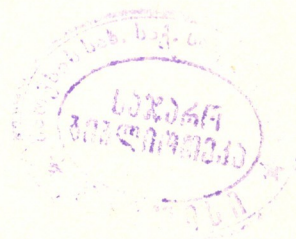


საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მ ო ე ბ ე

ტომი XIV

ქიმიკური, ქართული გაგონება

1953



6242.

## მათემატიკა

დ. ავაზაშვილი

## ელექტრომაგნიტური ტალღების დიფრაქციის სივრცის ამოცანა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. კუპრაძემ 6.5.1953)

ამ შრომაში, ვეყრდნობით რადიკალურად ვ. კუპრაძის მეთოდს, რომელიც გამოყენებულია ელექტრომაგნიტური ტალღის დიფრაქციის ბრტყელ ამოცანაში [1, 2], შევისწავლით დიფრაქციის ამოცანას სამგანზომილებიან სივრცეში.

§ 1. ვთქვათ, უსასრულო სივრცეში, რომლის ელექტრომაგნიტური მუდმივებია  $\epsilon_0$ ,  $\mu_0$ ,  $\sigma_0$ , მოთავსებულია  $n$  ურთიერთში ჩალაგებული რეგულარული  $S_\nu$  ( $\nu = 1, 2, \dots, n$ ) ზედაპირი (იხ. [1]), რომლებიც ერთმანეთს არ კვეთენ.  $\epsilon_\nu$ ,  $\mu_\nu$ ,  $\sigma_\nu$  იყოს ელექტრომაგნიტური მუდმივები, შესაბამისად: დიელექტრული მუდმივი, მაგნიტური გამჭვირვალობა და გამტარიანობის კოეფიციენტი  $S_\nu$ -ზედაპირით შემოსაზღვრულ  $T_\nu$  არისა. აღვნიშნოთ გარე ზედაპირი  $S_1$ -ით და გარე (უსასრულო) არე —  $T_0$ -ით.  $T_\nu - T_{\nu+1} = T_{\nu, \nu+1}$ -ით აღვნიშნავთ არეს, რომელიც მოთავსებულია  $S_\nu$  და  $S_{\nu+1}$  შორის; ვთქვათ,  $T_0, \nu \equiv T_0$  და  $T_{n, n+1} \equiv T_n$  ამას გარდა,

$$k^2(M) = \begin{cases} k_0^2, & M \in T_0, \\ k_\nu^2, & M \in T_{\nu, \nu+1}, \\ \frac{1}{2} (k_\nu^2 + k_{\nu+1}^2), & M \in S_\nu, \end{cases}$$

სადაც

$$k_j^2 = \frac{\omega^2 \epsilon_j \mu_j + i 4 \pi \omega \sigma_j \mu_j}{c^2}, \quad \text{Im} k_j \geq 0 \quad (j = 0, 1, 2, \dots, n).$$

$E$  და  $H$  კომპლექსური ვექტორებია, შესაბამისად ელექტრომაგნიტური ველის ელექტრული და მაგნიტური დაძაბულობა.

დასმული ამოცანა მიიყვანება შემდეგზე:

მოვძებნოთ ისეთი  $E$  და  $H$ , რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობებს (შეად. [3]):

$$\begin{aligned} 1. \operatorname{rot} H &= \frac{4 \pi \sigma_j - i \omega \epsilon_j}{c} E + \frac{4 \pi}{c} G_0, & 2. \operatorname{rot} E &= \frac{i \omega \mu_j}{c} H, \\ 3. \operatorname{div} E &= 4 \pi \rho_0, & 4. \operatorname{div} H &= 0, \quad T_{j, j+1}\text{-ში}; \\ 5. (E_s)_\nu &= (E_s)_{\nu-1}, & 6. (H_s)_\nu &= (H_s)_{\nu-1}, \quad S_\nu \text{ზე}; & (1.1) \\ 7. E &= e^{ik_0 r} O(r^{-1}), \quad \frac{\partial E}{\partial r} - ik_0 E = e^{ik_0 r} O(r^{-1}); \end{aligned}$$





$$8. H = e^{ik_0 r} O(r^{-1}), \frac{\partial H}{\partial r} - ik_0 H = e^{ik_0 r} O(r^{-1}) \text{ უსასრულობაში}^{(1)},$$

სადაც

$$G_0(M) = \begin{cases} G, & M \in T_0, \\ 0, & M \in T_\nu, \nu+1, \end{cases}$$

$G$  ცნობილი ვექტორია; იგი ახასიათებს მოცემულ წყაროს და იგულისხმება უწყვეტად მეორე რიგის წარმოებულებითურთ.

$$\rho_0(M) = \begin{cases} \frac{1}{\epsilon_0} \rho, & M \in T_0, \\ 0, & M \in T_\nu, \nu+1, \end{cases}$$

$\rho$  ელექტრული ტვირთის მოცულობითი სიმკვრივეა; იგი აგრეთვე მოცემული და უწყვეტად წარმოებადი ფუნქციაა.  $\omega$  რხევის სიხშირეა,  $c$ —სინათლის სიჩქარე სივრცეში.  $(E_s)_\nu, (H_s)_\nu$  და  $(E_s)_{\nu-1}, (H_s)_{\nu-1}$  წარმოადგენენ  $E$  და  $H$  ვექტორების მხებ მდგენელების ზღვრულ მნიშვნელობებს  $S_\nu$  ზედაპირზე შიგნიდან და გარედან.  $r$  რადიუს-ვექტორია,  $rO(r^{-1}) \rightarrow 0$  როცა  $r \rightarrow \infty$ ;  $rO(r^{-1})$  შემოსაზღვრულია, როცა  $r \rightarrow \infty$ .

§ 2. (1.1<sub>4</sub>)-ის საფუძველზე  $H$  ვექტორს  $T_j, j+1$  ( $j = 0, 1, 2, \dots, n$ ) არეში ვექებთ შემდეგი სახით:

$$H = \frac{1}{\mu_j} \text{rot } F, \tag{2.1}$$

სადაც  $F$  ველის ვექტორული პოტენციალია. (2.1)-ის გამოყენებით, (1.1<sub>2</sub>)-დან  $T_j, j+1$  არეში გვექნება:

$$E = \text{grad } \varphi + \frac{i\omega}{c} F, \tag{2.2}$$

სადაც  $\varphi$  ველის სკალარული პოტენციალია. (2.1)-დან გამომდინარეობს, რომ  $F$  ვექტორი განსაზღვრულია ნებისმიერი სკალარული ფუნქციის გრადიენტის სიზუსტით; ცხადია,  $\varphi$  სკალარული პოტენციალიც არ არის განსაზღვრული ცალსახად. ამ განუსაზღვრელობის თავიდან ასაცილებლად მოვითხოვთ, რომ  $T_j, j+1$  არეში შესრულებული იყოს პირობა:

$$\text{div } F - \frac{\mu_j(4\pi\sigma_j - i\epsilon_j\omega)}{c} \varphi = 0, \text{ ანუ } \text{div } F = \frac{c}{i\omega} k_j^2 \varphi. \tag{2.3}$$

(2.1) და (2.2)-დან  $H$  და  $E$  შევიტანოთ (1.1<sub>1</sub>)-ში და ვისარგებლოთ (2.3)-ით; მივიღებთ:

$$\Delta F + k_0^2 F = -\frac{4\pi\mu_0}{c} G, T_0\text{-ში}, \tag{2.4}$$

<sup>(1)</sup> იმ შემთხვევაში, როცა  $k_0$  არის მუდმივია, (1.1<sub>7</sub>) და (1.1<sub>8</sub>) იღებენ შემდეგ სახეს:

$$E = O(r^{-1}), \frac{\partial E}{\partial r} - ik_0 E = O(r^{-1}); H = O(r^{-1}), \frac{\partial H}{\partial r} - ik_0 H = O(r^{-1}),$$

$$\Delta F + k_v^2 F = 0, \quad T_v, v_{+1}\text{-ში}, \quad \Delta \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}. \quad (2.5)$$

(1.1<sub>3</sub>)-დან, (2.2) და (2.3)-ის ძალით, მივიღებთ:

$$\Delta \varphi + k_0^2 \varphi = \frac{4\pi}{\varepsilon_0} \rho, \quad T_0\text{-ში}, \quad (2.6)$$

$$\Delta \varphi + k_v^2 \varphi = 0, \quad T_v, v_{+1}\text{-ში}. \quad (2.7)$$

ამას გარდა, (1.1<sub>1</sub>)-დან ცხადია, რომ  $T_0$  არეში

$$\operatorname{div} E = - \frac{4\pi}{4\pi\sigma_0 - i\varepsilon_0\omega} \operatorname{div} G. \quad (2.8)$$

(1.1<sub>3</sub>)-დან და (2.8)-დან გამომდინარეობს

$$\rho = - \frac{\varepsilon_0}{4\pi\sigma_0 - i\varepsilon_0\omega} \operatorname{div} G. \quad (2.9)$$

შეენიშნოთ, რომ (2.6) და (2.7) გამომდინარეობენ (2.4) და (2.5) განტოლებებიდან. მართლაც, საკმარისია ავიღოთ (2.4) და (2.5)-დან დივერგენცია და ვისარგებლოთ (2.3) და (2.9) პირობებით.

მივიღოთ, რომ  $\mu_j = 1$  ( $j=0, 1, 2, \dots, n$ ), მაშინ (1.1<sub>5</sub>) და (1.1<sub>6</sub>) სასაზღვრო პირობების ნაცვლად  $S_v$ -ზე გვექნება შემდეგი:

$$1. (E_s)_v = (E_s)_{v-1}, \quad 2. (H)_v = (H)_{v-1}. \quad (2.10)$$

(2.1)-ის ძალით, (2.10<sub>2</sub>) პირობა შესრულებული იქნება, თუ  $S_v$ -ზე  $F$  აკმაყოფილებს პირობას:

$$(\operatorname{rot} F)_v = (\operatorname{rot} F)_{v-1}.$$

(2.2)-ის ძალით, (2.10<sub>1</sub>) პირობა შესრულდება, თუ  $S_v$ -ზე გვაქვს:

$$\left( \frac{\partial \varphi}{\partial s} + \frac{i\omega}{c} F_s \right)_v = \left( \frac{\partial \varphi}{\partial s} + \frac{i\omega}{c} F_s \right)_{v-1}.$$

ცხადია, უკანასკნელს ექნება ადგილი, თუ  $S_v$ -ზე შესრულებულია პირობები:

$$\left( \frac{\partial \varphi}{\partial s} \right)_v = \left( \frac{\partial \varphi}{\partial s} \right)_{v-1}, \quad (F_s)_v = (F_s)_{v-1}.$$

ამრიგად, საბოლოოდ დიფრაქციის ამოცანა მიიყვანება ორ სასაზღვრო ამოცანამდე რხევის განტოლებათათვის.

$F$  ვექტორისათვის მოითხოვება ამოვხსნათ სასაზღვრო ამოცანა:

$$1. \Delta F + k_0^2 F = - \frac{4\pi}{c} G, \quad T_0\text{-ში},$$

$$2. \Delta F + k_v^2 F = 0, \quad T_v, v_{+1}\text{-ში}, \quad (2.11)$$

$$3. (\operatorname{rot} F)_v = (\operatorname{rot} F)_{v-1}, \quad (F_s)_v = (F_s)_{v-1}, \quad S_v\text{-ზე},$$

$$4. F = e^{ik_0 r} O(r^{-1}), \quad \frac{\partial F}{\partial r} - ik_0 F = e^{ik_0 r} O(r^{-1}) \text{ უსასრულობაში.}$$





ფ ფუნქციისათვის უნდა ამოიხსნას ამოცანა:

1.  $\Delta\varphi + k_0^2\varphi = \frac{4\pi}{\epsilon_0} \rho, T_0$ -ში,
2.  $\Delta\varphi + k^2\varphi = 0, T_\nu, \nu_{+1}$ -ში.
3.  $\left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)_\nu = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)_{\nu-1}, S_\nu$ -ზე,
4.  $\varphi = e^{ik_0r} o(r^{-1}), \frac{\partial\varphi}{\partial r} - ik_0\varphi = e^{ik_0r} o(r^{-1})$  უსასრულობაში.

(2.12)

ამასთანავე, (2.11) და (2.12)-დან განსაზღვრული  $t$  და  $\varphi$  უნდა აკმაყოფილებდეს აგრეთვე (2.3) პირობას.

§ 3. (2.11) და (2.12) სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნას გვაძლევს შემდეგი ინტეგრალური განტოლებების ამოხსნები:

$$F(M) = \frac{I}{4\pi} \sum_{j=0}^{n-1} \left\{ (k_{j+1}^2 - k_j^2) \int_{T_{j+1}} F(N) \frac{e^{ik_0r(M,N)}}{r(M,N)} d\tau_N \right\} + f(M), \quad (3.1)$$

$$f(M) = \frac{I}{c} \int_{T_0} G(N) \frac{e^{ik_0r(M,N)}}{r(M,N)} d\tau_N.$$

$$\begin{aligned} \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M) = & \frac{c}{4\pi i\omega} \sum_{j=0}^{n-1} (k_{j+1}^2 - k_j^2) \left\{ k^{2'} \int_{T_{j+1}} \varphi(N) \frac{e^{ik_0r(M,N)}}{r(M,N)} d\tau_N \right. \\ & \left. + \int_{S_{j+1}} \varphi(N) \frac{\partial}{\partial n_N} \left( \frac{e^{ik_0r(N,N)}}{r(M,N)} \right) ds_N \right\} + L(M), \quad (3.2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L(M) = & \sum_{j=0}^{n-1} \left\{ \frac{k_{j+1}^2 - k_j^2}{4\pi} \int_{S_{j+1}} F_n(N) \frac{e^{ik_0r(M,N)}}{r(M,N)} ds_N - \frac{I}{c} \int_{S_{j+1}} G_n(N) \frac{e^{ik_0r(M,N)}}{r(M,N)} ds_N \right\} \\ & - \frac{4\pi\sigma_0 - i\omega\epsilon_0}{c\epsilon_0} \int_{T_0} \rho(N) \frac{e^{ik_0r(M,N)}}{r(M,N)} d\tau_N, \end{aligned}$$

$$k^{2'} \equiv k^2(M), M \in T_\nu, \nu_{+1} (\nu = 1, 2, \dots, n),$$

$F_n$  და  $G_n, F$  და  $G$  ვექტორების გეგმილებია შიგა ნორმალზე.

(3.1) და (3.2)-ში შემავალი მოცულობითი ინტეგრალები, გავრცელებული  $T_0$  უსასრულო არეზე, არსებობენ, რადგან  $G$  და  $\rho$  შემოსაზღვრულებია და  $Imk_0 > 0$ . თუ  $k_0$  არსია,  $G$  და  $\rho$ -საგან უნდა მოვითხოვოთ პირობები მოცულობითი ინტეგრალების არსებობისა.

(3.1) და (3.2), შესაბამისად, წარმოადგენენ ჩვეულებრივ და დატვრთულ ფრედჰოლმის მეორე გვარის ინტეგრალურ განტოლებებს (როგორც ცნობილია, ამ უკანასკნელისთვისაც გამოიყენება ფრედჰოლმის ჩვეულებრივი თეორია).

ეს განტოლებები ანალოგიურია ვ. კუპრაძის მიერ აგებული ინტეგრალური განტოლებებისა ელექტრული და მაგნიტური ვექტორებისათვის [1, 2].

ამ ინტეგრალური განტოლებების გამოკვლევა ხდება ისევე, როგორც ვ. კუპრაძის ინტეგრალური განტოლებებისა დიფრაქციის ბრტყელ ამოცანაში [1] (იხ. თავი III).

ახლა საჭიროა დავაკმაყოფილოთ (2.3) პირობა.

შემოვიყვანოთ ვექტორი

$$\text{grad } \chi = \frac{c}{4\pi i\omega} \sum_{j=0}^{n-1} (k_j^2 - k_{j+1}^2) \int_{S_{j+1}} \varphi(N) n(N) \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} dS_N,$$

სადაც  $n(N)$  შიგა ნორმალის მგეზავია  $N \in S_{j+1}$  წერტილში,  $\varphi(N)$  — ამოხსნა (3.2) განტოლებისა.

შევადგინოთ ვექტორი

$$F_1(M) = F(M) + \text{grad } \chi, \quad (3.3)$$

სადაც  $F(M)$  ამოხსნაა (3.1) განტოლებისა.

(3.3) ვექტორი აკმაყოფილებს (2.11) პირობებს, ამასთანავე (3.3)-დან გვაქვს:

$$\begin{aligned} \text{div } F_1(M) &= \frac{1}{4\pi} \sum_{j=0}^{n-1} (k_{j+1}^2 - k_j^2) \left\{ \int_{T_{j+1}} \text{div } F(N) \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} d\tau_N \right. \\ &+ \frac{c}{i\omega} \int_{S_{j+1}} \varphi(N) \frac{\partial}{\partial n_N} \left( \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} \right) dS_N \left. \right\} + \sum_{j=0}^{n-1} \left\{ \frac{k_{j+1}^2 - k_j^2}{4\pi} \int_{S_{j+1}} F_n(N) \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} dS_N \right. \\ &- \frac{1}{c} \int_{S_{j+1}} G_n(N) \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} dS_N \left. \right\} - \frac{4\pi\sigma_0 - i\varepsilon_0\omega}{c\varepsilon_0} \int_{T_0} \rho(N) \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} dS_N. \quad (3.4) \end{aligned}$$

(3.4) ს გამოვაკლოთ (3.2), მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \text{div } F_1(M) - \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M) &= \frac{1}{4\pi} \sum_{j=0}^{n-1} (k_{j+1}^2 - k_j^2) \int_{T_{j+1}} \left[ \text{div } F - \frac{c}{i\omega} k^2 \varphi(N) \right] \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} d\tau_N. \quad (3.5) \end{aligned}$$

კერძოდ, თუ შესრულებულია პირობა:

$$\int_{T_{j+1}} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{e^{ik_0 r}(M, N_1)}{r(N, N_1)} \right) \cos(r, n_{N_1}) d\tau_N = 0, \quad (j = 0, 1, \dots, n-1),$$

სადაც  $N \in S_{j+1}$ , მაშინ (3.5) წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} \text{div } F_1(M) - \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M) &= \frac{1}{4\pi} \sum_{j=0}^{n-1} (k_{j+1}^2 - k_j^2) \int_{T_{j+1}} \left[ \text{div } F_1(N) - \frac{c}{i\omega} k^2 \varphi(N) \right] \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} d\tau_N, \end{aligned}$$



საიდანაც გამომდინარეობს (იხ. [1]):

$$\operatorname{div} F_1(M) - \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M) = 0 \quad \text{ანუ} \quad \operatorname{div} F_1(M) = \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M),$$

ე. ი. (2.3) პირობა.

ზოგად შემთხვევაში განვიხილოთ სისტემა:

$$\left. \begin{aligned} F(M) &= \frac{1}{4\pi} \sum_{j=1}^{n-1} \left\{ (k_{j+1}^2 - k_j^2) \int_{T_{j+1}} F(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} d\tau_N \right. \\ &+ \frac{c}{i\omega} (k_j^2 - k_{j+1}^2) \int_{S_{j+1}} \varphi(N) n(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} ds_N \left. \right\} + f(M), \\ \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M) &= \frac{c}{4\pi i\omega} \sum_{j=0}^{n-1} (k_{j+1}^2 - k_j^2) \left\{ k_0^2 \int_{T_{j+1}} \varphi(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} d\tau_N \right. \\ &+ \left. \int_{S_{j+1}} \varphi(N) \frac{\partial}{\partial n_N} \left( \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} \right) ds_N + \frac{i\omega}{c} \int_{S_{j+1}} F_n(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} ds_N \right\} + L(M), \end{aligned} \right\} (3.6)$$

სადაც

$$f(M) = \frac{1}{c} \int_{T_0} G(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} d\tau_N,$$

$$L(M) = -\frac{1}{c} \sum_{j=0}^{n-1} \int_{S_{j+1}} G_n(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} ds_N - \frac{4\pi\sigma_0 - i\varepsilon_0\omega}{c\varepsilon_0} \int_{T_0} \rho(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} d\tau_N.$$

$F$  და  $\varphi$ , განზღვრული (3.6)-დან, აკმაყოფილებენ (2.11), (2.12) და (2.3) პირობებს, საიდანაც გამომდინარეობს, რომ (3.6) და (1.1) ამოცანა ურთიერთეკვივალენტურნი არიან. კერძოდ, (1.1)<sub>0</sub> ერთგვაროვანი ამოცანა ეკვივალენტურია (3.6)<sub>0</sub> ერთგვაროვან ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემისა.

§ 4. გამოვიკვლიოთ (3.6) სისტემა. სიმარტივისათვის განვიხილოთ შემთხვევა  $n = 1$ :

$$\left. \begin{aligned} F(M) &= \frac{k_1^2 - k_0^2}{4\pi} \int_{T_1} F(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} d\tau_N \\ &+ \frac{c(k_0^2 - k_1^2)}{4\pi i\omega} \int_{S_1} \varphi(N) n(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} ds_N + f(M), \\ \frac{c}{i\omega} k^2(M) \varphi(M) &= \frac{ck_1^2(k_1^2 - k_0^2)}{4\pi i\omega} \int_{T_1} \varphi(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} d\tau_N + \frac{c(k_1^2 - k_0^2)}{4\pi i\omega} \int_{S_1} \varphi(N) \\ &+ \frac{\partial}{\partial n_N} \left( \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} \right) ds_N + \frac{k_1^2 - k_0^2}{4\pi} \int_{S_1} F_n(N) \frac{e^{ik_0 r(M, N)}}{r(M, N)} ds_N + L(M). \end{aligned} \right\} (4.1)$$

ვთქვათ,  $M \subset T_1$ ; შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\Phi_1(M) = F_x(M), \Phi_2(M) = F_y(M), \Phi_3(M) = F_z(M), \Phi_4(M) = \varphi(M);$$

$$\Psi_1(M) = f_x(M), \Psi_2(M) = f_y(M), \Psi_3(M) = f_z(M), \Psi_4(M) = L(M);$$

$$\lambda = \frac{k_1^2 - k_0^2}{4\pi}, A_{\alpha, \beta}(M, N) = \begin{cases} -\frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)}, & \alpha = \beta, \\ 0, & \alpha \neq \beta (\alpha, \beta = 1, 2, 3, 4); \end{cases}$$

$$B_{11}(M, N) = B_{12}(M, N) = B_{13}(M, N) = 0, B_{14}(M, N) = \frac{c \cos(n, \xi)}{i\omega} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)},$$

$$B_{21}(M, N) = B_{22}(M, N) = B_{23}(M, N) = 0, B_{24}(M, N) = \frac{c \cos(n, \eta)}{i\omega} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)},$$

$$B_{31}(M, N) = B_{32}(M, N) = B_{33}(M, N) = 0, B_{34}(M, N) = \frac{c \cos(n, \vartheta)}{i\omega} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)},$$

$$B_{41}(M, N) = -\frac{i\omega \cos(n, \xi)}{ck_1^2} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)}, B_{42}(M, N) = -\frac{i\omega \cos(n, \eta)}{ck_1^2} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)},$$

$$B_{43}(M, N) = -\frac{i\omega \cos(n, \vartheta)}{ck_1^2} \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)}, B_{44}(M, N) = -\frac{1}{k_1^2} \frac{\partial}{\partial n_N} \left( \frac{e^{ik_0 r}(M, N)}{r(M, N)} \right).$$

შემდგომ  $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$  ფუნქციათა ერთობლიობას ვუწოდებთ ვექტორს და აღნიშნავთ  $\Phi(\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4)$ .

ანალოგიურად,  $\Psi(\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3, \Psi_4)$  არის ვექტორი, რომლის მდგენელებია  $\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3, \Psi_4$ . ვთქვათ,  $A(M, N)$  არის მატრიცი:

$$A(M, N) = \|A_{\alpha, \beta}(M, N)\| = \begin{vmatrix} A_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{44} \end{vmatrix},$$

და  $B(M, N)$  მატრიცი

$$B(M, N) = \|B_{\alpha, \beta}(M, N)\| = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & B_{14} \\ 0 & 0 & 0 & B_{24} \\ 0 & 0 & 0 & B_{34} \\ B_{41} & B_{42} & B_{43} & B_{44} \end{vmatrix}.$$

მაშინ (4.1) გადაიწერება შემდეგი სახით:

$$\Phi(M) + \lambda \int_{T_1} A(M, N) \Phi(N) d\tau_N + \lambda \int_{S_4} B(M, N) \Phi(N) ds_N = \Psi(M). \quad (4.2)$$

(4.2) ფრედჰოლმის მეორე გვარის დატვირთული ინტეგრალური განტოლებაა. იგი შეიძლება ჩაიწეროს ჩვეულებრივი სახით, თუ შემოვიღებთ ახალ გულს და ახალ დიფერენციალს.

ვიგულისხმობთ:  $M \subset T_1 + S_1$ ,

$$K(M, N) = \begin{cases} A(M, N) & \text{თუ } N \subset T_1, \\ B(M, N) & \text{თუ } N \subset S_1, \end{cases} \quad d\omega_N = \begin{cases} d\tau_N, & T_1\text{-ში,} \\ ds_N, & S_1\text{-ზე.} \end{cases}$$



მაშინ (4.2) განტოლება იღებს შემდეგ სახეს:

$$\Phi(M) + \lambda \int_{T_1+S_1} K(M, N) \Phi(N) d\omega_N = \Psi(M). \quad (4.3)$$

ცნობილია, რომ (4.3) განტოლებისათვის გამოიყენება ფრედჰოლმის ჩვეულებრივი თეორია (იხ. [4]).

(1.1) ამოცანის ერთადერთობის თეორემა დამტკიცებულია [5]-ში. ეკვივალენტობის ძალით (4.3<sub>0</sub>) ერთგვაროვან სისტემას:

$$\Phi(M) + \lambda \int_{T_1+S_1} K(M, N) \Phi(N) d\omega_N = 0$$

აგრეთვე აქვს მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნა, ეს კი იმას ნიშნავს, რომ (4.1) სისტემა ამოხსნადია ნებისმიერი მარჯვენა მხარისათვის და არსებობის თეორემა ამით დამტკიცებულია.

რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა

ვ. ი. ლენინის სახელობის

თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 7.5.1953)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Д. Купрадзе. Граничные задачи теории колебаний и интегральные уравнения. Москва, Гостехиздат, 1950.
2. В. Д. Купрадзе. Распространение электромагнитных волн в неоднородной среде. Труды Тбил. математич. института, т. II, 1937.
3. Д. З. Авазашвили. Пространственная задача дифракции монохроматических электромагнитных волн. ДАН СССР, т. 82, № 1, 1952.
4. В. И. Смирнов. Курс высшей математики, т. IV. Москва, Гостехиздат, 1951, стр. 169—170.
5. Д. З. Авазашвили. Теорема единственности электромагнитных уравнений Максвелла в неоднородной бесконечной среде. Труды Тбил. математич. института, т. VIII, 1940.



