

524 / 2  
1951



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
გ მ ა გ ე

ტომი XII, № 3

ძიკითარი, ჟარტალი გამომცემა

1951

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

**ზ ი ნ ა ა რ ს ი**

**მათემატიკა**

1. ი. ჟაკი. ფურიეს ორმაგი მწკრივების აბსოლუტური კრებადობის შესახებ . . . 129

**ბიოფიზიკა**

2. მ. ნოდია. ახალი სახის ბაქნები ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის სავსე მაგნიტური სასწორის შემუშობით გაზომვისათვის . . . . . 135

**პალეონტოლოგია**

3. ლ. გაბუნია. ახალციხის ლიგნიტიანი რაიონის შესამეული ნალექების მაწოვართა ფაუნის შესახებ . . . . . 141

**ბიქნია**

4. ვ. გოთოშია. ორი შეკუმშული სხეულის ზედაპირის კონტაქტური დაძაბულობის გამოკვლევის საკითხისათვის . . . . . 145  
 5. ე. სენიაშვილი. უსასრულო დიდი რიცხვის თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემებისათვის საკუთარ რბევათა ფორმების განსაზღვრის შესახებ . . . . . 151

**ბოტანიკა**

6. მ. სოხაძე. ფესვთა სისტემის მორფოლოგიური ტიპები უროიანის ძირითად ფიტოცენოლოგებში . . . . . 157

**ნიადაგმცოდნეობა**

7. გ. დ. ახვლედიანი და გ. ტალახაძე. მრავალწლოვანი ბალახების გავლენა შევიწი ნიადაგის ზოგიერთ თვისებაზე . . . . . 165

**ზოოლოგია**

8. თ. ქიქილაშვილი. ცაცხეზე აბლაბუდა ტკიპის *Schizotetranychus telorius* L. რაოდენობის სეზონური ცვალებადობის შესახებ . . . . . 173

**ანატომია**

9. ლ. ნათაძე. ზერზემილიანთა თვალბუდეთშორისი მიდამოს განვითარებისათვის . . 179

**ფსიქოლოგია**

10. რ. ნათაძე. სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებების უშუალო აღქმის ფაქტორთა საკითხისათვის . . . . . 183

მათემატიკა

ი. შაბი

ფურინის ორმაზი მწკრივების აბსოლუტური კრებადობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. კუპრაძემ 14.10.1950)

Hardy-მ [1] დაამტკიცა, რომ თუ  $f(x) \in \text{Lip } \alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$  და, ამას გარდა,  $f(x)$  არის ფუნქცია შემოსაზღვრული ვარიაციით, მაშინ ყოველი  $\gamma$ -თვის, რომელიც ნაკლებია  $\alpha$ -ზე, სამართლიანია უტოლობა

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{\gamma} (|a_n| + |b_n|) < \infty,$$

სადაც  $a_n, b_n$  არის  $f(x)$  ფუნქციის ფურიეს კოეფიციენტები.

ამ შრომაში გარკვეული აზრით ვაზოგადებთ Hardy-ის თეორემას ფურიეს ორმაგი მწკრივისათვის. როგორც ცნობილია, ჯამებადი  $f(x, y)$  ფუნქციის ფურიე-ლემბეის ორმაგი მწკრივი ეწოდება შემდეგ ორმაგ მწკრივს:

$$f(x, y) \sim \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_{mn} A_{mn}(x, y), \quad (1)$$

სადაც

$$A_{mn}(x, y) = a_{mn} \cos mx \cos ny + b_{mn} \sin mx \cos ny + c_{mn} \cos mx \sin ny + d_{mn} \sin mx \sin ny;$$

$$\lambda_{00} = \frac{1}{4}, \quad \lambda_{m0} = \lambda_{0n} = \frac{1}{2}, \quad \lambda_{mn} = 1, \quad m > 0, \quad n > 0.$$

