყინვარების ეპოქებში თერგის აუზის მაღალმთიან ნაწილში არსებობდა მხოლოდ განცალკევებული ყინვარული სისტემები ხეობათა ზემო ნაწილებში; მეოთხეული პერიოდის უდიდეს ყინვარებს ჰქონდათ არა უმეტეს 12—15 კმ სიგრძისა; ისინი მდებარეობდნენ თერგისა და მისი მთავარი შემდინარეების (ხდისწყლის, ყაბახის, სუათისი—დონის, სნოსწყლისა და სხვათა) სათავეებში.

თერგის მარჯვენა შემდინარის სნოსწყლის ხეობა (რომლის ზემო ნაწილს წარმოადგენს ჯუთის ხეობა) მოკლებულია ყინვარული ზეგავლენის ნიშნებს მთელ თავის სიგრძეზე, — შესართავიდან სოფ. ჯუთამდე და (მცირე ხარვეზის შემდეგ) უფრო ზემოთაც — იმ პუნქტამდე, რომელიც მდებარეობს 1—1 1/2 კმ-ით ქვემოთ მდ. მდ. ვეშაწყაროსა და სახონისწყლის შესართავიდან. სნოს ხეობის ფართო ბრტყელი ფსკერი, რომელიც განვითარებულია შესართავიდან ადგილ ნადარბაზევამდე, წარმოქმნილია ალუვიონის დაგროვებით, რაც დაკავშირებული უნდა ყოფილიყო ყინვარიდან ჩამოსული ლავის ღვარით თერგის შეგუბებასთან. ნადარბაზვეს ზემოთ ჩვენ უკვე გვხვდება ძველი ყინვარების მიერ დატოვებული კვალი, მაგრამ თუ არ ჩავთვლით სოფ. ჯუთასთან მდებარე ადგილს და ზემოხსენებული პუნქტის ზემოთ მდებარე ადგილებს, ყინვარები ვერ აღწევდნენ ჯუთისწყლის მთავარ ხეობამდე და მოთავსებული იყვნენ შემდინარეთა ხეობებში. სოფ. ჯუთასთან ჭაუხის ჩრდილო ყინვარი გამო-

დიოდა ჯუთისწყლის მთავარ ხეობაში და კიდევაც ღობავდა მას,—ამ ყინვარის მიერ დატოვებული დიაბაზის უზარმაზარი (2—10 მ დიამეტრის მქონე) ლოდები ხეობის მარჯვენა ფერდობზე 70—80 მ სიმაღლემდე აღის. ჯუთისწყლის მარჯვენა შემდინარეთა ძველი ყინვარებიდან ყველაზე დაბლა ჩამოდიოდა მდ. ჯორთხორხას ხეობის ყინვარი, რომლის მიერ გამომუშავებული ტროგი ზღვის დონიდან 2300 მ სიმაღლემდე ჩამოდის. ჯუთის მთავარი ხეობის ყინვარი, რომელიც საზრდოობდა გველისმთისა და როშკა-ხორხის მასივებიდან, აგრეთვე 2300 მ სიმაღლეს აღწევდა და უკვე ნაჩვენებ პუნქტში თავდებოდა ჯუთის ზემოთ.

მდ. ასას აუზშიც ვერ ვპოულობთ დიდი და რთულად დატოვებული ყინვარის არსებობის დამადასტურებელ მორფოლოგიურ ან სტრატეგრაფიულ ნიშნებს. მდ. ასას გასწვრივ ყინვარების ნამოქმედარი მკაფიოდ გამოსახული სათავეებიდან (არხოტისა და ბალავაჩოს უღელტეხილების კალთებიდან) იმ პუნქტამდე, რომელიც მდებარეობს მდ. ჭიმლისწყლის შესართავს ზემოთ—ორიოდე კილომეტრის მანძილზე, ჭიმლის კლდის დაკბილული ქედის ბოლოსთან. ამ ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე დაახლოებით 2100—2200 მ უდრის. XVII—XIX ს. ს. სტადიისა და უფრო ძველი მორენებით ამოტენილია მდ. ცირცლოვნისწყლის ხეობის ზემო ნაწილი დაახლოებით 3—4 კმ მანძილზე; უფრო ქვემოთ გრძელდება საფეხურებიანი ტროგი, სადაც ეროზიით გაჭრილ რიგელებში მდინარე თვალწარმტაც ჩანჩქერებს აჩენს. ასას ერთ-ერთი მარცხენა შემდინარის—ახიელისწყლის—ხეობაში, რომლის სათავეებიც შემოზღუდულია ფრიად მაღალი მთებით, ძველი ყინვარი 2250 მ სიმაღლეზე თავდებოდა და შესართავამდე ვერ აღწევდა. ასევე ვერ აღწევდნენ მდ. ასამდე ის ყინვარებიც, რომლებიც იყვნენ სხვა შემდინარეების (ტანიისწყლის, კალოთანის, ჭიმლისწყლისა და სხ.) ხეობებში. ასას ხეობაში ჭიმლის კლდესთან გაჭრილი ვიწრობის ქვემოთ ჩვენ ვერსად ვნახეთ ყინვარული ნაჟენები; არის მხოლოდ ფსევდოგლაციალური წარმონაქმნები, რომლებიც გარეგნულად მორენებს მიემსგავსებიან, მაგრამ დაკავშირებული არიან მდინარე წყლისა და ფიზიკური გამოფიტვის მოქმედებასთან (ასეთია, მაგალითად, ფსევდომორენა სოფ. ახიელს ქვემოთ, მშვენივრად გამოხატული „მიწის პირამიდებით“).

ასას აუზშიც, ისევე როგორც თერგისაში, მეოთხეულ პერიოდში არსებობდა მხოლოდ განცალკევებული ყინვარები, რომელთა სიგრძე 10 კმ არ აღემატებოდა.

ძველი ყინულსაბურველის იმ მდგომარეობას, რომელიც მორფოლოგიური ნიშნებისა და ნაჟენების გავრცელების მიხედვით იქნა ზემოთ დახასიათებული, შეესაბამება მარადიული თოვლის საზღვრის დებრესია 600—700 მ სიდიდისა. მეოთხეული პერიოდის გაყინვარების დროს თოვლის ხაზი ჩრდილო ფერდობებზე დაახლოებით 2700 მ-მდე ეშვებოდა, ხოლო სამხრეთ ფერდობებზე 2900 მ სიმაღლემდე (გამოანგარიშებულია ჰეფერის მეთოდით). ამ დასკვნას ეთანხმება კავკასიონის სხვა რაიონების პალეოგლაციალოგიური ნიშნებიც,— კავკასიის არც ერთ ნიწილში არ არის დადგენილი ძველი გაყინვარების ისეთი ნიშნები, რომლებიც გვაფიქრებინებდნენ თოვლის ხაზის დაწევას წარ-

სულში 700—800 მეტრზე მეტით. მდ. მდ. კოდორის, ყუბანის, ბაქსანის, ხეგ-სურეთის არაგვისა და მთელ რიგ სხვა ხეობებში 700—800 მ წარმოდგენს მეოთხეულში მარადიული თოვლის საზღვრის დებრესიის მაქსიმალურ სი-დიდესს.

ამრიგად, შეხედულება თერგისა და ასას აუზების ძველი გაყინვარების სიმძლავრეზე საჭიროა გადაისინჯოს,—არსად ამ რაიონში ძველი ყინვარების მოქმედების კვალი არ ჩამოდის 1500—2000 მეტრზე დაბლა და წარმოდგენა უზარმაზარი ყინვარების შესახებ, რომლებსაც მთლიანად ეკავათ დასახელებულ მდინარეთა ხეობები, სათავიდან მთათაწინეთამდე ან ჩრდილო კავკასიის ვა-კემდე, სადღეისოდ გამოვლინებული ფაქტების სინათლეზე ვერ ჩაითვლება გამართლებულად. ეს წარმოდგენა სხვა ქვეყნებისათვის მიღებული პალეოგლა-ციოლოგიური დასკვნების მექანიკური გადმონერგვის ნაყოფი უფრო არის, ვიდრე ადგილობრივ ფაქტობრივ მასალაზე დამყარებული მოსაზრებებისა.

საქართველს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.6.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. А. Варданиянц. О синхронизации стадий отступления последнего оледенения Центрального Кавказа и вюрма Альпийской области. Труды II Международной конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы, вып. 2, 1933.
2. А. Н. Джавахишвили. Геоморфологические районы Грузинской ССР. Изд. АН СССР, М.—Л., 1947.
3. Г. С. Дзоценидзе и В. Н. Крестников. Геолого-петрографический очерк южного склона Главного Кавказского хребта в пределах Хевсуретии. Труды Грузинского Геологического управления, вып. 5, 1941.
4. А. Духовский. Рецензия на статью Ф. С. Красильникова «Через Бусарчильский перевал и ледник Кибеша». Известия Кавказск. отдела императорского Русского Географического общества, т. 23, вып. I, 1915.
5. Ф. С. Красильников. Через Бусарчильский перевал и ледник Кибеша. «Ежегодник Русского Горного общества», т. 10, Москва, 1914.
6. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Исследования по теоретической петрографии в связи с изучением изверженных пород Центрального Кавказа. Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, т. 26, № 5, 1898.
7. Л. И. Маруашвили. К геоморфологии и четвертичной истории Тушетии. Известия Госуд. Географич. общества, № 7, 1933.
8. К. И. Подозерский. Ледники Кавказского хребта. «Записки Кавказск. отдела имп. Русского Географич. общества», т. 29, в. 1, 1911.
9. А. Л. Рейнгард. Рецензия на статью Л. Дистеля. Известия Кавказского отдела импер. Русского Географич. общества, т. 23, № 1, 1915.
10. В. П. Ренгартен. История долины р. Ассы на Северном Кавказе. «Известия Гос. Географич. общества», т. 57, № 2, 1925.
11. В. П. Ренгартен. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. «Труды ВГРО», вып. 148, 1932.
12. M. Dechy, von. *Kaukasus*. I—III. Berlin, 1907.

პ. შენგელია

წყალსაცავის დონის ცვალეზალოზისას დაწნევის გამოყენების
საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. გუდვენიშვილმა 5.11.1953)

მდინარეთა ვარდნის რაციონალურ ბიეფებად დაყოფის საკითხის განხილვისას [1] ჩვენ ვუჩვენეთ, რომ ბევრ შემთხვევაში შესაძლებელია ის დაწნევა, რომელიც იკარგება ჰიდროელსადგურის წყალსაცავის დონის ცვალეზალობის დროს, ეფექტურად იქნეს გამოყენებული. საკითხის პრაქტიკულად გადასაწყვეტად, ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში, ენერგოეკონომიური ანგარიშით უნდა იქნეს დადგენილი გამოსაყენებელი დაწნევის ოპტიმალური სიდიდე. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა გვქონდეს $\mathcal{E}'_h = \varphi(h)$ სახის ფუნქციონალური დამოკიდებულება, სადაც h წყალსაცავის დონის დაწნევის სიღრმეა, ხოლო \mathcal{E}'_h -ის ენერგიაა, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნეს h -ის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში დამატებითი ენერგიის გამომუშავების გამოსახულება რომელიმე T პერიოდისათვის ზოგადი სახით შემდეგნაირად დაიწერება:

$$\mathcal{E}'_h = \int_0^T N'_h dt, \quad (1)$$

სადაც N'_h დამატებითი სიმძლავრეა, რომელიც წყალსაცავის დონის დაწევას, h -ის მნიშვნელობას, შეესაბამება. ამ განტოლების გადაწყვეტა არ ხერხდება ყველა პრაქტიკული შემთხვევისათვის, ვინაიდან შეუძლებელია მოცემული იყოს ყველა იმ ცვალეზადი პარამეტრის ცვლილებათა კანონზომიერება, რომლებზედაც დამოკიდებულია N'_h -ის სიდიდე. ამიტომ პრაქტიკულად \mathcal{E}'_h -ის გამოსათვლელად ცხრილების მეთოდს მიმართავენ ხოლმე.

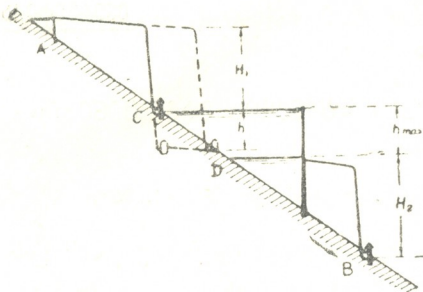
ზოგიერთი საკითხის გამოსაკვლევად კი აუცილებელია გვქონდეს ანალიტიკური დამოკიდებულება \mathcal{E}'_h -სა და h -ს შორის.

ქვემოთ მოგვყავს მარტივი ხერხი ამ დამოკიდებულებათა მისაღებად, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოკვლულ და გადაწყვეტილ იქნეს ზოგიერთი პრაქტიკული ამოცანა.

ავიღოთ უბრალო მაგალითი, როდესაც მდინარის $A-B$ უბანი ორი თანამიმდევარი ჰიდროელსადგურით გამოიყენება, რომელთაგანაც ზედა ჰიდროელსადგური დერივაციულია, ქვედა კი შერეული ტიპისაა (ნახ. 1).

რეგულირების დროს წყალსაცავის დონე ნულიდან h_{max} -მდე ცვალეზალობს, სადაც h_{max} —წყალსაცავის დონის დაწნევის მაქსიმალური მნიშვნელობაა.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ის დაწნევა h , რომელიც დონის ცვალებადობის დროს ჩვეულებრივ ჰიდროელსადგურებში იკარგება, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს, თუ ზედა საფეხურის დერივაციას წყალსაცავის გასწვრივ, მდინარის დინების მიმართულებით გავავრძელებთ და D პუნქტში მიწისქვეშა ტიპის ჰიდროელსადგურის შენობას მოვაწყობთ, ან თუ ასეთივე ტიპის შენობას C პუნქტში მოვაწყობთ და ტურბინებში გადაიშვებულ წყალს გამყვანი გვირაბით მდინარეში ჩავაგდებთ.



ნახ. 1

მდინარისა და ორივე ელსადგურის წყლის ხარჯის ცვალებადობის გრაფიკები მოცემულია მე-2 ნახაზზე. აქვე $acdb$ მრუდი გამოხატავს წყალსაცავის დონის დაწვევის h -ის სიდიდის ცვალებადობას რეგულირების დროს. როდესაც მოცემული გვაქვს ეს მრუდი და

ზედა საფეხურის წყლის ხარჯის Q_1 -ის ცვალებადობის გრაფიკი ადვილად შეიძლება აიგოს დამატებითი სიმძლავრის ცვალებადობის მრუდიც (გრაფიკი b), რომელიც შემდეგი დამოკიდებულებიდან მიიღება:

$$N'_h = 9,8 \eta_1 Q_1 (h - \Sigma h_w), \quad (2)$$

სადაც Σh_w დაწნევის იმ დანაკარგებს გამოხატავს, რომლებსაც დერივაციისა და საწნეო მილსადენის დაგრძელებულ ნაწილებში აქვთ ადგილი.

თუ Σh -ს მიახლოებითი ანგარიშებისათვის h -ის ნაწილებში გამოვსახავთ, მივიღებთ

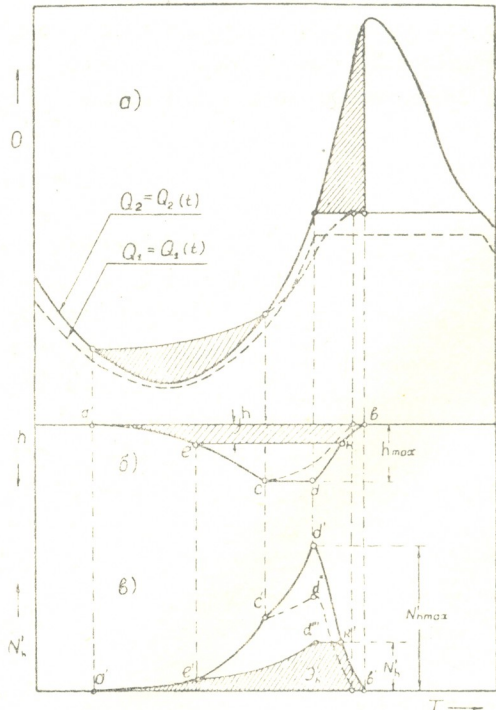
$$N'_h = 9,8 \eta_1 Q_1 (1 - \varepsilon) h, \quad (2')$$

სადაც

$$\varepsilon = \frac{\Sigma h_w}{h}$$

ვანტოლება (2') სურათზე გამოხატავს $a'c'd'b'$ მრუდს.