## ბიოფიზიკა

ა. ლაზი, მ. ქაბულაძე

### ზოგიერთი მონაცემი დედამიწის რეგიონალურ ელექტრულ დენებზე მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ძოწენიძემ 5.5.1953)

თანამედროვე შეხედულების მიხედვით, დედამიწის ელექტრული დენების წარმოშობა და ცვალებადობა გამოწვეული უნდა იყოს როგორც ლითონფეროში, ისე ატმოსფეროში მიმდინარე ფიზიკური და ქიმიური პროცესებით. ეს ელექტრული დენები ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა: ლოკალური ხასიათის დენებად და არასტაციონარული რეჟიმის რეგიონალურ ანუ ტელურულ ელექტრულ დენებად. რეგიონალური დენების ელექტრული ველის ცვალებადი ნაწილი ძირითადად სტრატოსფერული მოვლენებით წარმოიშობა, ლოკალური ელექტრული დენების ველი კი — თვით დედამიწის ქერქში, მის დღიურ ზედაპირზე და ტროპოსფეროში მიმდინარე პროცესებით. ლოკალური ხასიათის ელექტრული დენების წარმოშობასა და რეგიონალური ელექტრული დენების ცვალებადობაზე, სხვა პროცესებთან ერთად, გარკვეულ გავლენას უნდა ახდენდნენ აგრეთვე მეტეოროლოგიური მოვლენებიც. ამიტომ დედამიწის ქერქში არსებული ელექტრული დენების ფიზიკური ბუნების შესწავლისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მეტეოროლოგიური ფაქტორებით გამოწვეული ელექტრული დენების გამოვლინებასა და სხვა დენებიდან მათ გამოყოფას. ამ საკითხის შესახებ უკვე არსებობს რიგი საყურადღებო მოსაზრებანი [1, 2, 3, 4], მაგრამ იგი ჯერ კიდევ შეუსწავლელია.

წინამდებარე სტატიაში განხილულია ჩვენ მიერ სტაციონარული დაკვირვებების დროს შემჩნეული ზოგიერთი ფაქტი მეტეოროლოგიური ელემენტების გავლენისა დედამიწის რეგიონალურ ელექტრულ დენებზე.

1948—52 წლებში ამ დენებზე დუშეთსა და ციხისჯვარში ჩატარებულ დაკვირვებათა მასალების (ელექტროგრამების) განხილვამ და მათმა შედარებამ მეტეოროლოგიურ მონაცემებთან დაგვანახვა, რომ აღნიშნულ დენებზე შესამჩნევ გავლენას ახდენენ ელჰექი, ელჰექური ღრუბლები და ნალექიანობა.

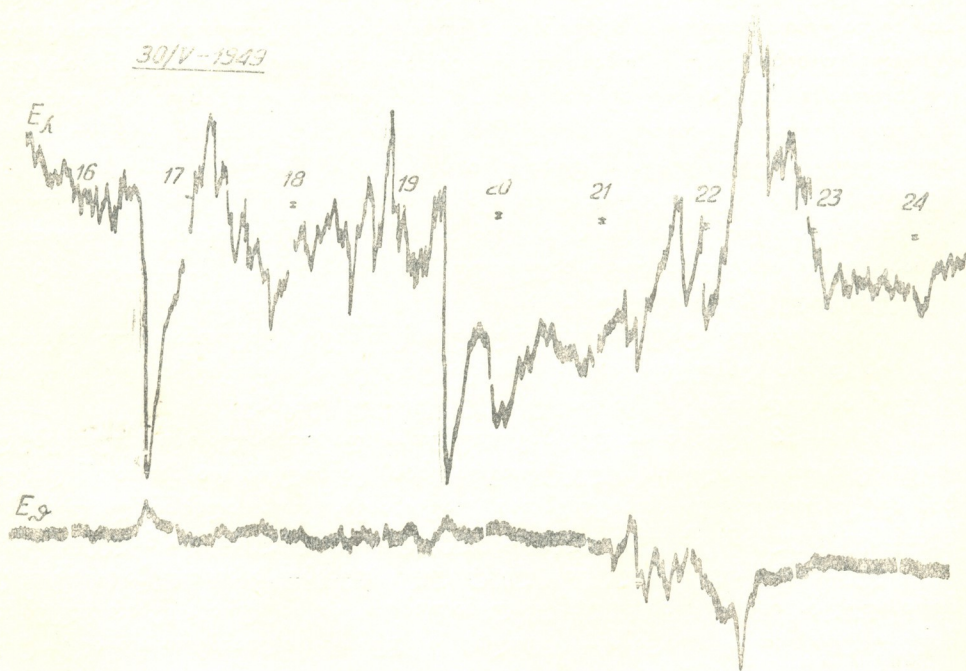
დედამიწის რეგიონალური ელექტრული დენები ხასიათდება როგორც პერიოდული, ისე აპერიოდული ცვალებადობით. მაგნიტურად წყნარ დღეებში მათი ინტენსივობა სხვადასხვა ადგილზე რამდენიმე მილიამპერს არ აღემატება. ამ დენების შესწავლისას უმთავრესად სარგებლობენ ურთიერთმართობული სტაციონარული დანადგარით, რომელიც წარმოადგენს გეოგრაფიული სიგანედისა და სიგრძედის მიმართულებით გატარებულ ხაზებს, შეერთებულს 1,5—2,0 მეტრის სიღრმეზე ჩამოწებულ ელექტროდებთან [5]. პირობით მი-



ღებულა, რომ დენი ითვლება დადებითად, თუ იგი მოძრაობს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ.

ცნობილია, რომ ელქექით გამოწვეულ დენებს მხოლოდ აპერიოდული ცვალებადობა ახასიათებს; ისინი მცირე მონაკვეთში სწრაფად იცვლებიან და მეტად მაღალი ინტენსივობით ხასიათდებიან. ეს განმასხვავებელი ნიშნები უთუოდ გამოყენებული უნდა იქნეს რეგიონალური ელექტრული დენებიდან ელქექით გამოწვეული დენების გამოყოფისას.

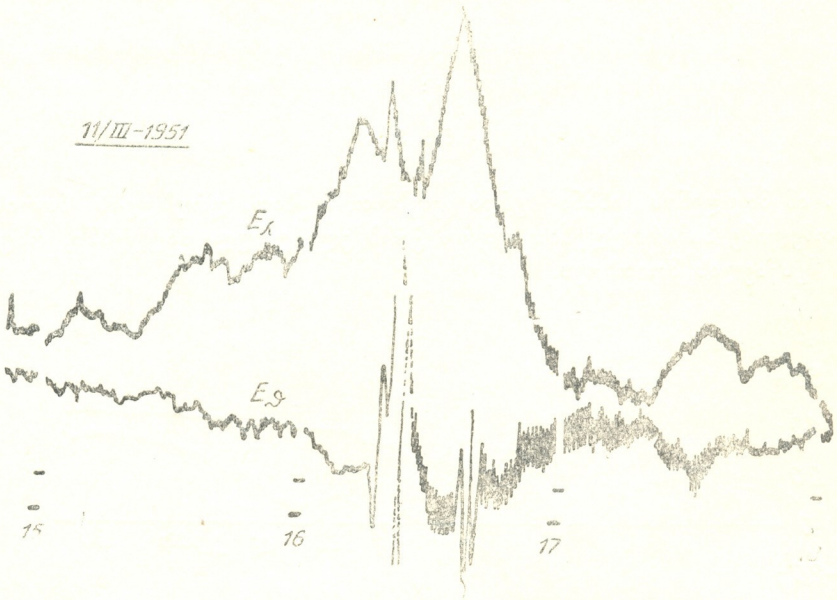
ამ საკითხის შესასწავლად ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ღუშეთის ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურის 1948—51 წლების დაკვირვებათა მასალა, რომელშიც მოცემულია შორეული და მახლობელი ელქექების დაწყებისა და დამთავრების დრო, მათი პირველად გამოჩენის მხარე და ელქექის მოძრაობის მიმართულებები. ხსენებული პერიოდის განმავლობაში ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურის მიერ აღნიშნულია 215 ელქექი, რომელთაგან, შესაბამისი ელექტროგრამების უქონლობის გამო, ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა მხოლოდ 144 შემთხვევა. ამ მასალის განხილვამ დაგვანახვა, რომ ყველა მახლობელი ელქექი გავლენას ახდენს დედამიწის ელექტრული დენების ჩანაწერებზე, ხოლო 136 შორეული ელქექიდან 40-ის გავლენა ჩანაწერებზე არ აღინიშნა. მიუხედავად იმისა, რომ ოროტოპოგრაფიული პირობების გამო ღუშეთის ჰიდრო-



ნახ. 1

მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა მოედნიდან დასავლეთისა და სამხრეთის მიმართულებით შორეული ელქექები უფრო დიდ მანძილებზე შეიმჩნე-

ვა, ვიდრე სხვა მიმართულებით, მაინც ჰორიზონტის მხარეთა მიხედვით მათი გავლენა ელექტროგრამებზე შემდეგ სურათს იძლევა: აღმოსავლეთის—69,0%, დასავლეთის—83,7%, ჩრდილოეთის—52,9%, სამხრეთის—85,0%, სამხრეთ-აღმოსავლეთის—77,8%. ამრიგად, დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას, რომ დასავლეთისა და სამხრეთის ელქეების გავლენა გაცილებით მეტია, ვიდრე აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთისა, რაც, ჩვენი აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს დაკვირვების რაიონის გეოელექტრული არაერთგვაროვნობით.



ნახ. 2

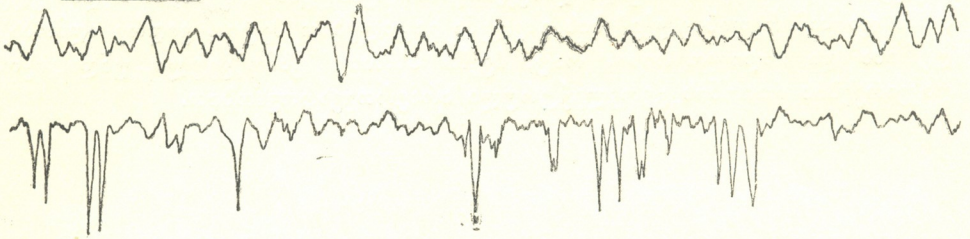
ნახ. 1 და 2 მოცემულია ელქეის გავლენა დედამიწის რეგიონალური დენების აღმოსავლეთის ( $E_{\lambda}$ ) და ჩრდილოეთის ( $E_{\phi}$ ) მდგენელებზე როგორც ელექტრომაგნიტურად შეშფოთებული (ნახ. 1), ისე წყნარი (ნახ. 2) დღისათვის. ნახ. 1-ზე 21 საათიდან 23 საათამდე აღნიშნული რხევები გამოწვეულია როგორც ელქეით, ისე ელექტრომაგნიტური შეშფოთებებითაც, 16 საათიდან 21 საათამდე კი მარტო ელექტრომაგნიტური შეშფოთებებით. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ელქეით გამოწვეული შეშფოთებები თითქმის არ განსხვავდება რეგიონალური ხასიათის ელექტრომაგნიტურ შეშფოთებათაგან. ამიტომ მათი განცალკევება შეუძლებელია დედამიწის ელექტრულ დენებზე და ელქეის მოვლენებზე ერთდროული დაკვირვებების გარეშე. ნახაზებიდან ჩანს აგრეთვე, რომ ელქეის დაცლების დროს წარმოშობილი მაღალი სიხშირის იმპულსების ჩაწერა ჩვენი დანადგარით არ ხერხდება.

დაკვირვებათა მასალის ანალიზმა ცხადყო, რომ ელქეის გავლენა  $E_{\phi}$ -ზე უფრო ხშირია, ვიდრე  $E_{\lambda}$ -ზე. ასე, მაგალითად, ელქეის 104 შემთხვევიდან  $E_{\phi}$ -ზე აღინიშნა ყველა, ხოლო  $E_{\lambda}$ -ზე მარტო 71, მაშინ როდესაც რეგიონ-



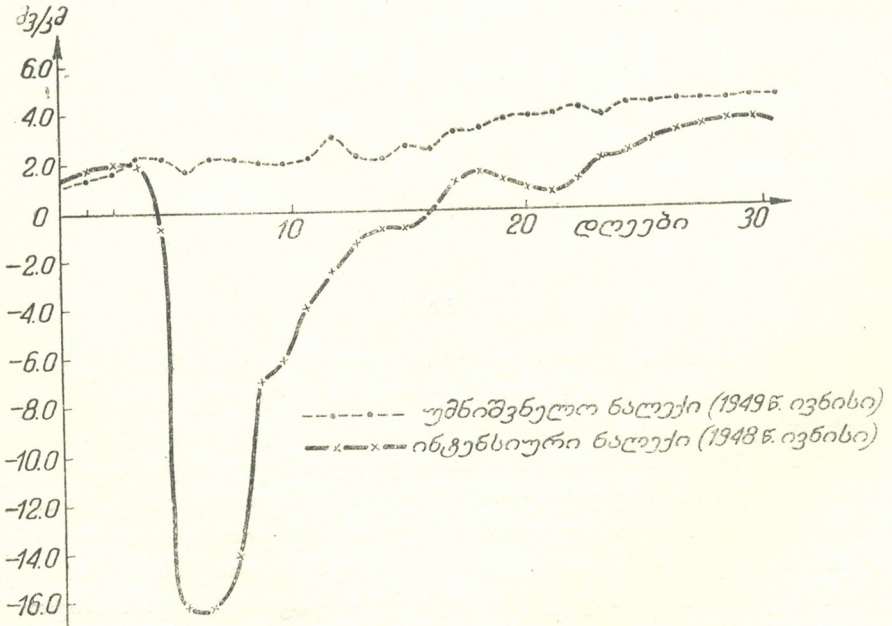
ნალური ხასიათის ელექტრომაგნიტური შემფოთებები და მცირეამპლიტუდიანი რხევები  $E_{\lambda}$ -ზე უფრო ინტენსიურად და მკაფიოდ არის გამოსახული, ვიდრე

24/III-1952



ნახ. 3

$E_{\lambda}$ -ზე. ამ მოვლენის ახსნა უნდა ვეძებოთ, ალბათ, ღრუბლებს შორის ერთი რომელიმე მიმართულებით უფრო ჭარბ ელექტრულ დაცლებში, რაც შემდგომ შესწავლას მოითხოვს.



ნახ. 4. დედამიწის ელექტრული დენების  $E_{\lambda}$  მდგენელის პოტენციალთა გრადიენტების საშუალო დღეღამურ მნიშვნელობათა ცვალებადობის მრუდები

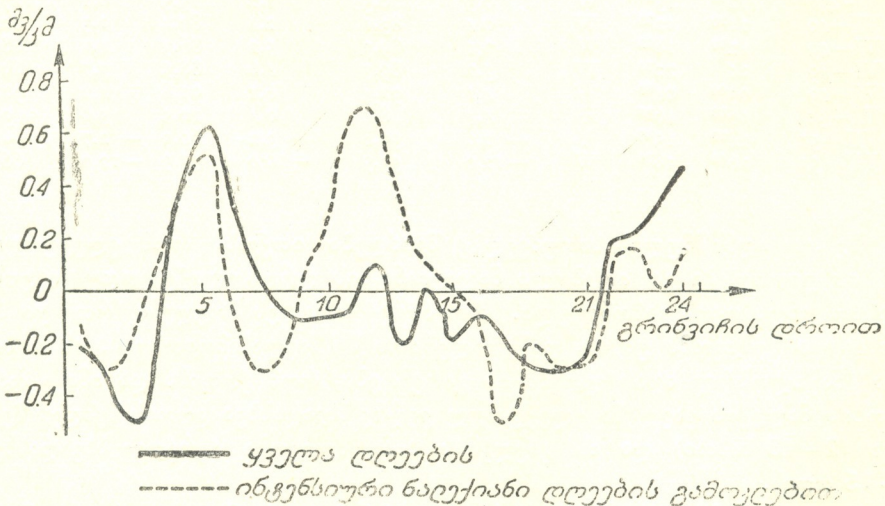
თანდართულ ცხრილში მოცემულია  $E_{\lambda}$ -სა და  $E_{\beta}$ -ს საშუალო საათობრივი მნიშვნელობები: ელქექის დროს, მის დაწყებამდე და დამთავრების შემდეგ. ამავე ცხრილიდან და ნახ. 2-დან ჩანს, რომ დასავლეთის ელქექის დროს  $E_{\lambda}$ -ს მნიშვნელობა იზრდება,  $E_{\beta}$ -სი კი მცირდება; აღმოსავლეთის ელ-



ქეჩის შემთხვევაში ადგილი აქვს შებრუნებულ სურათს. ჩვენ მიერ განხილული პერიოდისათვის ეს გავლენა ცვალებადობს 1-დან 6 მილივოლტამდე. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ელქეჩის გავლენით იცვლება დედამიწის რეგიონალური დენების მიმართულებაც.

1952 წლის ზაფხულში ჩატარებული ექსპერიმენტული სამუშაოებით გამოირკვა, რომ მოკლეპერიოდიან შემფოთებებს იწვევენ აგრეთვე ელქეჩური ღრუბლები. ნახ. 3-ზე მოცემულია ელქეჩური ღრუბლებით გამოწვეული მოკლეპერიოდიანი ვარიაციები, რომლებსაც ამავე მგრძობიარობის მქონე თვითმწერი ხელსაწყო ჩვეულებრივ პირობებში არ გვიჩვენებს.

დედამიწის ელექტრულ დენებზე ნალექიანობის გავლენის შესწავლის მიზნით ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა დუშეთის, თბილისის, ფასანაურისა და ბაკურიანის ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურების სათანადო მონაცემები 1948—1952 წლის პერიოდისათვის. გამოირკვა, რომ თუ ერთი ან რამდენიმე დღის განმავლობაში ნალექის რაოდენობა არ აღემატება 30—35 მმ, მაშინ აღნიშნული გავლენა არ შეიმჩნევა, ხოლო თუ ნალექის რაოდენობა 40 მმ-ზე დიდია, მაშინ იგი საგრძნობ გავლენას ახდენს  $E$  მდგენელზე, რომლის საშუალო დღელამური მნიშვნელობები მკვეთრად ეცემა (იხ. ნახ. 4). ეს დაცემა ზოგ შემთხვევაში რამდენიმე ათეულ მილივოლტს აღწევს და დამოკიდებულია ნალექის ინტენსივობაზე.



ნახ. 5. დედამიწის ელექტრული დენების  $E$  მდგენელის საშუალო დღელამური სვლის მრუდები (ივნისი, 1952)

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ის გარემოება, რომ როგორც დუშეთის, ისე ციხისჯვარის მონაცემების მიხედვით ნალექიანობა იწვევს მხოლოდ  $E$  მდგენელის მნიშვნელობათა ცვალებადობას,  $E$  მდგენელზე კი ის გავლენას არ ახდენს. ჩვენ მიერ შემჩნეულია, რომ გადიდებული ნალექიანობა მხო-





ლოდ მაშინ მოქმედებს, როდესაც ნალექები დიდ ტერიტორიას მოიცავს, ე. ი. როცა ნალექი თბილი ფრონტის ან თბილი ოკლუზიის შემოჭრითაა გამოწვეული. ადგილობრივი ხასიათის დიდი ინტენსივობის ნალექი კი არ იწვევს ელექტური დენების ნორმალური სვლის შეცვლას.

ცხრილი 1

El და Eფ მნიშვნელობები ელექტის დაწყებამდე, ელექტის დროს და მისი დაძთავრების შემდეგ

თარიღი	ელექტები		მნიშვნელობა მნიშვნელობის ელექტის	მნიშვნელობები ელექტის დაწყებამდე		მნიშვნელობები ელექტის დროს		მნიშვნელობები ელექტის შემდეგ	
	დაწყება	დაძთავრება		El	Eფ	El	Eფ	El	Eფ
7/V-48	13 <sup>15</sup>	14 <sup>30</sup>	W	- 1,3	—	— 0,9	—	— 1,1	—
9/V-48	15 <sup>35</sup>	21 <sup>00</sup>	E	0,0	32,0	— 1,8	38,0	—	33,1
31/V-48	11 <sup>25</sup>	15 <sup>50</sup>	E	0,8	35,6	— 0,2	36,5	1,5	35,9
5/VI-48	12 <sup>40</sup>	13 <sup>30</sup>	E	1,9	49,6	— 4,0	53,3	3,2	49,6
13/VI-48	11 <sup>45</sup>	14 <sup>40</sup>	W	- 1,4	57,6	0,1	56,9	- 1,4	- 57,6
18/VI-48	14 <sup>45</sup>	20 <sup>23</sup>	W	1,9	64,0	3,5	59,6	0,9	66,3
29/VI-48	14 <sup>30</sup>	16 <sup>50</sup>	E	6,7	37,5	4,6	39,2	7,6	38,5
31/VIII-48	06 <sup>38</sup>	08 <sup>30</sup>	E	6,7	39,2	5,8	40,4	6,1	39,8
3/IX-48	05 <sup>45</sup>	07 <sup>55</sup>	W	6,8	38,8	7,7	38,3	6,1	38,8
1/X-48	15 <sup>00</sup>	16 <sup>30</sup>	W	2,3	42,0	2,9	41,4	1,3	43,4
17/V-49	12 <sup>18</sup>	13 <sup>50</sup>	W	0,3	126,5	1,2	125,5	0,1	127,5
6/VI-49	11 <sup>30</sup>	12 <sup>30</sup>	W	0,4	83,1	2,4	82,4	1,5	82,8
21/VI-49	12 <sup>40</sup>	18 <sup>03</sup>	W	2,1	89,3	5,2	86,3	4,1	88,7
21/VI-49	21	22 <sup>10</sup>	W	3,2	89,3	4,6	88,5	3,7	89,4
29/VI-49	03 <sup>00</sup>	04 <sup>00</sup>	W	4,1	92,4	6,1	91,8	4,2	92,1
11/III-51	16 <sup>40</sup>	16 <sup>45</sup>	E	4,4	8,4	0,4	10,5	5,0	9,7
6/VII-51	14 <sup>05</sup>	15 <sup>47</sup>	E	- 2,0	59,8	- 3,2	60,3	- 2,7	—
10/VII-51	16 <sup>44</sup>	18 <sup>20</sup>	W	- 12,0	55,9	- 10,0	55,3	- 12,0	66,0

ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ელექტრული დენების ცვლილება გადიდებული ნალექიანობის დროს ელექტროდული ეფექტით არ უნდა იყოს გამოწვეული. როგორც ჩანს, ეს მოვლენა რთული ბუნებისაა და შემდგომს უფრო დაწვრილებითს შესწავლას მოითხოვს. ამ მოსაზრებას ნაწილობრივ ადასტურებს ის გარემოება, რომ ერთისა და იმავე რაოდენობის ნალექის გავლენა ელექტრულ ველზე სხვადასხვა დროის შემდეგ შეიმჩნევა (2—48 საათი) და ამ გავლენის ხანგრძლივობა აგრეთვე სხვადასხვაა (5—15 დღე).

დაკვირვებებმა და გამოთვლებმა დაგვანახვა, რომ გადიდებული ნალექიანობა იწვევს არა მარტო El-ს საშუალო დღეური და საშუალო თვიური მნიშვნელობების ცვალებადობას, არამედ ის ამახინჯებს აგრეთვე ამ მდგენელის საშუალო დღეღამური სვლის ვარიაციის მრუდს, განსაკუთრებით დღის მეორე ნახევარში (იხ. ნახ. 5).

## დასკვნები

1. ელქექის მოვლენები იწვევენ დედამიწის რეგიონალური ელექტრული ველის შემფოთებებს, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ამ დენების ელექტრული ველის ცვლადი ნაწილის შესწავლისას;

2. დასავლეთის ელქექის დროს  $E_{\lambda}$ -ს მნიშვნელობა იზრდება,  $E_{\theta}$ -ის კი ეცემა, ხოლო აღმოსავლეთის ელქექისათვის პირიქით ხდება;

3. გეოლოგიურ ძიებაში დედამიწის რეგიონალური ელექტრული დენების გამოყენებისას ყურადღება უნდა მიექცეს ელქექური დრუბლებით გამოწვეული მოკლებერიოდინი ვარიაციებისა და იმპულსების გამოყოფის საკითხს;

4. გადიდებული ნალექიანობით გამოწვეული ელექტრული დენების საფუძვლიანი შესწავლა დიდად შეუწყობს ხელს დედამიწის რეგიონალური ელექტრული დენების გამომწვევი მიზეზებისა და მისი ფიზიკური ბუნების შესწავლის საქმეს. კერძოდ ამ დენების ვარიაციების შესწავლა და მათი აბსოლუტური მნიშვნელობების გამოყენება დედამიწის ქერქის აღნაგობის შესწავლის დროს შეუძლებელია, თუ მხედველობაში არ იქნა მიღებული ნალექიანობით გამოწვეული ცვლილებები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.5.1953)

## დავოწმებული ლიტერატურა

1. П. Н. Тверской. Курс геофизики. ГОНТИ, М., 1939.
2. А. П. Краев. Основы геоэлектрики, т. I, Л., 1951.
3. П. Бахметьев. Земные электрические токи. Журн. Русского физико-химического общества, т. XXVI, вып. № 1 и № 3, 1894.
4. П. Бахметьев и Н. Пенчев. Электрические токи просачивания. Журн. Русского физико-химического общества, т. XXVI, вып. № 5, 1894.
5. В. В. Кебуладзе и А. В. Бухникашвили. К вопросу об организации наблюдений суточных и короткопериодных вариаций земных токов в Душети (Грузинская ССР). Известия Академии Наук СССР, серия географическая и геофизическая, т. XIII, № 5, 1949.



ტექნიკა

## ბ. ფიცხელაური

ვულკანური ტუფების თვისებათა შესწავლა და მათი გამოყენება  
 ზიქურტიანი დეკორატიული ფილების მისაღებად

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა რ. აგლაძემ 10.4.1953)

თანამედროვე გიგანტური მშენებლობანი ჩვენს სამშობლოში განსაკუთრებულ მოთხოვნილებას აყენებს დეკორატიულ მოსაპირკეთებელ მასალაზე.

ამ მხრივ ჩვენი მრეწველობა დიდად ჩამორჩება გაზრდილ მოთხოვნილებას როგორც ოდენობით, ისე მხატვრული მრავალსახეობით.