აღენიშნოთ

$$\begin{aligned} \rho_{mn} &= \sqrt{a_{mn}^2 + b_{mn}^2 + c_{mn}^2 + d_{mn}^2}, \quad m > 0, \quad n > 0 \\ \rho_{m0} &= \sqrt{a_{m0}^2 + b_{m0}^2}, \quad m > 0 \\ \rho_{0n} &= \sqrt{a_{0n}^2 + c_{0n}^2}, \quad n > 0. \end{aligned}$$

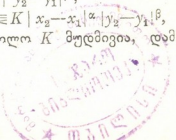
თანხმად ვ. ჭელიძის განმარტებისა,  $R_0 = [0, 2\pi; 0, 2\pi]$  სეგმენტზე უწყვეტ  $f(x, y)$  ფუნქციას ეწოდება  $H_{\alpha\beta}^{\alpha'\beta'}$  კლასისა ( $0 < \alpha, \beta, \alpha', \beta' < 1$ ), თუ  $R_0$ -ის ორი ნებისმიერი  $(x_1, y_1)$  და  $(x_2, y_2)$  წერტილისათვის შესრულებულია შემდეგი პირობები:

$$|f(x_2, y) - f(x_1, y)| \equiv K_1(y) |x_2 - x_1|^{\alpha'}, \quad (2)$$

$$|f(x, y_2) - f(x, y_1)| \equiv K_2(x) |y_2 - y_1|^{\beta'}, \quad (3)$$

$$|f(x_2, y_2) - f(x_1, y_2) - f(x_2, y_1) + f(x_1, y_1)| \equiv K |x_2 - x_1|^{\alpha} |y_2 - y_1|^{\beta}, \quad (4)$$

სადაც  $K_1(y), K_2(x)$  ჯამებადი ფუნქციებია, ხოლო  $K$  მუდმივია, დამოკიდებული მხოლოდ  $f$ -ზე.



$f(x, y)$  ფუნქციის ვარიაცია (კრათელოდორის აზრით)  $R_0$ -ზე,  $f(x, y)$ -ის ვარიაცია  $x$ -ით ფიქსირებული  $y$ -თვის,  $f(x, y)$ -ის ვარიაცია  $y$ -ით ფიქსირებული  $x$ -თვის აღნიშნოთ შესაბამისად  $V(f)$ ,  $\overset{x}{V}(f)$ ,  $\overset{y}{V}(f)$  სიმბოლოებით.

თიორემა. ვთქვათ,  $f(x, y)$  ფუნქცია არის ცალ-ცალკე ცვლადების მიმართ პერიოდული ფუნქცია  $2\pi$  პერიოდით და ექვთვინის  $H_{\alpha\beta}^{\alpha'\beta'}$  კლასს ( $0 < \alpha, \beta, \alpha', \beta' < 1$ ). თუ

$$\overset{x}{V}(f) < L_1(y), \tag{5}$$

$$\overset{y}{V}(f) < L_2(x), \tag{6}$$

$$V(f) < L, \tag{7}$$

სადაც  $L_1(y)$ ,  $L_2(x)$  ჯამეზადი ფუნქციებია, ხოლო  $L$  მუდმივია, მაშინ

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} (m+1)^{\frac{\delta}{2}} (n+1)^{\frac{\gamma}{2}} \rho_{mn} < \infty,$$

სადაც

$$\delta = \min \{ \alpha, \alpha' \}, \quad \gamma = \min \{ \beta, \beta' \}.$$

დამტკიცება. ჯერ განვიხილოთ მწკრივები

$$\varphi(x) \sim \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{\infty} (a_{m0} \cos mx + b_{m0} \sin mx), \tag{8}$$

$$\psi(y) \sim \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} (a_{0n} \cos ny + c_{0n} \sin ny). \tag{9}$$

ვაჩვენოთ, რომ  $\varphi(x)$  და  $\psi(y)$  არის ფუნქციები შემოსაზღვრული ვარიაციით და, ამას გარდა, ისინი აკმაყოფილებენ ლიფშიცის პირობებს  $\alpha'$  და  $\beta'$  მაჩვენებლებით. ადვილი შესამჩნევია, რომ

$$\varphi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x, y) dy, \quad \psi(y) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x, y) dx^{(1)}.$$