წყალსაცავის დონის ცვალებადობის მიღებული რეჟიმისათვის (უწყვეტი ხაზი), როდესაც რეგულირება ქვედა საფეხურზე მუდმივი სიმძლავრის მიღების მიხედვით ხდება, დამატებითი მაქსიმალური სიმძლავრე შეესაბამება h_{max} და უდრის

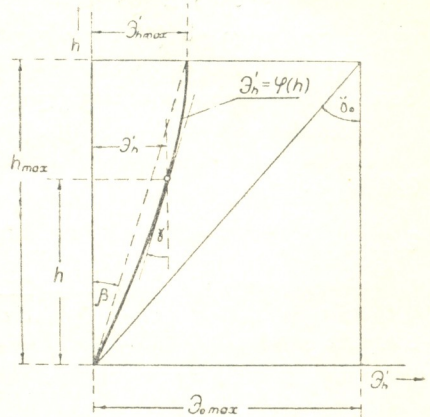


ნახ. 2

$$N'_{hmax} = 9,8 \eta_1 (1 - \varepsilon) Q_{1max} h_{max} \quad (3)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც წყალსაცავის შევსება დაცლისთანავე იწყება (წყვეტილი ხაზი), N'_h -ის სიდიდე h -ისა და $Q_{აღ}$ -ის სიდიდეების თანაფარდობაზეა დამოკიდებული და, როგორც წესი, მათი რამდენიმე მნიშვნელობის უშუალო გამოთვლით იპოვება. პრაქტიკულ შემთხვევაში N'_{hmax} იმ მომენტს შეესაბამება, როდესაც $Q_{აღ}$ -ის სიდიდე Q_{1max} -ს მიაღწევს (d'' წერტილი ნახაზზე).

თუ $N'_h = N(h)$ მრუდით ვისარგებლებთ, შეგვიძლია ენერჯიის დამატებითი გამომუშავების ხანგრძლიობისა და დამატებითი გამომუშავების ჯამური მრუდების აგება, როგორც წყალსაცავის დონის დაწნევის, გამოსაყენებელი ნაწილის, ფუნქცია. მე-2 ნახაზზე გრაფ. რ) და ბ) ნაჩვენებია N'_h -ისა და \mathcal{E}'_h -ის პოენის წესი h -ის ერთი მნიშვნელობისათვის. მე-3 ნახაზზე, ნაჩვენებია ენერჯიის დამატებითი გამომუშავების ჯამური მრუდი, რომელიც აგებულია აღნიშნული წესით ნაპოენი \mathcal{E}'_h -ის სხვადასხვა მნიშვნელობათა მიხედვით.



ნახ. 3

დამატებითი ენერჯიის ჯამური გამომუშავების მრუდის განტოლება შეიძლება შემდეგი მარტივი სახით წარმოვიდგინოთ:

$$\mathcal{E}'_h = \alpha h^n, \quad (4)$$

სადაც α და n მუდმივი კოეფიციენტებია, რომლებიც აღნიშნულ მრუდებს ახასიათებს. ამ კოეფიციენტების საპოენლად საკმარისია \mathcal{E}'_h -ის გამოთვლა h -ის ორი დამახასიათებელი მნიშვნელობისათვის. ორუცნობიანი ორი განტოლების გადაწყვეტა მოგვცემს α და n კოეფიციენტების მნიშვნელობებს. ამ შემთხვევაში ანგარიში იქნება მიღებული აგრეთვე η , h_w და სხვა სიდიდეების ცვალებადობაც.

როდესაც \mathcal{E}'_{hmax} ცნობილია, ენერჯიის ჯამური გამომუშავების მრუდის განტოლება \mathcal{E}'_h -ის უფრო ზუსტ მნიშვნელობათა მისაღებად შემდეგი სახითაც შეიძლება დაიწეროს:

$$\mathcal{E}'_h = k_0 h - \alpha h^n, \quad (5)$$

სადაც k_0 მუდმივი სიდიდეა და წრფეწირის კუთხურ კოეფიციენტს წარმოადგენს.

α და n აგრეთვე მუდმივი კოეფიციენტებია, რომელნიც \mathcal{E}'_h მრუდს ახასიათებენ.

ძნელი არ არის k_0 სიდიდის განსაზღვრა, როდესაც N'_{hmax} და T_0 ცნობილია.

როგორც მე-2 ნახაზიდან ჩანს,

$$k_0 = \operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{N'_{h_{\max}} T_0}{h_{\max}}. \quad (6)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც $N'_{h_{\max}}$ -ის მნიშვნელობა შესაძლებელია (3) ფორმულით ვიპოვოთ (ნახაზზე ეს შემთხვევა უწყვეტი ხაზითაა ნაჩვენები), გვექნება:

$$k_0 = 9,8(1 - \varepsilon) \eta Q_{1\max} T_0. \quad (6)$$

რაც შეეხება α და n კოეფიციენტებს, მათი პოვნა ისეთივე წესით შეიძლება, როგორც ეს (4) ფორმულის კოეფიციენტებისათვის იყო აღნიშნული.

ქვემოთ მოგვყავს ანალიტიკური ხერხიც ამ კოეფიციენტების მიახლოებით მნიშვნელობათა საპოვნელად.

როდესაც

$$h = h_{\max},$$

მაშინ

$$\operatorname{tg} \gamma = 0;$$

მაშასადამე,

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{d\Theta}{dh} = k - \alpha n h^{n-1} = 0,$$

საიდანაც

$$\alpha = \frac{k}{n h_{\max}^{n-1}}. \quad (7)$$

იმავე გრაფიკიდან h_{\max} -ისათვის გვაქვს

$$k h_{\max} - \alpha h_{\max}^n = \Theta'_{h_{\max}}.$$

თუ ამ განტოლებაში α -ს მნიშვნელობას ჩავსვამთ და მას n -ის შესახებ გადავწყვეტთ, მივიღებთ

$$n = \frac{k_0 h_{\max}}{k_0 h_{\max} - \Theta'_{h_{\max}}}. \quad (8)$$

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ზემოთ მოყვანილი ანალიტიკური გზით მიღებული Θ'_h -ის გამოსახულებანი, ისე როგორც სხვა არსებული ანალოგიური ანალიტიკური გამოსახულებანი, ზოგიერთ შემთხვევაში იძლევიან შედეგებს, რომლებიც საგრძნობლად განსხვავდებიან უშუალო გამოთვლით მიღებული შედეგებისგან. ამიტომ ამ ფორმულებით პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად საჭიროა მათში შეტანილ იქნეს სათანადო შესწორებანი.

საქმე ისაა, რომ ენერგიის ჯამური გამომუშავების მრუდი, რომელსაც საწყისში შედარებით ნაკლები დაქანება აქვს, მხოლოდ h_{\max} -თან მიახლოებისას მკვეთრად იხრება ზევით. ამის გამო ამ მრუდის განტოლების გამოყვანისას მიღებული დაშვება, რომ როდესაც $h = h_{\max}$ მრუდის მხები ვერტიკალური ხაზის პარალელურია, პირობითია. ასეთი დაშვების საფუძველზე მიღებული განტოლებანი ზუსტ შედეგებს იძლევიან მხოლოდ იქ, სადაც h უახლოვდება h_{\max} -ს. h -ის სხვა მნიშვნელობებისათვის შედეგები, როგორც ეს ბოლოში მოყვანილი მაგალითიდან ჩანს, საგრძნობლად აღემატება მათ ნამდვილ სიდიდეებს.

დავუშვათ, რომ ის კუთხე, რომელსაც ენერგიის ჯამური გამომუშავების მრუდის მხები ვერტიკალთან შეადგენს, როდესაც $h = h_{\max}$, არის γ' .

მაშინ h -ის ამ მნიშვნელობისათვის შეიძლება დაიწეროს

$$\frac{d\alpha'_h}{dh} = k_0 - \alpha n h_{max}^{n-1} = \operatorname{tg} \gamma'. \quad (7)$$

მივიღოთ აგრეთვე, რომ

$$\operatorname{tg} \gamma' = \psi \operatorname{tg} \beta, \quad (10)$$

სადაც ψ მუდმივი კოეფიციენტი, ერთზე ნაკლები, და

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\alpha' h_{max}}{h_{max}}. \quad (11)$$

მაშინ (9), (10) და (11) გამოსახულებიდან (7) მაგივრად მივიღებთ

$$\alpha' = \frac{k_0 - \psi \frac{\alpha' h_{max}}{h_{max}}}{n h_{max}^{n-1}}. \quad (7')$$

ანალოგიურად n' კოეფიციენტისათვის გვექნება

$$n' = \frac{\left(k_0 - \psi \frac{\alpha' h_{max}}{h_{max}}\right) h_{max}}{k h_{max} - \alpha' h_{max}}. \quad (8')$$

რამდენიმე პრაქტიკული ამოცანის გადასაწყვეტად ჩატარებული ანგარიშების დროს საესეებით მისაღები შედეგები მივიღეთ (5) ფორმულით, როდესაც მასში ჩავსვით კოეფიციენტები α' და n' და $\psi = 0,75$ ¹.

ზემოთ მოყვანილი ხერხი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვა არსებული ანალოგიური განტოლებისათვისაც, როგორცაა ჯამური გამომუშავების მრუდის განტოლება, ჯამური ჩანადენის მრუდის განტოლება და სხვა.

როდესაც ქვედა საფეხურის კაშხლის სიმაღლე H_2 და წყალსაცავის დონის დაწვევის მაქსიმალური სიღრმე h_{max} ცნობილია, (4) და (5) განტოლებები საშუალებას იძლევა ანალიტიკური გზით გადავწყვიტოთ რიგი ისეთი ამოცანები, რომლებიც გვხვდება დამატებითი დაწვევის გამოყენებისას.

ზოგიერთი ასეთი ამოცანის გადაწყვეტისას კაშხლის სიმაღლე, რომელიც წყალსაცავს ქმნის, ცვლებადია (მაგალითად, მდინარის უბნის ვარდნის ორ საფეხურს შორის რაციონალურად განაწილება). ამ შემთხვევაში H_2 -ის თითოეულ მნიშვნელობას α'_h -ის გარკვეული მნიშვნელობა შეესაბამება და, მაშასადამე, საჭიროა ამ სიდიდეებს შორის დამოკიდებულების დადგენა.

შრომაში [2] ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ ენერჯის ის ნაწილი, რომელიც მდინარის სატრანზიტო ხარჯის, წყალსაცავის დონის ცვლებადობითა გამოწვეულ დაკლებულ დაწნევაზე გამოყენების გამო იკარგება, შემდეგი განტოლებით გამოიხატება:

$$\Theta_h = -B(H_* - H_2)^n H_2 - CH_2 + CH_2. \quad (12)$$

ეს განტოლება გამოიყენება, როდესაც $H_2 < H_*$, სადაც H_* კაშხლის ის სიმაღლეა, რომლის დროსაც ადგილი აქვს მდინარის წყლის ხარჯის სრულწლიურ რეგულირებას.

(¹ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს ψ კოეფიციენტის შემოწმება სხვა ობიექტებზედაც.)

კოეფიციენტების B , C და C' მნიშვნელობანი და აგრეთვე პირობები, რომლებსთვისაც ეს განტოლება მიღებული, მოყვანილია შრომაში [2].

(9) განტოლება, რომელიც შეესაბამება ქვედა საფეხურის კაშხლის ადგილს, ძალაში რჩება მდინარის ყველა პუნქტისათვის ზედა ჰიდროელსადგურის შენობიდან ქვედა საფეხურის კაშხლამდე, თუ მდინარის ჩანადენი ორივე საფეხურის კაშხლებს შორის დაახლოებით ერთი და იგივეა.

როდესაც მდინარის ხარჯი ამ უბანზე საგრძნობლად იცვლება, მაგრამ მდინარის ჰიდროგრაფის კონფიგურაცია დაახლოებით იდენტური რჩება, ფორმულა (9) ამავე უბნის ნებისმიერი პუნქტისათვის შემდეგი სახით დაიწერება:

$$\Theta_h = \frac{W'_E}{W''_E} [-B(H_* - H_2)^n - CH_2^2 + C'H_2], \quad (12')$$

სადაც W''_E და W'_E , სათანადოდ, მდინარის წლიური ჩანადენია ქვედა საფეხურის კაშხალთან და განსახილველ პუნქტში.

იმისათვის, რომ მივიღოთ გამოსახულება ენერჯის იმ ნაწილის მაქსიმალური მნიშვნელობისათვის Θ'_{hmax} , რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ზედა საფეხურზე, დაწინების იმ დანაკარგების მხედველობაში მიღებით, რომლებიც დაკავშირებულია დამატებითი h დაწინების გამოყენებასთან ამავე საფეხურზე, დავუშვათ, როგორც ეს ზემოთ მივიღეთ, რომ დაწინების დანაკარგები Σh_u პროპორციულია h -ისა.

თუ ამ პროპორციულობის კოეფიციენტს ϵ_h -ით აღვნიშნავთ, როდესაც H_2 ცვალებადია, მივიღებთ დამატებითი ენერჯის Θ'_h -ის შემდეგ გამოსახულებას:

$$\Theta'_{hmax} = \frac{(1 - \epsilon_h) W'_E}{W''_E} [-B(H_* - H_2)^n H_2 - CH_2^2 + C'H_2], \quad (13)$$

აბ

$$\Theta'_{hmax} = A_h(H_* - H_2)^n + B_h H_2^2 + C_h H_2, \quad (13')$$

სადაც

$$A_h = -\frac{B(1 - \epsilon_h) W'_E}{W''_E}, \quad B_h = -\frac{C(1 - \epsilon_h) W'_E}{W''_E}, \quad C_h = \frac{C'(1 - \epsilon_h) W'_E}{W''_E}.$$

როდესაც კაშხლის სიმაღლე $H_2 > H$, იმ ენერჯის გამომუშავების გამოსახულებას, რომელიც სატრანზიტო ჩანადენის, წყალსაცავის დონის ცვალებადობით გამოწვეულ, შემცირებულ დაწინებაზე გამოყენების გამო იკარგება, შემდეგი სახე აქვს:

$$\Theta_h = B_0 \left[H_2 - \left(H_2^c - \frac{V_n}{a} \right)^{\frac{1}{c}} \right]. \quad (14)$$

ანალოგიურად იმისა, როგორც ეს ზემოთ იყო მიღებული ამ შემთხვევისათვისაც, გვექნება:

$$\Theta'_{hmax} = \frac{(1 - \epsilon_h) W'_E}{734 W''_E} \left[H_2 - \left(H_2^c - \frac{V_n}{a} \right)^{\frac{1}{c}} \right], \quad (15)$$

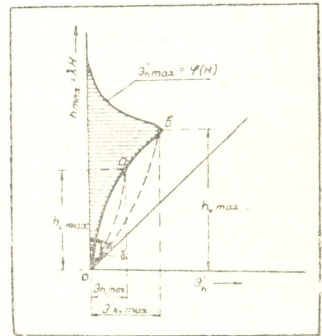
$$\mathcal{D}'_{hmax} = A' \left[H_2 - \left(H_2^c - \frac{V_n}{a} \right)^c \right], \quad (15')$$

სადაც

$$A'_h = - \frac{(1 - \varepsilon_h) W'_B}{W''_B}.$$

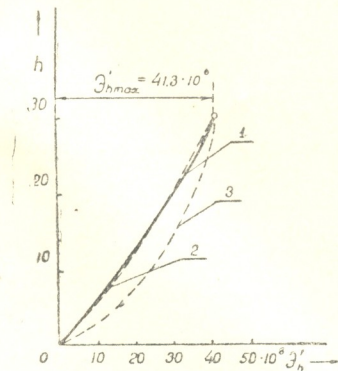
უნდა აღინიშნოს, რომ η -ს მნიშვნელობა, რომელიც B , C და C' კოეფიციენტების სათანადო გამოსახულებებში შედის [3], ამ შემთხვევაში აღებული უნდა იქნეს ზედა საფეხურისათვის, რომელზედაც გამოიყენება დამატებითი დაწნევა.

მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია \mathcal{D}'_h -ის ცვლებადობის მრუდი კაშხლის სიმაღლის ცვლებადობის მიხედვით ან, რაც თანახმად მიღებული დაშვებისა იგივეა, მის პროპორციულ, წყალსაცავის მარგი მოცულობის პრიზმის მაქსიმალური სიმაღლის ცვლებადობის მიხედვით. ორდინატის ღერძზე გადაზომილია $h_{max} = \lambda H_2$, ხოლო აბსცისის ღერძზე \mathcal{D}'_h -ის მნიშვნელობანი. \mathcal{D}'_h -ის მაქსიმალური მნიშვნელობა (წერტილი b) h_{*max} შეესაბამება, რასაც, თანახმად მიღებული დაშვებისა, ადგილი აქვს, როდესაც $H_2 = H_{*}$, ე. ი., როდესაც გვაქვს წყლის სრული წლიური რეგულირება.



ნახ. 4

კაშხლის სიმაღლის შემდგომი გაზრდისას \mathcal{D}'_h მცირდება, ვინაიდან წყალსაცავის საჭირო მარგი მოცულობა— V_n , რომელიც საჭიროა წყლის წლიური ხარჯის რეგულაციისათვის, მუდმივი რჩება, რის გამო მისი შესაბამისი მარგი მოცულობის პრიზმის მაქსიმალური სიმაღლეც თანდათან მცირდება და ზღვარში ნულს უახლოვდება.



ნახ. 5

წყვეტილი Oa და Ob ხაზებით ნაჩვენებია დამატებით გამომუშავების ჯამური მრუდები— \mathcal{D}'_h სათანადო h_{max} -ის მნიშვნელობათათვის.

მე-5 ნახაზზე ნაჩვენებია $\mathcal{D}'_h = \varphi(h)$ -ის მრუდები, რომლებიც აგებულია სხვადასხვა ხერხით გამოთვლილი შედეგების მიხედვით. მრუდი 1 აგებულია უშუალო გამოთვლების მიხედვით, მრუდი 2—ანალიტიკური ხერხით, (5) ფორმულის გამოყენებით, რომელშიც მიღებულია, რომ $\psi = 0,75$, და, ბოლოს, მრუდი 3 იმავე (5) ფორმულითაა ნაანგარიშები, ხოლო მიღებულია, რომ $\psi = 0$.

მრუდების შედარებიდან ჩანს, რომ (5) ფორმულა სავსებით დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იძლევა, როდესაც მასში ჩავსვამთ $\psi = 0,75$. მაქსიმალ-

ლური გადახრა Θ_h -ის ნამდვილი მნიშვნელობიდან h -ის ცვალებადობის მთელი დიაპაზონისათვის შეადგენს არა უმეტეს $\pm 3\%$.

აქედანვე ჩანს, რომ იმავე (5) ფორმულით მიღებული შედეგები, როდესაც $\psi=0$, საკმაოდ შორდება Θ_h -ის ნამდვილ მნიშვნელობებს. ეს გარემოება იმაზე მიუთითებს, რომ არსებული ანალოგიური ფორმულები, რომლებიც ზემოთ იყო აღნიშნული, სათანადო შესწორებებს საჭიროებს, ისე როგორც ეს (5) ფორმულისათვის ვუჩვენეთ. წინააღმდეგ შემთხვევაში ამ ფორმულებით სარგებლობამ პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტის დროს შეიძლება, ბევრ შემთხვევაში, უხეშ შეცდომებამდე მიგვიყვანოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აღ. დიდებულიძის სახელობის

ენერგეტიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.11.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. Г. Шенгелия. К вопросу о рациональной разбивке падения реки на бьефы при каскадной схеме исследования. Сообщения Академии Наук ГССР, т. XII, № 10, 1951.
2. П. Г. Шенгелия. Аналитическое выражение выработки гидроэлектростанции. Труды института энергетики, т. VIII, 1953.

ზოოლოგია

დ. ლოჯოგოი, ი. ხოჯავანიშვილი

იფნის უმთავრესი მავნებლები საქართველოს ტყეებსა და პარკებში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცევა 21.6.1953)

ჩვეულებრივი იფანი (*Fraxinus excelsior* L.) ძვირფასი დეკორაციული, საპარკო და სახეივნო ხეა, რომელიც ამავე დროს ნიადაგს დიდ მოთხოვნებს უყენებს.

იზრდება რა ნაირგვარ, კერძოდ კირის საკმაო რაოდენობით შემცველ ნიადაგზე, იფანი არ მიეკუთვნება კალცეფილებს [2], ვერ იტანს ნიადაგის მარილიანობას და კარგად იზრდება მხოლოდ ნოყიერ და ტენიან ნიადაგებზე. ცოცხლობს 300 წლამდე [6].

იფანი დამაკმაყოფილებლად იზრდება თბილისის მარჯვენა სანაპიროს მიდამოებში, ხოლო ნაკლებად—მარცხენა მხარის მიდამოებში. ასე, მაგ. ლიოსისებურ თიხნარ ნალექებზე განვითარებული, „ნათელ ტყისათვის“ დამახასიათებელი ხუდადოვის ტყის ნიადაგებზე, რომლებიც გოგირდმჟავა მარილების დიდი შემცველობით გამოირჩევიან, იფანი ცუდად ვითარდება და 60 წლის ხნოვანებაში სიმაღლით ძლივს აღწევს 4—5 მეტრს, დიამეტრით კი (გულის სიმაღლეზე) 9—10 სმ, ძლიერ წვერხმელობს და თანდათანობით კვდება.

იფანი გამოუსადეგარია აგრეთვე მშრალი რაიონების ქუჩის ნარგაობაში, კერძოდ თბილისში.

ხელოვნურად გაშენებული კორომის პირობებში იფანი ცნობილია როგორც ისეთი ჯიში, რომელიც ძლიერ ზიანდება მწერებისაგან, ალბათ მისი დაბალი გამძლეობის გამო.

ხელოვნურად გაშენებულ ტყეში მაჟაურას (*Zeuzera pyrina* L.) მიერ გამოწვეული ზიანის შესახებ ჯერ კიდევ გასული საუკუნის ბოლოს წერდნენ ი. შევირიოვი და მ. ტურსკი [12]. ქერქიჟამიები *Hylesinus*-ის გვარიდან, ვ. სტარკის მონაცემების მიხედვით, „წარმოადგენენ იფნის ხელოვნური ნარგაობის სერიოზულ მტერს, განსაკუთრებით ველებში ტყის გაშენებისას“ [10].

გვალვიანი წლების არასაკმაო ტენიანობა ფრიად უარყოფით გავლენას ახდენს იფნის ნარგაობაზე თბილისის პირობებშიც.

გვალვით დაზიანებულ ხეებზე სახლდებიან მავნებლები, ხოლო ზოგჯერ იფანი მავნებელთა მონაწილეობის გარეშეც ხმება. 1953 წლის გაზაფხულზე ხუდადოვის ტყეში იფნის ხეების საგრძნობი ნაწილის გახმობა გამოწვეული იყო ძლიერ დიდი გვალვით, რომელიც დაიწყო 1952 წლის ივლისის ნახევარ-

ში და ზამთრისა და 1953 წლის მთელი გაზაფხულის განმავლობაში გავრ-
 ძელდა.

იფანზე მოსახლე ქერქიჰამიათა უმეტესი ნაწილი, როგორც ცნობილია, მიეკუთვნება *Hylesinus*-ის გვარს, რომლის წარმომადგენლებისთვის დამახასიათებელია ერთწლიანი გენერაცია. ჭრელი ქერქიჰამია (*Hylesinus fraxini* Panz.), რომელიც ველების ნარგაობაში იფნის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში მავნებელია ამიერკავკასიაში და კერძოდ, საქართველოში, უკანასკნელი ათი წლის მანძილზე შემჩნეული არ ყოფილა როგორც მასობრივი მავნებელი, იგი აქ ჩვეულებრივ მომაკვდავ ტოტებზე და გახმობის გზაზე შემდგარი ცალკეული ხეების ღეროებზე გვხვდება. ამიერკავკასიაში ბუნებრივ კორომებში იფნის დაზიანების შემთხვევები იშვიათია, ამავე დროს გაუქერქავეი მორები და დამზადებული, ტყეში დროებით დატოვებული შეშა მთლიანად დაფარულია ხოლმე ხვრელებითა და საფრენი ნახვრეტებით.

ზეთის ხის ქერქიჰამია (*Hylesinus oleiperda* F.) გამოირჩევა უფრო გვიანი, გაქიანურებული ფრენით და ჭუპრის სტადიაში გამოზამთრებით. თბილისის პირობებში ახალგაზრდა ხოჭოების გამოფრენა შემჩნეულია, ჩვეულებრივ, ივნისში. ამგვარად, ახალ ხეებზე მათი დასახლება ხდება იმ დროს, როცა ხეები ყველაზე ძლიერ არიან დასუსტებული გვალვისაგან. სწორედ ამის გამო 1952 წელს და 1953 წ. გაზაფხულზე ხუდადოვის ტყეში ხმობაში შესულ იფნებზე შემჩნეული იყო მხოლოდ ზეთის ხის ქერქიჰამიის დასახლება.

დაკბილული ქერქიჰამია (*Hylesinus crenatus* F.) პირველი ორი სახეობისაგან გამოირჩევა თაობის უფრო ხანგრძლივი განვითარებით, რაც ზოგჯერ წელწინადასახეობისა და ხან ორ წლამდეც კი გრძელდება. ამ სახეობას არ უნდა ჰქონდეს რაიმე სერიოზული სატყეო-სამეურნეო მნიშვნელობა ადგილობრივ პირობებში. *Hylesinus*-ის გვარს ამიერკავკასიის ფარგლებში მიეკუთვნება ბოჩარნიკოვის ქერქიჰამია (*H. botscharnikovi* Stark.), რომელიც აღწერილია სტარკის მიერ ლენქორანსა და ზაქათალიდან [10, 11], და ტუპოლევის ქერქიჰამია (*H. tupolevi* Stark.), რომელიც გავრცელებულია შუა აზიაში (ყირგიზეთი და ტაჯიკეთი) და ერთხელ შემჩნეულ იქნა მლოკოსევიჩის მიერ (1910) განჯის რაიონში (აზერბაიჯანი) [11].

კავკასიური ქერქიჰამია (*Phloeotribus caucasicus* Reitt.), რომელიც ველისა და ტყე-ველის ზონის სამხრეთ ნაწილის ახალგაზრდა ნარგაობის პირობებში ძლიერ მავნე სახეობაა [3], ხშირად გვხვდება აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის გვალვიან (მშრალ) რაიონებში.

პ. ვინოგრადოვ-ნიკიტინის მონაცემების თანახმად, ის აზიანებს კორომებს სრულიად მშრალ ფერდობებზე, ტენის მხრივ უკეთეს პირობებში მოზარდ იფნებზე კი კავკასიური ქერქიჰამია სრულიად არ გვხვდება [4]. ეს სახეობა აღნიშნული იყო ვ. სტარკის მიერ შავი ზღვის სანაპიროზე სოქის რაიონში [9], იქ მას სატყეო-სამეურნეო მნიშვნელობა არა აქვს. დამახასიათებელია, რომ გ. პიატნიცკიმ იპოვა კავკასიური ქერქიჰამიის ხოჭო ჯუბგის რაიონში ღობიდან აღებულ იფნის სარში (ჭიგოში) [8]. მონაცემები იმავე გვარის წარმომადგენლის ხმელთაშუა ზღვის ქერქიჰამიის (*Phl. scarabaeoides*

Boern.) ამიერკავკასიის ფაუნაში არსებობის შესახებ, ფ. ზაიცევის აზრით [5], მცდარია.

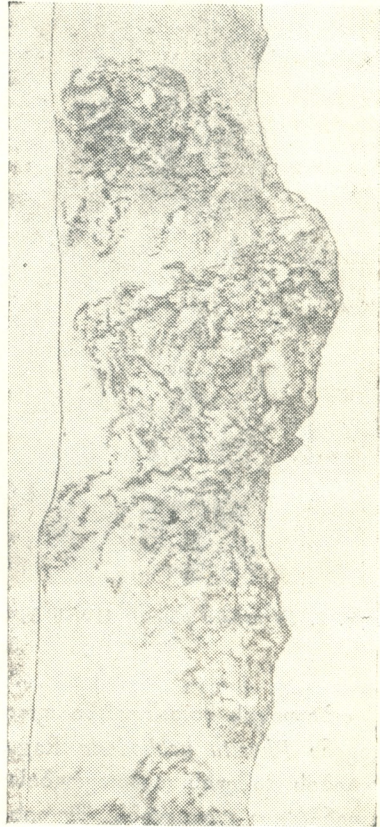
1927 წელს პიატნიცკიმ ჯუბგის რაიონში იფნის შეშაში საგრძნობი რაოდენობით იპოვა ბულგარული ქერქიჰამიას *Phloeophthorus muricatus* Eggers-ის ხოჭოები [8].

ამიერკავკასიაში ხშირად გავრცელებული ორფერა პეწიანა (*Antaxia bicolor* Fald.) დ. პომერანცევის მიერ აღნიშნულია როგორც იფნის მავნებელი გელენჯიკის სატყეო მეურნეობის პირობებში [7].

საქართველოს პირობებში საკმაოდ კარგად გამოხატულ მეორეულ მავნებლებს, რომლებიც თავს ესხმიან მშრალი ფერდობების თხელ ნიადაგებზე მოზარდ აშკარად დასუსტებულ ხეებს, მიეკუთვნება მაჟაურა. მაჟაურა უმთავრესად იფნისა და თელისებრთა ცალკეულ ხეებს აზიანებს, იშვიათად კი სხვა ჯიშებს, ამავე დროს ის ველის ნარგავობის სასტიკი მტერია [7]. 62 მერქნიანი ჯიშებიდან, რომლებსაც აზიანებს მაჟაურა, მ. ანფინიკოვის მონაცემების თანახმად, იფანი „საუკეთესო“ საკვები ჯიშია, რომელიც უზრუნველყოფს ყველაზე უფრო მაღალი წარმადობის (ნაყოფიერ) პეპლების გამოფერენას [1].

აღგილობრივ პირობებში პირველად მავნებლებს, რომლებიც ხელს უწყობენ იფნის დაძაბუნებას და ზემოაღნიშნულ სახეობათა მასზე დასახლებას, ეკუთვნიან უპირველესად ყოვლისა კავკასიური და ჭრელი ქერქიჰამიები, რომლებიც დამატებითი კვების დროს აზიანებენ სრულიად საღ (სიცოცხლისუნარიან) ხეებს.