მოსაპირკეთებელ ნაკეთობათა მრეწველობის სწრაფმა გაზრდამ უზრუნველყო მოსკოვის მეტროპოლიტენისა და მრავალსართულიან შენობათა განსაცვიფრებელი სილამაზით მოპირკეთება.

საქართველოს ვულკანურ ტუფებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ, როგორც მოსაპირკეთებელ მასალას. მიუხედავად ამისა, ხშირად უკვე დახერხილი ფილის თითქმის 50% მონარჩენად მიდის ჩამონათლისა და ჩამონატეხის სახით, ხოლო აფეთქებით ამოღება ასუსტებს ქვის სტრუქტურას და ხშირად შეუძლებელსა ხდის ლოდის ეფექტიან სურათოვან ფილებად დახერხვას.

ჩვენი ტუფების რაციონალურად და სისრულით გამოყენება გადაუღებელი ამოცანაა.

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სილიკატური კათედრა და თბილისის სამხატვრო აკადემიის კერამიკის კათედრა აწარმოებენ კვლევა-ძიებას და ცდებს ტუფების მოჭიქურებაზე 1928 წლიდან იმ მიზნით, რომ მიღებულ იქნეს მაღალი ღირსების მოსაპირკეთებელი სამშენებლო მასალა.

დღევანდლამდე შესწავლილ ან გამოცდილ იქნა ბოლნისის ტუფი, არტიკის ტუფი, ჟონეთის ტუფი, თეძამის ტუფი, ლენინაქანის შავი და წითელი ტუფები და ვანათის ტუფი.

საკითხის ტექნიკური აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ ტუფების მექანიკური და თერმულ-ქიმიური დამუშავებით (მოჭიქურებით) მივიღოთ ტექნიკურად, ეკონომიურად და მხატვრულად ეფექტიანი ახალი მოსაპირკეთებელი მასალა.

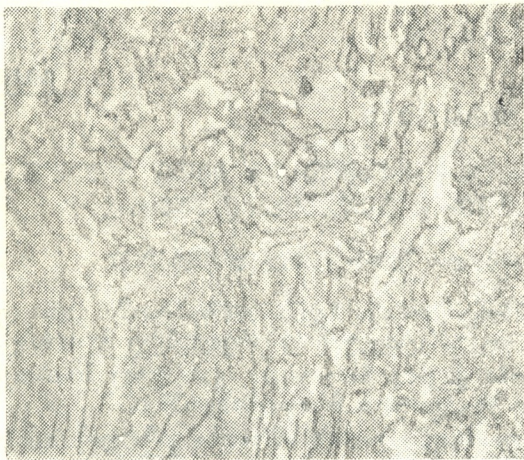
თანამედროვე პრაქტიკაში ხმარებულ მოსაპირკეთებელ მასალებს ის ნაკლები აქვთ, რომ საჭიროებენ რთულ ტექნოლოგიურ პროცესს (კერამიკული ნაკეთობა). სხვა შემთხვევაში მოსაპირკეთებელი მასალის ტექნიკური და მხატვრული ეფექტიანობა არ არის ხანგრძლივი (მარმარილოები, კირქვები). ზოგი მათგანის მექანიკური დამუშავება ძლიერ ძვირი ჯდება (გრანიტები და სხვ.). ეს და სხვა მიზეზები ძლიერ ზღუდავენ მოსაპირკეთებელი სამშენებლო მასალების ფართოდ გავრცელებას.

ჯერ კიდევ 1928 წელს ჩვენ მიერ არტიკის ტუფზე ჩატარებულმა ცდებმა (მაშინ სხვა ტუფები არ იყო ხმარებაში) დაგვანახვა, რომ მისი თერმული დამუშავებით შესაძლებელია სრულიად სახემეცვლილი მოსაპირკეთებელი მა-





სალა მივიღოთ, ვიდრე ეს აქვს ტუფს ნელ მდგომარეობაში. ეს მიღწეულია იქნა არტიკის ტუფის მოჭიქურებით და ე. წ. ანგობირებით.



სურ. 1. ბოლნისის ტუფის მოჭიქურებული ფი-  
ლი ზომით  $60 \times 40 \times 4,5$  სმ

ცნობილია, რომ კერამიკულ მოსაპირკეთებელ ფილებს ორჯერი გამოწ-  
ვა სჭირდება, ხოლო მოხატულს მესამე, საღებავიანი გამოწვაც. თვით ტუფის  
ფილების დახერხვა, როგორც ცნო-  
ბილია, სავსებით ადვილია თანა-  
მედროვე ქვის სახერხი მექანიზ-  
მების საშუალებით. გამოწვის  
ტემპერატურა ამ შემთხვევაში  
 $900^{\circ} - 950^{\circ}$  იყო.

შემდეგი ცდა შეეხო თეძა-  
მის ტუფს. ჩვენ მიერ ჩატარებულ-  
მა ცდებმა სავსებით დამაკმაყო-  
ფილებელი შედეგები მოგვცა მცი-  
რე ზომის ფილებზე; შესაძლებელია  
შემდომმა კვლევამ დადებითად  
გადასწყვიტოს თეძამის ტუფიდან  
მოზრდილი ზომის ფილების მიღე-  
ბის საკითხი, თუმცა ტუფის ჰარ-  
ბი ფორიანობა და გამოწვითი  
მძლავრი ჩაჯდომა გართულებს  
დიდი ზომის ფილების მიღებას.

უკანასკნელ წლებში ჩვენ  
ემუშაობდით ბოლნისის ტუფის, როგორც მოსაპირკეთებელი მასალის, გარე-  
განი ეფექტის გაძლიერებაზე. ბოლნისის ტუფს, როგორც ცნობილია, დიდად

ანგობმა („წერნაქმა“) დაფარა არტიკის ტუფის ზედაპირი და შექმნა მოსა-  
ხატავი ფონი, ხოლო ზემო-  
დან გადავლებულმა გამჭვირ-  
ვალე ქიქურმა ფილის ზედა-  
პირს სარკისებური სიკრია-  
ლე მისცა. ჩვენ მიერ ნაცა-  
ლი იყო აგრეთვე ამ ფილე-  
ბის მოხატვა. აღსანიშნავია,  
რომ მზა ფილის მიღება შე-  
საძლებელი გახდა ერთჯერი  
გამოწვით, რაც დიდად აი-  
აფებს და ამარტივებს არტი-  
კის ტუფიდან მოსაპირკეთე-  
ბელი ფილების მიღების ტექ-  
ნოლოგიურ პროცესს.



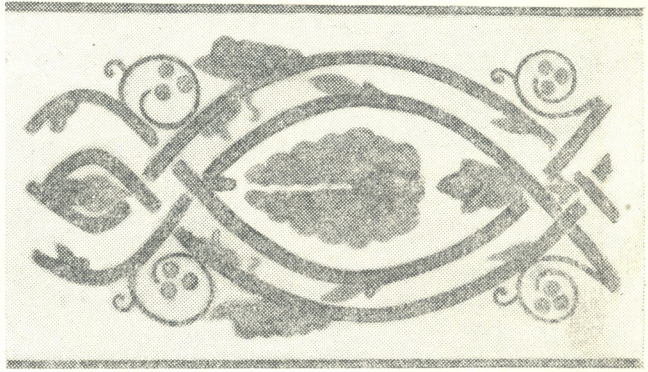
სურ. 2. არტიკის ტუფის ანგობირებული და  
მოჭიქურებული ფილები ზომით  $60 \times 35 \times 5$  სმ



გამომეტყველი დეკორატიული ზედაპირი აქვს გახეხვის შემდეგ. ჩვენ განვიზრახეთ ამ ტუფის ბუნებრივად შეღებული ძარღვების შეფერილობის უფრო გაძლიერება. ეს მიღწეულ იქნა ბოლნისის ტუფის გამოწვით და ქიქურის გადაკვრით 950° პირობებში.

მოქიქურებამ ბოლნისის ტუფის ბუნებრივი მოხატულობა დიდად გააძლიერა და გაამრავალფერადა. ფილმა მთლიანად მოწითალო კოლორიტი მიიღო გარდამავალ შეფერილობათა უთვალავი ნიუანსით.

მოქიქირებულ ბოლნისის ტუფს ის უპირატესობა აქვს პოლირებულ მარმარილოსთან, რომ ეს უკანასკნელი რამდენიმე წლის განმავლობაში თანდათან კარგავს სიკრიალეს, მაშინ როდესაც ბოლნისის ტუფის ქიქურიანი ზედაპირი შეიძლება „უკვდავად“ ჩაითვალოს, განსაკუთრებით მშრალ პირობებში. ცნობილია, რომ ბოლნისის ტუფი არ პოლირდება მექანიკური გზით. მისი „პოლირება“ შესაძლებელია მხოლოდ მოქიქურებით. ამ ტექნიკით ეს დიდად დეკორატიული მოსაპირკეთებელი მასალა მიღებულ იქნა დიდი ზომის ფილების (40×60×4 სმ) სახით.



სურ. 3. არტიკის ტუფის ანგობირებული და მოქიქურებული ფილები ზომით 60×35×5 სმ

ეს ფილები წარმატებით შეიძლება ხმარებულ იქნეს შენობათა შიგნით და გარეთ მოპირკეთებისათვის, მონარჩენები—საყოფაცხოვრებო ნაკეთობის დასამზადებლად (საწერი გარნიტური, ელექტროლამპის სადგამები, მაგიდის თავები, პირსახელების ფილები და სხვ.). მუშაობას ვაწარმოებდით იმ მიმართულებითაც, რომ გამოყენებული ყოფილიყო ქვის ლოდების გახეხვის დროს მიღებული დიდი ოდენობა (20%) ფქვილისა, აგრეთვე საბადოზე და მშენებლობაზე დარჩენილი ხრეში. ამ ფქვილისაგან ზოგიერთ თიხასთან ერთად შივილეთ დამაკმაყოფილებელი ნიმუშები იატაკის (მეტლახის) ფილებისა.

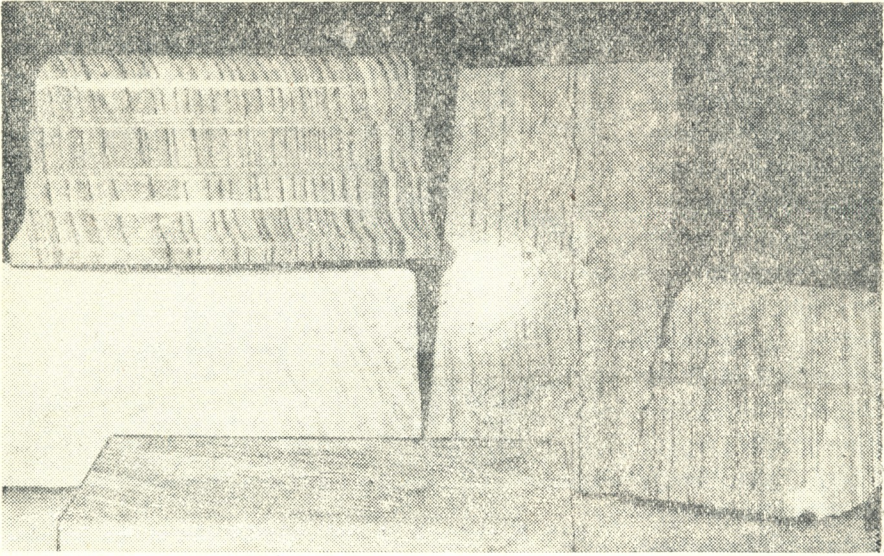
ბოლნისის ტუფიდან მოქიქურებული დეკორატიული ფილების წარმოება შეიძლება უკვე ათვისებულ იქნეს მრეწველობის მიერ.

ჩვენი შესწავლის საგანია აგრეთვე საქართველოს სხვა ტუფები. ყონეთის ტუფის მოქიქურებამაც კარგი შედეგი მოგვცა: მიღებულ იქნა მცირე ზომის (5×12 სმ) მოქიქურებული დიდად დეკორატიული მოსაპირკეთებელი ფილები. აღსანიშნავია, რომ ყველა ტუფს გამოწვის მეოხებით უძლიერდება მექანიკური სიმკვრივე როგორც წნევაზე, ისე წყვეტაზე.

შესწავლის სტადიაშია აგრეთვე ლენინაკანის შავი და მოწითალო ტუფები.

უკვე მიღებული შედეგები აქაც დამაკმაყოფილებელია. ამ მიმართულებით ღღევანდელი ჩვენი მუშაობა იმაში მდგომარეობს, რომ ამ ორი უკანასკნელი ტუფიდან დავამზადოთ დიდი ზომის მოქიქურებული ფილები. ხმარებული იქნება მოხატვისა და მოქიქურების სხვადასხვა ტექნიკა.





სურ. 4. ბოლნისის ტუფის მოჭიქურებული ფილები და თალის ქვები

### ჭიქურები ტუფების ფილებისათვის

შესწავლილი ფილებისათვის სახმარი ჭიქურების შედგენილობა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები თვით ფილების ქიმიური შედგენილობით, მათი ფიზიკური და ტექნოლოგიური თვისებებით განისაზღვრება.

ამის გამო საჭირო ხდება წინასწარ შესწავლილ იქნეს ყოველი ცალკეული ტუფის ქიმიური შედგენილობა, პეტროგრაფიული ანალიზი, ფოროვანობა, ლლობისა და შეცხობის ტემპერატურა, ჩაჯდომა გამოწვის სხვადასხვა სტადიაზე, ნედლი და გამომწვარი ტუფების მექანიკური სიმაგრის გამოცდა ფენობრივი სტრუქტურის მიხედვით. საჭიროა შესწავლილ იქნეს აგრეთვე დეფორმაცია გამოწვის დროს იმავე ფენობრივი სტრუქტურის მიხედვით.

საყურადღებოა ტუფების ფილების თბოგამტარობა ნედლ და გამომწვარ მდგომარეობაში, ელექტროიზოლაციის უნარი, თერმული შდგრადობა და სხვა.

ამის შემდეგ ჭიქურების შერჩევა შეიძლება უფრო მიზანშეწონილად ვაწარმოოთ, ე. ი. მივილოთ ტექნიკურად, მხატვრულად და ეკონომიურადაც უფრო სრულფეჰტიანი ფილები.

ტუფის დამუშავების უკანასკნელი სტადია—მოჭიქურება—დამოკიდებულია ტუფების ლლობის ტემპერატურაზე. ჭიქურის ლლობის ტემპერატურა თვით ტუფის ლლობის ტემპერატურაზე  $150^{\circ}$ — $200^{\circ}$ -ით უფრო დაბალი უნდა იყოს. ამის გამო გამორკვეულ იქნა ტუფების ლლობისა და ცხობის ტემპერატურები.

წარმოდგენილი ანალიზებიდან ირკვევა, რომ ტუფების ქიმიური შედგენილობა, თუ მხედველობაში აო მივიღებთ ვანათის ტუფს, არსებითად არ იცვლება. შედარებით საგრძნობლად მერყეობს  $\text{CaO}$  ს,  $\text{K}_2\text{O}$  და  $\text{Na}_2\text{O}$ -ს ოდენობა, რაც, ამ შემთხვევაში, განსაკუთრებით იწვევს ლლობისა და შეცხობის ტემპერატურების განსხვავებას ტუფებს შორის.



ტუფების ლღობისა და შეცხოვის ტემპერატურა

თერმული გამოცდა	ბოლნისის ტუფი	ვანათის ტუფი	თეძამის ტუფი	ჟონეთის ტუფი	არტიკის ტუფი	ლენინაკანის ყვითელი ტუფი	ლენინაკანის შავი ტუფი
ლობა	1320°	1210°	1150°	1250°	1180°	1120°	1160°
შეცობა	1130°	1125°	1010°	1120°	1110°	1060°	1010°

ამ ცხრილიდან ირკვევა, რომ ყველა ტუფს შეცხოვის და ლღობის მოკლე ტემპერატურული ინტერვალი აქვს.

თერმული გამოცდის შედეგები სავსებით შეესაბამება ტუფების ქიმიურ შედგენილობას (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

	ბოლნისისის ტუფი %/0-ით	თეძამის ტუ- ფი %/0-ით	ჟონეთის ტუფი %/0-ით	არტიკის ტუ- ფი %/0-ით	ვანათის ტუ- ფი %/0-ით
SiO <sub>2</sub>	66—75	66,15	62,30	64,85	47,73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12—16	15,00	14,91	16,95	25,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1—4	3,40	3,02	3,95	10,73
CaO	0,7—3,7	2,36	1,48	2,86	11,62
MgO	0,13—0,3	1,06	0,21	0,31	0,32
SO <sub>2</sub>	0,13—0,25	0,86	0,44	0,49	კვლი
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	1,25—3,45	1,85—2,74	2,36 (სხვ.)	—	—
გ. წ.	2,45—3,16	6,04	3,65	0,34	3,10

ტუფების ძირითადი ტექნიკური მაჩვენებლები

ცხრილი 3.

ტექნიკური მაჩვენებლები	ბოლნისის ტუფი	თეძამის ტუფი	ჟონეთის ტუფი	არტიკის ტუფი	ვანათის ტუფი
1. მოცულობითი წონა	2,04—2,28	1,3	2,33		1,54
2. წყლის შთანთქვა %-ით	3,5—6,6	12,40—18,5	1,7—7,4		16,07—18,63
3. ფორიანობა %-ით	13,0—22,5	40—12	4—8,3		30,08—33—06
4. ყინვაგამძლეობა—17°-ზე 15-ჯერ	გაუძლო	სუსტი	სუსტი		16,52—18,33
5. მექანიკური წინააღობა წნევაზე კგ/სმ <sup>2</sup>	403—1229	90	131—430		კარგი 15×15
6. მინერალური სიმაგრე მოსის სკალით	3—4	2	3		93—43 64—26 3

შენიშვნა: § 3. ნაწევარში მრიცხველია ახდელი ფორები, მნიშვ.—დახურული; § 5. მრიცხვ.—მშრალის, მნიშვ.—გაყენთილი ნიმუშისა.

დიდი ტექნოლოგიური მნიშვნელობისაა საკითხი: როგორ იცვლება ტუფების გამოწვითი ჩაჯდომა, ფორიანობა და წყლის აღების უნარი ტემპერატურის აწევასთან დაკავშირებით.

ამ მიზნით ჩატარებულმა ცდებმა ასეთი შედეგები მოგვცა (იხ. ცხრ. 4):





ცხრილი 4

ტუფების დასახელება	გამოწვეთი ჩაჯდომა ტემპერატურის დროს %/ც-ით				სრული ფორიანობა გამოწვევის შემდეგ %/ც-ით				წყლის ალება გამოწვევის შემდეგ %/ც-ით					
	800°	900°	1000°	1100°	ბუნებრივი	800°	900°	1000°	1100°	ბუნებრივი	800°	900°	1000°	1100°
ბოლნისის	0	1,2	2,44	4,01	9,2—22,5	11—22,5	11—22,5	10—20,2	9,4—18	3,5—6,6	5—8,2	6,1—8,4	5,8—6,2	3,1—4,22
თეძამის	4,17	8,14	12,66	18,72	—	—	—	—	—	3,8	26,2	14,41	3,33	2,11
წონეთის	0	1,24	2,89	4,96	—	—	—	—	—	6,70	6,9	8,21	4,04	1,91
განათის	0,8	2,00	4,01	6,75	—	—	—	—	—	8—45	9—10	10,06	4,51	1,98

მე-4 ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველაზე ადრე გამოწვეითი ჩაჯდომა თეძამის ტუფმა გამოავლინა და შემდგომ აწეულ ტემპერატურებშიც მან მაქსიმალურ ჩაჯდომას მიაღწია თანაბარი ტემპერატურის პირობებში.

სხვა ტუფებთან შედარებით ბოლნისის ტუფმა უფრო მეტი ცეცხლგამძლეობა გამოიჩინა (1320°) და გამოწვეითი მცირე ჩაჯდომა (1,2%) მხოლოდ 900° დროს შეემჩნა.

ამ მაჩვენებლების მიხედვით შეგვიძლია დავადგინოთ ცალკელი ტუფების გამოწვევის ზედა ზღვრული ტემპერატურა: ბოლნისის ტუფისათვის—1100°, თეძამის ტუფისათვის—900°, ჟნეთის ტუფისათვის—1000°, ვანათის ტუფისათვის—900°.

აღნიშნული ტუფების ამაზე მეტ ტემპერატურაზე გამოწვევა დაუშვებელია ფილების წარმოების დროს, რადგანაც შემდგომი აწეული ტემპერატურა გამოიწვევს ფილების დეფორმაციას.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ამ ტუფებიდან არ მოხერხდება შემცხვარ კეციან ნაკეთობათა მიღება, თუ მათ არ დაემატა დაბალი ცეცხლგამძლე თიხა.

ამრიგად, ხსენებული ტუფებიდან უდანამატებოდ შეიძლება მივიღოთ მხოლოდ ფოროვანმასიანი ფილები. საერთოდ, კერამიკის ტექნოლოგიაში არც ათის ცნობილი საკედლე კერამიკის ფილები შემცხვარი კეციით.

ხსენებული მიზეზის გამო აღნიშნული ტუფები გამოცდილ იქნა იატაკის ფილების მიღების მიზნით საქართველოს სხვადასხვა თიხებთან ერთად. ეს საკითხი სპეციალური კვლევის საგანს შეადგენს, რომლის შესახებაც ცალკე იქნება ლაპარაკი. ტუფების ძირითადი ტექნიკური თვისებების შესწავლის შემდეგ ჩატარდა ცდები მათ მოსაჭიქურებლად.

ტუფის საკედლე ფილების უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ ეს ფილები შეიძლება დამზადდეს დიდი ზომის (70×70×4 სმ), [რაც ადვილებს მათ წყობას კედელზე და ამ ფილების საწარმოებლად საკმაოა ერთჯერი კიქურიანი გამოწვევა, მაშინ როდესაც კერამიკული ფილებისათვის აუცილებელია ორჯერი გამოწვევა. ტუფის სა-



კედლე ფილების წარმოებას მხოლოდ ერთი სირთულე აქვს. ესაა დახერხვის ტექნიკა. მაგრამ თუ მხედველობაში მივიღებთ ქვების დახერხვის ტექნიკაში წინ გადადგმულ დიდ ნაბიჯებს, მაშინ ეს სირთულეც შეიძლება თავიდან აცილებულად ჩაითვალოს.

აღსანიშნავია, რომ ტუფების მოჭიქურება შეიძლება ორნაირი ტექნიკით: უშუალოდ მოჭიქურებით და ანგობის ტექნიკით მოჭიქურებით.

ტუფის უშუალოდ მოჭიქურება მაშინ შეიძლება, როდესაც მისი ზედაპირი ქიქურქვემოდან მიმზიდველად გამოსჭვივის.

სხვა შემთხვევაში კი, როდესაც ტუფის ზედაპირი გლუვი არ არის ან მიმზიდველობა აკლია, ხმარებულ უნდა იქნეს ე. წ. ანგობის ტექნიკა, რის შედეგადაც მიიღება სასურველი შეფერილობის მოსახატავი ფონი.

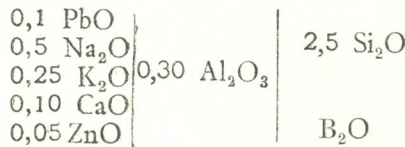
საქართველოს ტუფებიდან უშუალო მოჭიქურება გამოყენებულ იქნა მხოლოდ ბოლნისისა და ჟონეთის ტუფებზე.

ვანათისა და თეძამის ტუფებზე გამოყენებულ იქნა ანგობის ტექნიკა.

ბოლნისისა და ჟონეთის ტუფებს გამომეტყველი ძარღვიანი სურათოვანი იერი აქვთ. სურათოვნება ძლიერდება, თუ ლოდები შერჩეული მიმართულებით დაიხერხება. ერთი და იგივე ლოდიდან შესაძლებელია მიღებულ იქნეს სხვადასხვა სურათოვანი ფილები. თუ მათი კედელზე წყობაც სურათოვნობის მიხედვით იწარმოებს, მაშინ შესაძლებელია კედლის მთლიანმა ზედაპირმა განსაცვიფრებელი მხატვრული იერი მიიღოს, რის მიღწევა სხვა ტექნიკით შეუძლებელია.

ბოლნისისა და ჟონეთის ტუფებზე დაყენებულ იქნა გამჭირვალე შეუფერავი ქიქური.

თუ ფილები ღია ატმოსფეროს პირობებში უნდა მოთავსდეს, მაშინ ქიქურს მოეთხოვება მდგრადი იყოს სისველის, ყინვის, ქარისა და მზის ზემოქმედების მიმართ. ამის შესაბამისად შემუშავებულ იქნა გამჭვირვალე შეუფერავი ქიქური 950° ლოდის ტემპერატურით. ქიქურის მოლ. შედგენილობა ასეთია:



ამ ქიქურის კაზმად აღებულ იქნა: 1. ტყვიის ჟანგი—22,30 წონა; 2. ბურა (უწყლო)—101,00 წონა; 3. მინდვრის შპატი—139,25 წონა; 4. ცარცი—10,00 წონა; 5. კაოლინი—12,95 წონა; 6. კვარცი—60,00 წონა; 7. თუთიის ჟანგი—4,06 წონა; (კაოლინის ნახევარი და მთელი თუთიის ჟანგი დაემატება წისქვილში დაფქვისას).

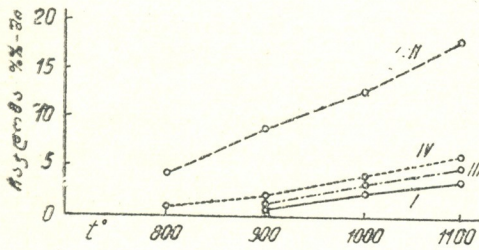
ეს ქიქური ტყვიის ჟანგის მცირე შემცველია, თუმცა შეიძლება ხმარებულ იქნეს უტყვიო ქიქურიც, თუ ლოდის ტემპერატურას ავწევთ.

ამ ქიქურის გამოცდამ გაყინვისაღმი წინააღმდეგობაზე გვიჩვენა, რომ იგი უძლებს—17°-ზე 14-ჯერ გაყინვას და მეტსაც. საქართველოს პირობებისათვის უფრო მკაცრი გამოცდა არ არის საჭირო.