ვთქვათ,  $x_0 = 0 < x_1 < x_2 < \dots < x_m < 2\pi$  არის  $0 \leq x \leq 2\pi$  სეგმენტის ნებისმიერი დანაწილება. (5) უტოლობის ძალით გვაქვს:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m |\varphi(x_i) - \varphi(x_{i-1})| &\leq \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sum_{i=1}^m |f(x_i, y) - f(x_{i-1}, y)| dy \leq \\ &\leq \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} L_1(y) dy < \infty. \end{aligned}$$

<sup>(1)</sup> თეორემის დამტკიცებაში არსებითად გამოყენებულია გ. პელიძის შრომა [2].



ამრიგად,  $\varphi(x)$  არის ფუნქცია შემოსაზღვრული ვარიაციით. (2)-დან გამომდინარეობს, რომ  $\varphi(x) \in \text{Lip } \alpha'$ . ანალოგიურად მტკიცდება დებულება  $\psi(y)$  ფუნქციის შესახებ. თუ გამოვიყენებთ Hardy-ს თეორემას (8) და (9) მწკრივებზე, მივიღებთ:

$$\sum_{m=1}^{\infty} m^{\delta'} \rho_{m0} < \infty, \quad \delta' < \alpha', \tag{10}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{\gamma'} \rho_{0n} < \infty, \quad \gamma' < \beta'. \tag{11}$$

განვიხილოთ ახლა მწკრივი

$$f^*(x, y) \sim \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}(x, y).$$

აღვნიშნოთ

$$\omega_f(\delta_1, \delta_2) = \sup_{\substack{|x_2 - x_1| \leq \delta_1 \\ |y_2 - y_1| \leq \delta_2}} |f(x_2, y_2) - f(x_2, y_1) - f(x_1, y_2) + f(x_1, y_1)|.$$

(4) და (7)-ის თანახმად გვაქვს

$$\omega_f(\delta_1, \delta_2) = \omega_{f^*}(\delta_1, \delta_2) = O(\delta_1^\alpha \delta_2^\beta), \quad \delta_1, \delta_2 \rightarrow 0.$$

ამის ძალით ვღებულობთ შემდეგ უტოლობას:

$$\begin{aligned} & \sum_{\nu=1}^{2M} \sum_{\mu=1}^{2N} \left[ f^*\left(x + \frac{\nu\pi}{M}, y + \frac{\mu\pi}{N}\right) + f^*\left(x + \frac{(\nu-1)\pi}{M}, y + \frac{(\mu-1)\pi}{N}\right) \right. \\ & \quad \left. - f^*\left(x + \frac{(\nu-1)\pi}{M}, y + \frac{\mu\pi}{N}\right) - f^*\left(x + \frac{\nu\pi}{M}, y + \frac{(\mu-1)\pi}{N}\right) \right]^2 \leq L \omega\left(\frac{\pi}{M}, \frac{\pi}{N}\right). \end{aligned} \tag{12}$$

რადგანაც  $f^*(x, y)$  პერიოდული ფუნქციაა, ამიტომ (12) თანაფარდობის მარცხენა ნაწილში მოთავსებული ჯამის შესაკრებებოდან ინტეგრალები, გავრცელებული  $R_0$ -ზე, ტოლია ერთმანეთისა და უდრიან ინტეგრალებს

$$\begin{aligned} I_{MN} = & \iint_{\sigma_0}^{2\pi} \left[ f^*\left(x + \frac{\pi}{2M}, y + \frac{\pi}{2N}\right) - f^*\left(x - \frac{\pi}{2M}, y + \frac{\pi}{2N}\right) \right. \\ & \left. - f^*\left(x + \frac{\pi}{2M}, y - \frac{\pi}{2N}\right) + f^*\left(x - \frac{\pi}{2M}, y - \frac{\pi}{2N}\right) \right]^2 dx dy. \end{aligned}$$