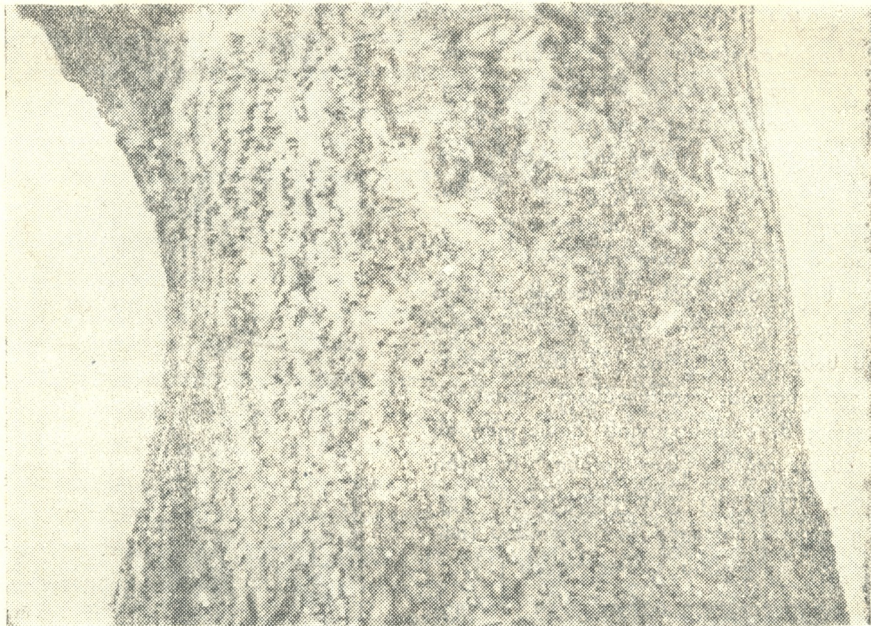
თბილისის ნარგავობაში, კერძოდ ბოტანიკურ ბაღში, იფნები ზიანდება ალურათი (*Euxophera pinguis* Hw.). ალურას მატლებს ქერქში გაჰყავთ მოკლე, არასწორი ხერხელები და ამ დროს საკმაოდ თვალსაჩინო ნაკვალევს ტოვებენ წვნიან ლაფანშიც. ქერქის დაზიანებული უბნების საზღვრებში ქსოვილები თანდათანობით იზრდება განზე ე. წ. „ქერქის როზეტებად“, რომლებიც ძლიერ მოგვეგონებენ ჭრელი ქერქიჰამიას ახალგაზრდა ხოჭოების დამატებითი კვების პროცესის დროს წარმოქმნილ „როზეტს“. მატლები ქერქში იქუპრებენ მსუბუქ პარკებში. პირველი პეპლების გამოფერენა 1952 წელს აღ-



სურ. 1. ალურას *Euxophera pinguis* Hw-ს მატლების მიერ ქერქის დაზიანების შედეგად წარმოშობილი ქერქის „როზეტები“

ნიშნული იყო 3 იენისს და აგვისტოს დამდეგამდე გაგრძელდა. ხის ქერქზე თითო-თითოდ, იშვიათად წყვილ-წყვილად ახლად დადებული კვერცხებიდან იჩეკებიან ახალგაზრდა მატლები. ამგვარად, გენერაცია ერთწლიანია.

ალურას განსაზღვრული ფიზიოლოგიური ზიანი მოაქვს და, ამის გარდა, „როზეტების“ მასობრივად წარმოქმნის შემთხვევაში საგრძნობლად აქვეითებს ქერქის დეკორაციულობას.



სურ. 2. *Euzophera pinguis* HW-ს მატლების სერელები ლაფანში (ქერქის ზედა ნაწილი მოცილებულია)

თბილისის მიდამოებში ფოთლის ერთ-ერთ მასობრივ მავნებელს წარმოადგენს *Phycita nephodeela* Rag., რომლის მატლებიც გაზაფხულზე ჩნდებიან კვირტების გაშლის დამთავრებისთანავე, თითოეულად ვითარდებიან ყლორტის კენჭრულ ფოთლებს შორის და იწვევენ მათ დეფორმაციასა და დახვევას. მაისის პირველ ნახევარში განვითარებადამთავრებული მატლები ტოვებენ თავიანთ ბუდეებს და ძლიერ მსუბუქ პარკებში იჭუპრებენ ქერქის ნაპრალებში, ჩამოცვნილ ფოთლებში და სხვა ადგილებში.

1950 წელს თბილისში პეპლების მასობრივი ფრენა წარმოებდა იენისის პირველი ნახევრის განმავლობაში.

მატლების მიერ თავდანებებული (მიტოვებული) დაზიანებული ყლორტები განაგრძობენ განვითარებას და აახლებენ ზრდას.

1950 წელს ბოტანიკური ბაღისა და ხუდადოვის ტყის ნარგაობაში ალურას მიერ დაზიანებული ყლორტების რიცხვი ცალკეულ ხეებზე 70% და ზოგჯერ უფრო მეტსაც აღწევდა.

იფნის ფოთლის მავნებლებს შორის დიდად მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს *Lyta vesicatoria* L.-ს, რომლის ხოჭოებიც ხშირად მთლიანად ჭამენ ცალკეული ხეების ფოთლებს და განსაკუთრებით. დიდი ზიანი მოაქვთ კულტურებში.

ამიერკავკასიაში *Lyta vesicatoria* საგრძნობლად აზიანებს იფნის ფოთლებს მთის ტყეებში ზღვის დონიდან 1000 მ და უფრო მეტ სიმაღლეზე, ხოლო თბილისის საზღვრებში, ჩვეულებრივ, არ გვხვდება.

იფნის კულტურის მასობრივი დაზიანება აღნიშნულია გორისა და სტეპანავანის (სომხეთი) სატყეო მეურნეობებში. იფანთან ერთად *Lyta vesicatoria*-ს მიერ ძლიერ ზიანდება კავკასიური ცხრატყავა (*Lonicera caucasica* Pall.).

თბილისის პარკებში ცალკეულ წლებში ახალგაზრდა ყლორტები ზიანდება იფნის ტილებით (*Prociophilus nidificus* Lw.); ამოწმების გამო ხდება ყუნწებისა და ფოთლების დახვევა. განსაკუთრებით ძლიერ ზიანდება ახალგაზრდა ხეები.

საქართველოს ტყეებსა და პარკებში იფნის აღზრდის დროს აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული მისი შედარებით მაღალი მოთხოვნა ნიადაგისადმი, განსაკუთრებით იმ მშრალი რაიონების პირობებში, სადაც გამოირიცხულია ხელოვნური მორწყვის შესაძლებლობა.

ზრდის ხელსაყრელი პირობების დროს მაჟაურასა და ქერქიჭაშიების სხვადასხვა სახეობის მიმართ იფნი დიდი გამძლეობით გამოირჩევა.

თბილისისა და მისი მიდამოების გასამწვანებლად ჩვეულებრივ იფანთან ერთად შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს იფნის სხვა სახეობათა უფრო ფართოდ გამოყენება, კერძოდ ყვავილა ანუ მანანის იფნისა (*Fraxinus ornus*), რომელიც გამოირჩევა მაღალი დეკორაციულობით, განსაკუთრებით ყვავილობის პერიოდში—მაისში და, როგორც ჩანს, მეტა გვალვამძლეობით და მავნე მწერებისადმი მეტი გამძლეობით.



სურ. 3. ალურას *Phycita nephodeela* Rag.-ის მატლების მიერ დაზიანებული იფნის ყლორტები

პირველადი მავნებლების, მათ რიცხვში *Lytta vesicatoria*-ისა და იფნის-
 ალურას წინააღმდეგ ბრძოლაში კარგ შედეგებს უზრუნველყოფს დღტ-ს
 5—7% დუსტით შეფერქვევა.

ალურა *Euzophera pinguis* Hw-ს წინააღმდეგ სავსებით დადებით ეფექტს
 იძლევა ქერქის დაზიანებული ადგილების—„როზეტების“ და მით უმეტეს
 ღეროს მთელი ზედაპირის და ძირითადი ტოტების დამუშავება დღტ-თი პეპ-
 ლების გამოფრენის წინ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკური ბაღი

(რედაქციას მოუვიდა 24.6.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Анфинников. Повреждаемость различных древесных пород древесни-
 цей вьедливой. Природа, в. 7, 1948.
2. А. И. Барбарич и А. Я. Хорхот. Озеленение населенных мест. Киев, 1952.
3. В. М. Березина, М. А. Глебов и др. Вредители и болезни полезащитных
 лесных насаждений и меры борьбы с ними. Москва, 1951.
4. П. З. Виноградов-Никитин и Ф. А. Зайцев. Материалы к изучению
 короедов Кавказа. Изв. Тифл. гос. полит. ин-та, в. 11. Тифлис, 1926.
5. Ф. А. Зайцев. Обзор фауны короедов Грузии (*Coleoptera, Scolytidae*). Тр. ин-та
 зоологии АН ГССР, т. IX, 1950.
6. Я. С. Медведев. Деревья и кустарники Кавказа. Тифлис, 1919.
7. Д. В. Померанцев. Вредные насекомые и борьба с ними в лесах и лесных
 полосах юго-востока европейской части СССР. Москва, 1949.
8. Г. К. Пятницкий. Добавление к статье В. Н. Старка „Короеды Черноморского
 побережья“. Русск. энтом. обозр., XXI, 1927.
9. В. Н. Старк. Материалы по фауне короедов СССР. Короеды Черноморского
 побережья. Русск. энтом. обозр., XXI, № 1—2, 1927.
10. В. Н. Старк. Кавказские представители рода *Hylesinus* (*Coleopt., ipidae*). Изв. Ин-та
 борьбы с вред. сельск. и лесн. хоз-ва, в. 1, 1931.
11. В. Н. Старк. Короеды. Фауна СССР. Жесткокрылые, т. XXXI, Москва, 1952.
12. И. В. Шевырев. Описание вредных насекомых степных лесничеств и способов
 борьбы с ними. С.-Петербург, 1893.

მასპერიმენტული მემდგინა

ც. აბაქელია

სისხლწარმოქმნის თავისებურება კუჭის სუბტოტალური რეჟიმების შემდეგ მასპერიმენტში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ერისთავმა 29.7.1953)

სისხლწარმოქმნის პროცესში კუჭის მონაწილეობის საკითხი გაშუქებულია საბჭოთა მეცნიერების (ხ. ვლადოსი, ა. ბაღდასაროვი, მ. დულცინი და ე. ბონდარენკო [1], ი. ლაზოვსკი [3], ო. მაკარევიჩი [4], ს. რაპოპორტი [5], ა. ლებედევა [7], ა. გოცირიძე, ე. სემენსკაია, მ. ჩაჩავა და თ. ჟვანია [2]) მთელ რიგ ექსპერიმენტულ ნაშრომებში.

რეტოკულოციტური სინჯით ჩატარებულმა ცდებმა (ო. მაკარევიჩი, ა. ლებედევა [4]) გვიჩვენა, რომ, ადამიანისაგან განსხვავებით, ძალღებში ანტიანემიურ ფაქტორს გამოყოფენ კუჭის ლორწოვანი პილორული ნაწილის ჯირკვლები. ამ დადგენილი ფაქტის მიუხედავად, კუჭის პილორული ან ფუნდური ნაწილების ნაწილობრივი რეჟექცია ძალღებში იძლეოდა მხოლოდ ხანმოკლე, უმნიშვნელო ჰიპოქრომიულ სისხლნაკლებობას უშუალოდ ოპერაციის შემდგომ პერიოდში, მოგვიანებით კი სისხლი ნორმალურ მაჩვენებლებს უბრუნდებოდა. როგორც ი. რაზენკოვის ლაბორატორიაში ჩატარებულმა ცდებმა (ლაზოვსკი, შაროვატოვა და სხვები [3]) გვიჩვენა, კუჭის ნაწილობრივი რეჟექციის შემდეგ დარჩენილი კუჭის ლორწოვანი კომპენსაციურ გარდაქმნას განიცდის და კუჭის ნორმალურ ფუნქციას აღადგენს. გამოთქმული იყო მოსაზრება (მ. დულცინი), რომ სისხლნაკლებობის გაქრობა კუჭის ნაწილობრივი რეჟექციის შემდეგ კუჭის დარჩენილი ნაწილის კომპენსაციურ უნარზეა დამოკიდებული [1]. მთელი რიგი მეცნიერებისა (ხ. ვლადოსი, ა. ბაღდასაროვი, მ. დულცინი და ე. ბონდარენკო, ა. გოცირიძე, ე. სემენსკაია, მ. ჩაჩავა და თ. ჟვანია) აღნიშნავს კუჭის ვრცელი, ტოტალური ან სუბტოტალური რეჟექციის შემდეგ ჰიპოქრომიული, ჰიპოერემერაციული სისხლნაკლებობის განვითარებას, რომლის ხარისხი და ხანგრძლიობა დამოკიდებულია კუჭის ამოკვეთილი ნაწილის სიდიდესა და მდებარეობაზე [1,2].

უკანასკნელ წლებში პროფ. ვ. ჩერნიგოვსკის ლაბორატორიაში შესრულებულია მთელი რიგი ექსპერიმენტული შრომები (ა. იაროშევსკი, მ. იაკოვლევი, ე. კანი), რომლებიც სისხლწარმოქმნის პროცესში კუჭის მონაწილეობის საკითხს აშუქებენ პავლოვური ნერვისების პოზიციებიდან. ამ გამოკვლევებმა გამოამჟღავნა პრინციპულად მნიშვნელოვანი ფაქტი, რომ კუჭში ნერვული ზეგავლენის გამოთიშვა ანტიანემიური ფაქტორის გამოყოფის ადგილას



იწვევს ძაღლებში ჰიპერქრომული, მაკროციტული ანემიის განვითარებას [8]. აქედან გამომდინარე, დასაშვებია, რომ ანტიანემიური ფაქტორის გამოყოფა კუჭში ნერვული სისტემის კონტროლის ქვეშ იმყოფება.

როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, სისხლწარმოქმნაზე კუჭის ამოკვეთის გავლენის საკითხი ექსპერიმენტში საკმაოდ არის შესწავლილი მთელი რიგი მკვლევარებისა და, მათ შორის, ჩვენი ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერაც. მიუხედავად ამისა, ეს საკითხი დღესაც არ კარგავს თავის ინტერესს. ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა სისხლწარმოქმნის ცვლილებები კუჭის ვრცელი, სუბტოტალური ამოკვეთის შემდეგ.

დაკვირვებას ვაწარმოებდით 7 ძაღლზე. აქვე ცხრილში მოცემულია შეიდივე ოპერირებული ძაღლის ზოგადი მონაცემები. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ექვს ძაღლს (№№ 53, 63, 103, 200, 45 და 233) გაკეთებული ჰქონ-

ცხრილი 1

რიგითი №№	ძაღლების №№	ძაღლის სქესი და წონა	ოპერაციის თარიღი	ოპერაციის წესი	კუჭის ამოკვეთილი ნაწილის რაოდენობა	დაკვირვების ვადა ოპერაციის შემდეგ
1	53	მამალი 8 კგ	14/3—1951 წ.	ბოლოტ 1	5/6	23 დღე
2	63	დედალი 12 კგ	16/3—1951 წ.	ბოლოტ 1	5/6	56 დღე
3	89	დედალი 13 კგ	13/4—1951 წ.	ბოლოტ 1	მთლიანი კუჭი	58 დღე
4	103	მამალი 17 კგ	18/4—1951 წ.	ბოლოტ 1	5/6	65 დღე
5	200	მამალი 11 კგ	23/XI—1951 წ.	ბოლოტ 1	5/6	101 დღე
6	45	დედალი 8 კგ	30/I—1952 წ.	ბოლოტ 1	5/6	273 დღე
7	233	დედალი 13 კგ	24/XII—1951 წ.	ბოლოტ 1	5/5	281 დღე

და კუჭის სუბტოტალური რეზექცია, ხოლო ერთ ძაღლს (№ 89)—ტოტალური რეზექცია. ტოტალური რეზექციის დროს კეთდებოდა პირდაპირი შერთული საყლაპავსა და თორმეტგოჯა ნაწლავს შორის. სუბტოტალურ ამოკვეთისას ძაღლს რჩებოდა კუჭის მცირე კარდიული ნაწილი (მცირე სიმრუდის მხარეზე დაახლოებით 2—4 სმ, დიდი სიმრუდის მხარეზე 4—6 სმ), რომელიც მისი კუჭის 1/6-ზე ნაკლები იყო. ამრიგად, შეიდივე ძაღლს ამოკვეთილი ჰქონდა კუჭის პილორული ნაწილი, რომელიც ითვლება ანტიანემიური ფაქტორის გამოყოფის ძირითად ადგილად ძაღლის კუჭში. დაკვირვების ხანგრძლიობა 1-9 თვე იყო.

სისხლისა და ძვლის ტვინის მორფოლოგიური ცვლილებები შეისწავლებოდა შეიდასვე ძაღლზე ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ ყოველ 10—15 დღეში, ხოლო უფრო ხანგრძლივი დაკვირვებისას (ძაღლი № 200, 45 და 233)



თვეში ერთხელ ძალის სიკვდილამდე. სულ გაკეთებულია ძვლის ტვინის 49 და პერიფერიული სისხლის 59 გამოკვლევა.