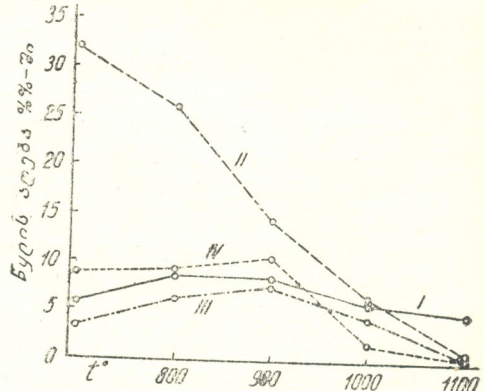
გამომწვარი მოჭიქურებული ფილები ბოლნისისა და ჟონეთის ტუფებისა განსაკუთრებით მაღალეფექტიანი გამოვიდა თავისი დეკორატიულობით: თუ ფილებს ძარღვიანი სურათოვნობა ოდნავ ეტყობოდა და საერთო ფო-



ნიც მიმზიდველობას მოკლებული იყო ნედლ მდგომარეობაში, გამოწვისას რკინის ჟანგის ძარღვები განსაკუთრებული სიმკვეთრითა და სასიამოვნო წითელი შეფერილობით გამოვლინდა. ალაგ-ალაგ თეთრი ლაქები უფრო მკაფიოდ გამოიყო მთლიანი ფონიდან, ვარდამავალი ფერებით დაჩნულმა ტალღებმა უფრო აამეტყველა ფილების ზედაპირი და საბოლოოდ მივიღეთ ისეთი ორიგინალური შეფერილობის სარკისებური სიკრიალის ზედაპირი, როგორიც არ აქვს არც ერთ ბუნებრივი მდგომარეობის ქვას და მით უმეტეს, მოხატულ კერამიკულ ფილებს.



ნახ. 4. გამოწვითი ჩაჯლობა: I—ბოლნისის ტუფი, II—თეძამის ტუფი, III—ჟონეთის ტუფი, VI—ვანეთის ტუფი



ნახ. 5. წყლის აღების უნარი გამოწვასთან დაკავშირებით: I—ბოლნისის ტუფი, II—თეძამის ტუფი, III—ჟონეთის ტუფი, VI—ვანათის ტუფი

დასკვნა

1. დღეს აღარ შეიძლება დავკმაყოფილდეთ საქართველოს ტუფების მხოლოდ საკედლე სამშენებლო ქვის სახით გამოყენებით;
2. საჭიროა ჩვენი ტუფების სისტემიანი მეცნიერული შესწავლა კომპლექსური გამოყენების მიზნით, რადგანაც გამოყენებრს მხოლოდ ეს წესი გაუხსნის ამ საშენ მასალას მოხმარების ფართო ვაზს;
3. ბოლნისის ტუფის მოჭიქურება იძლევა მოსაპირკეთებელ დეკორატიულ ახალ საშენ მასალას, რომელსაც სრულიად თავისებური იერი და უფრო მდგრადი ტექნიკური თვისებები აქვს, ვიდრე მარმარილოს.
4. ბოლნისის ტუფის კომპლექსური გამოყენების დროს ამ ტუფის მოჭიქურებული ფილები არ დაჯდება უფრო ძვირი, ვიდრე სხვა მოსაპირკეთებელი მასალები;
5. დიდი ყურადღების ღირსია თეძამის ტუფი, როგორც ნედლეული ახალი საშენი მასალების წარმოებისათვის, რაც გამოვლინდება მისი ფართო გამოკვლევით.

თბილისის სამხატვრო აკადემია

(რედაქციას მოუვიდა 8.5.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Справочник по строительным материалам Армянской ССР. Под общ. редакци проф. А. Г. Назарова. Изд. Академии Наук Арм. ССР. Ереван, 1948.
2. Справочник архитектора, т. XIV, гос. изд. антерат. по строит. и архитектуре, Москва, 1952.
3. И. Г. Хизанишвили. Тезамский туф и область его применения. Тбилиси, 1950.



ბოტანიკა

## 6. ბრძანება

საკუთარი მტვრის მნიშვნელობა ქლიავის თვითსტერილური ფორმების (*PRUNUS L.*) უცხო მტვრით დამტვერვისას

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მენაბდემ 11.4.1953)

ამ შრომის მიზანია ქლიავის თვითსტერილური ფორმების უცხო მტვრით დამტვერვისას საკუთარი მტვრის მნიშვნელობის შესწავლა.

მასალა და მუშაობის მეთოდი. შესწავლის ობიექტს წარმოადგენს *Prunus domestica L.*-ის, *Pr. spinosa L.*-ს, *Pr. Vachuschtii Bregadze* და *Pr. divaricata Ledeb.*-ის თვითსტერილური ფორმები. ხეხილმცენარეებში დამტვერვის მეთოდიკა ძირითადად მოცემულია ჩვენ მიერ წინათ გამოქვეყნებულ შრომებში [1, 2], ამიტომ აქ ვიდრეც ზოგიერთ დამატებას დასახელებული მეთოდისათვის და ცნობებს მასალების შესახებ.

საცდელად აღებული მცენარეები მკვეთრად განსხვავებულ ეკოლოგიურ პირობებში იმყოფება: ერთი ნაწილი აღმოსავლეთ საქართველოში (გორის რაიონი, სოფ. სკრა — მებილეობის საცდელი სადგურის ნაკვეთი და თბილისის ბოტანიკური ბაღი), მეორე ნაწილი კი — დასავლეთ საქართველოში (ხესტაფონის რაიონი). ცდა მიმდინარეობდა თვითსტერილურ მცენარეებზე ოთხი წლის განმავლობაში (1949—1952). ამ მცენარეებზე შეისწავლებოდა საკუთარი მტვრის მნიშვნელობა უცხო მტვრით დამტვერვისას. ამიტომ ყვავილის საკუთარი მტვრის გამოსარიცხავად ნაწილი ყვავილებისა კასტრირებული იყო; ცდაში ყვავილების საკუთარი მტვრის მონაწილეობის მისაღებად კი ნაწილი ყვავილებისა უკასტრაციოდ იყო დატოვებული. უკანასკნელ შემთხვევაში ყვავილის კოკორს ვხსნიდით ან გვირგვინს ფრჩხილით თავს ვაცლიდით, დინგი რომ გამოჩენილიყო მტვრის მისაღებად, ყვავილის სხვა ნაწილებს კი, უმთავრესად სამტვრე პარკუჭებს, ხელუხლებელს ვტოვებდით; კასტრაციის დროს კი ყვავილს ვაცლიდით გვირგვინს და ჯამის ნაწილს (პარკუჭებით). ზოგ შემთხვევაში ერთსა და იმავე პარკში ყვავილების ნაწილი კასტრირებული იყო, ნაწილი კი უკასტრაციოდ დატოვებული, იმ მოსაზრებით, რომ ყვავილის საკუთარ მტვერს უცხო მტვერთან ერთად მონაწილეობა მიეღო დამტვერვაში [3]. დამტვერვას უმთავრესად ყვავილების კოკორების ხანაში ვაწარმოებდით. დამტვერვა წარმოებდა ქლიავების როგორც ცალკეული ჯიშის მტვრით, ისე ნარევი მტვრითაც. ცდაში მონაწილე ნარევი მტვერი შედგებოდა ჭანჭურის, წყალქლიავის, კვირილა ქლიავის, ოტორისა და გვერდწითელა ქლიავის მტვრისაგან. ცდა ჩატარებულ იქნა 4000 ყვავილზე.



ექსპერიმენტული მასალა

დამტვერვა წარმოებული იყო ჭანჭურის, წყალქლიავის, გვირილას, ოტორისა და გვერდწითელა ქლიაების ნარევი მტვრით. როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, არაკასტრირებული ყვავილების ნაყოფების გამონასკვა მაქსიმუმი და საშუალო მონაცემები ჭანჭური X ქლიაების ნარევი მტვრის ვარიანტში თითქმის სამჯერ სჭარბობს კასტრირებული ყვავალების გამონასკვას. ასეთივე შე-

ცხრილი 1

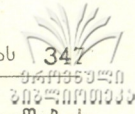
1949 წ. დამტვერვის შედეგები პროცენტობით საშუალო მონაცემებისა და კიდურ ვარიანტების სახით

№ ნ. რიგზე	შ ე ჯ ვ ა რ ე ბ ა	შეჯვარების უნარიანობა		შემოსული ნაყოფი	
		კასტრირებულ ყვავილებზე	არაკასტრირ. ყვავილებზე	კასტრირებულ ყვავილებზე	არაკასტრირ. ყვავილებზე
1	ჭანჭური X ქლიაების ნარევი მტვერი . . . .	0—12 6	0—33 17	0—12 4	0—33 14
2	წყალქლიავი X ქლიაების ნარევი მტვერი . . .	2—21 9	19—32 25	0—16 7	19—32 24
3	შავქლიავი X ქლიაების ნარევი მტვერი . . . .	0—29 10	24—43 34	0—29 10	19—43 31
4	ტყუპალა ქლიავი X ქლიაების ნარევი მტვერი .	47—63 55	36—90 63	47—50 49	29—90 60

დეგია მიღებული მწიფე ნაყოფის რაოდენობის მზრიაც. წყალქლიავი X ქლიაების ნარევი მტვრისა და შავქლიავი X ქლიაების ნარევი მტვრის ვარიანტების გამონასკვა არაკასტრირებული ყვავილებზე, პირველ მაგალითსავე, მაქსიმუმით დიდ გადაჭარბებას არ იძლევა, მაგრამ მინიმუმით დიდად სცილდება მათ შესაბამის მინიმუმს კასტრირებულ ყვავილებზე, რითაც საშუალოს სამჯერ გადაჭარბებას იძლევა; ასეთივე შედეგია მიღებული ნაყოფის შემოსვლის მზრიაც. ტყუპალა ქლიავი X ქლიაების ნარევი მტვრის ვარიანტში კასტრირებული და არაკასტრირებული ყვავილების გამონასკვა და ნაყოფების შემოსვლა ისეთ დიდ განსხვავებას არ იძლევა, როგორც წინა სამ ვარიანტში, მაგრამ საკმაო უპირატესობა გამონასკვისა და ნაყოფების შემოსავალში მაინც არაკასტრირებულ ყვავილებზეა მიღებული. აქ მისაღებია მხედველობაში ის გარემოება, რომ უკანასკნელი ვარიანტის ყველა შემთხვევაში კასტრირებული და არაკასტრირებული ყვავილების გამონასკვა და ნაყოფების შემოსვლა მიღებულია უფრო დიდი ოდენობით, ვიდრე ზემოთ მოყვანილ სამ შეჯვარებაში.

ამგვარად, არაკასტრირებული ყვავილების, ე. ი. მცენარის საკუთარი მტვერით დამტვერვის შემთხვევაში, ყველა მაგალითზე ნაყოფიერება (გამონასკვა და ნაყოფების შემოსვლა) მკვეთრად გამოირჩევა კასტრირებული ყვავილების მსხმოიარობისაგან.





1950 წ. ცდის განმეორების დროს მთელი რიგი ქლიაეების ჯიშების ყვავილები (ტყუბალა ქლიავი, იისფერი დიდი უნგრულა, რენკლოდი ლატინა და იზიუმ-ერიკი) დამტვერილ იქნა იმავე ქლიაეების მტერით, რომელთა მტვერიც გამოყენებული იყო 1949 წელს. გარდა ამისა, იზიუმ-ერიკი და კვრინჩხი ცალკეული ჯიშის მტერით დამტვერა.

ცხრილი 2

№№ რიგზე	შ ე ჯ ვ ა რ ე ბ ა	შეჯვარების უნარიანობა		შემოსული ნაყოფი	
		კასტრირებულ ყვავილებზე	არაკასტრირ. ყვავილებზე	კასტრირებულ ყვავილებზე	არაკასტრირ. ყვავილებზე
1	ტყუბალა ქლიავი × ქლიაეების ნარვეი მტვერი . . . . .	0-36 18	39-54 47	0-27 14	39-54 47
2	იისფერი დიდი უნგრულა × ქლიაეების ნარვეი მტვერი . . . . .	7-43 21	22 22	7-43 21	22 22
3	რენკლოდი ლატინა × ქლიაეების ნარვეი მტვერი . . . . .	4-16 8	17-69 37	4-16 8	17-69 37
4	იზიუმ-ერიკი × ქლიაეების ნარვეი მტვერი . . . . .	6-9 7	16-48 32	6-6 6	16-41 29
5	„ „ × წყალქლიავი . . . . .	0-6 2	16-39 28	0-6 2	16-33 25
6	„ „ × გვირილა ქლიავი . . . . .	0-13 6	32-53 43	0-13 6	27-47 37
7	„ „ × გვერდწითელა ქლიავი . . . . .	4-13 7	28-56 42	0-13 5	22-52 37
8	„ „ × ჭანჭური . . . . .	5-15 10	17-40 28	5-15 10	17-40 28
9	„ „ × ლონღოზი . . . . .	0	11		11
10	კვრინჩხი × გვირილა ქლიავი . . . . .	0	5		
11	კვრინჩხი × წყალქლიავი . . . . .	0	6		

მიღებული შედეგების განხილვიდან გამოვლინდა შემდეგი: ნარვეით და ასევე ცალკეული ჯიშის მტერით დამტვერვის შემთხვევაშიაც არაკასტრირებული ყვავილების გამონასკვა და აგრეთვე მსხმოიარობაც გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე კასტრირებული ყვავილებისა, ე. ი. ყვავილის საკუთარი მტერის მონაწილეობისას ნაყოფიერება დიდად იზრდება. ეს ზრდა გამოიხატება როგორც კიდურ ვარიანტებში, ისე საშუალო მონაცემებშიც. მაგალითად, არაკასტრირებული ყვავილების გამონასკვის საშუალოებში ნარვეი მტერის შემთხვევაში 22—47%, ია, კასტრირებული ყვავილებისა კი 7—21%; არაკასტრირებული ყვავილები იძლევა 22—47% ნაყოფს, მაშინ როდესაც კასტრირებული ყვავილების მსხმოიარობა 6—21%-ს აღწევს. იზიუმ-ერიკის ცალკეული ქლიავის (ჭანჭური, წყალქლიავი, გვირილა ქლიავი და გვერდწითელა ქლიავი) მტერით დამტვერვისას ასეთსავე ეფექტს იძლევა არაკასტრირებული ყვავილების ნაყოფიერება. მისი გამონასკვის 28—43% და ნაყოფის შემოსვლის 25—37% საშუალო მონაცემებია, კასტრირებული ყვავილების გამონასკვა და მსხმოიარობა კი 2—10%-ია.





ამასთანავე ყურადღებას იპყრობს იზიუმ-ერიკი X ლოღნოშო, კვრინჩხი X გვირილა ქლიავი. კვრინჩხი X წყალქლიავის შეჯვარებები დედა-მცენარის მტერის გარეშე შეჯვარების უნარს სრულიად არ იჩენს, დედა-მცენარის მტერის თანაარსებობისას კი, თუმცა მცირე პროცენტით, მაგრამ გამონასკვას მაინც იძლევა 15-11% -ის ფარგლებში.

1951 და 1952 წლების ანალოგიურ ცდებშიაც თვითსტერილური ქლიავის ჯიშების დედა-მცენარის საკუთარი მტერის დადებითი მნიშვნელობა მათი უცხო მტერით დამტვერვისას სავსებით დადასტურდა, როგორც ამას დავინახავთ მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

№ რიგზე	შ ე ჯ ვ ა რ ე ბ ა	შეჯვარების უნარი- ნობა		შემოსული ნაყოფი	
		კასტრი- რებულ ყვავილებ- ზე	არაკასტ- რიო. ყვა- ვილებზე	კასტრი- რებულ ყვავილებ- ზე	არაკასტ- რიო. ყვა- ვილებზე
1	ქლიავი დედოფლის წითელი X ქლიაგების ნარე- ვი მტვერი . . . . .	17	35	13	35
2	ქლიავი ოქროს რენკლოდი X ქლიაგების ნარევი მტვერი . . . . .	<u>0-4</u> 2	<u>35-58</u> 44	0	<u>0-37</u> 24
3	ქლიავი ოქროს რენკლოდი X წყალქლიავი . . . . .	<u>0-21</u> 11	40	<u>0-21</u> 11	23
4	" " " X გვირილა ქლიავი	<u>0-2</u> 1	29	0	29
5	" " " X გვერდწითელა ქლიავი	<u>5-15</u> 10	18	0	18
6	" " " X ჭანჭური . . . . .	<u>0-2</u> 1	58	<u>0-2</u> 1	0
7	" " " X ლოღნოშო . . . . .	0	7	0	7
8	ალუჩა მეჩიბუხე X ლოღნოშო . . . . .	<u>4-13</u> 7	30	<u>0-5</u> 2	15
9	" " X კვრინჩხი . . . . .	<u>6-19</u> 13	<u>13-14</u> 14	<u>0-3</u> 2	<u>0-13</u> 7
10	ტყემალი № 70ა X ლოღნოშო . . . . .	<u>0-6</u> 2	<u>0-8</u> 3	0	0
11	ტყემალი X ლოღნოშო . . . . .	0	<u>0-6</u> 3		
12	" X კვრინჩხი . . . . .	<u>0-3</u> 1	4		
13	ალუჩატყემალი № 762 X ლოღნოშო . . . . .	<u>0-12</u> 6	<u>4-11</u> 8		
14	ალუჩატყემალი X ლოღნოშო . . . . .	10	45	3	35
15	ალუჩატყემალი № 756 X კვრინჩხი . . . . .	<u>0-11</u> 7	<u>0-27</u> 14		
16	ალუჩატყემალი X კვრინჩხი . . . . .	0	12	0	6
17	ალუჩატყემალი № 754 X ალუჩა მეჩიბუხე . . . . .	8	39	8	39
18	ალუჩატყემალი X ალუჩატყემალი № 69ა . . . . .	5	33	5	29



ამ ცდებში ჰიბრიდიზაციის *Pr. domestica* X *Pr. domestica* ვარიანტებში, როდესაც დასამტვერვად გამოყენებულია ნარევი მტვერი, საშუალო გამონასკვა არაკასტრირებულ ყვავილებისა 35—44% -ია, კასტრირებულისა კი 2—17%, ნაყოფის შემოსვლა შესაბამისად 24—35 და 0—12% აღწევს.

შეჯვარებების *Pr. domestica* X *Pr. domestica* ვარიანტებში, როდესაც დამტვერვა წარმოებულია ცალკეული ჯიშის მტერით, არაკასტრირებული ყვავილების გამონასკვა 18—58% -ია, კასტრირებულთა კი 1—11%, მსხმოიარობა, შესაბამისად, 18—29% და 0—11%. *Pr. domestica* X *Pr. insititia*-ს შეჯვარების ვარიანტში არაკასტრირებული ყვავილების 7% და კასტრირებული ყვავილების 0% გამონასკვა და ნაყოფის შემოსვლაა მიღებული.

*Pr. divaricata* და *Pr. Vachushtii* X *Pr. Spinosa* და *Pr. insititia* ვარიანტებში არაკასტრირებული ყვავილები 3—45% და კასტრირებული ყვავილები 0—13% ინასკვებს, ნაყოფის შემოსვლა არაკასტრირებული ყვავილებისა 0—35%, კასტრირებულისა კი 0—3%. *Pr. divaricata* და *Pr. Vachushtii* X *Pr. divaricata* და *Pr. Vachushtii* შეჯვარებებში არაკასტრირებული ყვავილების გამონასკვა 33—39% და ნაყოფის შემოსვლა 29—39%, კასტრირებული ყვავილებისა კი 5—8%.

ამგვარად, როგორც ამ მაგალითებიდან ჩანს, გენეტიკურად შედარებით ახლობელ და ოდნავ შორეული თვითსტერილური ქლიავის ფორმების შეჯვარებაში ყვავილის საკუთარი მტვერი საკმაოდ როლს ასრულებდა და ხელს უწყობდა შედარებით მეტ ნაყოფიერებას. რამდენიმე წლის (4 წელი) განმავლობაში ყველა ანალოგიურ ცდაში გამოუკლებლივ გამონასკვების შედარებით დიდ % -ს ვიღებდით ყვავილის საკუთარი მტერის მონაწილეობისას. ეს გარემოება ნათელყოფს ყვავილის საკუთარი მტერის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას თვითსტერილური ქლიავის ფორმებში როგორც გამონასკვის, ისე ნაყოფის შემოსვლაშიც.

როგორც აღნიშნეთ, მცენარის საკუთარი მტერის შემთხვევაში ყვავილები უკასტრაციოდ რჩებოდა. შესაძლებელია დედა მცენარის საკუთარი მტერის დროს უცხო მტერით დამტვერვისას ეფექტურობა გამოწვეული იყო ამ გარემოებით ან, რაც იგივე იქნება კასტრაციის დროს ყვავილისათვის მიყენებული ჭრილობა ამცირებს გამონასკვის პროცენტს. ამ ეჭვის გამოსართობად მოვიყვანეთ ცდის შედეგს, სადაც ერთსა და იმავე ეკოლოგიურ პირობებში კასტრირებულ ყვავილებზე სხვადასხვა შედეგია მიღებული.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ნანსის მირაბელზე დიდი და დანარჩენ ქლიავებზე (იზიუმ-ერიკი, იისფერი დიდი უნგრულა, რენკლოდი ლატინო) გაცილებით გამონასკვის მცირე პროცენტია მიღებული, მიუხედავად იმისა, რომ ყველა ქლიავზე ყვავილები კასტრირებულია. ცხადია, ეს მოვლენა, ე. ი. გამონასკვის მეტ-ნაკლებობა, გამოწვეულია წყვილთა ბუნებრივი შეჯვარების უნარიანობით და არა კასტრაციის ოპერაციით.

ჩვენს ცდებში ქლიავის თვითსტერილური ფორმების უცხო მტერით დამტვერვის შემთხვევაში დედა-მცენარის საკუთარი მტვერი ყოველთვის ხელს უწყობს შედარებით დიდ ნაყოფიერებას, ზოგ შემთხვევაში კი ძნელად შესაჯვარებელ წყვილებში დადებით შედეგს იძლევა. ცნობილია, რომ ი. მიჩურინიც ძნელად შესაჯვარებელ ფორმებში წარმატების მისაღებად ზოგჯერ უცხო მტერს დედა-მცენარის საკუთარ მტერს უმატებდა [4].



№№ რიგზე	დედა-მცენარეები	კასტრირებული ყვავილების შეჯვარების უნარიანობა % <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -ბით			
		მამა-მცენარეები			
		წყალქლიავი	გვირილა ქლიავი	გვერდწითელა ქლიავი	ჭანჭური
1	ნანსის მირაბელი . . . . .	48	31	60	53
2	იზიუმ-ერიკი . . . . .	2	6	7	10
3	ისიფერი დიდი უნგრულა . . . . .	3	6	11	1
4	რენკლოდი ლატინია . . . . .	3	1	0	11

ჩვენი ცდების შედეგებიდან ცხადია, რომ ქლიაეების საუკეთესო დამამტვრიანებელი ჯიშების შერჩევისათვის, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მეხილეობაში, საჭიროა მათი მტერის წინასწარ გამოცდა არაკასტრირებული ყვავილების დამტვერვაზე, ე. ი. დედა-მცენარის საკუთარი მტერის თანაარსებობით, როგორც ეს ხდება ბუნებრივი ჰიბრიდიზაციის დროს.

დ ა ს კ ე ნ ა

1. *Prunus*-ის გვარის თვითსტერილურ მცენარეთა უცხო მტვრით დამტვერვისას საკუთარი მტვერი აპირობებს შეჯვარების მაღალ ეფექტს, ამავდროს ზრდის გამონასკვის პროცენტსა და მოსავლიანობას. საკუთარი მტვერის ამგვარ მოქმედებას ადგილი აქვს როგორც ცალკეული ჯიშის, ისე მათი ნარევი მტერის გამოყენების შემთხვევაში;

2. საუკეთესო დამამტვრიანებელი ჯიშების შერჩევისათვის სპეციალური ცდების დაყენებისას უნდა წარმოებდეს არაკასტრირებული ყვავილების დამტვერვა, ე. ი. დედა-მცენარის მტერის თანაარსებობისას;

3. ზოგ შემთხვევაში ძნელად შესაჯვარებელი ქლიავის ფორმებშიც თვითსტერილური დედა-მცენარის მტვერი დადებით შედეგს იძლევა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.4.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Н. Брегадзе, Персикоминдаль. Ботанико-генетическое исследование (На груз. языке); Труды Института ботаники, т. XIV, Тбилиси, 1952.
2. Н. Н. Брегадзе. Материалы к изучению самофертильности и самостерильности косточковых растений (На груз. языке). Труды Института ботаники, т. X, Тбилиси, 1946.
3. В. А. Колесников. Основания организации Салгирской станции и ее работа за 1924—25 год. Выпуск 1, НКЗ Кр. АССР, Салгирская Областная плодородственная опытная станция, Симферополь, 1926.
4. И. В. Мичурин. Опыление смешанной цыльдой. Сочинения, т. 1, ОГИЗ, Москва, 1948, стр. 122.



## ზოოლოგია

## ი. მოკბილავსკაია

საზოგადოებრივი მემინდვრია (*MICROTUS SOCIALIS* PALL.) მერქნიან მცენარეთა სანერგეებში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცევა 23.3.1953)

ბუნების გარდაქმნის სტალინური გეგმის განხორციელება, მინდორსაკავი ტყის ზოლების გაშენება, ქალაქების გამწვანება—ყველაფერი ეს მერქნიან მცენარეთა ნერგის დიდ რაოდენობას მოითხოვს. ამიტომ რესპუბლიკის სხვადასხვა რაიონში არსდება მერქნიან მცენარეთა სანერგეები, რომლებიც ზშირად ტყის მასივებისაგან დაშორებით ეწყობა. ამ უკანასკნელი გარემოების გამო მაგნე მღრღნელთა კომპლექსი სანერგეებში ყალიბდება იმ სახეობებიდან, რომლებიც ბინადრობდნენ სანერგის ტერიტორიაზე ჯერ კიდევ მანამდე, სანამ გაშენდებოდა იქ მერქნიანი მცენარეები და რომლებიც არ ყოფილან აღნიშნული როგორც მერქნიანი მცენარეების მაგნელები.

ამჟამად უკვე გამოქვეყნებულია რიგი ნაშრომები, რომლებიც ეხება ხელოვნურად გაშენებულ ტყის ნარგავებში მღრღნელების მაგნე მოქმედებასა და მათთან ბრძოლის ეფექტურ ღონისძიებათა დამუშავებას. ასეთია ნ. ბაშენინის (1950), ა. სტროგანოვასა და კ. იუდინის (1951), პ. სვირიდენკოს (1951), ნ. ბაშენინისა და ვ. კუჩერუკის (1952) და სხვათა ნაშრომები [1,2,3,4,5,6].