თუ მოვახდენთ (12) უტოლობის ინტეგრებას, მივიღებთ

$$MN I_{NM} \leq L \pi^2 \omega\left(\frac{\pi}{M}, \frac{\pi}{N}\right). \tag{13}$$

თუ გამოვიყენებთ პარსევალის ტოლობას [2], მივიღებთ

$$I_{NM} = 64 \pi^2 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \rho_{mn}^2 \sin^2 \frac{m\pi}{2M} \sin^2 \frac{n\pi}{2N}. \tag{14}$$

(13) და (14) თანაფარდობათა ძალით მივიღებთ

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \rho_{mn}^2 \sin^2 \frac{m\pi}{2M} \sin^2 \frac{n\pi}{2N} \equiv C_1 M^{-\alpha-1} N^{-\beta-1},$$

სადაც  $C_1$  მუდმივია.

აღენიშნოთ  $M=2^p$ ,  $N=2^q$ ,  $p, q=1, 2, 3, \dots$

რადგანაც  $\sin^2 \frac{k\pi}{2^{r+1}} > \frac{1}{2}$ ,  $2^{k-1} < r \equiv 2^r$ , ამიტომ

$$\sum_{m=2^{p-1}}^{2^p} \sum_{n=2^{q-1}}^{2^q} \rho_{mn}^2 \equiv 4 C_1 2^{-(\alpha+1)p} 2^{-(\beta+1)q}.$$

ბუნიაკოვსკი-შვარცის უტოლობის ძალით ვღებულობთ

$$\sum_{2^{p-1}}^{2^p} \sum_{2^{q-1}}^{2^q} m^{\frac{\delta}{2}} n^{\frac{\gamma}{2}} \rho_{mn} \equiv \left\{ \sum_{2^{p-1}}^{2^p} \sum_{2^{q-1}}^{2^q} \rho_{mn}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \cdot \left\{ \sum_{2^{p-1}}^{2^p} \sum_{2^{q-1}}^{2^q} m^{\delta} n^{\gamma} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\equiv C_2 2^{-(\alpha+1)\frac{p}{2}} \cdot 2^{-(\beta+1)\frac{q}{2}} \cdot 2^{(1+\delta)\frac{p}{2}} \cdot 2^{(1+\gamma)\frac{q}{2}} = C_2 \cdot 2^{(\delta-\alpha)\frac{p}{2}} \cdot 2^{(\gamma-\beta)\frac{q}{2}}$$

რადგანაც  $\delta < \alpha$ ,  $\gamma < \beta$ , ამიტომ

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} m^{\frac{\delta}{2}} n^{\frac{\gamma}{2}} \rho_{mn} < \infty.$$

ეს (10)-თან ერთად ამტკიცებს თეორემას. ცხადია, რომ თეორემის პირობებზე გვაძლევს მეტს, ვიდრე (1) მწკრივის აბსოლუტური კრებადობა, რადგანაც  $\delta > 0$ ,  $\gamma > 0$ .

ადვილი საჩვენებელია, რომ თუ  $f(x, y)$  არაა  $H_{\alpha\beta}^{\alpha'\beta'}$  კლასის ფუნქცია, სადაც  $0 < \alpha, \beta, \alpha', \beta' \equiv 1$ , მაშინ (5), (6), (7) პირობები საკმარისი არ არის ფუნქციის მწკრივის აბსოლუტური კრებადობისათვის.

მართლაც, განვიხილოთ მწკრივი

$$f(x, y) \sim \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(m+1)x \sin ny}{(m+1) \lg(m+1) n^{1+\varepsilon}}, \quad \varepsilon > 0. \quad (15)$$

ყოველი

$$\varphi(x) \sim \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\sin(m+1)x}{(m+1) \lg(m+1)}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin ny}{n^{1+\varepsilon}}$$

მწკრივებიდან არის ფურიეს მწკრივი აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნქციისა, ასე რომ ფუნქცია აკმაყოფილებს (5), (6), (7) პირობებს. მაგრამ (15) მწკრივი აბსოლუტურად კრებადი არაა, რადგანაც  $\varphi(x)$  ფუნქციის ფურიეს მწკრივი, ფაქტს თეორემის ძალით, აბსოლუტურად კრებადი არაა არც ერთ  $x=0 \pmod{\pi}$  წერტილზე.