ძალღების ძვლის ტვინისა და პერიფერიული სისხლის შედგენილობა ოპერაციამდე ნორმის ფარგლებში მერყეობდა, გარდა ერთი ძალღისა (№ 200), რომელსაც გამოკვლევამდე, ნორმასთან შედარებით, ჰემოგლობინის რაოდენობა ოდნავ ჰქონდა შემცირებული.

ოპერაციის შემდეგ უახლოეს პერიოდში (პირველი 10—15—20 დღე) პერიფერიულ სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობამ 6—26% -ით დაიკლო, ერითროციტების რაოდენობამ კი—700.000—2.000.000-ით. ამრიგად, ადგილი ჰქონდა საშუალოდ გამოხატულ, ერთ შემთხვევაში კი (ძალღი № 45) საგრძნობლად გამოხატულ ჰიპოქრომიულ სისხლნაკლებობას. ძვლის ტვინში აღინიშნებოდა ერითრობლასტური ელემენტების შემცირება მათი მომწიფების პროცესის დაურღვევლად, ხოლო ერთ შემთხვევაში (ძალღი № 200) ერითრობლასტების მომწიფების ინდექსი 0,69-დან 0,43-მდე შემცირდა. რაც შეეხება პერიფერიულ სისხლის ლეიკოციტებს, ოპერაციის შემდეგ უახლოეს პერიოდში აღინიშნებოდა ნეიტროფილური ლეიკოციტოზი ლეიკოციტური ფორმულის მარცხნივ ძვრით. ძვლის ტვინში ნეიტროფილური ინდექსი მატულობდა, რაც მიგვითითებს ძვლის ტვინის ნეიტროფილური ელემენტების მომწიფების შეფერხებაზე ოპერაციის შემდეგ. რაც შეეხება თრომბოციტებს, მათი რაოდენობა პერიფერიულ სისხლში ოპერაციის შემდგომ უახლოეს პერიოდში უმეტეს შემთხვევაში მატულობდა.

ოპერაციის შემდგომი პერიოდის პირველ დღეებში ძალღები მშვიდ დიეტაზე იმყოფებოდნენ, მათ ფიზიოლოგიური ხსნარი და გლუკოზა უკეთდებოდათ, მეხუთე-მეექვსე დღიდან კი რძე და ფაფები ეძლეოდათ. მე-13—მე-15 დღეს ძალღები გადაგვყავდა საერთო კვებაზე, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ საკვები უფრო ხშირად და უფრო მცირე რაოდენობით ეძლეოდათ, ვიდრე დანარჩენ ძალღებს. ამ პერიოდში ძალღების საერთო მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელი იყო. მხოლოდ ერთი ძალღი (№ 53) მოკვდა ოპერაციის შემდეგ 23-ე დღეს საერთო კახექსიის გამო. სიკვდილის წინ პერიფერიულ სისხლში მას აღინიშნებოდა საშუალოდ გამოხატული სისხლნაკლებობა, ლეიკოციტების ნორმალური რაოდენობა და თრომბოციტოპენია.

დარჩენილ ექვს ძალღზე ჩატარებული დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ ოპერაციიდან 1 თვის გავლის შემდეგ პერიფერიული სისხლის შედგენილობა უმჯობესდება, მატულობს ჰემოგლობინისა და ერითროციტების რაოდენობა; ლეიკოციტების რაოდენობა და ლეიკოციტური ფორმულა ნორმის ფარგლებში მერყეობს. ძვლის ტვინში ერითრობლასტების რაოდენობა მატულობს და ნორმულ მაჩვენებლებს უახლოვდება. ასევე ნორმალისაციას განიცდის ნეიტროფილების მომწიფების პროცესი ძვლის ტვინში. თრომბოციტების რაოდენობა სისხლის 1 მლ-ში 150—450 ათასის ფარგლებში მერყეობს. ამრიგად, კუჭის ვრცელი რეზექციიდან 1 თვის შემდეგ სრულად იჩენს თავს ორგანიზმის ადაპტაციური უნარი, რაც გამოიხატება ძალღის საერთო დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში და სისხლში არსებული ცვლილებების გამოსწორებაში.



შემდგომი დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ ორგანიზმის ადაპტაციური უნარი სხვადასხვა ძალის სხვადასხვანაირი აქვს. №№ 63, 89, 103 და 200 ძალების შეგუების პერიოდი შედარებით ხანმოკლე აღმოჩნდა (56—101 დღე). ძალები თანდათან დასუსტდნენ, აბათიური გახდნენ, ალენიშნებოდათ უმადობა, სივამხდრე, რაც შემდეგ მკვეთრ კახექსიაში გადაიზარდა. სიკვდილის წინა დღეებში ძალები ამდენად დასუსტდნენ, რომ სიარულსაც კი ვერ ახერხებდნენ. სისხლწარმოქმნის მხრივ ამ პერიოდში ადგილი აქვს შემდეგ ცვლილებებს: პერიფერიულ სისხლში ჰემოგლობინისა და ერითროციტების რაოდენობა თანდათან მცირდება და ძალების სიკვდილის წინ აღწევს: ჰემოგლობინი—32—42%, ერითროციტები—2.500.000—4.200.000 სისხლის 1 მლ-ში. ფერადობის მაჩვენებელი=0,48—0,64. ძვლის ტვინში ერითრობლასტების რაოდენობა დაბალ მაჩვენებლებს იძლევა მათი მომწიფების ინდექსის შეუცვლელად. როგორც ჩანს, ძვლის ტვინში ადგილი არა აქვს ერითრობლასტური ელემენტების მომწიფების პროცესის დარღვევას. მხოლოდ ერთ ძალებში (№ 89) ერითრობლასტების მომწიფების ინდექსი სიკვდილის წინ=0,61. ამის შესაბამისად პერიფერიულ სისხლში სისხლნაკლებობა, შედარებით სხვა ძალებთან, უფრო მკვეთრად იყო გამოხატული. რეტიკულოციტების რაოდენობა როგორც ძვლის ტვინში, ისე პერიფერიულ სისხლში შემცირებული იყო. ლეიკოციტების რიცხვი ნორმალურ ფარგლებში მერყეობდა. ნეიტროფილების მომწიფებისა და ლეიკობლასტების ერითრობლასტებთან შეფარდების ინდექსები ძვლის ტვინში უმეტეს შემთხვევაში უცვლელი რჩება. ძალების სიკვდილის წინ აღინიშნება გამოხატული თრომბოციტოპენია (50—100.000 1 მლ-ში).

სისხლისა და ძვლის ტვინის ეს მაჩვენებლები მიგვითითებს იმ ფაქტზე, რომ კუჭის ვრცელი, სუბტოტალური და ერთ შემთხვევაში ტოტალური ამოკვეთის შემდეგ, მიუხედავად ორგანიზმის სიცოცხლისუნარიანობის მკვეთრი დაქვეითებისა, სისხლწარმოქმნის პროცესი არ არის საგრძნობლად დარღვეული. მართლაც, ძალების სიკვდილის წინ განვითარებული ჰიპოქრომიული სისხლნაკლებობა თავისი ხარისხითა და ხასიათით არ შეესაბამება ძალების მიიმეკლინიკურ მდგომარეობას და, რასაკვირველია, არ შეიძლება ჩაითვალოს ცხოველების ასეთი დაძაბუნების გამომწვევ მიზეზად. ცხადია, ძალების კახექსია, სიცოცხლის უნარის დაქვეითება აიხსნება ორგანიზმისათვის ისეთი მნიშვნელოვანი ორგანოს ამოკვეთით, როგორც კუჭია. ორგანიზმის ამ საერთო დაძაბუნების ყველაზე მგრძობიარე მაჩვენებლად პერიფერიულ სისხლში უნდა ჩაითვალოს ძალების სიკვდილის წინ განვითარებული გამოხატული თრომბოციტოპენია.

სისხლწარმოქმნის ცვლილებები მართლაც რომ ძირითადად ორგანიზმის ადაპტაციურ უნარზე დამოკიდებული და არა ამოკვეთილი კუჭის სიდიდეზე, ამას გვიმტკიცებს ორ დარჩენილ ძალებზე (№ 45 და 233) ჩატარებული დაკვირვება. პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის შედგენილობის ყოველთვიურმა შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ ჰემოგლობინის და ერითროციტების ხანმოკლე, პოსტოპერაციული შემცირების შემდეგ, სისხლისა და ძვლის ტვინის

ყველა მაჩვენებელი დაკვირვების მთელი პერიოდის განმავლობაში ნორმის ფარგლებში მერყეობდა. ძაღლებში ოპერაცია კარგად გადაიტანეს, სწრაფად შეეგუვნენ კვების ახალ რეჟიმს. დაკვირვების უკანასკნელ ხანებში, ე. ი. ოპერაციის შემდეგ მე-8, მე-9 თვის, ძაღლებს არ ჰქონდათ დაძაბუნებისა და კახექსიის ნიშნები. ძაღლების სიკვდილი ხელოვნურად იყო გამოწვეული შინაგანი ორგანოების ჰისტო-მორფოლოგიური შესწავლის მიზნით. ამრიგად, ამ ორივე ძაღლის პერიფერიული სისხლის მაჩვენებლები სიკვდილის წინა დღეებში ნორმის მაღალ ფარგლებში მერყეობდა, ხოლო რაც შეეხება ძვლის ტვინს, აქ აღინიშნებოდა ერთობობლასტური ელემენტების არა დაკლება, არამედ ერთ შემთხვევაში (ძაღლი № 233) მომატებაც კი. სისხლწარმოქმნის კარგ მაჩვენებლებს შეესაბამებოდა ძაღლების კარგი საერთო მდგომარეობაც.

ამრიგად, ყველა ზემოთქმულის საფუძველზე შეიძლება გამოვიყვანოთ შემდეგი დასკვნა:

1. სისხლწარმოქმნის ცვლილებები კუჭის სუბტოტალური და ერთ შემთხვევაში ტოტალური რეზექციის შემდეგ დამოკიდებულია არა მარტო კუჭის ამოკვეთილი ნაწილის სიდიდეზე, არამედ ძირითადად მთელი ორგანიზმის ადაპტაციურ უნარზე;

2. კუჭის ვრცელი რეზექციის შემდეგ განვითარებული სისხლწარმოქმნის ცვლილებები კანონზომიერი ხასიათისაა. ოპერაციის შემდგომ უახლოესი 10-20 დღის განმავლობაში პერიფერიულ სისხლში ვითარდება საშუალოდ გამოხატული ჰიპოქრომული სისხლნაკლებობა და ნეიტროფილური ლეიკოციტოზი. შესაბამისად, ძვლის ტვინში მცირდება ერთობლასტური ელემენტების რაოდენობა და მატულობს ლეიკობლასტური ელემენტების რაოდენობა. ოპერაციიდან ერთი თვის შემდეგ ეს ცვლილებები ნორმალისაციის განიცდის. ძაღლის სიკვდილით დამთავრებულ შემთხვევებში ადაპტაციური პერიოდის შემდეგ ძაღლებში ვითარდება მკვეთრი კახექსია და საერთო სისუსტე. პერიფერიულ სისხლში ამ დროს აღინიშნება ჰიპოქრომული, ჰიპორეგენერაციული სისხლნაკლებობა, რომელიც თავისი ხარისხით სრულიად არ შეესაბამება ძაღლის მძიმე საერთო მდგომარეობას;

3. იმ შემთხვევაში, როცა კუჭის რეზექციის შემდეგ ძაღლის ორგანიზმის ადაპტაციური უნარი ხანგრძლივად არის გამოხატული (8-9 თვე), სისხლწარმოქმნის მაჩვენებლები როგორც პერიფერიულ სისხლში, ისე ძვლის ტვინში ნორმის მაღალ მაჩვენებლებზე მერყეობენ და არავითარ ცვლილებას არ განიცდიან;

4. რეზექციის შემდეგ განვითარებული ძაღლების საერთო დაძაბუნების ყველაზე მგრძობიარე მაჩვენებლად პერიფერიულ სისხლში მკვეთრად გამოხატული თრომბოციტოპენია უნდა ჩაითვალოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა
 და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.7.1953)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. Х. Х. Владос, А. А. Багдасаров, М. С. Дульцин и Е. А. Бондаренко. Роль желудка в регуляции кроветворения. Совр. проблемы гематологии и переливания крови, в. 13—14, 1936, стр. 41—63.
2. ა. გოცირიძე, ე. სემენსკაია, მ. ჩაჩავა, თ. უჯანია. კუჭის ვრცელი რეზექციის გავლენა ანემიის განვითარებაზე ექსპერიმენტში. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ქირ. და ჰემატ. ინს-ტის შრომები, ტ. 2, 1949, გვ. 133—141.
3. Ю. А. Лазовский, О. Ф. Шароватова. О процессах перестройки слизистой оболочки желудка. Арх. пат. анатомии и пат. физиологии, т. 1, в. 1, 1935, стр. 107—117.
4. О. Б. Макаревич и А. Н. Лебедева. О выделении антианемического фактора КАСЛЯ в желудке собак. Архив пат. анатомии и пат. физиологии, 1939, в. 4, т. 5, стр. 49—53.
5. О. Б. Макаревич и С. Я. Рапопорт. Наблюдения над гемопоэтической активностью метаболитов желудка. Бюллетень экспер. биол. и мед. т. 12, в. 3—4, 1941, стр. 126—139.
6. О. Б. Макаревич. О месте выделения фактора КАСЛЯ в желудке животных и человека. Клинич. мед. т. 25, 7—8, 1947, стр. 67—73.
7. О. Б. Макаревич и А. Н. Лебедева. О роли желудка в кроветворении. Клинич. мед. 11, и. 13, 1940, стр. 54—61.
8. В. Н. Чернигорский. Некоторые вопросы физиологии и клиники в свете учения Павлова о нервизме. Медицинский работник, № 92, 14/XI, 1952, стр. 2—3.

ფსიქოლოგია

ი. ბჟალავა

ფიქსირებული განწყობა და ტვინის დიდი ჰემისფერობის სისტემურიობა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 21.5.1953)

საკითხის დასმა

დროებითი კავშირები, როგორც ცნობილია, ტვინის ანალიზურ-სინთეზური მოქმედების შედეგად აღმოცენებულ ქერქულ მექანიზმს წარმოადგენს. მართალია, ტვინი მთლიანად ანალიზატორია, მაგრამ მას სინთეზის ფუნქციაც გააჩნია. ქერქული სინთეზის ელემენტარულ ფორმად აკად. ივ. პავლოვი ნერვული იმპულსების რეფლექსურ ჩარახვას თვლის, ხოლო პირობით-რეფლექტორურ რეაქციას იხილავს როგორც სინთეზის ელემენტარულ აქტს. ამრიგად, აგზნებისა და შეკავების დომინანტური კერა ფუნქციურად მთლიან, დინამიკურ-სტრუქტურულ მოვლენად არის მიჩნეული.

ტვინის დიდი ჰემისფერობის სინთეზის ფუნქციას, მისი მოქმედების სისტემურიობის პრინციპს აკად. ივ. პავლოვმა საგანგებო ყურადღება 1927 წლიდან მიაქცია. სინამდვილის ეს მხარე, როგორც მოსალოდნელი იყო, მისმა თანამშრომლებმა, მათ შორის კი განსაკუთრებით ე. ასრათიანმა, საგანგებო შესწავლის საგნად გაიხადეს [1]. გამოირკვა, რომ გარემოსა და ორგანიზმის ურთიერთობის პროცესში ჩამოყალიბებული ფიზიოლოგიური მექანიზმები: აგზნება და შეკავება, მათი კავშირი წარმოადგენს „გაერთიანებულ რთულ დინამიკურ სისტემას“. კავშირების ეს სისტემა ქერქის ანალიზურ-სინთეზური მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება და მას დანაწევრებასთან ერთად, ნერვული პროცესების ფუნქციური მთლიანობა ახასიათებს.

ჩვენმა ერთ-ერთმა გამოკვლევამ, სადაც ფიქსირებული განწყობისა და დროებითი კავშირების ურთიერთობაა დახასიათებული [2], ბუნებრივად წამოჭრა საკითხი: რა აქვს საერთო ფიქსირებულ განწყობას ტვინის დიდი ჰემისფერობის სისტემურიობასთან? რამდენად შესაძლებელია ქერქული მექანიზმების სისტემურიობა ფიქსირებული განწყობის საბუნებისმეტყველო საფუძველს წარმოადგენდეს?