1952 წლის განმავლობაში ჩვენ ვსწავლობდით თბილისის მიდამოების სანერგეებში მღრღნელთა მაგნე მოქმედებას. სისტემატური დაკვირვებები წარმოებდა თელეთის პლატოს ჩრდილო-აღმოსავლეთის კალთებზე გაშენებულ სანერგეში, რომლის ტერიტორიაც ქსერომორფული ველის უშუალო გაგრძელებას წარმოადგენს. გარდა ამისა, დაკვირვებები წარმოებდა თბილისის მახლობლად მდებარე სხვა სანერგეებშიც.

სანერგეებში გავრცელებულია მღრღნელების 3 სახეობა (ბინის თაგვი, ტყის თაგვი, საზოგადოებრივი მემინდვრია); მათგან ყველაზე უფრო საინტერესო აღმოჩნდა საზოგადოებრივი მემინდვრია—ველების ზონის ტიპობრივი წარმომადგენელი. ის ფართოდაა ცნობილი როგორც სოფლის მეურნეობის, უმთავრესად მარცვლოვანი კულტურების, მაგნებელი. რაოდენობითი აღმავლობის წლებში ეს მღრღნელი მეურნეობას დიდ ზიანს აყენებს მარცვლოვანთა აღმონაცენების მოსპობით, ხოლო ხორბლოვანი მცენარეების მომწიფებისას—თავთავეების შეჭმით.

1951 წელს მღრღნელთა რაოდენობა სანერგეებში არ იყო დიდი, მათ შორის ჰარბობდნენ თაგვები (მღრღნელთა საერთო რაოდენობის 77%), უმთავრესად ტყის თაგვი. მემინდვრიების რაოდენობა ძლიერ მცირე იყო და



მათი სოროები ხრამებში და ძეძვის ბუჩქების (*Paliurus spina cristii* Mill.) ძირას იყო განლაგებული.

1952 წელი აღინიშნა საზოგადოებრივი მემინდვრის რაოდენობის საერთო მატებით მთელ აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, მაგრამ გაზაფხულზე მათი რაოდენობა სანერგეებში არ იყო დიდი. მღრღნელთა კომპლექსში შემაჯალ სახეობათა თანაფარდობაც შეიცვალა: პირველი ადგილი დაიკავა საზოგადოებრივმა მემინდვრიამ (70%); მისი სოროები გაჩნდა სათესკვლებში, ბილიკებზე და არხების ნაპირას. მემინდვრიები გავრცელებული იყვნენ ტერიტორიაზე ცალკე ლაქებად; მათი რაოდენობა განისაზღვრებოდა 11 ეგზემპლარით 100 ხაფანგლამეზე. დაახლოებით ასეთსავე სურათს ჰქონდა ადგილი ჩვენ მიერ გამოკვლეულ სხვა სანერგეებშიც, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ იქ მღრღნელთა საერთო რაოდენობა უფრო მცირე იყო (5 მღრღნელი 100 ხაფანგლამეზე). 1952 წლის გაზაფხულის უხვმა ატმოსფერულმა ნალექებმა ხელი შეუწყო სანერგეებში სარეველა მცენარეების ძლიერ ზრდას. მემინდვრის სოროების აღრიცხვა გაძნელდა, მაგრამ მემინდვრის რაოდენობა თანდათან მატულობდა. ეს გასაგებიცაა, ვინაიდან ნედლი მწვანე მცენარეულობა არა მარტო მდიდარ და მრავალფეროვან საკვებს წარმოადგენს, არამედ საიმედოდაც იცავს მემინდვრიებს მტრებისაგან. რაოდენობის მატება გრძელდებოდა მხოლოდ გაზაფხულისა და ზაფხულის განმავლობაში (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

მემინდვრიების რიცხობრიობის ცვლილება თვეების მიხედვით  
(100 ხაფანგლამის მიხედვით)

თვეები	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
რაოდენობა	11	38	49	56	61	56	28	36

ზაფხულის გვალვის გამო შემცირდა მემინდვრის საკვები, რამაც გამოიწვია ის, რომ გამრავლების დებრესიის შემდეგაც (რაც ჩვეულებრივ ივლის-აგვისტოში ხდება) მემინდვრიები აღარ მრავლდებოდნენ. მემინდვრიების რიცხობრიობის მაღალი დონე სექტემბერსა და ოქტომბერში (61 და 56 მემინდვრია 100 ხაფანგლამეზე) შენარჩუნებული იყო ზაფხულში დაყრილი და შემდეგ წამოზრდილი ეგზემპლარების ხარჯზე.

მიუხედავად იმისა, რომ გვალვა შემოდგომაზეც გრძელდებოდა, აგრეთვე მიუხედავად იმისა, რომ ოქტომბერში აწარმოებდნენ მემინდვრიებთან ბრძოლას, მემინდვრიების რაოდენობა წლის ბოლოს (დეკემბერში) მაინც საკმაოდ დიდი იყო (36 მემინდვრია 100 ხაფანგლამეზე). ზაფხულის დებრესიის შემდეგ გამრავლება მაინც არ განახლებულა, რაც იქიდან ჩანს, რომ წლის ბოლომდე ვერ მოხერხდა ვერც ერთი მაკე მდებრის მოპოვება.

საზოგადოებრივი მემინდვრია ეკუთვნის იმ ცხოველებს, რომელთა საკვებს უაღრესად მრავალგვარი მცენარეები შეადგენს. მემინდვრის მავნებ-





ლობის დახასიათებისას როდიონოვი (1924) აღნიშნავს, რომ ამიერკავკასიის პირობებში ეს მღრღნელი ძირითადად პურეულ მცენარეებს აზიანებს, ხოლო ბოსტნეული კულტურებიდან—სხვადასხვა ძირხვენებს; გარდა კულტურული მცენარეებისა, საკვებად ის ზოგიერთ სარეველასაც იყენებს. იმავე ნაშრომში ავტორი აღნიშნავს, რომ აჯიკენდის ტყეში (აზერბაიჯანი) საზოგადოებრივი მემინდვრია იკვებებოდა ბალახით, ხოლო შემოდგომაზე — მაქალოს, პანტისა და ტყემლის ნაყოფით.

დალესტინის დაბალი მთების ზონის საძოვრებზე მემინდვრიას შესწავლის შედეგად ვორონოვი (1935) აღნიშნავს, რომ მემინდვრიას საკვებ მცენარეთა სია 155-ზე მეტ სახეობას შეიცავს; მათ შორის ის ყველაზე მეტად ეტანება მარცვლოვან და პარკოსან მცენარეებს, რომელთა ყველა ან თითქმის ყველა ნაწილს ჭამს; სხვა ოჯახების მცენარეებს კი მხოლოდ ნაწილობრივ ჭამს. მემინდვრიას საკვები იცვლება სეზონების მიხედვით. ჩვენ მიერ შესრულებულია მემინდვრიების კუჭის შიგთავსის ანალიზი, რამაც გვიჩვენა, რომ წლის უმეტესი ნაწილის განმავლობაში მწვანე საკვები დიდ როლს თამაშობს მემინდვრიას ულუფაში. გაზაფხულსა და ზაფხულში ის უპირატესობას აძლევს მცენარეთა მწვანე ნაწილებს. ველური მარცვლოვნების მომწიფებისას მემინდვრია მათი თესლით იკვებება, მაგრამ ამ პერიოდშიც მწვანე საკვებს საკმაოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს. გვალვიანი ზაფხულის გამო მწვანე საკვების რაოდენობა ადრე შემცირდა და უკვე სექტემბერში ის არასაკმარისი აღმოჩნდა. მიუხედავად ამისა, ამ პერიოდში გამოკვლეულ კუჭთა 65% შეიცავდა მხოლოდ მწვანე საკვებს, დანარჩენ კუჭებში ჩვენ ვნახეთ მწვანე მასა და შასში არეული თესლი და მცენარეთა მიწისქვეშა ნაწილები.

ოქტომბერში მხოლოდ მწვანე მასის შემცველ კუჭთა პროცენტი 23-მდე დავიდა, ხოლო დეკემბერში მხოლოდ მწვანე მასას შეიცავდა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ კუჭთა 4%. სამაგიეროდ გაიზარდა იმ კუჭთა რაოდენობა, რომლებშიც მწვანე საკვები არეული იყო სხვა საკვებთან ან რომლებშიც ის სრულიად არ ყოფილა. გვიან შემოდგომაზე, ზამთარში და ადრე გაზაფხულზე, როდესაც ჩვენშიც კი მწვანე საკვები შეზღუდული რაოდენობითაა, მემინდვრიები ნიადაგში მოიპოვებენ საკვებს და სანერგის პირობებში სერიოზულ მავნებლებს წარმოადგენენ, ვინაიდან მერქნიან მცენარეთა თესლს ჭამენ. 1951 წლის გაზაფხულზე თბილისის მიდამოებში არსებულ სანერგეებში არ აღმოცენდა შემოდგომაზე დათესილი კავკასიური ცაცხვის თესლი. კვლებში აღმოჩენილ იქნა ცაცხვის ნაყოფის ნაჭუჭი და მემინდვრიას ერთეული სოროების ხერელები. მთელი ნიადაგი დაცხრილული იყო მრავალრიცხოვანი ზედაპირული სასვლელებით.

1952 წლის გაზაფხულზე თელეთის პლატოს კალთებზე გაშენებულ სანერგეში მემინდვრიასაგან შექმული აღმოჩნდა შემოდგომაზე დათესილი ბლისა და აღუბლის თესლი და საგრძნობლად დაზიანდა თუთის ნათესი. სარეველა მცენარეთა გაჩენისთანავე მემინდვრიებმა დაიწყეს კვება სარეველებით, რომელთაგან ყველაზე მეტად ეტანებოდნენ გარეულ მარცვლოვნებს (ჭანგა, გარეული შვრია და სხვ.) და პარკოსანთა ოჯახის წარმომადგენლებს.



მემინდვრიები ჯამდნენ ამ ოჯახების სარეველების ყველა მიწისზედა ნაწილს. აპრილის ბოლო რიცხვებიდან მემინდვრიები მთლიანად გადავიდნენ სარეველებით კვებაზე და აღარ აზიანებდნენ მერქნიან მცენარეთა ნათესებს. ველური პარცვლოვნების მომწიფების პერიოდში მემინდვრიები მათი თესლით იკვებებოდნენ. ზაფხულის ყველაზე უფრო ცხელ პერიოდში, როდესაც სარეველა მცენარეულობა ხმებოდა, მემინდვრიები იწყებდნენ ნაცარქათამასა და სხვა მცენარეთა გახვევული ღეროების ჯამას. ივლის-აგვისტოში, ნედლი საკვების ნაკლებობის დროს, შემჩნეულ იქნა, რომ მემინდვრიები აზიანებდნენ კურდღლისცოცხას (*Spartium junceum* L.) ნათესებს. აგვისტოში ამ ნათესების სიმაღლე 30—50 სმ აღწევდა, ხოლო სიმსხო—5 მმ. მემინდვრიები ვადაღრღნიდნენ ღეროებს 5—10 სმ სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან, შეათრევდნენ სოროში და ჯამდნენ. სანერგეში კვლების ნიადაგი დაცხრილული იყო სასვლელი ხერხების ქსელით. უფრო მეტად დაზიანებულ ადგილებში მოსპობილი იყო მცენარეთა 80—88%, ზოგჯერ—100%; ფესვები არ ზიანდებოდა.

ყველაზე უფრო მეტად კურდღლისცოცხა დაზიანებული იყო (ჩვენი დაკვირვების თანახმად) აგვისტოში და, ნაწილობრივ, სექტემბერში; ამის შემდეგ დაზიანება შემცირდა. ამის მიზეზი, ალბათ, ჯერ ერთი, ის იყო, რომ სანერგეში ტარდებოდა მემინდვრიების წინააღმდეგ მოსპობითი ღონისძიებანი, რამაც შეამცირა მათი რაოდენობა, მეორე მიზეზი კი — მცენარეების გახვევა. შემდგომი პერიოდის განმავლობაში, წლის ბოლომდე, მერქნიანი მცენარეების დაზიანება სანერგეში არ აღნიშნულა.

შემოდგომაზე მემინდვრიების კვებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სხვადასხვა გარეულ მცენარეთა მიწისქვეშა ნაწილები. მაგრამ, როგორც უკვე აღინიშნა, მემინდვრიების რაოდენობა გვიანი შემოდგომის პერიოდის დასაწყისში ისევ მაღალი რჩებოდა (28 მემინდვრია 100 ხაფანგლამეზე ნოემბერში) და სრულიად მოსალოდნელი იყო, რომ მომავალ ზამთარს მემინდვრიები დააზიანებდნენ მერქნიანი მცენარეების საშემოდგომო ნათესებს.

### დასკვნები

1. სტეპის ზონასთან მოსაზღვრე რაიონებში გაშენებულ სანერგეებში მღრღნელთა კომპლექსს შეადგენენ როგორც საქართველოში ფართოდ გავრცელებული სახეობანი, ისე სტეპური ფაუნის წარმომადგენლები;

2. ფართოდ გავრცელებული სახეობებიდან სანერგეში აღნიშნულია ტყის თაგვი (*Silvumus silvaticus*), რომელიც ცნობილია როგორც ტყის ნარგავების მავნებელი საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ადგილას და, კერძოდ, საქართველოში. მცირე რაოდენობის გამო მისი მავნებლობა შესწავლილ სანერგეებში არ აღინიშნებოდა;

3. სტეპების ფაუნის წარმომადგენლებიდან სანერგეებში გავრცელებულია სტეპის თაგვი (*Mus musculus tataricus*) და საზოგადოებრივი მემინდვრია (*Microtus socialis*);



4. სტეპის თავის როლი მავნე მღრღნელთა კომპლექსში ჯერ არ არის ნათელი, მაგრამ მისი ყოფნა სანერგეებში და მისი რაოდენობითი თანაფარდობის მერყეობა უდავოდ ინტერესს იმსახურებს;

5. საზოგადოებრივი მემინდვრია, როგორც მერქნიან მცენარეთა სანერგეების მავნებელი, პირველად ჩვენ მიერ არის რეგისტრირებული. მის მიერ სანერგეებისათვის მიყენებული მატყვინებელი ზარალი ემთხვევა გვიან შემოდგომასა და ზამთარს, როდესაც ის საკვების ნაკლებობას განიცდის და მერქნიან მცენარეთა დათესილ თესლს სპობს. გვალვიანი ზაფხულის დროს, ნელმიწვანე საკვების ნაკლებობისას, მემინდვრია სანერგეში აზიანებს ზოგიერთი მერქნიანი ჯიშის (კურდღლისცოცხას) ნათესებს — მათი ღეროების ღრღნით, რითაც საგრძნობი ზარალი მოაქვს;

6. მემინდვრიასაგან მოყენებული ზარალის შესამცირებლად შესაძლებელია, ჩატარებულ დაკვირვებათა საფუძველზე, რეკომენდებულ იქნეს შემდეგ ღონისძიებათა გატარება:

ა) სანერგეებში მემინდვრიას გადასვლის თავიდან ასაცილებლად წარმოებდეს მის წინააღმდეგ მოსპობითი ღონისძიებანი მოსაზღვრე დაუშუშავებელ ფართობებზე იმ პერიოდში, როდესაც მცირეა მემინდვრიების რაოდენობა.

ბ) წარმოებდეს მოსპობითი ღონისძიებანი მემინდვრიას წინააღმდეგ თვით სანერგეებში, რაც უნდა ხდებოდეს ადრე გაზაფხულზე, როდესაც მემინდვრიას რაოდენობა მცირეა.

გ) რეგულარულად წარმოებდეს სანერგეების მორწყვა, — ამ დროს სოროებში იღუპებიან მოზარდი მემინდვრიები; ერთდროულად სანერგეების დაუშუშავებელ ნაკვეთებზე (მიჯნებზე, რუს პირებზე და სხვ.) წარმოებდეს მოშხამული მისატყუებელი მასალის საშუალებით ბრძოლა იმ მოზრდილ მემინდვრიებთან, რომლებიც გადადიან იქ მორწყვის დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

რედაქციას მოუვიდა 24.3.1953)

დავითშვილი ლიტმარატურა

1. Н. В. Башенина—Грызуны-вредители лесных полос Сталинградской области, Зоол. журн. т. XXIX, в. 3, 1950.
2. Н. В. Башенина и В. В. Кучерук—К методике борьбы с мелкими грызунами в защитных лесных полосах. Бюлл. МОИП отд. биол., т. LXII (5), 1952.
3. А. Г. Воронцов.—Некоторые наблюдения над деятельностью общественной полевки (*Microtus socialis* Pall.) на пастбищах предгорного Дагестана. Бюлл. МОИП отд. биол. т. X IV, в. 7—8, 1935.
4. З. С. Родионов.—Биология общественной полевки. Ленинград, 1924.
5. П. А. Свириденко.—Значение грызунов в проблеме лесоразведения и защиты от них питомников и лесных полос. Тр. Ин-та зоологии АН УССР, т. VI, 1951.
6. А. С. Строганова и К. А. Юдин—Суслики и зайцы как вредители гнездовых посевов дуба в Заволжье. Зоол. журн. т. XXX, в. 2, 1951.





ზოოლოგია

ბ. შურაშვილი

ტრემატოდის ახალი გვარი და სახეობა ჩიბუხელადან  
(*LYMNOCRYPTES MINIMA* L.)

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ხაიციყმა 9.5.1953)

ჩიბუხელას (*Lymnocyrtes minima* L.) მუცლის ღრუში ჩვენ ვიპოვეთ ტრემატოდის ერთი ეგზემპლარი *Cyclocoeliinae* Stossich, 1902, ქვეოჯახიდან. ეს ჩიბუხელა მოპოვებულ იქნა ბოლნისის რაიონში 1950 წ. 23 თებერვალს. ტრემატოდის დეტალური შესწავლის შედეგად იმ დასკვნამდე მივდიეთ რომ საჭიროა ამ ფორმის გამოყოფა ტიპობრივ სახეობად ახალი დამოუკიდებელი გვარისა, რომელსაც ვუწოდებთ *Skrjabinocoelum petrowi* nov. gen. nov. sp., საბჭოთა ჰელმინთოლოგიური მეცნიერების ფუძემდებლის აკადემიკოს კ. სკრიაბინისა და გამოჩენილი საბჭოთა მეცნიერის ჰელმინთოლოგის პროფ. ა. პეტროვის პატივსაცემად.

დიფერენციალური დიაგნოზი

ე. ბაშკიროვას მონაცემების მიხედვით, რომელიც გამოქვეყნებულია აკად. კ. სკრიაბინის წიგნში (1950), ქვეოჯახი *Cyclocoeliinae* Stossich, 1902 იყოფა 5 ტრიბად: 1) *Cyclocoelea* Witenberg, 1923; 2) *Vardianea* Witenberg, 1923; 3) *Haemaiotrepaea* Witenberg, 1923; 4) *Hyptiasmea* Witenberg, 1923 და 5) *Ophthalmophagea* Witenberg, 1923.

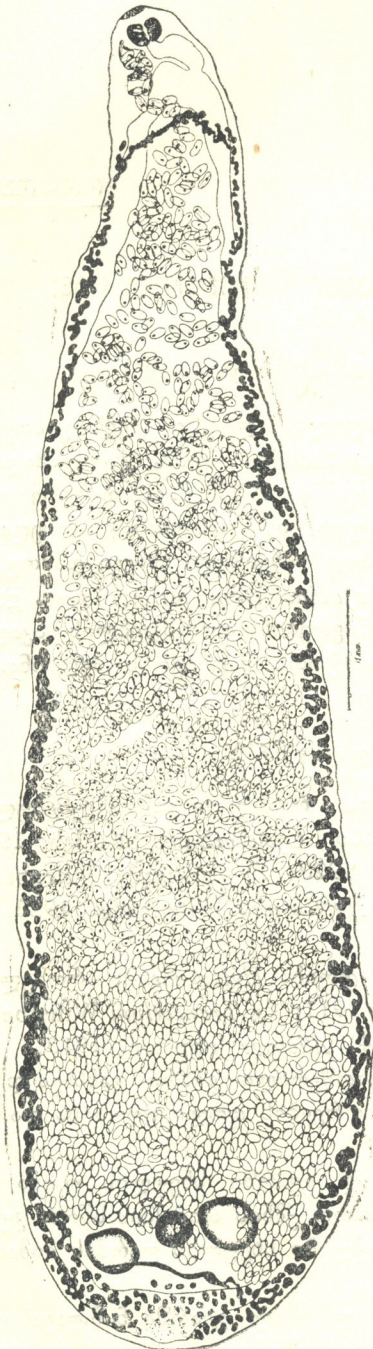
ჩვენ მიერ აღწერილი გვარი ეკუთვნის ტრიბა *Hyptiasmea*-ს, რომელიც აერთიანებს 4 გვარს: 1) *Hyptiasmus* Kossack, 1911; 2) *Trancoelum* Witenberg, 1923; 3) *Prohyptiasmus* Witenberg, 1923 და 4) *Allopyge* Johnston, 1913.

დასახელებული გვარებიდან ჩვენ მიერ აღწერილი გვარი განსხვავდება სასქესო ჯირკვლების მდებარეობით და საყვირების ფოლიკულებისა და სავილოსნოს მარყუშების განლაგებით.

სასქესო ჯირკვლები ჩვენ მიერ აღწერილ გვარში სხეულის უკანა ნაწილში მდებარეობს და სხეულის ღერძის მიმართ ქმნის თითქმის სწორ კუთხეს, ხოლო *Hyptiasmus* გვარში სასქესო ჯირკვლები სხეულის ღერძის მიმართ მახვილ კუთხეს ქმნის.

საყვირების ფოლიკულები ჩვენ მიერ აღწერილ გვარში ნაწლავის გაორკაპების დონეს აღწევს და იქვე ერთდება, მაშინ როდესაც *Hyptiasmus* გვარში საყვირების ფოლიკულები ნაწლავის გაორკაპების დონეს აღწევს, მაგრამ არ ერთდება.





ნახ. 1. *Skrjabinocoelum petrowi*  
 nov. gen. nov. sp.

საშილოსნოს მარყუშები ჩვენ შიგრი ალწერილ გვარში არ ალწევს სხეულის კიდეს, ხოლო *Hyptiasmus* გვარში საშილოსნოს მარყუშები ნაწლავის გარეთა კიდეზე გადადის სხეულის სიგრძის უკანა ორი მესამედის ფარგლებში.

*Transcoelum*-ის გვარში სასქესო ჯირკვლები ჰიის სიგრძივი ლერძის თითქმის გასწვრივ მდებარეობს; საშილოსნოს მარყუშები ნაწლავის გარეთა კიდეზე გადადის და სხეულის გვერდით კიდეს ალწევს; საყვითრეების ფოლიკულები სხეულის წინა ნახევარში არ ერთდება.

*Prohyptiasmus*-ის გვარში სასქესო ჯირკვლები მოთავსებულია პირდაპირ ხაზზე, სხეულის სიგრძივი ლერძიდან ცოტათი გადახრით; საყვითრეები არ ერთდება არც ნაწლავის თაღზე და არც ჰელმინთის სხეულის წინა ნაწილში.

დასასრულს, *Allopyge*-ს გვარში სასქესო ჯირკვლები სხეულის სიგრძივი ლერძის გასწვრივ მდებარეობს; საყვითრეების ფოლიკულები ჰელმინთის სხეულის წინა ნაწილში არ ერთდება.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გამო, ჩვენი აზრით, ტრიბა *Hyptiasmea*-ს უნდა დაემატოს ერთი დამოუკიდებელი ახალი გვარი *Skrjabinocoelum* nov. gen., ტიპობრივი და ერთადერთი სახეობით — *Skrjabinocoelum petrowi* nov. gen. nov. sp.

ტრიბა *Hyptiasmea* Witenberg, 1923  
 გვარების სარკვევი

- 1 (9) ნაწლავის ტოტები პირდაპირ მიიმართება ან ცოტათი იკლავება. სასქესო ხვრელი მოთავსებულია ხახის წინ.
- 2 (2) საშილოსნოს მარყუშები სხეულის გვერდით კიდებებს ალწევს.



- 3 (7) საყვითრეები ნაწლავის გაორკაპების დონემდე აღწევს, მაგრამ სხეულის წინა ნაწილში არ ერთდება.
- 4 (5) სასქესო ჯირკვლები ერთ ხაზზე და სხეულის ღერძის მიმართ ქმნის მახვილ კუთხეს. საშვილოსნოს მარყუშები არ ერთდება უკანა სათესლის შემდეგ . . . . . გვარი *Hyptiasmus* Kossack, 1911.
- 5. (4) სასქესო ჯირკვლები თითქმის სხეულის ღერძის გასწვრივ მდებარეობს. საშვილოსნოს მარყუშები უკანა სათესლის შემდეგ ერთდება . . . . . გვარი *Transcoelum* Witenberg, 1923.
- 6 (2) საშვილოსნოს მარყუშები არ აღწევს სხეულის გვერდითს კიდეებს.
- 7 (8) საყვითრეები ნაწლავის გაორკაპების დონეს აღწევს და ისინი იქვე უერთდებიან ერთმანეთს . . . . . გვარი *Skrjabinocoelum* nov. gen.
- 8 (7) საყვითრეები არ აღწევს ნაწლავის გაორკაპების დონეს, ისინი ერთმანეთს არ უერთდებიან . . . გვარი *Prohyptiasmus* Witenberg, 1923.
- 9 (1) ნაწლავის ტოტები დაკლაკნილია. სასქესო ხვრელი მოთავსებულია ნაწლავის გაორკაპების დონეზე . . . გვარი *Allopyge* Johnston, 1913.

გ ვ ა რ ი *Skrjabinocoelum* nov. gen.

გვარის დიაგნოზი. *Hyptiasmea*, წაგრძელებული სხეულით, რომელიც ვიწროვდება წინა ნაწილისაკენ. ნაწლავი ცოტათი იკლაკნება ზიგზაგისებურად. საყვითრეები აღწევს ნაწლავის გაორკაპების დონეს, ისინი იქვე უერთდებიან ერთმანეთს სხეულის მედიალურ ხაზზე. საშვილოსნოს მარყუშები არ აღწევს სხეულის გვერდითს კიდეებს და არ ერთდება უკანა სათესლის შემდეგ. სასქესო ჯირკვლები სხეულის უკანა ნაწილში მდებარეობს, ისინი სხეულის ღერძის მიმართ თითქმის სწორ კუთხეს ქმნიან. საკვერცხე სათესლებს შორის მდებარეობს.

ტიპობრივი და ერთადერთი სახეობა: *Skrjabinocoelum petrowi* nov. gen. nov. sp.

*Skrjabinocoelum petrowi* nov. gen. nov. sp.  
მასპინძელი: *Lymnocyrtus minima* L.—ჩიბუხელა.  
ლოკალიზაცია: მუცლის დრუ.  
მოპოვების ადგილი: საქართველო (ბოლნისის რაიონი).