შენიშვნა. ზოგიერთი თანაფარდობიდან, რომლებიც მიღებული გვექმნება თეორემის დამტკიცების დროს, ადვილად შეიძლება გამოვიყვანოთ მარ-

ტივი პირობა, რომელიც აუცილებელია იმისათვის, რომ  $f(x, y)$  ფუნქცია, რომელსაც აქვს სასრული ვარიაცია  $R_0$  სეგმენტზე, იყოს მასზე უწყვეტი. ეს პირობა იმაში მდგომარეობს, რომ

$$\frac{1}{mn} \sum_{\nu=1}^m \sum_{\mu=1}^n \nu \mu \rho_{\nu\mu} \rightarrow 0,$$

როცა  $m, n \rightarrow \infty$ .

მართლაც, თუ  $f(x, y)$  ფუნქცია უწყვეტია, მაშინ (13) და (14)-დან გამომდინარეობს, რომ

$$mn \sum_{\nu=1}^m \sum_{\mu=1}^n \rho_{\nu\mu} \sin^2 \frac{\nu\pi}{2m} \sin^2 \frac{\mu\pi}{2n} \rightarrow 0, \text{ როცა } m, n \rightarrow \infty.$$

რადგანაც  $0 < u \leq \frac{\pi}{2}, \sin u > \frac{2u}{\pi}$ , ამიტომ

$$\frac{1}{mn} \sum_{\nu=1}^m \sum_{\mu=1}^n \nu^2 \mu^2 \rho_{\nu\mu} \leq C_{mn} \sum_{\nu=1}^m \sum_{\mu=1}^n \rho_{\nu\mu} \sin^2 \frac{\nu\pi}{2m} \sin^2 \frac{\mu\pi}{2n} \rightarrow 0,$$

როცა  $m, n \rightarrow \infty$ .

ბუნიაკოვსკი-შვარცის უტოლობის ძალით გვაქვს:

$$\frac{1}{mn} \sum_{\nu=1}^m \sum_{\mu=1}^n \nu \mu \rho_{\nu\mu} \leq \left( \frac{1}{mn} \sum_{\nu=1}^m \sum_{\mu=1}^n \nu^2 \mu^2 \rho_{\nu\mu} \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow 0,$$

როცა  $m, n \rightarrow \infty$ .

სტალინგრადის პედაგოგიური  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.10.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, стр. 145, М.-Л. 1939.
2. В. Г. Челидзе. Об абсолютной сходимости двойных рядов Фурье. Доклады АН СССР, т. LIV, 1946.

გეოგრაფია

ა. ნოღია

ახალი სახის ბაქნები ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის საშუალო მაგნიტური სასწორის შემწვივებით გაზომვისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულმა 11.10.1950)

ცნობილია, რომ დედამიწის ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის შესწავლა მნიშვნელოვან მეცნიერულ და პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს. მაგრამ მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის შესწავლისათვის საჭიროა დედამიწის ზედაპირიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე ვაწარმოოთ სათანადო დაკვირვებანი, რის განხორციელება ერთიდან სამი-ოთხი მეტრის რიგის მცირე სიმაღლეებისათვის მხოლოდ არამაგნიტური ბაქნის საშუალებით შეიძლება.

ერთ-ერთ ჩემს წინა ნაშრომში ჩემ მიერვე იყო ნაჩვენები, რომ იმგვარი ბაქანი, მასზე დამკვირვებლის აუცილებლად მოთავსების შემთხვევაში, ერთი-ორი მეტრის სიმაღლისათვისაც კი საკმაოდ ზორზოხდა არაპორტატიულ ნაგებობად უნდა ვადაქციულიყო. ამის გამო ამა თუ იმ რიგის მაგნიტური აგეგმვისათვის, როგორც მრავალი წლის გამოცდილებამ გვიჩვენა, იძულებული იყვნენ სავსებით უარი ეთქვათ მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის გაზომვაზე [1].