მეთოდი

პრინციპული თვალსაზრისით ექსპერიმენტის აგებულება ახალს არაფერს შეიცავს იმასთან შედარებით, რასაც უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფიზიოლოგიაში სტერეოტიპის კვლევა ეწოდება. ჩვენს ცდაში ინდიკატორის



როს ასრულებდა არა პირობითი ნერწყვი, არამედ გამალიზიანებელთა მიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება. სმენის პირობით გამალიზიანებლად ავირჩიეთ 100 ჰერცი, 700 ჰერცი, 300 ჰერცი და წუთში მეტრონომის 120 რხევა. გარდა 100 ჰერცისა, ყველა დანარჩენი გარკვეული თანმიმდევრობით არის შეუღლებული დიდი და პატარა წრის განათებასთან. შეუღლების დაგვიანება 10 წამს არ აღემატებოდა, ხოლო პირობითი სიგნალის მოქმედება იმდენ ხანს გრძელდებოდა, სანამდისაც ჩანდა ოპტიკური გამალიზიანებლის თანმიმდევარი გამოხატულება.

სადიფერენციაციოდ 100 ჰერცი სიხშირის პირობითი გამალიზიანებელი გვაქვს გამოყენებული, რომლის მოქმედებისას მხოლოდ ტოლი წრეების განათებას მივმართავდით. სადიფერენციაციო სიგნალი განმამტკიცებელი ცდების გარეშე არ დაგვიტოვებია, როგორც ამას პირობითი რეფლექსების კვლევისას მიმართავენ. ეს გამოწვეულია იმით, რომ გვიანტერესებდა სმენის პირობით გამალიზიანებელსა და ტოლი წრეების ზემოქმედების ეფექტს შორის დროებითი კავშირის დამყარება და არა უარყოფითი სიგნალის შემაკავებელი ძალის ჩვენება. თავის დროზე მითითებულიც იყო, რომ განმამტკიცებელი ცდების გარეშე დატოვებული სიგნალი თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობას მინიმუმამდე სცემს. ჩვენი მიზნისთვის საკმარისია, თუ 100 ჰერცის პირობით გამალიზიანებელთან შეუღლებული ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება ამ სიგნალის მოქმედებისას ტოლი გამოჩნდებოდა, ხოლო დანარჩენი სიგნალების შემთხვევებში—უტოლო. ამით პირობითი სიგნალების ურთიერთისაგან განსხვავებული მოქმედება, უთუოდ, მიღწეულად უნდა ჩაითვალოს. რაც შეეხება ექსპერიმენტის დანარჩენ ტექნიკურ მხარეებს, აქ ამაზე შეჩერება საჭიროდ არ მივიჩნით, რადგანაც ამის შესახებ საკმაოდ ფართო ცნობებია წარმოდგენილი ერთ-ერთ გამოქვეყნებულ შრომაში [3]; ორივე ცდისპირი, რომელთა მონაცემს აქ ვემყარებით, დროებითი კავშირების ჩამოყალიბებისაკენ მიმართულ ცდაში წინათაც მონაწილეობდა, რამაც საგრძნობლად შეამცირა განმამტკიცებელი ცდების რაოდენობა.

ექსპერიმენტული მასალა

ცდის დაწყებამდე დროებითი კავშირი ჩამოყალიბებული გვექონდა, როგორც ამის შესახებ იყო მითითებული, თანამიმდევარი ოპტიკურ გამოხატულებასა და ორ სიგნალს შორის (100 და 300 ჰერცი). თუ ოპტიკურ გამალიზიანებელთა თანამიმდევარი გამოხატულების ხანგრძლიობა პირობითი გამალიზიანებლების მოქმედებისას 80—100 წამს უდრიდა, ეს დრო ახალი სიგნალის (700 ჰერცის) ცდაში ჩართვამ 56 წამამდე დაიყვანა, ხოლო მეტრონომმა—45 წამამდე. მიუხედავად ასეთი უარყოფითი გავლენისა, ოპტიკური ფენომენის ხანგრძლიობა ჩვეულებრივზე გაცილებით უფრო გაზრდილი ჩანს. ალბათ, ამით აიხსნება ის, რომ 700 ჰერცის სიგნალის გასამართავად 60—70 შემართულბეული ცდა აღმოჩნდა საკმარისი, მეტრონომის გასამართავად კი 80—100 ცდა.

განსხვავებული სიდიდის წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება განმამტკიცებელი ცდების მიმდინარეობისას განსხვავებული სიდიდისა

ჩანდა და ზუსტად იმეორებდა საფიქსაციო წრეების ფორმას, ფერსა და მდებარეობას. ასეთს შესატყვისობას ჰქონდა ადგილი ტოლი წრეების საფიქსაციო ცდებში. აქ პირობითი გამაღიზიანებლის ძალამ იმ მხრივ იჩინა თავი, რომ მასთან შეუღლებული ოპტიკური ფენომენის ხანგრძლიობა უჩვეულოდ გაიზარდა, თანაც შეუღლებების მიმდინარეობის ერთ-ერთ სტადიაზე, პირობითი სიგნალის საფიქსაციო წრეების განათების გარეშე მიცემა საკმარისი აღმოჩნდა, რომ ცდისპირის თვალწინ დამდგარიყო მხედველობის განათებული არე. ასეთი შედეგის მიღება სწორედ იმის მაჩვენებელია, რომ სმენისა და მხედველობის სენსორულ კერათა შორის დროებითი კავშირების ჩამოყალიბება დამთავრებულია.

ამის შემდეგ გასარკვევი იყო, რამდენად მტკიცეა ჩამოყალიბებული კავშირი და რა დამოკიდებულება აქვს მას ოპტიკურ გამაღიზიანებელთა ილუზორულ აღქმასთან. ამის ჩვენება იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, თუ უტოლო წრეების ადგილზე ტოლ წრეებს ჩავსვამთ და ასეთ უჩვეულო პირობებში შემამოწმებთ თითოეული სიგნალის მოქმედებას.

ცხრილი 1

პირობითი სიგნალი	პირობითი სიგნალის მოქმედების ხანგრძლიობა შეუღლებამდე (სეკუნდებში)	ოპტიკური გამაღიზიანებელი	წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამაღიზიანებლების ხანგრძლიობა (სეკუნდებში)	სიგნალის მოქმედების ეფექტი
100 ჰერცი	10	ტოლი წრეები	114	ტოლი
700 "	10	უტოლო "	90	ილუზორული
300 "	10	"	111	"
M 120'-1'	10	"	113	"
100 ჰერცი	10	"	107	"
M 120-1'	10	"	118	"
300 ჰერცი	10	"	121	"

პირობითი სიგნალის (100 ჰერცი) მოქმედებას, როგორც ცხრილი გვიჩვენებს, თან მოჰყვა ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამაღიზიანებლის ტოლად აღქმა. რეაქციის მიმდინარეობა ისეთივე დარჩა, როგორც იყო იგი გამამტკიცებელ ცდებში. სურათი სრულიად განსხვავებული აღმოჩნდა, როცა რიგრიგობით დანარჩენი პირობითი სიგნალები მოვიყვანეთ მოქმედებაში. თავიდანვე აქ დროებითი კავშირის ჩამოყალიბებაში უტოლო წრეები ღებულობდნენ მონაწილეობას, ამიტომ ტოლი წრეები და მათი თანამიმდევარი ოპტიკური გამაღიზიანებელი აღმოჩნდა არა ტოლი, არამედ უტოლო, ე. ი. ერთი დიდი და მეორე პატარა. შეიცვალა რეაქციის მიმდინარეობა, რაც იმაში გამოიხატა, რომ ოპტიკური ფენომენის აღქმამ ილუზორული სიდიდე შეიძინა არა ერთ შემთხვევაში, არამედ ცდის მიმდინარეობის ეტაპების მიხედვით. ამრიგად, ერთისა და იმავე სიდიდის წრეები და მათი თანამიმდევარი ოპტიკური გამაღიზიანებელი ერთ შემთხვევაში ტოლად არის აღქმული და მეორე შემთხვევაში უტოლოდ იმისდა მიხედვით, თუ რომელ პირობით სიგნალს ვიყენებთ.

ამის მიზეზი ის არის, რომ მტკიცედ ფიქსირებული დროებითი კავშირების მექანიზმთან გვაქვს საქმე. თითოეული პირობითი გამაღიზიანებელი ამ წინასწარ ფიქსირებული მექანიზმის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს, ამიტომ, როგორცაა რეაქციის ფიქსირებული საფუძველი, ისეთია თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება. მაშასადამე, არაფერი არ უნდა იყოს მოულოდნელი იმაში, რომ ცდისპირი ტოლი წრეების თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას ხედავს არა ტოლად, არამედ უტოლოდ.

ერთ-ერთი ცდის მიმდინარეობისას ცდისპირი ხელში ტოლ ბურთებს ღებულობს და იგი, ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების მაგივრად, მათ სიდიდეს ადარებს ერთიმეორეს. მიუხედავად იმისა, რომ ამ ბურთებს დროებითი კავშირების ჩამოყალიბებაში მონაწილეობა არ მიუღიათ, სანამდის უტოლო წრეების განათებასთან შეუღლებული პირობითი სიგნალი მოქმედებს, ისინი განიცდებიან არა ტოლად, არამედ როგორც უტოლო სიდიდის გამაღიზიანებლები. ძირითადი ფაქტი აქაც უცვლელი რჩება, მისი საფუძველია დროებითი კავშირების ირადიაცია და გენერალიზაცია. ერთიც და მეორეც უთუოდ ქერქული მექანიზმის ისეთ თავისებურებაზე მიუთითებს, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვიყვანოთ დასკვნა, რომ იგი ერთნაირ ცვლილებას იწვევს როგორც ოპტიკური, ისე ტაქტილური აღქმის სფეროში. ჩანს, რომელი გრძნობის ორგანოდანაც არ უნდა შემოვიდეს ცნობიერებაში გრძნობადი მასალა, იგი წინასწარ ფიქსირებული მექანიზმის შესატყვისად შეცვლილი პოულობს გარეთ გამოხატულობას.

როგორ შეიძლება ასეთი შედეგის მიღება, როცა განსხვავებულ პირობით გამაღიზიანებლებს ქერქში აგზნების განსხვავებული პუნქტები შეესატყვისება? ტვინის დიდ ჰემისფეროებს, როგორც ცნობილია, არა მარტო ანალიზური, არამედ სინთეზის ფუნქციაც გააჩნია. ეს მისი მუშაობის ძირითადი პრინციპია, ამიტომ საფიქრებელია, რომ ჩვენი შედეგები ტვინის ანალიზურ-სინთეზური მუშაობის შედეგად არის მიღებული. მაშასადამე, ბუნებრივია ვიკითხოთ: კონკრეტულად რაში გამოიხატება ტვინის დიდი ჰემისფეროების ასეთი მუშაობა? აქვს თუ არა მას გარკვეული ფორმა?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად ჩვენ პირობითი სიგნალი, როგორც სტერეოტიპის ცდებშია მიღებული, გამოვიყენეთ არა მარტო თავის, არამედ ყველა დანარჩენის რიგით ადვილზე. პირობითმა სიგნალმა ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების უტოლოდ აღქმის სიგნალის როლი შეასრულა თითოეული სიგნალის რიგითი ადვილებიდან.

მე-2 ცხრილში წარმოდგენილი შედეგებიდან სრულიად ცხადად ჩანს, რომ სტერეოტიპის შემუშავებაში მონაწილე თითოეულ პირობით სიგნალს მოუპოვებია ძალა ის გააკეთოს, რასაც ყველა დანარჩენი აკეთებდა. 300 ჰერცის სიგნალი, როგორც აქედან ჩანს, თავისუფლად ცვლის ყველას და ისეთ შედეგსაც იძლევა, რომელიც 700 ჰერცის, 100 ჰერცის, M 120 მოქმედებს შეეძლო ჩვენთვის ეჩვენებინა. ასეთი ძალა აქვს მას არა მარტო დადებითი სიგნალების მოქმედების ადვილებიდან, არამედ იმ შემთხვევაშიაც, როცა სადიფერენციაციო სიგნალს ცვლის. იგივე სურათი გადაიშალა ჩვენ წინ სხვა პირობითი სიგნალების გამოყენების დროსაც. ამ ფაქტის მოპოვება, რასაკვირველია,

პირობითი სიგნალები	300 ჰერცის ყველგან გამოყენების თანამიმდევარი ობტიკურ გამოხატულებების ხანგრძლივობა სტატუსებში	ტოლი წრეების აღქმის ეფექტი	M 120 ყველგან გამოყენების ობტიკურ გამოხატულებების ხანგრძლივობა სტატუსებში	ტოლი წრეების აღქმის ეფექტი	100 ჰერცის ყველგან გამოყენების თანამიმდევარი ობტიკურ გამოხატულებების ხანგრძლივობა სტატუსებში	ტოლი წრეების აღქმის ეფექტი
100 ჰერცი	85,5	ილუზორ.	76,0	ილუზორ.	101,5	ტოლი ილუზორი
700 "	98,5	"	80,0	"	86,0	"
300 "	113,3	"	83,2	"	98,0	"
M 120—1'	115,5	"	103,1	"	106,0	"
100 ჰერცი	75,5	"	99,5	"	95,8	ტოლი ილუზორული
M 120—1'	105,0	"	113,4	"	98,5	"
700 ჰერცი	101,0	"	105,2	"	103,0	"

შეუძლებელი იქნებოდა, რომ ტვინის დიდ ჰემისფეროებში ჩამოყალიბებულ არ იყოს მტკიცედ ფიქსირებული სტერეოტიპი. პირობითი სიგნალი არა უშუალოდ, არამედ ფიქსირებული სტერეოტიპის აქტუალიზაციით ქმნის ტოლი წრეების თანამიმდევარი ობტიკური გამოხატულების არატოლად დანახვის პირობას. ფიქსირებული სტერეოტიპის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თავისებურებას, როგორც ეს აკად. ივ. პავლოვის მითითებიდან ვიცით, ის შეადგენს, რომ ფიქსირებით აღვიღს არ უთმობს ახალი სტერეოტიპის აღმოცენებას და საფუძვლად ედება სენსორული რეაქციის გაუკუღმართებულ მიმდინარეობას.

ამრიგად, ჩვენს განკარგულებაში სრულიად უდავო ექსპერიმენტული ფაქტია, რომელიც მიუთითებს იმაზე, რომ პირობით გამოღიზიანებელზე ტვინის დიდი ჰემისფეროები უპასუხებენ არა იზოლირებული პუნქტების მიხედვით, არამედ როგორც მთლიანი. ამ პირობებში აღმოცენებული ტოლი წრეების თანამიმდევარი ობტიკური გამოხატულების უტოლოდ აღქმის ფიზიოლოგიურ საფუძველს, რა თქმა უნდა, ტვინის მთლიანი მუშაობა, მასში ფიქსირებული ნერვული პროცესების სისტემურობა — სტერეოტიპი წარმოადგენს.

ამ დასკვნის სისწორეზე მიუთითებს ისიც, რომ დინამიკური სტერეოტიპის ჩაქრობასთან ერთად წყდება ტოლი წრეების თანამიმდევარი ობტიკური გამოხატულების ილუზორული აღქმა, ხოლო მისი აღდგენა, პირიქით, ხსენებული ილუზიების განახლებას იწვევს. ამრიგად, ჩვენ მიერ აღწერილი მოვლენის აღმოცენებაზე, მიმდინარეობასა და ჩაქრობაზე დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ იგი ემყარება ნერვული პროცესების ისეთ წყობას, რომლის კონკრეტული ფორმა დინამიკური სტერეოტიპის სახით მქდავანდება.