ს ა ხ ე ო ბ ი ს ა ლ წ ე რ ა

სხეული წაგრძელებულია, წინა ნაწილში შევიწროებულია, ხოლო უკანა ნაწილი ფართოდ მომრგვალებულია. სხეულის სიგრძე 11,1104 მმ, მაქსიმალური სიგანე 2,6368 მმ. თერმინალური პირის არე 0,1400 მმ დიამეტრში. საშუალოდ განვითარებული ხახა 0,2560 მმ დიამეტრში. სასქესო ხვრელი მოთავსებულია ლატერალურად ხახის დონეზე.

მსუბუქად დაკლაკნილი საყლაპავი მილი სიგრძით აღწევს 0,7680 მმ. ნაწლავის ტოტები სხეულის გვერდითი კიდის პარალელურად მიიმართება: საყვითრეები შედგება მსხვილი ფოლიკულებისაგან, რომლებიც შემოერთებულია



ნაწლავს ლატერალური და დორზალური მხრიდან და ნაწლავის რკალზე უერთდებიან ერთმანეთს. საყვითრეები ნაწლავის გაორკაპების დონეს აღწევს, ისინი იქვე უერთდებიან ერთმანეთს სხეულის მედიალურ ხაზზე.

საყვითრე რეზერვუარი მოთავსებულია სხეულის უკანა ნაწილში, ნაწლავის თალის ახლოს. თითქმის მრგვალი სათესლეები და საკვერცხე მოთავსებულია სხეულის უკანა ნაწილში და სხეულის ლერძის მიმართ თითქმის სწორ კუთხეს ქმნის. მარჯვენა სათესლე 0,5120 მმ-ია დიამეტრში, მარცხენა კი—0,4864 მმ. საკვერცხე 0,1792 მმ დიამეტრში და მდებარეობს სათესლეებს შორის.

საშვილოსნოს მარყუშები არ აღწევს სხეულის გვერდითს კიდემდე და არ ერთდება უკანა სათესლის შემდეგ: საშვილოსნოს მარყუშებს უჭირავს სხეულის მთელი შინაგანი არე. საშვილოსნოს დისტალურ ნახევარში კვერცხები შეიცავს პიგმენტთან მირაციდებს, რომელთა ზომა აღწევს  $0,1644 \times 0,0780$  მმ. კვერცხი აღწევს  $0,1560 \times 0,0780$  მმ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 11.5.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. И. Скрябин. Трематоды животных и человека. т. IV, М.—Л., 1950, стр. 329—456.



ფიზიკოლოგია

ა. რობტაპი

სუნთქვის ცენტრიდან დიდი ტვინის ქერქზე იმპულსთა ირადიაციის  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 5.5.1953)

ა. ს მი რ ლ ი ა [1] და მ. ს ე რ გ ი ე ვ ს კ ი მ [2] დასკვნეს, რომ სუნთქვის ცენტრიდან ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ირადირებული აგზნების იმპულსები გავლენას ახდენენ დიდი ტვინის ქერქზე. ამ დებულების დასასაბუთებლად გამოყენებული იყო შემდეგი ექსპერიმენტული მასალა: 1. თუ ცთომილი ნერვის ცენტრალური ბოლოს ელექტრული გალიზიანებით სუნთქვა შეჩერდა, მაშინ ქერქის მამოძრავებელი ფარგლის ქრონაქსია ხანგრძლივდება [1]; 2. ქერქის მამოძრავებელი ფარგლის ქრონაქსია იცვლება სუნთქვის ფაზათა მიხედვით: ქრონაქსია საგრძობლად მცირდება ჩასუნთქვის ფაზაში და საწყის ოდენობას უბრუნდება ამოსუნთქვის შემდეგ [2]. მაგრამ ეს ფაქტები არაა პირდაპირი საბუთი იმისა, რომ იმპულსები სუნთქვის ცენტრიდან დიდი ტვინის ქერქამდე ვრცელდება.

დასმული საკითხის გასარკვევად ვაწარმოვე ოსცილოგრაფიული გამოკვლევები, რომელთა შედეგებსაც მიედგენა წინამდებარე ნაშრომი.

## მ ე თ ო დ ი კ ა

ძირითადი ცდები ნაწარმოებია დანარკოზებულ კატებზე (ნემბუტალის ნარკოზი); რამდენიმე ცდა ჩავატარე დაუნარკოზებულ შინაურ კურდღელზე და ბოლოს, ცდების ერთი სერია აღამიანებზეა ჩატარებული.

კატებზე, ტრაქეოტომიის შემდეგ, ვაწარმოებდი დიდი ტვინის ფართოდ გამოჩენას. შუბლის ძვალზე ვამაგრებდი ელექტროდების სპეციალურ საჭერს, რომლის საშუალებითაც შეიძლებოდა ელექტროდების სწრაფად და ზუსტად მოთავსება ქერქის ზედაპირზე. ზოგიერთ ცდაში ვაწარმოებდი ცთომილი ნერვებისა და საჯდომი ნერვის გამოცალკევებას, ზურგის ტვინს გადავხსნიდი ხოლმე მოგრძო ტვინის საზღვართან, ვაწარმოებდი ტვინის სხვადასხვანაირ გადაჭრას და ა. შ. სტრიქინინით ადგილობრივ მოწამლვისათვის ქერქზე ვათავსებდი სტრიქინინის ხსნარით გაჟღენთილ ქინძისთავისოდენა ბამბის გორგალს.

ბიოელექტრული პოტენციალები ვაგვყავდა დიდი ტვინის ქერქის ზედაპირიდან ვერცხლის დილისებური ელექტროდებით—„უნიპოლარულად“: ინდიფერენტულ ელექტროდად ვხმარობდით ქალას ძვალში გარკობილ მსხვილ ნემსს. ქერქულ პოტენციალებთან ერთად სუნთქვაც იწერებოდა. ზოგ შემთხვე-



ვაში აღვრიცხავდით გულმკერდის ყაფაზის სუნთქვითს მოძრაობებს, ზოგჯერ კი—სუნთქვის დროს ტრაქეაში აღმოცენებულ ჰაერის წნევის ცვლილებებს.

ნერვებსა და ტვინს ვლიზიანებდით სტიმულატორით, რომელიც იძლეოდა 0,2 მსეკ-ის ხანგრძლივობის ელექტრულ იმპულსებს. ბიოდენტა გაძლიერება ხდებოდა ცვლადი დენის გამაძლიერებლებით—ბალანსირებული შესავალით; აღვრიცხავა ხდებოდა ორსხივიანი კათოდის ოსცილოგრაფით.

ადამიანებზე ელექტროენცეფალოგრაფიული გამოკვლევებისათვის თავის ქალას კანზე ვაწებებდით ვერცხლის ელექტროდებს, რომლებიც დაფარული იყო თიხის პასტით. პასტა მზადდებოდა ბენტონიტის თიხისაგან ქლორის კალციუმის ნაჰერ ხსნარზე. ერთდროულად აღვრიცხებოდა გულის ბიოდენტები და გულმკერდის სუნთქვითი მოძრაობები.

### ცდების შედეგები და მათი თეორიული განხილვა

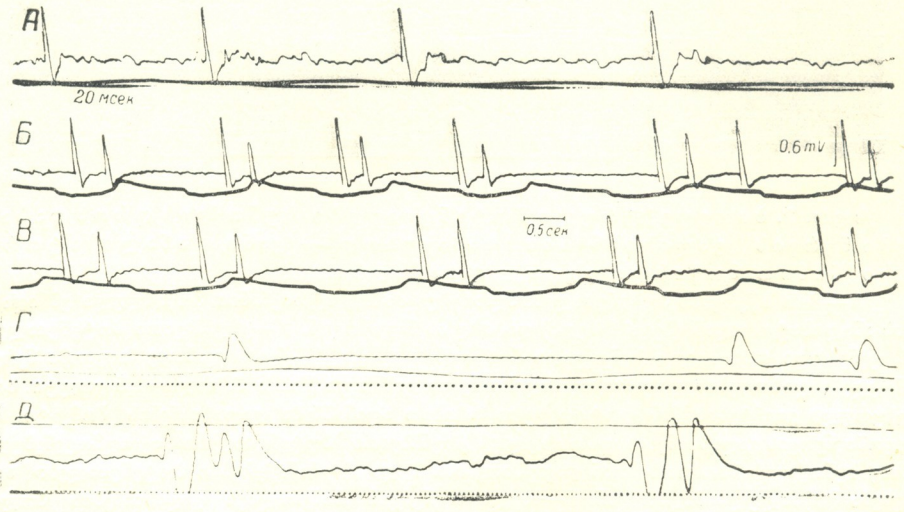
1. ქერქის მამოძრავებელი ფარგლის მიდამოში, მაგალითად, წინა კიდურის მიდამოს სტრიქინით (1% ხსნარით) ლოკალური მოწამლვისას, რამდენიმე ხნის შემდეგ იწყება კონტრალატერალური კიდურის რიტმული შერხევები. ეს მოვლენა აღწერა ამანტეამ ([4], ხოლო ი. ბერიტა-შვილმა [5] მოახდინა მისი მიოგრაფიული ანალიზი და გამოარკვია, რომ კიდურის მოძრაობას კოორდინირებული ხასიათი აქვს; მან ივარაუდა, რომ ეს შერხევები იმ შეუმჩნეველ გარეგან თუ შინაგან გალიზიანებათა შედეგია, რომლებიც ეფექტს იწვევენ აღმატებული ავზნებადობის (სტრიქინის გავლენით) მიდამოში. მე საშუალება მომეცა დამედგინა, რომ ქერქის სათანადო მიდამოს მოწამლვის შედეგად კიდურის შერხევები ზუსტად სუნთქვის რიტმის მიხედვით მიმდინარეობს. ეს ფაქტი ამტკიცებს, რომ სუნთქვის დროს აღმოცენებულ იმპულსებს შეუძლიათ აავზნონ ქერქის პირამიდული უჯრედები, რომლებითაც იწყება პირამიდული გზები. ამრიგად, ჩვენ წინაშე ამ შემთხვევაში არის კიდურის სუნთქვითი მოძრაობები ქერქული წარმოშობისა.

2. სტრიქინით მოწამლულ ქერქულ მიდამოში წარმოიშვება დამახასიათებელი ბიოელექტრული პოტენციალები. ეს გიგანტური კრუნჩხვითი პოტენციალებია, მრავალი ავტორის მიერ აღწერილი,—მათ აგრეთვე „სპონტანურად“ მიიჩნევდნენ, რადგან მათი წარმოშობა უცნობი იყო. მე საშუალება მომეცა დამედგინა, რომ გარკვეულ პირობებში კრუნჩხვითი პოტენციალები ქერქის მოწამლულ მიდამოში ზუსტად სუნთქვის რიტმით აღმოცენდება (სურ. 1). ეს მოვლენა შეიძლება ვნახოთ ქერქის ყოველი მიდამოს სტრიქინით ლოკალური მოწამლვისას. დანარკოვებულ ცხოველებს კრუნჩხვითი ბიოელექტრული პოტენციალები აღმოუცენდებათ მხოლოდ სტრიქინით მოწამლულ მიდამოში: მეზობელი მიდამოებიდან ასეთი პოტენციალები არ აღვრიცხავა (სურ. 2, A).

კრუნჩხვითი პოტენციალები აღმოცენდება მოწამლვის (1% ხსნარით) მომენტიდან 0,5—3 წუთის შემდეგ. დასაწყისში ეს პოტენციალები არარეგულ-



ლარული და იშვიათია, შემდეგ ხშირდება და დგება ისეთი პერიოდი, როცა ისინი მისდევენ გულმკერდის სუნთქვით მოძრაობათა რიტმს,—მათი აღმოცენება ხდება ჩასუნთქვის ან ამოსუნთქვის ფაზაში. ყოველ სუნთქვით მოძრაობას შეიძლება შეეფარდებოდეს ცალკეული ქერქული კრუნჩხვითი პოტენციალი ან 2—3 და მეტ პოტენციალთაგან შემდგარი ჯგუფი (სურ. 1). თუ სუნთქვითი პოტენციალები ჩასუნთქვის ფაზაში აღმოცენდა, რამდენიმე ხნის შემდეგ შეიძლება მათი აღმოცენება მოხდეს ამოსუნთქვის ფაზაში და პირიქით (სურ. 1). სხვა პირობებში,—სხვა კონცენტრაციის სტრიქნინის ხმარებისას, სხვა სიღრმის ნარკოზისას ან მოწამვლის სხვა სტადიაში,—კრუნჩხვითი პოტენციალები შეიძლება აღმოცენდეს როგორც ჩასუნთქვის, ისე ამოსუნთქვის ფაზაში, ე. ი. მათი სიხშირე გაორმაგებული იქნება. თუ ამავე დროს კრუნჩხვითი პოტენციალები ჯგუფ-ჯგუფად აღმოცენდება, დროდადრო ისინი განუწყვეტელი რიტმით მიმდინარეობენ და ასეთ შემთხვევაში ძნელდება მათი აღმოცენების დაკავშირება სუნთქვასთან.

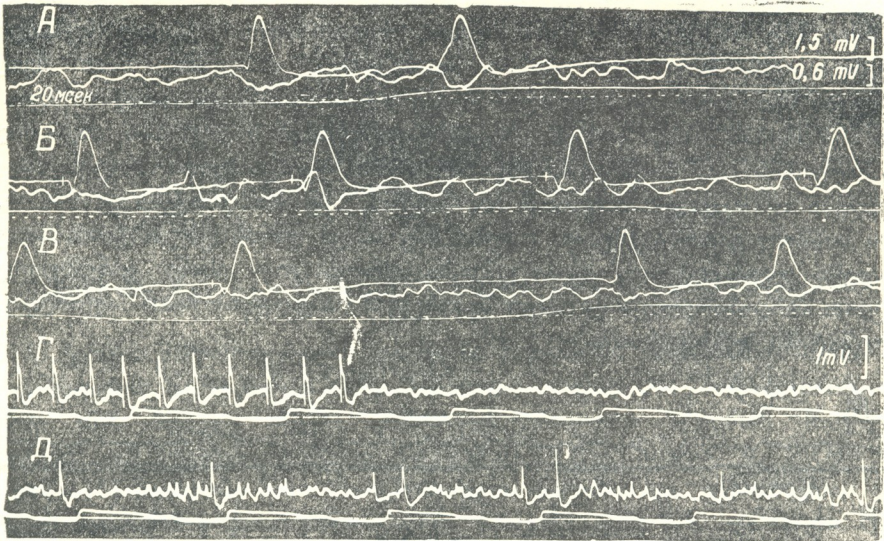


სურ. 1. კრუნჩხვითი ბიოელექტრული პოტენციალები ქერქში—სუნთქვის რიტმის მიხედვით.

А—კატა ნემბუტალის ღრმა ნარკოზით; პოტენციალები აღირიცხება 1% სტრიქნინით მოწამლული წერტილიდან *gyr. suprasilvius*-ის მიდამოში; აღირიცხება აგრეთვე გულმკერდის სუნთქვითი მოძრაობები,—მრუდის აწვევა ჩასუნთქვა, Б და В—კატა ნემბუტალის მსუბუქი ნარკოზით; პოტენციალები აღირიცხება 1% სტრიქნინით მოწამლული წერტილიდან *gyr. suprasilvius*-ის მიდამოში შხამის წასმიდან 1 წუთის შემდეგ, აღირიცხება ჰაერის მოძრაობა ტრაქეალური მილიდან; მრუდის აწვევა ამოსუნთქვა. Г—კატა ნემბუტალის ღრმა ნარკოზით. პოტენციალები აღირიცხება 1% სტრიქნინით მოწამლული წერტილიდან *gyr. ectosilvius*-ის მიდამოში. აღირიცხება აგრეთვე გულმკერდის სუნთქვითი მოძრაობები. Д—დაუნარკოზებული შინაური კურდღელი ახდელი თავის ტვინით. პოტენციალები აღირიცხება თხემის მიდამოს მოწამლული (1% სტრიქნინი) უბნიდან.)



სუნთქვის რიტმის მიხედვით კრუნჩხვითი პოტენციალების გაჩენა შეიძლება ენახოთ აგრეთვე დაუნარკოზებულ ცხოველზედაც ქერქის ლოკალურად სტრიქინინის მოწამლვით (სურ. 1, D).



სურ. 2. ბიოელექტრული პოტენციალები სუნთქვის დროს და საჯდომი ნერვის გაღიზიანების საპასუხოდ — კანის ანალიზატორის სტრიქინინით მოწამლულ ქერქულ ნაწილში.

A—B ჩანაწერებში პოტენციალები აღრიცხულია 1% სტრიქინინით მოწამლული უბნიდან—კანის ანალიზატორიდან (ზედა მრუდი) და თხემის მიდამოდან. A—კრუნჩხვითი პოტენციალები, აღმოცენებული თითოეული სუნთქვითი მოძრაობის დროს. B—მოპირდაპირე საჯდომი ნერვის ხანმოკლე გაღიზიანების დასაწყისი; გაღიზიანების სიხშირეა წამში 3, ძალა—1,5 ვოლტი. ბიოელექტრული ეფექტების წინ ვერტიკალური ხაზებით აღინიშნება გაღიზიანების მომენტი. B—საჯდომი ნერვის გაღიზიანების დასასრული; კრუნჩხვითი პოტენციალები აქ აღმოცენებულია მორიგე სუნთქვის მოძრაობასთან დაკავშირებით. Г და D—ჩანაწერებში პოტენციალები აღირიცხება მოწამლული მიდამოდან. Г—საჯდომი ნერვის ხანგრძლივი გაღიზიანების ბოლოს. D—ჩაწერილია Г-ს შემდეგ, 0,5 წუთის გავლისას; კრუნჩხვითი პოტენციალები განახლდა. ყველა ცდა ნაწარმოებია ერთსა და იმავე პრეპარატზე. ყველა ოსცილოგრამაზე სუნთქვა ჩაწერილი; მრუდის აწვეა ამოსუნთქვას აღნიშნავს.

3. ცნობილია, რომ თუ გამომეყანი ელექტროდი ქერქის ჯდაპირზე შოვათავსეთ ამა თუ იმ ანალიზატორის ბირთვის მიდამოში, მაშინ სათანადო მგრძნობიარე ნერვის ან სათანადო რეცეპტორთა გაღიზიანებისას აღირიცხება დამახასიათებელი ბიოელექტრული ეფექტები. ყოველი ცალკეული გაღიზიანების საპასუხოდ 8—15 მსეკ-ის ფართული პერიოდით აღმოცენდება დადებითი პოტენციალის რხევა; ამას შეიძლება მოჰყვეს უარყოფითი რხევა. ქერქის სტრიქინინით ლოკალური მოწამლვის შემდეგ ძლიერდება დადებითი რხევა და მეტისმეტად ძლიერდება უარყოფითი რხევა, რომელსაც ახლა საგრძნობი დადებითი რხევა მოსდევს.





შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს, რომ პოტენციალის დასაწყისი დადებითი რხევა გამოხატავს აგზნების ლოკალურ მდგომარეობას, რომელიც წარმოიშვება III და IV შრის ნეირონულ ელემენტებში აქ დაბოლოებულ აფერენტულ ბოჭკოთა აგზნების იმპულსთა ზეგავლენით.

სურ. 2-ზე მოყვანილია ეფექტები, რომლებიც აღმოცენდნენ საჯდომი ნერვის გალიზიანებისას ქერქის მოწამლულ მიდამოში—ჯვარედინა ლარის უკან (კანის ანალიზატორის ბირთვის მიდამო, რომელიც უკანა კიდურის კანის პროექციას შეეფარდება). თუ გალიზიანების რიტმი წამში 3-ია, ყოველ გალიზიანებაზე აღმოცენდება ზემოთ აღწერილი ეფექტი: საწყისი დადებითი რხევა, რომელსაც მოსდევს დიდი ამპლიტუდის უარყოფითი რხევა (სურ. 2, B—Г). ეგრეთ წოდებული „სპონტანური“ კრუნჩხვითი პოტენციალები, რომლებიც სტრიქნინით მოწამლულ ქერქულ მიდამოში აღმოცენდება, თავისი ხასიათით სავსებით მსგავსია ახლახან აღწერილი პოტენციალებისა, რომლებიც, პერიფერიულ გალიზიანებათა საპასუხოდ აღმოცენდება (სურ. 2). აქედან თავისთავად გამოდის ასეთი დასკვნა: სტრიქნინით გამოწვეული კრუნჩხვითი პოტენციალები პირობადებულია ქერქში მოსული როგორც აფერენტული იმპულსებით.

4. სტრიქნინისეული კრუნჩხვითი პოტენციალების კავშირი სუნთქვის მოძრაობებთან იმის მაჩვენებელია, რომ ამ პოტენციალთა გამომწვევი აფერენტული იმპულსაცია სუნთქვის აქტთან არის დაკავშირებული.

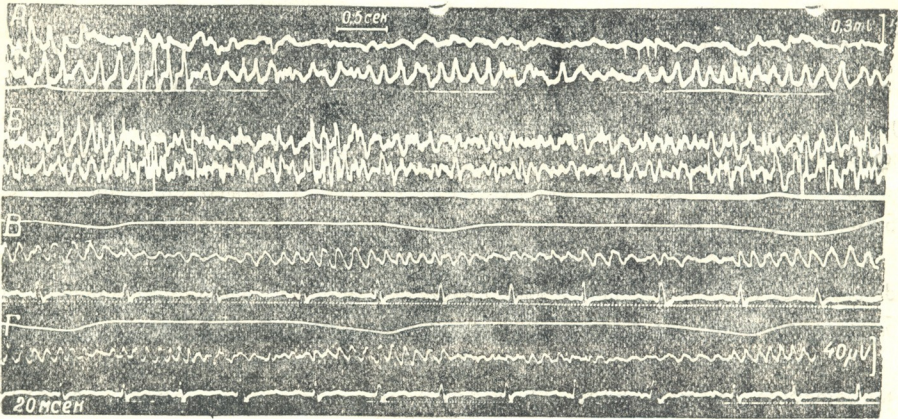
5. კრუნჩხვითი პოტენციალები ქერქში, რომლებიც სუნთქვის რიტმთან დაკავშირებით აღმოცენდება, არ ისპობა არც ცთომილ ნერვთა გადაჭრის შემდეგ და არც ზურგის ტვინის გადაჭრით მოგრძო ტვინის საზღვარზე. ეს პოტენციალები ისპობა მხოლოდ მაშინ, როცა ტვინი შუა ტვინის დონეზეა გადაჭრილი. ამ ფაქტთა მიხედვით შეიძლება დაეასკვნათ, რომ ეს კრუნჩხვითი პოტენციალები აღმოცენდება სუნთქვის ცენტრიდან მოსული და არა ფილტვებიდან, სასუნთქი ჭზებიდან ან სასუნთქი კუნთებიდან მოსული იმპულსაციის შედეგად.

ი. სეჩენოვმა [6] გამოთქვა მოსაზრება, რომ მოგრძო ტვინის სუნთქვის ცენტრი ერთჯერ მგრძნობიარე ზედაპირს წარმოადგენს დიდი ტვინის ქერქისათვის.

6. კრუნჩხვითი პოტენციალები სუნთქვის რიტმის მიხედვით აღმოცენდება ქერქის ყოველ მიდამოში, სტრიქნინით მოწამლვის შემდეგ. თუ ერთდროულად ქერქის რამდენიმე მიდამო მოვწამლეთ, მაშინ ყოველ ასეთ მიდამოში კრუნჩხვითი ბიოელექტრული პოტენციალები აღმოცენდება სუნთქვის რიტმთან ერთგვარ კავშირში, მაგრამ სხვა მოწამლულ მიდამოთა კრუნჩხვითი მოქმედებისაგან სრულიად დამოუკიდებლად. თუ ორი ქერქული მოწამლული მიდამო ერთიმეორისაგან ნაჭრევით გავთიშეთ, კრუნჩხვითი პოტენციალები მაინც აღმოცენდება ორივე მიდამოში სუნთქვის რიტმის მიხედვით და მათი ხასიათი არ იცვლება.



ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს; რომ სმენის, მხედველობის, ვესტიბულური, კანისა და სხვა რეცეპტორების გალიზიანება იწვევს უკვე აღწერილი უშუალო ბიოელექტრული ეფექტების აღმოცენებას ქერქის განსაზღვრულ მიდამოებში—სათანადო ანალიზატორთა ბირთვებში—და არ იწვევს მათ სხვა მიდამოებში, თუნდაც ეს უკანასკნელი სტრიქინით ადგილობრივ მოვწამლოთ. სუნთქვის ცენტრიდან გამოსულ იმპულსებს კი, რომლებიც ქერქისათვის აფერენტული არიან, სტრიქინით მოწამლვისას შეუძლიათ აფერენტული გალიზიანებისათვის დამახასიათებელი ეფექტები გამოიწვიონ ქერქის ყოველ მიდამოში. ამრიგად, სუნთქვის ცენტრიდან მოსული იმპულსები ქერქზე ახდენენ ირადირებულ გავლენას.



სურ. 3. კატის დიდი ტვინის ქერქის ბიოელექტრული აქტივობისა და ადამიანის ალფა-რიტმის პერიოდული ცვლილებები სუნთქვისასთან დაკავშირებით.

ჩანაწერები A და B სხვადასხვა კატაზე მიღებული—ნემბუტალის ნარკოზის დროს. ორივე შემთხვევაში აღირიცხება პოტენციალები *gyr. sigmoideus*-იდან (ზედა მრუდები) და *gyr. suprasylvius*-დან (ქვედა მრუდები) და გულმკერდის სუნთქვითი მოძრაობები. ჩანაწერები B და C მიღებულია ცდისპირზე, თვალდასუქულ მდგომარეობაში, ველოვგრამეტრზე ხანგრძლივი მუშაობის შეწყვეტისას. აღირიცხება: გულმკერდის სუნთქვითი მოძრაობები, ელექტროენცეფალოგრამა და ელექტროკარდიოგრამა.

ქერქის ნორმალური აგზნებადობის შემთხვევაში სუნთქვის ცენტრიდან მოსული იმპულსები არ იწვევს შესამჩნევ უშუალო ბიოელექტრულ პოტენციალებს, ე. ი. ეს იმპულსაცია მინიმალურია.