მეორე მხრივ, როგორც ზევითაც იყო აღნიშნული, ყოველად შეუძლებელია ანომალური მაგნიტური ველის სტრუქტურის ცოტად თუ ბევრად სრულფასოვანი შესწავლა მისი ვერტიკალური გრადიენტის ცოდნის გარეშე, განსაკუთრებით ობიექტის ზედაპირიდან მცირე მანძილზე.

ზევით ციტირებულ შრომაში [1] ჩემ მიერ ნაჩვენები იყო, რომ როცა სამეფხს ამა თუ იმ სიმაღლეზე დავდგამთ, მაშინ შიშის მაგნიტური სასწორის (და საერთოდ ყოველი სხვა მაგნიტური ხელსაწყოს) შემწვივებით შეიძლება ვაწარმოოთ ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის გაზომვა თვით სამეფხის სიმაღლის დაახლოებით 50 სანტიმეტრის ფარგლებში ცვლილებით. ეს მეთოდი არ მოითხოვს არავითარ სპეციალურ მოწყობილობას და ამის გამო დაკვირვებანი მაგნიტური ველის ვერტიკალურ გრადიენტზე შეიძლება ვაწარმოოთ ისეთივე ფართო მასშტაბით, როგორც ჩვეულებრივი მაგნიტური დაკვირვებანი.

სავსებით აშკარაა, რომ ვერტიკალური გრადიენტის შესახებ მონაცემების მისაღებად შემოთქმულზე უფრო მეტი სიმაღლეებისათვის საჭირო იქნებოდა ისევე ბაქნის გამოყენებისათვის მიგვემართა; მაგრამ, თუ მხედველობაში მივიღებთ ყოველივე იმას, რაც ზევით იყო ნათქვამი ბაქნის შესა-



ხებ, აუცილებელი შეიქნებოდა მისი წინასწარ ისე გადაკეთება, რომ ის გამხდარიყო შედარებით მსუბუქი და პორტატიული, რათა ამით საშუალება მოგვეცემოდა ჩვეულებრივი მაგნიტური აგეგმვების დროს ფართოდ გამოგვეყენებინა ბაქნის შემწვობით წარმოებული მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრაფიკის გამოყენება.

მე შევეცადე ეს ამოცანა შემდეგნაირად გადამეწყვიტა. ბაქნის ზორზოხობა იქიდან წარმოდგებოდა, რომ წინანდელი ავტორები აუცილებელ საჭიროებად თვლიდნენ მასზე ერთდროულად მოეთავსებინათ როგორც ხელსაწყო, ისე თვით დამკვირვებელი. ვინაიდან ხელსაწყოს თარაზოები საკმაოდ მგრძობიარეა, ამიტომ დამკვირვებლის მნიშვნელოვანი წონის (65—80 კგ) გამო ბაქანი საკმაოდ მასიური უნდა გაკეთებულიყო, რათა თავიდან ყოფილიყო აცილებული მისი თუნდაც მცირე გაღუნვა. გარდა ამისა, საჭირო იყო ბაქანი დადგმული ყოფილიყო საკმაოდ მტკიცედ, რათა მასზე დამკვირვებლის ასვლისას არ მომხდარიყო ბაქნის მცირედი გადაადგილებაც კი, რასაც შეეძლო უარყოფითი გავლენა მოეხდინა ხელსაწყოს თარაზოების ჩვენებაზე. ბაქნის ასეთი სიმტკიცით დადგმა-გამართვა თუნდაც რომ შესაძლებელი იყოს საველე პირობებში, ყოველ შემთხვევაში ის მაინც დიდ დროს მოითხოვს, განსაკუთრებით მთიან ადგილებში.