აკად. ივ. პავლოვს ეკუთვნის მითითება, რომ ყოველი გამოღიზიანებელი გარკვეული დროის განმავლობაში ტოვებს ნერვულ სისტემაში კვალს. ე. ასრათიანი სტერეოტიპის ბუნების გაგებაში მასწავლებლის ამ მითითებას ემყარება და მის საფუძველზე ტვინის დიდი ჰემისფეროების მუშაობის სამ ძირითად თავისებურებაზე მიუთითებს: 1. ფუნქციურად მთლიან ნაწილებს შო-

რის ურთიერთობა, 2. დარჩენილი კვალის შენახვა, 3. ფიქსაცია, ე. ი. განმტკიცება [1]. იგი იქვე წერს: „რაკი აკად. ივ. პავლოვის ლაბორატორიაში გარკვეული წესით ფიქსირებულ გამაღიზიანებელთა კომპლექსს „სისტემას“, „შაბლონს“ ან კიდევ „სტერეოტიპს“ უწოდებენ, ჩვენ ვარჩიეთ ტვინის დიდი ჰემისფეროების ამ თავისებურებისათვის სისტემური გვეწოდებინა“ [1]. ამრიგად, ნერვული პროცესების სტერეოტიპი კომპლექსურ გამაღიზიანებელთა თარგია, მაგრამ ისეთი, რომელსაც თავის ტვინისათვის დამახასიათებელი დიფერენცირებული მთლიანობა ახასიათებს. ერთი სიტყვით, სტერეოტიპი თავისებური, მაგრამ მაინც გამაღიზიანებელთა მიერ ნერვულ სისტემაში დატოვებული კვალია. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ აკად. ივ. პავლოვი 1935 წ. 23. I ოთხშაბათობის სხდომაზე დაგვიანებულ რეფლექსს (კვალს) და სისტემურობას ახასიათებს როგორც ერთისა და იმავე ბუნების მოვლენას.

ჩვენი შედეგების მიხედვითაც სტერეოტიპი კვალის მოვლენას წარმოადგენს. პირობითი გამაღიზიანებელი ჯერ სმენის ანალიზატორში იწვევს აგზნებას, რომელიც ვაკაფული ქერქული გზით მიემართება მხედველობის სენსორული კერისაკენ და იქვე წარმოიქმნება ძლიერი აგზნების კერა. ამ აგზნებული კერის ფენომენია ცდისპირის თვალწინ აღმოცენებული მხედველობის განათებული არე, რომელიც ინერციით განაგრძობს 80—100 წამს არსებობას.

ცხადია, ამ შემთხვევაში პირობითი სიგნალის მოქმედების შედეგად აღმოცენებული კვალის მოვლენასთან გვაქვს საქმე. იგი თეთრადაა განათებული, ნაპირები შემოსაზღვრული აქვს, თანდათან მუქდება და ბოლოს შავი ჩრდილით იფარება. ამ სინათლით გაშუქებულ სივრცეში გამაღიზიანებლის არც ფერი ჩანს და არც ფორმა. ერთი სიტყვით, დროებითი კავშირების მოქმედების ისეთი ეფექტია ჩვენ წინ, რომელიც ცნობიერების საგნობრივ შინაარსად არ განიცდება. რადგანაც კვალის ეს მოვლენა განცდისათვის დამახასიათებელ საგნობრივ შინაარსს მოკლებულია, ცხადია, არც გამაღიზიანებელთა ასახვის შესახებ შეგვიძლია ამ შემთხვევაში მსჯელობა. პროცესის განვითარების ამ საფეხურზე, როგორც გამოიჩვენა, ტვინის მოქმედება ფიზიოლოგიური შესაძლებლობის ფარგლებს ვერ სცილდება.

ასახვის ნამდვილი საფეხური ოპტიკურ გამაღიზიანებელთა უშუალო შემოქმედების მომენტიდან იწყება. ამის შედეგად იძენს დროებითი კავშირების მექანიზმი კონკრეტულ შინაარსსა და ფორმას. ეს მოვლენის განვითარების შემდგომი ეტაპია, იგი ნერვული მექანიზმების ჩამოყალიბებით იწყება და დასრულებულ სახეს იმ საგნის ასახვის შედეგად ღებულობს, რომელმაც უნდა დააკმაყოფილოს ორგანიზმის გარემოსთან ურთიერთობის პროცესში აღძრული მოთხოვნილება. ამ საგნის გამოჩენიდან ისახება მექანიზმისა და შინაარსის ერთიანობა და ამ ერთიანობით განსაზღვრული ასახვის საფეხური, რომელიც თავის კონკრეტულ გამოხატულებას ინდივიდის შინაარსეულად გარკვეული მოქმედებისათვის მზაობაში პოულობს. ამრიგად, თუ დროებითი კავშირები, მათი სისტემურიობა, როგორც აკად. ივ. პავლოვი აღნიშნავს, არის ნერვული პროცესების აწყობის აღმნიშვნელი ცნება, განწყობა ამ ფიზიოლოგიური მექანიზმის საფუძველზე განხორციელებული ასახვა, რომელიც ცო-

ცხალ არსებას შინაარსეულად გარკვეული მოქმედების განხორციელების გზაზე აყენებს. ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობის პროცესში, როგორც ჩანს, მოქმედების ერთ საფეხურს მეორე ცვლის და წარმოიქმნება თვისებრივად განსხვავებული მოქმედების ფორმა—განწყობა. ეს უკანასკნელი თავის კონკრეტულ გამოხატულებას, როგორც ეს ცდის მიმდინარეობამ გვიჩვენა, იმ მხრივ ამჟღავნებს, რომ ცნობიერების გრძნობად შინაარსს—ტოლი წრეების თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას—თვითონ იმორჩილებს, მას ილუზორული განცდის საგნად აქცევს.

მიუხედავად მათ შორის არსებული განსხვავებისა, შესაძლებელია როგორც სტერეოტიპი, ისე განწყობა კვალის მოვლენად მივიჩნიოთ. ამ შემთხვევაშიაც უნდა იქნეს მხედველობაში მიღებული თითოეულის სპეციფიკა. გაკეცილ ქალაღზე დარჩენილი ხაზი, აკაციის ფოთლების დილა-საღამოს მოძრაობის რითმი და ადამიანის წარმოდგენა, შეიძლება ითქვას, სამივე კვალის მოვლენას ეკუთვნის. მიუხედავად ამისა, პირველი ფიზიკური ბუნების კვალა, მეორე—ფიზიოლოგიური, მესამე—ფსიქიკური. სამივე მატერიის თვისებაა, ამიტომ მათ შორის მსგავსება არსებობს, მაგრამ განსხვავებაცაა, რადგანაც თითოეული მატერიის განვითარების განსხვავებულ საფეხურზე აღმოცენდება. ასეთსავე განსხვავებას აქვს ადგილი სტერეოტიპსა და განწყობას შორის: პირველი მოქმედების ფიზიოლოგიური ფორმაა, მეორე—ფსიქოლოგიური.

აქედან ცხადია ისიც, რომ პირობით გამაღიზიანებელს ისეთივე კავშირი აქვს ფიქსირებულ განწყობასთან, როგორც ეს სტერეოტიპის მიმართ არის ნაგულისხმევი. მას არა უშუალოდ გამაღიზიანებლის ოპტიკური გამოხატულება მოჰყავს მოქმედებაში, არამედ მისი ილუზორულად განცდის პირობა, ე. ი. ფიქსირებული განწყობა. ეს რომ ასე არ იყოს, მაშინ პირობითი სიგნალის მოქმედებას უნდა შესძლებოდა ოპტიკურ გამაღიზიანებელთა ილუზორული დანახვით გამოწვევა, რაც ფაქტობრივი ვითარებით არ დასტურდება. პირობით სიგნალს ტვინში მზამზარეული სახით არსებული საგნის გამოხატულება არ ხვდება, ოპტიკური გამაღიზიანებლის ხატი მხედველობის ანალიზატორზე უშუალო შემოქმედებით აღმოცენდება და მოქმედების მექანიზმიც ამ მომენტიდან იქნეს თავის შესატყვის შინაარსს. ასე ყალიბდება ინდივიდის მზაობა გარკვეული მოქმედებისათვის. ამრიგად, პირობითი გამაღიზიანებელი ქერქული მექანიზმების გამოცოცხლებით ასრულებს ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს და აღწევს იმასაც, რომ სენსორულ რეაქციას შეუცვალოს მიმდინარეობა, იგი აქტუალური განწყობის შესატყვისად შეცვლილი მოგვივლინოს.

სტერეოტიპისა და განწყობის ურთიერთობის გაგება, თანახმად აქ წარმოდგენილი ექსპერიმენტული ფაქტებისა, მოქმედების ფიზიოლოგიური და ფსიქოლოგიური დახასიათების ფარგლებში რჩება. ეს სრულიად არ ნიშნავს იმას, თითქოს სტერეოტიპი და განწყობა ურთიერთისაგან გათიშულ ორ მოვლენას წარმოადგენდეს. პირიქით, მათი აღმოცენება, მიმდინარეობა და ჩაქ-

რობა უწყვეტი პროცესია, ამიტომ აქ მათი დაპირისპირებისათვის არავითარი საბუთი არ არსებობს. შეუძლებელია არსებობდეს მოქმედების მექანიზმი და მას სათანადო შინაარსი არ ახლდეს, ამიტომ ნერვული პროცესების სტერეოტიპისა და განწყობის აღმოცენება და ფიქსაცია ერთად მიმდინარეობს. ცოცხალი არსების მოქმედების ფიზიოლოგიური ასპექტით განხილვის შემთხვევაში ჩვენ ქერქული პროცესების სტერეოტიპთან გვაქვს საქმე, ხოლო იმავე მოვლენის ფსიქოლოგიური ასპექტით განხილვისას—განწყობასთან, ნერვული პროცესების სტერეოტიპი ისეთი ექვემოთნელი სინამდვილეა, რომელიც ექსპერიმენტული შედეგების გარეშეც ლოგიკური აუცილებლობით მოითხოვს დაგუშვით მოქმედების ისეთი ფორმის არსებობა, რომელსაც ჩვენ განწყობის სახელით აღვნიშნავთ.

ზემოაღნიშნული, ვფიქრობთ, საშუალებას იძლევა დავაზუსტოთ მოქმედების ფაქტორების—გარემოსა და მოთხოვნილების—ურთიერთობა. კავშირი მათ შორის, როგორც ვნახეთ, ქერქში ჩამოყალიბებული დროებითი კავშირების საფუძველზე ხორციელდება. მაშასადამე, მოთხოვნილების ბაზაზე გამაღიზიანებელთა ასახვას წინ უსწრებს არა მოქმედება, არამედ ტვინის ანალიზურ-სინთეზური მუშაობის შედეგად ჩამოყალიბებული დროებითი კავშირების სისტემურობა. ეს არის პროცესის განვითარების ფიზიოლოგიური საფეხური, რომლის საფუძველზე მოქმედების ფსიქიკური ფორმა—განწყობა აღმოცენდება. ამას ემყარება ყოველი ცოცხალი არსების ქცევა. ამის გათვალისწინებას შეუძლია გასაგები ვახალოს ისიც, რომ დ. უზნაძის მიერ მოცემული მოქმედების დანაწევრება „გამაღიზიანებელი—განწყობა—ქცევა“, არსებითად შეესატყვისება აკად. ივ. პავლოვის მოძღვრებისათვის დამახასიათებელს რეაქციის სამწევრიან სქემას: „პირობითი გამაღიზიანებელი—ქერქული ჩარახვა—პირობით რეფლექტორული რეაქცია“. ასეთია საქმის ნამდვილი ვითარება, რომლის საფუძველზე როგორც უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფიზიოლოგიაში, ისე განწყობის ფსიქოლოგიაში დაძლეული ჩანს ბიპევიორისტული ფსიქოლოგისათვის დამახასიათებელი: „სტიმულ-რეაქციის“ პრინციპი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

დ. უზნაძის სახელობის

ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.5.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Э. А. Асратян. Системность работы больших полушарий головного мозга. Труды Физиологических лабораторий акад. Павлова, т. VIII, 1938.
2. ი. ბჟალავა. პირობით სიგნალთან შეუძლებელი თანამიმდევარი ობტიკური გამოხატულება. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 2, 1953.
3. ი. ბჟალავა. ფიქსირებული განწყობა და დროებითი კავშირების მექანიზმი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 6, 1953.
4. И. П. Павлов, т. III, кн. 21, М., 1951.

მეთოდთხმეტე ტომის შინაარსი

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის ცენტრალური კომიტეტის, სსრ კავშირის მინისტრთა საბჭოსა და სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმისაგან პარტიის ყველა წევრს, საბჭოთა კავშირის ყველა მშრომელს	129
--	-----

მათემატიკა

შ. ფხაკაძე. განმეორებითი ინტეგრალების შესახებ	3
ა. ჯვარშიევილი. ნ. ლუზინის თეორემის შესახებ ორი ცვლადის ფუნქციისათვის	11
ვ. ალექსანდრიძე. წრფივი შეუღლების ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის	65
ნ. თევზაძე. რიცხვითი ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობა ლებევის მეთოდით	71
ა. ვალფიში. მარტივ რიცხვთა თეორიისათვის	77
შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). არაწრფივი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებისათვის სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნა	133
ფ. ხარშილაძე. ვ. სტეკლოვის ფუნქციების შესახებ	139
ვ. ბერეკაშვილი. ორმაგი მწკრივების შეჯამებადობა ბორელის მეთოდით	193
დ. ავაზაშვილი. ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქციის სივრცის ამოცანა	321
მ. ტიშანი. ორი ცვლადის ფუნქციის ფურიეს მწკრივთა (C, α, β) შეჯამებადობა	385
ა. ჯვარშიევილი. ფუბინის თეორემის შესახებ ორჯერადი დანჯუას ინტეგრალისათვის	393
ი. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). კოში-რიმანის განზოგადებულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნების ერთი თვისების შესახებ	449
მ. გაგუა. ბესელის პირველი გვარის ფუნქციების მნიშვნელობათა გამოთვლისათვის	455
ა. ლურსმანაშვილი. მთელი წერტილების რაოდენობის შესახებ კენტგანზომილებიან სფეროებში	513



გ. მ ა ნ ი ა. მოცემულ შუალედში თეორიული და ემპირიული განაწილებების ფუნქციებს შორის ორმხრივი გადახრის მაქსიმუმის შეფასების პრაქტიკული გამოყენება 521

გ. მ ა ნ ჯ ა ვ ი ძ ე. კომპლექსური ცვლადის ფუნქციათა თეორიის სასაზღვრო ამოცანების მიხსნობითი ამოხსნის შესახებ 577

გ. ქ ო ლ ო შ ვ ი ლ ი. ჰომოლოგიის სპექტრალურ-სინგულარულ ჯგუფთა შესახებ 583

დრეკადობის თეორია

გ. ხ ა ტ ი ა შ ვ ი ლ ი. შედგენილი ცილინდრული ძელის დეფორმაციის საკითხისათვის მსახველის გასწვრივ ცვალებადი დატვირთვის შემთხვევაში 197

ს. შ ა თ ა შ ვ ი ლ ი. დრეკადი მდგრადი რხევის თეორიის ერთი შერეული ამოცანის დაყვანა ფრედჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემაში 257

ვ. მ ე ც უ გ ა ვ ი. სხვადასხვა დრეკადი მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმული ძელის წყვილძალით ღუნვის საკითხისათვის 459

ა. რ უ ხ ა ძ ე. სხვადასხვა დრეკადი მასალისაგან შედგენილი მცირედ გაღუნული ძელის წყვილძალით ღუნვის ამოცანა 525

ა. გ ო რ გ ი ძ ე. სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი გაჭიმული პრიზმული ძელის განივი ძალით ღუნვის ამოცანის შესახებ 589

გეოფიზიკა

ა. ბ უ ხ ნ ი კ ა შ ვ ი ლ ი, ვ. ქ ე ბ უ ლ ა ძ ე, ლ. ჭ ა ნ ტ უ რ ი შ ვ ი ლ ი. ბუნებრივი ელექტრული ველის გამოყენების საკითხი ქანების არაერთგვაროვნობის შესწავლისათვის 205

მ. ნ ო დ ი ა. ერთი ზეინტენსიური ულტრალოკალური მაგნიტური ანომალიის გამოკვლევის შედეგები 211