7. დიდი ტვინის ქერქზე სუნთქვის ცენტრის გავლენა შეიძლება ცხოველებზე ოსცილოგრაფიულად შევისწავლოთ ქერქის სტრიქინით მოწამლვის გარეშე. ნემბუტალის ნარკოზის გარკვეული სიღრმის შემთხვევაში დიდი ტვინის ქერქიდან აღირიცხება მრავალი ავტორის მიერ აღწერილი რიტმული ნელი პოტენციალები, წამში დაახლოებით 10. ამ რიტმის რხევები ჩნდება სერიებად, რომლებიც ერთიმეორისაგან პაუზებით არის გამოყოფილი, ანდა დროდა-



დრო ხდება ამ რხევათა ამპლიტუდის ზრდა. თუ ყურადღებით დავაკვირდებით, ვნახავთ, რომ ბიოელექტრულ პოტენციალთა ნელი რხევების გაზრდა ელექტროკარტიოგრაფიაში სუნთქვის რიტმის მიხედვით ხდება. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ცხოველის დიდი ტვინის ქერქში ნორმალური ან თუნდაც დაქვეითებული აგზნებადობის დროს სუნთქვის ცენტრიდან მოსული აფერენტული იმპულსაციის გავლენა თავს იჩენს ქერქულ ნელ ბიოპოტენციალთა პერიოდულ გაძლიერებაში (სურ. 3, A და B).

8. ადამიანის ალფა-რიტმის შესწავლისას გარკვეულ პირობებში შეიძლება აღმოვაჩინოთ ალფა-ტალღების პერიოდული გაძლიერების კანონზომიერი კავშირი სუნთქვასთან. ასე ხდება, მაგალითად, მძლავრი ფიზიკური მუშაობის დროს ან მისი შეწყვეტისთანავე გაძლიერებული სუნთქვის შემთხვევაში (სურ. 3).

ამრიგად, ჩვენთვის ცნობილია დიდი ტვინის ქერქის მარეგულირებელი გავლენა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ანიმალური ფუნქციის—სუნთქვის მიმართ. მეორე მხრივ, როგორც ეს არაერთგზის ხაზგასმით აღუნიშნავს ი. პაპულოვს, ქერქქვეშა წარმონაქმნი განუწყვეტლივ გავლენას ახდენს ქერქული ელემენტების ფაქტობრივ მდგომარეობაზე [7,8], და წინამდებარე ნაშრომში აღწერილ ფაქტთა მიხედვით შეიძლება ითქვას, რომ ამ უკანასკნელ შემთხვევაში საგრძნობი როლი მოგრძო ტვინის სუნთქვის ცენტრს უნდა მიეკუთვნოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.5.1953)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Смирнов. Влияние ритмических импульсаций дыхательного центра на центральную нервную систему. Объединенная сессия, посвящ. 10-летию со дня смерти И. П. Павлова. М., 1948, стр. 303.
2. М. В. Сергиевский. Дыхательный центр млекопитающих животных. Медгиз, 1950.
3. И. И. Голодов. Значение принципов павловской физиологии для успешной перестройки теории регуляции дыхания. Физиол. журн. СССР, 38, стр. 378, 1952.
4. L. A m a n t e a. Chemische Reizung der Hirnrinde des Hundes. Zbl. physiol., B. 26, S. 229, 1912.
5. И. С. Беритов. Об изменчивости корковых и рефлекторных двигательных реакций под влиянием искусственного повышения возбудимости в коре больших полушарий. Русский физиол. журнал, 1, 1917, стр. 12.
6. И. Сеченов. Физиология нервных центров. СПб. 1891.
7. И. П. Павлов. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных—условные рефлексы. Полное собрание трудов. т. III. М.—Л., 1949.
8. Павловские среды, т. I, М.—Л., 1949, стр. 62, 85, 147.



## ფსიქოლოგია

O. ბჟალბა

## ფიქსირებული განწყობა და ღრობითი კავშირების მემანიჰმი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 21.5.1953)

## საკითხის დასმა

ამ შრომის მიზანს შეადგენს პასუხის მოპოვება შემდეგ კითხვაზე: შესაძლებელია თუ არა განწყობის ფიქსაციის პროცესის შეუღლება პირობით სიგნალთან და რა თავისებურებით ხასიათდება პირობით სიგნალთან შეუღლებული განწყობის მოქმედება?

## მეთოდი

სიბნელისადმი თვალების ადაპტაციის მიზნით ცდისპირი ჩაბნელებულ კამერაში ზის და ექსპერიმენტის დაწყებას უცდის. ამ ცდაში უპირობო რეფლექსის როლი თეთრ ქალაღზე დაწებებული დიდი და პატარა წითელი წრის თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას აქვს დაკისრებული, რომლის 10—15-ჯერ განათება საკმარისია, როგორც ეს ერთ-ერთი ჩვენი გამოკვლევებიდან არის ცნობილი, იმისათვის, რომ განწყობის ფიქსაციას მივალწიოთ და მისი ზეგავლენით ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების სიდიდე შეცვლილად დავინახოთ [1]. განწყობის საფიქსაციოდ განკუთვნილი წრეები შავ ყუთშია მოთავსებული. ცდის ხელმძღვანელი ამ ყუთის განათებას გარედან აწარმოებს, რაც 2 წამის განმავლობაში გრძელდება. აგრეთვე გარედან ღებულობს ცდისპირი პირობით სიგნალს, რომელსაც იგი ყურებზე ჩამოცმული ვიბრატორებით ისმენს. ცდა გენერატორის ჩართვით იწყება, რომლის ხმას (300 ჰერცი) ცდის ხელმძღვანელი 10 წამის შემდეგ უერთებს უპირობო გამლიზიანებელს — დიდი და პატარა წრის თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას. მათი შეუღლებული მოქმედება წრეების ოპტიკური გამოხატულების ჩაქრობამდე გრძელდება, რის შესახებ ნიშანს ცდისპირი ელნათურას ღილზე თითის დაჭერით იძლევა. დროის რეგისტრაციისათვის წამსაზომი გვაქვს გამოყენებული. ცდათა შორის პაუზა 1 წუთს გრძელდება.

ექსპერიმენტის რაოდენობა ყოველდღიურად 10 შეუღლების ფარგლებს არ გასცილებია.

მეორე დღეს იმავე ცდისპირებზე ცდა არა უტოლო, არამედ ტოლი წრეების განათებით იწყება. როგორც პირველ შემთხვევაში, აქაც ჩვენი მიზანია ტოლ წრეებზე განწყობის ფიქსაციის შეუღლება პირობით სიგნალთან. განსხვავებულ გამლიზიანებელთან, ცხადია, განსხვავებული სიგნალია გამოყენებული, მისი სიხშირე 100 ჰერცს უდრის. ცდის დანარჩენი პირობები უცვლელად არის დატოვებული.





კრიტიკული ცდა მიმართულია იქითკენ, რომ განესაზღვროთ განწყობის ფიქსაციის პროცესთან შეუღლებული სიგნალების მოქმედება. ცდისპირს ეძლევა უტოლო წრეებზე ფიქსირებულ განწყობასთან შეუღლებული პირობითი სიგნალი (300 ჰერცი), მაგრამ მას ვუნათებთ არა უტოლო, არამედ ტოლ წრეებს. ამ ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების არა ტოლად, არამედ უტოლო სიდიდის წრეებად დანახვა, ხოლო მეორე ტოლობის სიგნალის (100 ჰერცი) მიცემის შემთხვევაში — ტოლად, უთუოდ იმის მარჯვენადად უნდა ჩაითვალოს, რომ პირობით სიგნალებს და ფიქსირებულ განწყობას შორის დროებითი კავშირი დამყარებულია.

სადიფერენციაციო ცდა ცალკე გვექონდა დაყენებული. ამ დროს სიგნალი ისე მოქმედებდა, რომ განმამტკიცებელი ცდისათვის, ე. ი. წრეების განათებისათვის არ მიგვიმართავს.

ცდაში ორმა ცდისპირმა მიიღო მონაწილეობა და თითოეულს საკუთარი დაკვირვების შედეგები ოქმში ექსპერიმენტის დამთავრების შემდეგ შეჭქონდა. რადგანაც ცდის მიმდინარეობიდან სიტყვის მონაწილეობა გამორიცხულია, უნდა ვიფიქროთ, რომ არსებითად პირველი სასიგნალო სისტემის მოქმედებასთან გვაქვს საქმე.

ექსპერიმენტული მასალა

უტოლო წრეებით განწყობის ფიქსაცია, როგორც აღნიშნული იყო, 300 ჰერცის სიხშირის სიგნალთან შეუღლებით მიმდინარეობდა, ხოლო ტოლი წრეებით განწყობის ფიქსაცია დაკავშირებულია 100 ჰერცის სიხშირის სიგნალთან. ამ უკანასკნელის შემუშავებას გაცილებით მეტი დრო და ცდის გაცილებით მეტი რაოდენობით განმეორება დასჭირდა, ვიდრე პირველს. მას წინ უტოლო წრეების ექსპოზიცია უსწრებდა, რაც ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ტოლად აღქმასზე, როგორც მოსალოდნელი იყო, გავლენას ახდენდა. უტოლო წრეებზე განწყობის ფიქსაციის შეუღლებას პირობით სიგნალთან 640 ცდა დასჭირდა. ტოლი წრეებით შემუშავებული განწყობის შეუღლებას პირობით სიგნალთან კი 700 ცდა. ამრიგად, ორივე ცდისპირზე ჩატარებული ცდების რაოდენობა 1350-ს აღწევს.

ცხრილი I

ცდისპირები	უტოლო წრეებზე განწყობის ფიქსაციის პირობით სიგნალთან შემაჯღლებელი ცდების რაოდენობა	ტოლ წრეებზე განწყობის ფიქსაციის პირობით სიგნალთან შემაჯღლებელი ცდების რაოდენობა	ცდების რაოდენობა აბსოლუტური რიცხვებით
რ. ნ.	300	340	640
ვ. ვრ.	350	360	710
სულ	650	700	1350

ცდების აბსოლუტური რაოდენობა, რასაკვირველია, საკმარისი არ არის იმისათვის, რომ ზემოთ დასმულ საკითხზე დადებითი ან უარყოფითი პასუხი გავცეთ. პირობით სიგნალთან წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების კავშირი იმ შემთხვევაში უნდა ჩაითვალოს ჩამოყალიბებულად, როცა სინათლის მიუცემლად მართო პირობითი სიგნალი შეძლებს ოპტიკური სენ-



საორული კერის აგუნების ფენომენის—მხედველობის განათებული არის თვალ-  
წინ გამოჩენას. ქვემოთ წარმოდგენილია შეუღლების დასაწყისი, ე. ი. პირვე-  
ლი დღის შედეგები.

ცხრილი 2

ცდისპირები	ძირითადი გამლიზიანე- ბელი	პირობითი სიგნალი	ცდათა რაოდენობა და თანამიმდევარი ოპტი- კური გამოხატულების ხანგრძლიობა სეკ-ით									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
რ. ნ.	შტოლო წრეები	300 ჰერცი	19,0	20,5	20,5	22,5	23,0	19,5	19,5	16,0	23,0	22,0
	ტოლი წრეები	100 "	23,0	23,0	21,0	22,0	22,5	23,0	25,0	23,0	23,0	20,0
პ. ერ.	შტოლო წრეები	300 "	12,0	10,0	11,0	11,0	10,0	7,5	9,0	10,5	10,5	11,5
	ტოლი წრეები	100 "	13,0	14,0	13,0	13,0	12,0	14,2	13,5	14,0	9,5	13,0

პირველი ცდისპირი რ. ნ. ცდაში მეორედ მონაწილეობს, მისი თანამიმ-  
დევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა საშუალოდ 15 წამს უდრი-  
და. აქ წარმოდგენილი მასალის მიხედვით ეს რიცხვი მეორე ცდაში 19,0  
წამს აღწევს, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ერთი წლის წინათ ჩატარებულ  
ცდას, როგორც ჩანს, უშედეგოდ არ ჩაუვლია; რაც შეეხება მეორე ცდის-  
პირს, აქ თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა 10—11  
სეკუნდს არ აღემატება.

ასეთი იყო მდგომარეობა ცდის დასაწყისში, მაგრამ შეუღლების პრო-  
ცესის მიმდინარეობის სრული სურათის მისაღებად გავეცნოთ ყოველი ორ-  
მოცდამეთავე ცდის შედეგებს.

ცხრილი 3

ცდისპირი	ცდათა რაოდ.	თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა სეკუნდებით										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	საშუ- ალო
რ. ნ.	50	26,5	24,5	22,0	22,8	22,8	18,5	19,5	23,0	21,0	23,1	22,3
	100	42,0	39,0	36,0	27,0	36,0	90,0	21,0	36,0	37,0	36,0	33,8
	150	43,0	33,0	33,0	28,0	31,0	38,0	42,0	35,0	36,0	33,0	35,1
	200	47,0	43,04	40,0	53,0	35,0	43,0	48,0	43,0	37,0	52,0	42,1
	250	50,0	65,0	78,0	78,0	74,0	62,0	77,0	60,0	63,0	63,0	67,0
	300	110,0	117,0	88,0	131,0	97,0	111,0	103,0	102,0	102,0	98,0	105,9

როგორც ცხრილის პირველი ორი სვეტი გვიჩვენებს, 50-ე ცდის დასაწყისში პირობით სიგნალთან შეუღლებული თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა 25,5 წამს უდრის, მე-100 ცდის დასაწყისში—42,1 წამს, 150-ე ცდის დასაწყისში—43 წამს, მე-200 ცდის დასაწყისში—47 წამს, 250-ე ცდის დასაწყისში—50 წამს, მე-300 ცდის დასაწყისში—110 წამს. ამრიგად, თუ ექსპერიმენტის დასაწყისში ამ ცდისპირის თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა 19,0 წამი იყო, იგი მესამასე ცდის დასაწყისში ხუთჯერ არის გაზრდილი, ე. ი. 110 წამს აღწევს.





ასეთივე კანონზომიერებით მიმდინარეობდა მეორე ცდისპირის (ვ. ერ.) თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების შეუღლება პირობით სიგნალთან. შედარებისათვის მოგვყავს ორივე ცდისპირის თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობის დამახასიათებელი საშუალო არითმეტიკული რიცხვები.

ცხრილი 4

ცდისპირი	ცდათა რაოდენობა						
	50	100	150	200	250	300	350
რ. ნ.	22,3"	33,8"	35,1"	42,1"	67,0"	105,9"	—
ვ. ერ.	19,1"	20,1"	23,4"	31,2"	51,5"	70,5"	81,7

ცდისპირის ვ. ერ-ის თავისებურებად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ შეუღლების პროცესი ნელი ტემპით მიმდინარეობს და ვერც საბოლოო (სტადიაში აღწევს მისი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა იმ დონეს, რომელსაც ცდისპირმა რ. ნ. მე-300 შეუღლებაზე მიაღწია. აქ თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა 81,7 წამს არ გადასცილებია, მიუხედავად იმისა, რომ 350 ცდა იყო ჩატარებული.

ამ მომენტიდან ობიექტების განათების გამორიცხვა და მხოლოდ პირობითი სიგნალის მიცემა საკმარისი აღმოჩნდა, რომ მხედველობის სენსორული კერა აგზნებულყო და ცდისპირის თვალწინ ამ აგზნებული კერის სიმპტომი — განათებული ველი — თვალწინ დამდგარიყო. ამის მიღება, ვერ მოხერხდებოდა, რომ აკუსტიკურ და ოპტიკურ სენსორულ კერათა შორის ნერვული გზების გაკაფვისთვის არ მიგვეღწია. პირობითი სიგნალის მოქმედებით მხედველობის არის განათება წარმოადგენს აგზნების ინერციას, მაგრამ ისეთს, რომელშიაც გამაღიზიანებელთა გამოხატულება არ ჩანს. უფრო დაწვრილებით საკითხის აღწერა მოცემულია ცალკე გამოკვლევაში [2].

მხოლოდ პირობითი სიგნალის მოქმედებით და წრეების განათების გარეშე აღმოცენებული მხედველობის სენსორული კერის აგზნება საშუალოდ 50—60 წამს გრძელდება. ვაცილებით უფრო მეტი ხანგრძლიობა ახასიათებს მას, როცა სმენითი პირობითი სიგნალის გარეშე მივმართავთ წრეების განათებას. ამ შემთხვევაში მხედველობის არე 70 წამს რჩება განათებულ მდგომარეობაში. ეს ისეთი ექსპერიმენტული ფაქტია, რომელიც გვიჩვენებს, რომ მხედველობის სენსორულ კერაში აგზნება ვაცილებით უფრო ძლიერია, ვიდრე სმენის სენსორულ კერაში. ამრიგად, აგზნების ერთი სფეროდან მეორეში გადანაცვლებას და ერთი დომინანტური კერს აღმოცენებას წინ არაფერი ელოდება. აგზნების ასეთი დომინანტური კერა, თანახმად ჩვენი შედეგებისა, მხედველობის სენსორულ კერაში ყალიბდება. ამის სასარგებლოდ მეტყველებს ისიც, რომ სმენისა და მხედველობის კერათა შორის გაკაფულ ნერვულ გზებს უკუმოქმედების ძალა არ აღმოაჩნდათ. არც ერთ შემთხვევას არ ჰქონია აღ-



გილი, რომ მხედველობის პირველად გალიზიანებას მასთან შეუღლებული სმენის სენსორული კერის აგზნების ფენომენი გამოეწვია.

ახლა გავარჩიოთ პირობითი სიგნალის დამოკიდებულება ფიქსირებულ განწყობასთან.

ქერქში აკუსტიკურ და ოპტიკურ სენსორულ კერათა შორის ჩამოყალიბებული დროებითი კავშირი, მისი ურთიერთობა წრეების თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებასთან სწორედ იმის მაჩვენებელია, რომ ასეთივე ურთიერთობაშია იგი ამავე წრეების სტერეოტიპული ზემოქმედებით ფიქსირებულ განწყობასთან. მათ შორის კავშირის დამყარებაზე მსჯელობა იმ შემთხვევაში იქნება შესაძლებელი, როცა ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება 300 ჰერცის სიხშირის სიგნალის მოქმედებისას აღიქმება როგორც უტოლო, ხოლო 100 ჰერცის სიხშირის სიგნალის მიცემისას—როგორც ტოლი. მიღწეულია თუ არა პირობითი სიგნალსა და ფიქსირებულ განწყობას შორის ასეთი კავშირი, ამის ჩვენება ქვემოთ დასახელებული ოქმის შინაარსის გაცნობას შეუძლია.

ცხრილი 5

ცდისპირები	ოქმის №	პირობითი სიგნალი ჰერცები თაა წარმოდგენილი											
		100	100	1000	100	100	100	300	300	300	300	300	300
რ. 5.	58	83"	83"	85	123"	78"	108,5"	95,7"	103"	98,5"	106,5"	99,5	105"
		±	=	=	=	=	=	=?	±	+	+	+	+
3. ერ.	62	68"	74,5"	78,5"	69,5"	78,5"	80,3"	81,3"	75"	80"	76"	83"	81,5"
		=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	+	+

ამ ოქმის ზემო კვადრატში პირობითი სიგნალებია ჩასმული, იმის ქვემოთ თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ხანგრძლიობა წამებით არის გაზომილი. პირველი ცდის შედეგი გვიჩვენებს, რომ ტოლი წრეების ზემოქმედებით ფიქსირებულ განწყობასთან შეუღლებული სიგნალის (100 ჰერცის) მოქმედებისას ამ წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება 83 წამის განმავლობაში არ ჩამქრალა, იგი, როგორც ნიშანი ± გვიჩვენებს, თავიდან უტოლო მდგომარეობაში დაუნახავს ცდისპირს, მაგრამ ჩაქრობამდე მოუსწვრია გატოლება. აქ წინა ცდის ზეგავლენასთან უნდა გვექონდეს საქმე, თორემ შემდგომ ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება 5-ჯერ ზედიზედ ტოლად არის აღქმული (=). მე-7 სვეტიდან იწყება კრიტიკული ცდა. ცდისპირი აქ ღებულობს უტოლო წრეების ზემოქმედებით ფიქსირებულ განწყობასთან შეუღლებულ სიგნალს (300 ჰერცს). ოპტიკური გამოიზიანებელი უცვლელად არის დატოვებული, მას ვუნათებთ არა უტოლო, არამედ ისევ ტოლ წრეებს. ცდისპირი პირველი ცდიდანვე შეეჭვებულა ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების ტოლობაში, რაც ოქმში =? ნიშნით არის აღნიშნული. მეორე ცდაში ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება უტოლოდ აღიქვა, მაგრამ ჩაქრობამდე მოასწრო გა-





ტოლება, რაზეც მიუთითებს  $\pm$  ნიშანი. დანარჩენ ოთხივე შემთხვევაში ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება თავიდან ბოლომდე უტოლო ჩანს და არა ტოლი, ე. ი. ერთი დიდია და მეორე პატარა. დიდი ჩანს წრე იმ მხარეს, სადაც საგანწყობო ცდაში პატარა წრე იყო მოთავსებული. ამ შემთხვევაში კონტრასტულ ილუზიასთან გვაქვს საქმე, რომელიც ყველგან  $+$  ნიშნით არის აღნიშნული. ასეთია ძირითადი შედეგი, საინდანაც ჩანს, რომ ცდისპირების მიერ ერთისა და იმავე გამღიზიანებლის თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება ერთ შემთხვევაში ტოლად და მეორე შემთხვევაში უტოლოდ არის აღქმული, იმისდა მიხედვით, თუ რომელი სიგნალი მოქმედებდა. თავისთავად ცხადია, რომ პირობითი სიგნალი უშუალოდ კი არ ცვლის წრეების თანამიმდევარი გამოხატულების სიდიდეს, არამედ იგი, როგორც ექსპერიმენტის მიმდინარეობა გვიჩვენებს, მასთან უშუალოდ დაკავშირებული სიტუაციის — ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლში გამოდის და ამით აღწევს წრეების აღქმაში ცვლილებების შეტანას. სწორედ ამიტომ ვნახულობთ ყოველთვის პირობითი სიგნალის მიერ აქტუალიზებული განწყობის შესატყვის ცვლილებებს აღქმაში.

ასეთია ფიქსირებული განწყობისა და პირობითი სიგნალების ურთიერთობის დამახასიათებელი ფაქტების ნამდვილი შინაარსი.

პირობითი სიგნალების მეშვეობით განწყობის გადანაცვლება შესაძლებელია გინდ გავაადვილოთ, გინდ გავაძნელოთ. საკმარისია შემაუღლებელი ცვლები რამდენიმე დღეს წრეების გაუნათებლად გავიმეოროთ, ან კიდევ ერთი მათგანი უმოქმედო მდგომარეობაში დავტოვოთ, რომ პირობითმა სიგნალმა ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის ძალა თანდათანობით დაკარგოს, მათ შორის გაკაფული კავშირი საგრძნობლად შესუსტდეს. ასეთ ვითარებაში ჩატარებული ერთ-ერთი ცდის შედეგები წარმოდგენილია ქვემოთ.

ცხრილი 6

ცდისპირები	ოქმის №	პირობითი სიგნალი ჰერცებით არის გამოხატული									
		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
რ. ნ.	69	63	76	84	96	105	110	10,51	98,3	96,4	85
3. ვრ.	74	51	64	63	61	72	74	69	63	65	56

როგორც მე-6 ცხრილიდან ჩანს, ფიქსირებული განწყობის გადანაცვლება დამოკიდებულია არა მარტო პირობით სიგნალზე, არამედ იმ კავშირის სიმტკიცეზე, რომელიც განწყობასთან არის დამყარებული. საფიქრებელია, რომ არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ნერვული სისტემის ტიპს, მაგრამ სათანადო მასალის უქონლობა საშუალებას არ იძლევა გარკვეული მითითების გასაკვეთებლად.



დიდი ხანია ცნობილია, რომ იმ პირობებშიდან, რომელნიც მონაწილეობას ეღებულა განწყობის შემუშავებაში, ერთ-ერთის განმეორება საკმარისია, რომ დროებით ჩამქრალი განწყობის აქტუალიზაციას მივალწიოთ. ამის შესაძლებლობა, როგორც აქ გამოირკვა, ქერქში დროებითი კავშირების ჩამოყალიბებას ემყარება. ასეთი საფუძვლის მქონე გამლიზიანებელს ენიჭება ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლი. ამიტომაც 100 ჰერცის სიხშირის სიგნალის მოქმედებისას ტოლი წრეების თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება ტოლი ჩანს, ხოლო 300 ჰერცის სიხშირის სიგნალის მოქმედებისას—მასთან შეუდლებული ფიქსირებული განწყობის შესატყვისად შეცვლილი, ე. ი. უტოლო.

სავსებით ამის ანალოგიურია პროცესის მსგელობა მოქმედების მექანიზმის შესწავლისაკენ მიმართულ ექსპერიმენტებში. პირობითი სიგნალის მოქმედებისას პირში ნერწყვის გამოყოფა გვიჩვენებს, რომ ქერქში სმენის ანალიზატორებსა და მოგრძო ტვინის სათანადო პუნქტს შორის დროებითი კავშირი ჩამოყალიბებულია. ქერქიდან აგზნება გაკაფული ნერვული გზების საშუალებით აღწევს მოგრძო ტვინამდე, აქედან წამოსული ნერვული იმპულსი ჯირკვალში შემოდის და პირში ნერწყვის გამოყოფით მთავრდება. ნერწყვის დენა, თანახმად ექსპერიმენტისა, პირობით სიგნალთან ჩვენ მიერ იყო დაკავშირებული და უპირობო რეფლექსების მექანიზმის საფუძველზე მიმდინარე ქცევის შემადგენელ კომპონენტს წარმოადგენს. პირობითი სიგნალი მშვიერ ძაღლში მასთან დაკავშირებული ჭამის ქცევის აქტუალიზაციას იწვევს, რაც არა მარტო ნერწყვის დენით გამოიხატება, არამედ ძაღლი ყურებდაცქვეტილი იმზირება საკვებისაკენ, ტუჩებს ენით ლოკავს, ისეთ მოძრაობასაც აკეთებს, თითქოს საკვებს ჰაერში იჭერდეს. ამრიგად, პირობითი სიგნალი დაკავშირებულია არა მხოლოდ სალივაციის პროცესთან, არამედ ორგანიზმის მდგომარეობასთან მთლიანად, უპირობო მექანიზმების საფუძველზე მიმდინარე ქცევასთან—ჭამასთან. ორგანიზმის ამ აქტიურობის დროში დამთხვევა პირობით სიგნალთან და განმამტკიცებელი ცდის განმეორება ახალი მოქმედებისათვის მზაობისა და ფიქსაციის პირობას წარმოადგენს. ერთი სიტყვით, პირობითი და უპირობო რეფლექსების კავშირი არა მხოლოდ ნერწყვის გამოყოფის, არამედ მთლიანად ორგანიზმის მოქმედების მექანიზმია. სმენითი გამლიზიანებელი ამ მექანიზმის საფუძველზე ასრულებს მასთან დაკავშირებული მოქმედების აქტუალიზაციის სიგნალის როლს.