მეორე მხრით, სხვებით აშკარაა, რომ თვით დამკვირვებლისათვის სრულიად არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს, თუნდაც ბაქანი ერთგვარ ლუნვას ან გადაადგილებას განიცდიდეს.

ყოველივე ამან მე იმ აზრამდე მიმიყვანა, რომ ერთი დიდი ბაქნის მაგვირად შემომეღო პრაქტიკაში ორი შედარებით მსუბუქი ბაქანი ყველა აქედან გამომდინარე უპირატესობით.

პირველი უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ ამ ორი ბაქნის წონა, ყველა სხვა თანაბარ პირობებში, ორჯერ მაინცაა ნაკლები ერთ წინანდელ ზორზოხა ბაქნის წონაზე, რითაც, უწინარეს ყოვლისა, საგრძნობლად დიდდება ბაქნის პორტატიულობა.

მეორე უპირატესობა ისაა, რომ ხელსაწყოს დასადგმელად განკუთვნილი ბაქანი, ამ ხელსაწყოს მცირე წონის გამო, შეიძლება გაკეთდეს კოხტა და მსუბუქი სამფეხის ან ტაბურეტის სახით, და ამის წყალობით ის კიდევ უფრო პორტატიული ხდება.

მესამე უპირატესობა—ერთი ის, რომ ხელსაწყოს მცირე წონის გამო ადვილია სათანადო ბაქნის უძრავად დადგმა და გამართვა; მეორეც ის, რომ ეს ბაქანი ნაკლებად განიცდის გადაადგილების საშიშროებას ხელსაწყოზე მანიპულაციების შემთხვევაში როგორც მისი დადგმისას, ისე თვით დაკვირვებათა წარმოებისას.

მეოთხე უპირატესობა კი იმაში გამოიხატება, რომ თვით დამკვირვებლის ბაქანი, როგორც ზევეთაც იყო აღნიშნული, არ საჭიროებს ისეთ ზუსტ დადგმულობას, რომელიც გამოორიცხავს მისი რყევის შესაძლებლობას ნებადართულ საზღვრებში, რითაც საგრძნობლად მოკლდება მისი დადგმა-გამართვისათვის საჭირო დრო.

ჩემი მიზნებისათვის მე ვსარგებლობდი ტაბურეტის სახის ორი ერთნაირი ზის ბაქნით, რომელთაგან თითოეულის სიმაღლე ზუსტად ერთი მეტრი იყო, წონა კი 13 კგ. ხელსაწყოს დასადგმელად განკუთვნილი ბაქნის ზევითა ჰორიზონტალური ზედაპირის სათანადო ადგილებზე დამაგრებული იყო თითბრის ღრუ ცილინდრები, რომლებშიც სამფეხის ფეხები იდგმებოდა. ბაქნის ასაგებად იხმარებოდა მხოლოდ წებო და არა ლითონის საშაგრები. დამკვირვებლისთვის განკუთვნილ ბაქანს ჰქონდა თითბრის ხსნარებით მიმაგრებული კიბე, რომელიც შედგებოდა მოვავზორეთ მის დადგმისას წარმოქმნილ სიძნელეთა გამო, ვინაიდან ბაქნის ოთხი ფეხის გარდა უნდა აუცილებლად მტკიცედ დავგებჯინა აგრეთვე კიბის ქვედა ბოლოებიც, რაც საკმაოდ საჯახბირო აღმოჩნდა. ამავე დროს გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ბაქნის შედარებით მცირე სიმაღლის გამო მასზე ადვილად შეიძლება ასვლა იმ ორი კადონის შემწეობით, რომლებითაც წყვილ-წყვილადაა დაკავშირებული მისი ფეხები. ამ ბაქნის ერთ-ერთ კუთხეში თითბრის ხრახნით მიმაგრებული იყო პატარა ლატანი, რომელიც დამკვირვებელს იცავდა შემთხვევითი ხასიათის არასწორ მოძრაობათაგან და თანაც ბაქანზე ასვლას უადვილებდა.