ა. ლ ა შ ხ ი, ვ. ქ ე ბ უ ლ ა ძ ე. ზოგიერთი მონაცემი დედამიწის რეგიონალურ ელექტრულ დენებზე მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენის შესწავლისათვის 329

მ. ნ ო დ ი ა. დედამიწის მაგნიტური ველის საუკუნეებრივი ვარიაციის მიკროტერიტორიული განაწილების გამოკვლევის საკითხისათვის 467

მათეორიკობა

გ. ს უ ლ ა ქ ე ე ლ ი ძ ე. წინააღობის თერმომეტრით სხვადასხვა გარემოში ტემპერატურის გაზომვის შესახებ 145

გ. ს უ ლ ა ქ ე ე ლ ი ძ ე. მთაგორიან პირობებში მეტეოელემენტების განაწილების შესწავლის მეთოდის შესახებ 217

ი. ქ უ რ დ ი ა ნ ი. ფსიქრომეტრიული ცხრილების ნომოგრაფიული წესით წარმოდგენა 399

ი. ქ უ რ დ ი ა ნ ი. სპირტის ფსიქრომეტრის სითბური ბალანსი 595

ასტროფიზიკა

- თ. რაზმაძე. მზის აქტივობის გამომჟღავნების შესახებ ამოფრქვევებში 603

ჰიმიკა

- ვ. კაკაბაძე და გ. ჩაჩანიძე. ბარიუმსილიკატების თბოტევადობათა გაანგარიშება მათი ენტროპიების მიხედვით 261
- რ. ლალიძე და ბ. ფოცხვერაშვილი. 1,3— და 1,4— ბუტანდიოლის დიაცეტატების კონდენსაციითა რეაქციები ბენზოლთან და ტოლუოლთან უწყლო ქლორიანი ალუმინის თანდასწრებით 473

ჰიმიური ტექნოლოგია

- რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი) და ი. ბერიკაშვილი. კარბონატის ხსნარში ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით კალიუმის პერმანგანატის მიღება . . . 533

ბიოჰიმიკა

- 3. ქომეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და ე. კლეინი. ადენოზინტრიფოსფატის რესინთეზის გზების შესახებ 407
- ნ. საჯაია. რძეში ფოსფორის ახალი ორგანული ნაერთის ინდენტიფიკაცია 481

გეოგრაფია

- ლ. მარუაშვილი. წებელდასთან ნავარაუდები მორენა და მასთან დაკავშირებული პრობლემები კავკასიის მეოთხეული ისტორიისა . . . 413
- ლ. მარუაშვილი. ზოგიერთი ცნობა აღმოსავლეთ კავკასიონის ჩრდილო ფერდობის ნაწილის (მდინარეების ჯუთისწყლისა და ასასაუზების) თანადროულ და ძველ გაყინვარებაზე 607

გეოლოგია

- ნ. იოსელიანი. დასავლეთ საქართველოს ზედა ცარცის ზოგიერთი რუდისტი 17
- გ. ქელიძე. ურთის ანტიკლინის მიოცენური ნალექების სტრატიგრაფია 19
- ე. ბიუსი და მ. რუბინშტეინი. ახალი მონაცემები ტაბაწყურის 1940 წლის 7—8 მაისის მიწისძვრის შესახებ 85
- ი. კახაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). კახეთის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთი დაბოლოებების ცარცული ნალექების სტრატიგრაფიისათვის 221

პალეობიოლოგია

ო. ჯანელიძე. საქართველოს კონკური და სარმატული ფორამინიფერების შესწავლისათვის	153
--	-----

მინერალოგია

პ. ბუნდიკოვი (სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. ბარო და ო. მჭედლიშვილი-პეტროსიანი. დიელექტრიკული ანალიზის გამოყენება მინერალების ხურებით გამოწვეულ ცვლილებათა საკვლევად	27
გ. გვახარია. ბარიტ-ვიტერიტის ერთი ასოციაციის შესახებ	267

ტიჰნიკა

ბ. ტიმოფეევი. საძირკვლის საფუძვლის წინაღობაზე საძირკვლის ფორმის გავლენის შესახებ	33
ი. შენგელია. ზამთარში ბეტონის სამუშაოთა თერმოსის ხერხით წარმოების თბოტექნიკური ანგარიში	41
გ. რაზმაძე. ცვალებადი განივკვეთის მრგვალ ღერძთა დარტყმითი გრების საკითხისათვის	91
ო. კვირიკაძე. გაჭიმვისას სიმტკიცის ზღვარსა და ფოლადის ბურთულის ჩაწნევის სიღრმით განსაზღვრული სიმაგრის რიცხვს შორის დამოკიდებულების შესახებ	227
ა. ფიცხელაური. ვულკანური ტუფების თვისებათა შესწავლა და მათი გამოყენება ჭიქურიანი დეკორატიული ფილების მისაღებად	337
ბ. ტიმოფეევი. დრეკად ნახევარსივრცეზე მოთავსებული ექსცენტრულად დატვირთული ბრტყელი სწორკუთხა შტამპების მობრუნების კუთხეების განზოგადებული ფორმულა	487

ენერგეტიკა

ბ. ლორთქიფანიძე. ერთკვანდიან განშტოებულ სარელსო ქსელში პოტენციალისა და დენის განაწილება	95
ვ. ჭიჭინაძე. გარდამავალი რეჟიმები R, L წრედში სრულტალღიანი გამართვის სქემის შემთხვევაში	233
ლ. თავდგირიძე. მოხეტიალე დენების ველის გამოკვლევის მეთოდები	273
პ. შენგელია. ჰიდროელსადგურების სიმძლავრისა და გამომუშავების განტოლება	421
პ. შენგელია. ჰიდროელსადგურის წყალსაცავის მარგი მოცულობის დადგენა	493
პ. შენგელია. წყალსაცავის დონის ცვალებადობისა და წნევის გამოყენების საკითხისათვის	615

ბოტანიკა

კ. ოდიშარია. აგავის ყვავილობისა და ნაყოფმსხმოიარობის ბიოლოგიის შესწავლის საკითხისათვის	281
ნ. ბრეგაძე. საკუთარი მტერის მნიშვნელობა ქლიავის თვითსტერილური ფორმების (<i>Prunus L.</i>) უცხო მტერთა დამტვერვისას	345

ფიტოპათოლოგია

ნ. კანტურია და მ. კაკულია. ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოცდა თუთის ფესვის სიღამპლის გამომწვევი სოკოს— <i>Armillaria mellea</i> Qvel-ს საშინაოდამდეგოდ	239
--	-----

ენტომოლოგია

დ. ლოზოვოი. აკაკი და მისი დამაზიანებელი მწერები თბილისის პირობებში	159
დ. ლოზოვოი და მ. იმედაძე. მუხის უმთავრესი მავნებელი პეპლები აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში	289
ს. ქარუმიძე, თ. კუპრაშვილი, ტ. ნოვიცკაია. მცენარეთა დაცვისათვის ფოსფორ-ორგანული შენაერთების გამოყენების საკითხი	295
კ. ხარაზიშვილი. ღრუბები როგორც კულტივირებული მერქნიანი ჯიშების მავნებლები საქართველოში	427
ლ. ოთხმეზური. ციანწყალბადის გამოყენება ვაზის ცრუფარიანას წინააღმდეგ	541

ზოოლოგია

ე. კირიანოვა. ბეწველას ახალი სახეობა საქართველოდან (<i>Chordodes oscillatus</i> sp. nov.)	101
ზ. ექვთიმიშვილი. ტებერდის ნაკრძალის ტერიტორიაზე ჯიხვისა და არჩვის ზონალური განაწილება წლის სხვადასხვა დროს	163
ზ. ექვთიმიშვილი. ჯიხვისა და არჩვის ჯოგურობა ტებერდის ნაკრძალის ტერიტორიაზე	303
რ. ავალიანი. მასალები ამიერკავკასიის ველის მელას (<i>Vulpes vulpes alpherakyi</i> Sat.) კეების შესწავლისათვის	309
ი. მორგილევსკაია. საზოგადოებრივი მემინდვრია (<i>Microtus socialis</i> Pall.) მერქნიან მცენარეთა სანერგებში	351
ბ. ყურაშვილი. ტრემატოდის ახალი გვარი და სახეობა ჩიბუხელადან (<i>Lymnocyrtus minima</i> L.)	357
ს. ხალილოვა. ტეტრანისების ტყიანების ორი ახალი სახეობა <i>Bryobiidae</i> -სა და <i>Trichadenidae</i> -ს ოჯახებიდან	549
დ. ლოზოვოი, ი. ხოჯევანიშვილი. იფნის უმთავრესი მავნებლები საქართველოს ტყეებსა და პარკებში	623

ფიზიოლოგია

- ა. როიტბაკი. სუნთქვის ცენტრიდან დიდი ტვინის ქერქზე იმპულსთა ირადიაციის საკითხისათვის 361
- გ. თუმანიშვილი. პირობითი საძილე რეფლექსების შესწავლის საკითხისათვის 501

მკვებრივ-მენტული მემდიცინა

- კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი) და გ. გიორგაძე. ხანგრძლივი ძილის გავლენა სიმსივნის ინდუქცირებაზე ამიერკავკასიის ზაზუნებში 105
- გ. გზირიშვილი. კუჭის მიერ საღებავ ნეიტრალროტის გამოყოფა ცთომილი ნერვების გადაკვეთამდე და მის შემდეგ 109
- კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი) და გ. გიორგაძე. ნევროტომიის გავლენა სიმსივნის ინდუქცირებაზე 167
- გ. ოდიშვილი და ც. აბაკელია. კუჭის მორტორული ფუნქცია და ლეიკოციტოზი 553
- ც. აბაკელია. სისხლწარმოქმნის თავისებურება კუჭის სუბტოტალური რეზექციის შემდეგ ექსპერიმენტში 629

ფსიქოლოგია

- ი. ბჟალავა. პირობით გამღიზიანებელთან შეუღლებული თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება 113
- ი. ბჟალავა. ფიქსირებული განწყობა და დროებითი კავშირების მექანიზმი 369
- ნ. ადამაშვილი. ფიქსირებული განწყობის გამოვლენის ზოგიერთი ფაქტორი ოპტიკურ აღქმაში 435
- ი. ბჟალავა. ფიქსირებული განწყობა და ტვინის დიდი ჰემისფერების სისტემურობა 635

ენათმეცნიერება

- კ. წერეთელი. მეშველი ხმოვნის გაჩენა ურმიულში 47
- რ. ღამბაშიძე. სამაგიერო სიგარძე ინგილოურში 121
- გ. როგავა. კლასიანი უღვლილების პირიან უღვლილებაში გადასვლისათვის იბერიულ-კავკასიურ ენებში 443

ისტორია

- გ. მელიქიშვილი. მხერ-კაპუსის ურარტული წარწერის ინტერპრეტაციისათვის 175

არქეოლოგია

რ. ზახტაძე. არმაზისხევის სამაროვნის VI სამარხის ვერცხლის ჭურჭლის აღდგენა	507
ნ. კილაძე. მრავალფენიანი არქეოლოგიური ძეგლი „საგვარჯილე“ .	561
ი. გძელიშვილი. „საგვარჯილის“ სტრატეგრაფიისათვის	569

ლიტერატურის ისტორია

ს. ყუბანეიშვილი. დავით გურამიშვილი ქართულ ჰუსართა პოლკში	247
ს. ყუბანეიშვილი. ლიტერატურული და ხალხური ზააქიანი . . .	377

ხელოვნების ისტორია

ლ. შერვაშიძე. მინიატურები ქუთაისის ხელნაწერისა № 115 და ლენინგრადის ხელნაწერისა O I № 58	55
ბ. გულისაშვილი. იბნ-სინას მუსიკის თეორიის თავისებურებათა საკითხისათვის	183
კ. მელითაური. სახლსამეოფის ერთი სახე საქართველოში	313

ა ბ ტ ო რ თ ა ს ა ძ ი მ ბ ე ლ ო

- აბაკელია ც. 553, 629
 აგლაძე რ. 533
 აღმაშეილი ნ. 435
 ავაზაშვილი დ. 321
 ავალიანი რ. 309
 ალექსანდრია გ. 65
 ბარო ვ. 27
 ბახტაძე რ. 507
 ბერეკაშვილი ვ. 193
 ბერიკაშვილი ი. 533
 ბიუსი ე. 85
 ბუაღვა ი. 113, 369, 635
 ბრეგაძე ნ. 345
 ბუნდუკოვი პ. 27
 ბუნნიკაშვილი ა. 205
 გაგუა მ. 455
 გვახარია გ. 267
 გზირიშვილი გ. 109
 გიორგაძე გ. 105, 167
 გორგიძე ა. 589
 გულისაშვილი ბ. 183
 გძელიშვილი ი. 569
 ერისთავი კ. 105, 167
 ექვთიმიშვილი ზ. 163, 303
 ვალფიში ა. 77
 ვეპუა ი. 449
 თავდგირიძე ლ. 273
 თევზაძე ნ. 71
 თუმანიშვილი გ. 501
 იმედაძე მ. 289
 იოსელიანი ნ. 17
 კაკაბაძე ვ. 261
 კაკულია მ. 239
 კახაძე ი. 221
 კვირიკაძე ო. 227
 კილაძე ნ. 561
 კირიანოვა ე. 101
 კლეინი ე. 407
 კუპრაშვილი თ. 295
 ლალიძე რ. 473
 ლაშხი ა. 329
 ლოზოვოი დ. 159, 289, 623
 ლორთქიფანიძე ბ. 95
 ლურსმანაშვილი ა. 513
 მანია გ. 521
 მანჯავიძე გ. 577
 მარუაშვილი ლ. 413, 607
 შელითაური კ. 313
 შელიქიშვილი გ. 175
 მეცუგოვი ვ. 459
 მიქელაძე შ. 133
 მორგილევსკაია ი. 351
 მჭედლიშვილი-პეტროსიანი ო. 27
 ნოღია მ. 211, 467
 ნოვიცკაია ც. 295
 ოდიშარია კ. 281
 ოდიშვილი გ. 553
 ოთხმეფური ლ. 541
 რაჭმაძე გ. 91
 რაჭმაძე თ. 603
 როგავა გ. 443

- როიტბაკი ა. 361
 რუბინშტეინი მ. 85
 რუსაძე ა. 525
- საჯავია ნ. 481
 სულაქველიძე გ. 145, 217
- ციმანი მ. 385
 ციმოფევი ბ. 33, 487
- ფიცხელაური ა. 337
 ფოცხვერაშვილი ბ. 473
 ფსაკაძე უ. 3
- ქარუმიძე ს. 295
 ქებულაძე ვ. 205, 329
 ქოშეთიანი პ. 407
 ქურდიანი ი. 399, 595
- ღამბაშიძე რ. 121
- ყუბანეიშვილი ს. 247, 377
 ყურაშვილი ბ. 357
- შათაშვილი ს. 257
 შენგელია ი. 41
 შენგელია პ. 421, 493, 615
 შერვაშიძე ლ. 55
- ჩაჩანიძე გ. 261
- წერეთელი კ. 47
- ჭანტურია ნ. 239
 ჭანტურიშვილი ლ. 205
 ჭელიძე გ. 19
 ჭიჭინაძე ვ. 233
 ჭოლოშვილი გ. 583
- ხალილოვა ს. 549
 ხარაზიშვილი კ. 427
 ხარშილაძე ფ. 139
 ხატიაშვილი გ. 197
 ხოჯევიანიშვილი ი. 623
- ჯანელიძე ო. 153
 ჯვარეშიშვილი ა. 11, 393

სარედაქციო კოლეგია

- ნ. ბერძენიშვილი, გ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), კ. ერისთავი, ნ. კეცხოველი, ნ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, აკ. წერეთლის ქ., № 3/5
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Ак. Церетели, № 3/5

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.12.1953

საბეჭდი ფ. 6,5

ანაწყოების ზომა 7×11

სააღრ.-საგამომცემლო ფორმათა რაოდ. 5,5

შეკვ. 1532

შე 10814

ტირაჟი 1000

ღებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გამოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა — ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ავტორის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილობრივად დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

კვლევის მისამართი: თბილისი, ძეგლისძის ქ., 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XIV, 1953

Основное, грузинское издание