როგორც სიგნალზე გამოყოფილ ნერწყვში, ისე მასთან დაკავშირებული მხედველობის ველის აგზნებაში შეუძლებელია ქცევის შინაარსის ამოკითხვა, რა თვისებისაა მასში ასახული გამლიზიანებლები. ჩვენს ცდებშიც სმენით გამლიზიანებელსა და წრეების თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას შორის ჩამოყალიბებულ კავშირებზე დამყარებით იწვევს სიგნალი ოპტიკური სენსორული კერის აგზნებას, რომელიც ათეული წამების განმავლობაში რჩება განათებულ მდგომარეობაში. მაგრამ დროებით კავშირთა მექანიზმის ამ ეფექტს—მხედველობის განათებულ არეს,—როგორც ითქვა, საგნობრივი შინაარსი არ გააჩნია. მასში ასახავი საგანი არ ჩანს და არც გამოჩნდება, სანამ საგანი



თვითონ რეცეპტორებზე უშუალოდ არ იმოქმედებს. ამრიგად, დროებითი კავშირების მექანიზმი მზად არის, მაგრამ გამლიზიანებლის აღქმა, მისი ასახვა ჯერ კიდევ არ გვაქვს. ამის მისაღწევად არა მარტო ქერქულ გზებს შორის კავშირია აუცილებელი, არამედ მის საფუძველზე გამლიზიანებლის უშუალო ზემოქმედება რეცეპტორებზე. გარემოსა და ორგანიზმის ურთიერთობის პროცესში აღმოცენებული დროებითი კავშირების მექანიზმი ამ რეცეპტორული ფენომენის მიხედვით იძენს კონკრეტულ შინაარსს და თვითონ გამლიზიანებლის გრძნობადი შინაარსიც ამ გზით უკავშირდება ცოცხალი არსების მოთხოვნილებათა სფეროს, როგორც ეს ერთ-ერთ ჩვენს შრომაშია ნაჩვენები [3]. ასე ყალიბდება ორგანიზმის მზაობა გარკვეული მოქმედებისათვის, ე. ი. მექანიზმისა და შინაარსის ერთიანობით განსაზღვრული მთლიანი მდგომარეობა, ასახვის თავისებური ფორმა, რომელსაც აქვს არა მარტო ორგანიზმის გარემოში ორიენტაციის, არამედ ამასთანავე მისი მოქმედების წარმართველი ძალა. ამრიგად, დროებითი კავშირები წარმოადგენენ მოქმედების ფიზიოლოგიურ მექანიზმს, ხოლო განწყობა — იმავე მოქმედების ფსიქოლოგიურ მექანიზმს.

ჩვენ ვნახეთ, რომ სმენითი გამლიზიანებელი მხოლოდ მაშინ ასრულებს განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს, როცა კავშირი მათ შორის ჩამოყალიბებულია. ამ გზით აღმოცენებული განწყობა არსებითად ცვლის რეაქციის მიმდინარეობას, იგი მიმართულებას უცვლის გამლიზიანებელთა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებას — მათი უტოლოდ აღქმის უშუალო მიზეზი ხდება. ამაზე მიუთითებს ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები, საიდანაც ადვილი დასანახავი აღმოჩნდა ისიც, რომ ბადურაზე გამოხატული წრეების და, მაშასადამე, ყოველი რეცეპტორული ფენომენის შენიღბული, ილუზორული აღქმის მიზეზი უშუალოდ სმენითი პირობითი სიგნალი კი არ არის, არამედ მის მეშვეობით აქტუალიზებული განწყობა. ეს აძლევს რეცეპტორულ ფენომენებს სახეცვლილ გამოხატულებას.

ამგვარად, თანახმად აქ წარმოდგენილი ექსპერიმენტული შედეგებისა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტვინის დიდი ჰემისფეროების რეფლექსური მოქმედების — სიგნალიზაციის — პრინციპი წარმოადგენს ფიქსირებული განწყობის აღმოცენებისა და მიმდინარეობის საბუნებისმეტყველო საფუძველს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

დ. უზნაძის სახელობის

ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.5.1953)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. ბ ჯ ა ლ ა ვ ა. თანამიმდევარი ხატი და ფიქსირებული განწყობა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XI, № 2, 1950.
2. ი. ბ ჯ ა ლ ა ვ ა. პირობითი გამლიზიანებელთან შეუღლებული თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 2, 1953.
3. ი. ბ ჯ ა ლ ა ვ ა. განწყობის ფიქსაციის პროცესი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIII, № 9, 1952.



ლიტერატურის ისტორია

ს. შუბანიშვილი

## ლიტერატურული და ხალხური უბაჟიანი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. კეკელიძემ 15.5.1953)

აბულ-ყასიმ ფირდოუსის (934—1025 წ.) თხზულება „შაჰნამე“ ერთ-ერთი უდიდესი ნაწარმოებია არამარტო ტაჯიკურს, არამედ მსოფლიო ლიტერატურაშიც.

თხზულება შეიცავს უძველესი დროის საგმირო ზღაპრულ-მითური თქმულებების გადამუშავებულ კრებულს. ეს თქმულებები პირველად დაუმუშავებიათ ფალაურ „ხვატაჟ-ნამაკში“, ხოლო X საუკუნეში შეუვსიათ და პროზაულად გადმოუღიათ ახალ სპარსულ ენაზე „შაჰნამეს“ ანუ „მეფეთა-წიგნის“ სახელწოდებით. ამავე საუკუნეში „შაჰნამეს“ პროზაული ვერსია შეუვსია და გაულექსავს სპარსეთის მეფის შაჰმუდ ლაზნეველის (998—1030 წ.) კარის პოეტს ფირდოუსს. უკანასკნელს თავისი შრომა საბოლოოდ დაუმთავრებია 1010 წელს ([1] გვ. 197).

„შაჰნამე“ ქართულად პირველად უთარგმნიათ პროზაულად XII საუკუნის დასაწყისში. ეს თარგმანი შემდეგ, მონგოლთა ბატონობის ხანაში, როდესაც ქართული მწერლობა დაქინებულა-დაქვეითების გზას დაადგა, განადგურებულა. XV—XVI საუკუნეებში კი, ჩვენი მწერლობის აღორძინების დასაწყის ხანაში, „შაჰნამე“ ხელახლა უთარგმნიათ პროზაულად, ხოლო შემდეგ, იმავე საუკუნეებშივე, მისი პირველი (გმირულ-მითური) ნაწილი კიდევაც გაულექსავს ორ პოეტს—სერაპიონ სოგრატის ძე საბაშვილს და ხოსრო თურმანიძეს. ლექსითი რედაქცია 5663 სტროფია. თარგმნილი ნაწილი შეიცავს როსტომ გმირის ციკლს და როსტომის სიკვდილით თავდება. ყოველივე ამის გამო ქართულ „შაჰნამეს“ როსტომიანს უწოდებენ.

„შაჰნამე“ პოპულარობით სარგებლობდა ჩვენში. გარდა იმისა, რომ კლასიკური ხანის ქართულ ორიგინალურ ლიტერატურაში შედარებისათვის ხშირად იმოწმებენ „შაჰნამეს“ გმირებს, მისი ეპიზოდები შესულა ქართულ ხალხურ სიტყვიერებაშიც, ხოლო საკუთარი სახელები როსტომი, ზურაბი, აფრასიონი, ქაიხოსრო და სხვ. დღესაც გავრცელებულია ჩვენში.

„შაჰნამეს“ ეპიზოდებიდან ქართულ ხალხურ სიტყვიერებაში შემონახულია „როსტომ-ზურაბიანი“, „ბეჟანიანი“ და „ზააქიანი“<sup>(1)</sup>. ამჟამად შევჩერდებით მხოლოდ ხალხური და ლიტერატურული „ზააქიანის“ ურთიერთობის საკითხზე.

(1) ამ ეპიზოდების ხალხური ვარიანტები შენიშვნებით, ლექსიკონითა და ნარკვევით გამოხატული გვაქვს გამოსაცემად.



„ზააქიანის“ ვარიანტს ქართულ თქმულებაში „თრითინო“ ეწოდება. ჩაწერილია ის გულბათის<sup>(1)</sup> მიერ, დაბეჭდილია ორჯერ—პირველად 1891 წელს „Московские Ведомости“-ს № 82-ში, მეორედ კი 1899 წ. (Гульбат, „Сборник грузинских легенд“, Москва, გვ. 15—27).

ქართული თარგმანი ეკუთვნის ალექსანდრა მაკარის ასულ მელიქოვისას, დაბეჭდილია აკაკი წერეთლის „კრებულში“ 1899 წ. № 5-ში<sup>(2)</sup> (პირველი განყოფილება, გვ. 45—55).

ხალხური თქმულებისა და ლიტერატურულის ურთიერთშედარება შემდეგ სურათს იძლევა:

1. ხალხური თ: აჯეპაკი დაუშვებობდა იბლისს, ე. ი. ეშმაკს, რომლის დახმარებითაც მოხიზლა ჯემშიდ შეფე და გახდა მისი შვილობილი. იგივე იბლისი ურჩევს შემდეგ აჯეპაკს მოკლას თავისი მამობილი.

ლიტერატურული თაც ზააქს „მიუხდა ერთი კაცი იბლისი და ავის მქნელი, მამის მოკვლა დააჯერა, მიუქცივა მისკენ გული“ ([2], სტ. 16 აბ).

2. ხალხური თ: აჯეპაკი დიდხანს ეწინააღმდეგებოდა იბლისს, ებრალებოდა კეთილი მოხუცი, რომელიც მას გულწრფელად მიენდო და მრავალი წყალობით აავსო, მაგრამ ეშმაკის მჭევრმეტყველებამ დასძლია და საბრალო ჯემშიდი დაიღუპა აჯეპაკის ხელით.

ლიტერატურული თ: ზააქი დიდხანს ყოყმანობდა, უმძიმდა მამის მოკვლა, მაგრამ ბოლოს ეშმაკმა სძლია და ზააქის დასტურით იბლისმა კიდევაც დაღუპა ზააქის მამა მუხვარდი.

3. ხალხური თ: შესრულდა თუ არა ეს ბოროტმოქმედება, მას მყისვე მოჰყვა საშინელი სასჯელი: მკვლელის მხრებიდან ამოძვრნენ ვეებერთელა გველები, რომელთა კუდი მკვლელის სხეულში იყო შერჩენილი. ეს გველები მხოლოდ ადამიანის ტყინით იკვებებოდნენ.

ლიტერატურული თ: ზააქს „მჯარზედ გუელნი ამოუხსნდა, თქუეს თუ „ნეტარ ეს რისია?!“ და, იბლისის რჩევით,

ორი კაცი მოიყუანეს, მოჰკლეს, ტვინი ამოართვეს,

რა აქამეს გველებს ტვინი, ყურის ლოკვას ჩამოეხსნეს:

მოისვენეს, მკრებზედ დაწვენეს, დაიძინეს, მათ იამეს,

ქება უთხრეს იმ იბლისსა ჯელმწიფესა, ეს იამეს ([2], 30 დ, 33).

და ასე კვებავდნენ გველებს ადამიანის ტვინით.

4. ხალხური თ: გველთა შესაქმელი კაცები წილის ყრით მოჰყავდათ და ყოველდღე რამდენიმე სპარსელი მწარე გოდებაში ვარდებოდა ამ ამბით. ჯემშიდის სათნო მეფობის შემდეგ ანნაირი წესები მეტად შესაზარავი იყო, ასკენის თქმულება.

<sup>(1)</sup> გულბათი არის ფსევდონიმი ოლღა ილიას ასულ გრუზინსკაიასი (დაბადებულია 1846 წ. გარდაცვლილა 1912 წ. შემდეგ), რომელიც იყო შვილიშვილი საქართველოს მეფის გიორგი XIII-ისა.

<sup>(2)</sup> „ამირანისა“ და გიორგი კაბადუკიელის საკითხებთან დაკავშირებით „თრითინოს“ თქმულებას ყურადღება პირველად პროფ. ალ. ხახანაშვილმა მიაქცია ([6], გვ. 164, შენ). ამისგან დამოუკიდებელი, აკაკის „კრებულის“ საფუძველზე, „თრითინოს“ ეპიზოდის მნიშვნელობას შეეხო აკად. კ. კვეციანი ([1], გვ. 79).



ლიტერატურული თაგ ველებსათვის წილისყრით მოჰყავდათ ყოველდღე ორ-ორი კაცი.

5. ხალხურით: ბოლოს წილი ხვდა ფრიდონის დანიშნულს ნანას. გაბრაზდა ამაზე ფრიდონი, წავიდა, შეებრძოლა აჯვჰაკს და მოკლა.

ლიტერატურულით: წილი ხვდა მჭედელ ქავას შვილს, ქავა გაბრაზდა, შეებრძოლა ზაქს და ფრიდონის დახმარებით კიდევაც დაამარცხა ის.

6. ხალხურით: დამარცხებული აჯვჰაკი მთაში კლდეზე მიამსკვალეს, ლიტერატურულითაც ზაქი ფრიდონმა კლდესა და ავეჯურღმულში დააბა.

7. ხალხურით: აჯვჰაკს აუჯანყდა თრითინო, შეება მას და დაამარცხა კიდევაც, ლიტერატურულითაც ფრიდონი შეებრძოლა ზაქს და დაამარცხა ის.

გარდა ასეთი მსგავსებისა, ხალხურ თქმულებას მოეპოვება ისეთი მონაცემები, რაც უცნობია „შაჰნამესათვის“; ასე, მაგ., ლიტერატურულისათვის უცნობია თქმულების ეპიზოდი მოსეს ქორწინების შესახებ, აგრეთვე თქმულების გაგრძელება აფრიდონის მიერ საქართველოში არდამ სპასალარის გამოგზავნის და მისი საქმიანობის შესახებ. ლიტერატურულში არაფერია ნათქვამი ზაქის მამის კეთილმმართველობის შესახებ, თქმულებაში კი ვრცელადაა საუბარი ჯემშიდის სათნო მეფობის შესახებ.

თავის მხრივ ხალხურისათვის უცნობია ლიტერატურულის შემდეგი ცნობები: ეშმაკის მიერ ზაქის მამის მოკვლის სცენა, ზაქის წუხილი მამის სიკვდილის გამო, ეშმაკის მანქანებით ზაქის მიერ საკმლის შეძლევა, ეშმაკის გამოცხადება მზარეულად და კარგი საკმელების გაკეთება. სხვადასხვა ხერხის მიმართვა ველებს მოსასპობად, ზაქის მიერ სხვადასხვა ქვეყნების დაჭერა, აფრიდონის სიზმარი, მისი ბრძოლა ზაქთან და დამარცხება, ფრიდონის აღზრდა, არინოზის, შარინოზისა და ნარიმანის ამბები.

არსებითად შეცვლილია საკუთარი სახელები: ხალხურში ზაქის ნაცვლად იხმარება მისი ეპითეტი აჯვჰაკი<sup>1</sup>. ზაქის მამა, ლიტერატურულით, არის მუხვარდი ([2], სტ. 15 ა), ხალხურით კი ჯემშიდი. ლიტერატურულის ფრიდონი ხალხურში იხსენიება „თრითინოდ“, ხოლო თქმულება იქვე შენიშნავს: ქართულად მას აფრიდუნს უწოდებენო ([7], გვ. 53). უცნობია ლიტერატურულისათვის ხალხურის არდამი, ნანა და მოსე.

ეს თქმულება არ უნდა იყოს ლიტერატურულიდან ქართულ ხალხურ სიტყვიერებაში გადასული, პირიქით, ხალხური ლიტერატურულზე უფრო ადრინდელია. ეს რომ ასეა, ჩანს შემდეგიდან:

1. როგორც აღვნიშნეთ, ზაქი მოხსენებულა ხალხურში არა ლიტერატურულში შემონახული სახელით, არამედ მისი ეპითეტით (აჯვჰაკით).

<sup>1</sup> აჯვჰაკი ნიშნავს ვეშაპს, ამის შესახებ ფირდოუსი წერს: „ზაქ არის ვეშის სახე და წყეულის გველისანი“ ([2], სტ. 85 გ.).





რომ ლიტერატურულიდან მოდიოდეს თქმულება, მაშინ აქ გვექნებოდა ან მისი შეცვლილი გამოთქმა. ჩანს, თქმულებაში აჯეპაკად ყოფილა ცნობილი ის გმირი, რომელსაც ფირდოუსმა ზააქი დაარქვა.

2. „თრითინო“ რომ ზეპირი გზით არის ჩვენში შემოსული და არა ლიტერატურულით, ამას ამტკიცებს შემდეგი გარემოებაც: „ზააქიანის“ ხალხური ეპოზოდი ჩაწერილი აქვს სომეხ ისტორიკოსს მოსე ხორენელს, რომლის მოღვაწეობას V—IX საუკუნეებში ვარაუდობენ. უძველესი დროიდან (ჩვენს წელთაღრიცხვამდის), მას თურმე მომღერლები მღეროდნენ, შემდეგ ეს თქმულება სააკ ბაგრატიუნის დავალებით ჩაუწერია მოსე ხორენელს ([3], გვ. 48—50).

ქართულსა და სომხურ თქმულებებს შორის შემდეგი მსგავსებაა: 1. სომხური თქმულებით, ზააქი დასახელებულია ბიურასპ აქდაპაკად, აქდაპაკადვე ანუ აჯეპაკად იხსენიება ის ქართულ თქმულებაშიც; 2. სომხური თქმულებით, აქდაპაკი დამარცხების შემდეგ დემავენდის (დმბავენდ) მთის გამოქვაბულში დაამწყვდიეს; ქართული თქმულებითაც დემავენდის მთაზე მიჰყავთ აჯეპაკი დასასჯელად. ასე რომ სომხური და ქართული თქმულებები ამ მხრივ ერთმანეთს ემთხვევა, განსხვავება ისაა, რომ სომხურში ზააქი ბიურასპ აჯეპაკად არის აღნიშნული, ხოლო ქართულში მარტო აჯეპაკად. მაგრამ, როგორც ირკვევა, ზააქი ამ ორი სახელით ყოფილა ჩვენშიც ძველად ცნობილი. ამ მხრივ საყურადღებოა XI საუკუნის მოღვაწის ლეონტი მროველის ისტორია. თავის თხზულებაში მას ზააქის შესახებაც შემოუტანია ცნობები, მაგრამ ზააქის ნაცვლად ბევრასპის აღნიშნავს. ზეპირი ცნობებით არ უნდა ხელმძღვანელობდეს ამ შემთხვევაში ლეონტი, რადგანაც ის გარკვევით მიუთითებს წყაროს: „ესე ვითარცა წერილ არს ცხოვრებასა სპარსთაცა“ ([5] გვ. 10), „სპარსთა ცხოვრება“ იგივე „შაჰნამეა“, „შაჰნამეში“ კი ზააქია ნახსენები. მაშ რაშია საქმე? საფიქრებელია, რომ ლეონტი მროველმა განგებ შეცვალა ზააქი ბევრასპად. ალბათ მის დროს ზააქი ამ ეპითეტით ყოფილა ფართოდ ცნობილი, რა თქმა უნდა, თქმულების გზით, და ფირდოუსის გმირი რომ ფართო მასისათვის ყოფილიყო გასაგები, ამიტომ უცნობი ზააქი შეცვალა ცნობილ ბევრასპად.

ყოველივე ეს იმის მაჩვენებელია, რომ „თრითინო“ არაა „შაჰნამედან“ ჩვენში შემოსული, არამედ სანამ „შაჰნამე“ გაფორმდებოდა, ის მანამდის, ყოფილა ჩვენში გავრცელებული ზეპირსიტყვიერი გზით. ამას ამტკიცებს აგრეთვე „თრითინოსა“ და „ავესტას“ შედარებაც. უკანასკნელში სიკვდილის ამაშორებელი ჰაომა ამბობს: ათვიდა იყო ის მეორე ადამიანი, რომელმაც გამომწურა ხორციელი ქვეყნისათვის; ის მაღლი მიენიჭა მას, ის ბედი ეწია მას, რომ შეეძინა ვაჟიშვილი თრაეტაონა, სახელოვანი გვარისა, რომელმაც მოკლა გველეშაპი დაჰაკი [აქ(ი) დაჰაკ(ი)], სამხახა, სამთავა, ექვსთვალა, ათასხერხიანი, უძლიერესი ეშმაკეული ურჩხული, საძაგელი, მაცდუნებელი ქვეყნისა. ეს უძლიერესი ურჩხული შექმნა ავმა სულმა ხორციელი ქვეყნის წინააღმდეგ, მართალთა ქვეყნის დასალუპავად“ ([4], გვ. 1—2). სიუჟეტური მსგავსება ქართულ „თრითინოსა“ და „ავესტას“ შორის ნათელია, ნათელია აგრეთვე საკუთარ სახელთა ერთიანობაც, „ავესტას“ თრაეტაონ(ა)



და აჟ(ი) დაჰჰ(ი) ქართული თქმულების თრითინო და აჯგჰაკია, რომელთა მეტამორფოზა შემდეგი სახით მომხდარა:

აგესტა თრანეტონ(ა)	ფალაური ტრენტუნ	ხალხ. ქართ. თრითინო	ახ. სპარს. ნტრედუნ ტარედუნ ტერედუნ	ლიტ. ქართ. აფრიდონ
აჟ(ი)დაჰჰ(ი)	აჟდაჰჰ	აჯგჰაკი	აჟდაჰჰ Dahhak. ხაჰ ([4], გვ. 4).	

რაც შეეხება დღესდღეობით ცნობილ გულბათის მიერ ჩაწერილ „თრითინოს“ (გარიანტები არ მოეპოვება), მას ამჩნევია ჩამწერის ხელი. აღსანიშნავია ამ მხრივ მისი ბოლო ნაწილი, სადაც მოთხრობილია აფრიდონის მიერ არდამის გაგზავნა ქართლში და მისი საქმიანობა, რაც უცნობია „შაჰნამესათვის“ და სომხური თქმულებისათვისაც. სამეგვიროდ ეს ცნობა გადმოცემული აქვს ლეონტი მროველს. სურათის ნათელსაყოფად მოვიყვანთ ხალხურისა და ლეონტის ტექსტებს პარალელურად:

ხალხური თქმულება

ლეონტი მროველი

თრითინომ გაგზავნა „სპასალარი არდამი ქართლში, რათა დაეპყრა ეს კურთხეული ქვეყანა. არდამმა დახოცა იქ მოპარპაშე ხაზარნი, დაიპყრა ყველა ქალაქები, ციხეები და აღაშენა კასპიის ზღვის ნაპირზედ ქალაქი დარუბანდი, რომელიც ნიშნავს „დახურულ კარს“.

ამან [ფრიდონმა] წარმოუგზავნა ერისთავი მისი სპითა<sup>1</sup> დიდითა, რომელსა სახელი ერქუა არდამ, შვილი ნებროთის ნათესავთა. მოვიდა ქართლად და შემუსრნა ყოველნი ქალაქნი და ციხენი ქართლისანი და მოს[რ]ნ[ა] ყოველი, რაოდენი ხაზარი<sup>2</sup> მოვა ქართლსა შინა. ამან აღაშენა ქალაქი ზღვის კარს და უწოდა სახელი დარუბანდი, რომელი ითარგმანების „დავშა კარი“.

მანვე შემოავლო ზღუდე მცხეთას, ეს პირველი შენობა იყო ქვეთკირისა, ამაზედ წინათ ქართველები სახლებს ან ხისას აკეთებდნენ, ან კლდეში გამოკვეთილს და ან ქვისას და ალიზისას.

და მანვე მოზღუდა მცხეთა ქალაქი ქვტკირითა და აქამამდის არ იყო ქართლსა შინა საქმე ქვტკირისა, ამის გამო დაისწავლეს ქვტკირი.

ამ ახალის წესითვე, ე. ი. ქვითა და კირით აღაშენეს ციხის კედელი არმაზში და ასევე დამთავრებულ იქმნა ციხის კედელი არმაზის მთის მიყოლებაზე მდინარე მტკვრამდე“ ([7], გვ. 52—53).

ამანვე აღარ მოჰკიდა კირი ზღუდე ციხესა არდამაზისსა და აქათ მტკურამდის და წარმოზღუდა ცხუირი არმაზისი ვიდრე მტკურამდე ([5], გვ. 10).

როგორც ვხედავთ, ხალხური და ლიტერატურული ცნობები ზუსტად ემთხვევა ერთმანეთს. ამ შემთხვევაში ჩამწერს ლეონტის ცნობა უნდა ჰქონდეს გამოყენებული, რომელსაც ის გაეცნობოდა ფრანგული თარგმანით (ბროსეს გამოცემა), საერთოდ ჩამწერი თქმულების შესავსებად ლიტერატურულ

(<sup>1</sup> დედანში წერია ს უ ლ ი თ ა .



წყაროსაც რომ მიმართავდა, ეს ჩანს „თრიტინოს“ ბოლო ნაწილიდანაც, სადაც ერთ-ერთ ლიტერატურულ წყაროდ მას გამოუყენებია რომაელთა მწერლის პლინი უფროსის (23—79 წწ.) ცნობა, როგორც ამას თვითონაც აღნიშნავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

რუსთაველის სახელობის

ქართული ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.5.1953)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. კორნ. კეკელიძე, ძველი ქართული მწერლობის ისტორია, ტ. II, მესამე გადამუშავებული და შეესებულებული გამოცემა, სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1952.
2. შაბ-ნამეს ანუ მეფეთა წიგნის ქართული ვერსიები, ტ. I, ტექსტი გამოსცა და წინასიტყვაობა და ლექსიკონი დაურთო იუსტინე აბულაძემ. საქართველოს საისტორიო და საეთნოგრაფიო საზოგადოების გამოცემა, თბილისი, 1916.
3. История Армении Моисея Херенского, новый перевод Н. О. Эмина (с примечаниями и приложениями), издание Лазаревского Института Восточных Языков, Москва, 1893.
4. გ. ახვლედიანი, ავესტა, მხნა 9; თარგმანი და კომენტარი, „ლიტერატურული ძიებანი“, II, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი, 1944.
5. ქართლის ცხოვრება, მარამ დედოფლის ვარიანტი, გამომცემული ე. თაყაიშვილის რედაქტორობით, თბილისი, 1906.
6. А. С. Х а х а н о в. Очерки по истории грузинской словесности, выпуск II, издание общества истории и древностей Российских при Московском университете, Москва, 1897.
7. თრიტინო, „აკაკის თეოური კრებული“, № 5, ქუთაისი, 1899.



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

შეღობილია დასაბეჭდად 25.6.1953  
ანაწყობის ზომა 7×11

სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 5  
ნაბეჭდი ფორმა 5,5

შეკვ. 767

უგ 03867

ტირაჟი 1000