4465

ზევით აღწერილი ბაქნები ჩემ მიერ გამოყენებული იყო 1947 წლის ზაფხულში იმავე ანდეზიტური ქვის სამტეხლოებზე, რომლებზედაც მე 1947 წელს ჩავატარე გამოკვლევები [1, 2]. ბაქნების შედარებით მცირე წონის გამო, მათ გადატანას ცოტად თუ ბევრად მნიშვნელოვან მანძილებზე, რომლებიც დაახლოებით რამდენიმე ათეულ ან ასეულ მეტრს უდრიდა, ადვილად ახერხებდა ერთი მუშაკი კი, ვინაიდან ორივე ბაქანი ერთად მხოლოდ 26 კილოგრამამდე იწონიდა; უფრო მოკლე მანძილებზე თითოეული ამ ბაქანთაგანი თვითონ დამკვირვებლებს გადაქონდათ ფართობითი მიკროაგეგმეების დროს.

აქედან ცხადად ჩანს, რომ ვერტიკალური გრადიენტის გაზომვები მსგავსი ბაქნების შემწეობით შეიძლება ვაწარმოოთ საკმაოდ ფართო მასშტაბით და მით გადაეკეცოთ ისინი ჩვეულებრივ მაგნიტურ გაზომვებად.

თითოეულ პუნქტში მე ჩვეულებრივ ოთხ გაზომვას ვაწარმოებდი, აქედან ორს—ხელსაწყოს სამფეხის უშუალოდ ობიექტის ზედაპირზე, ე. ი. კლდის ზედაპირზე ორ სხვადასხვა სიმაღლეზე დადგმისას, ხოლო დანარჩენ ორს—იმავე სამფეხის უკვე ბაქანზე დადგმისას, დაახლოებით იმავე ორ სხვადასხვა სიმაღლეზე ბაქნის ზედა ჰორიზონტალური ფიცრიდან. თავისთავად ცხადია, რომ ეს სიმაღლეები, რომლებიც ჩვენ მიერ  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$  ასოებით იყო აღნიშნული, სხვადასხვა პუნქტში არ შეიძლებოდა ერთი და იგივე ყოფილიყო; მაგრამ, მიუხედავად ამისა, მაინც შეიძლება ითქვას, რომ ისინი საშუალოდ 80, 120, 180 და 220 სმ სიდიდეების ირგვლივ მერყეობდნენ, იძლეოდნენ რა ერთგვარ გადახრებს როგორც ერთი, ისე მეორე მხრით.

აი რამდენიმე მაგალითი იმ გაზომვებიდან, რომლებიც, როგორც ზევითაა ნაჩვენები, ჩატარებული იყო ჩემ მიერ 1947 წლის ზაფხულში ანომალური მაგნიტური ველის სტრუქტურის გამოკვლევის მიზნით.



## ΔZ-ის ცხრილი

თარიღი 1947 წ.	პუნქტების ნომრები	$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$	$\Delta\delta_1, \Delta\delta_2,$ $\Delta\delta_3$	ΔZ	Δ(ΔZ)
28.VII	5	78		452	
		120	42	139	-313
		194	74	-377	-456
		219	25	-352	-35
6.VIII	34	93		374	
		131	38	3510	-464
		194	63	2116	-1394
		231	37	1787	-329
7.VIII	38	86		-2579	
		125	39	-2773	-194
		194	69	-3087	-314
		234	40	-3123	-36

## ΔH-ის ცხრილი

18.VIII	64	86		1294	
		133	47	1212	-82
		194	61	1060	-152
		233	39	952	-108
66		60		-1462	
		110	50	-326	1136
		194	84	672	998
		232	38	1521	849

ΔZ და ΔH ცხრილების განხილვიდან ჩანს, რომ, მიუხედავად ბაქნების ზომათა შეზღუდულობისა, ჩემ მიერ ჩატარებული გაზომვების შედეგები საშუალებას გვაძლევს მსჯელობა ვიქონიოთ ანომალური მაგნიტური ველის სტრუქტურაზე მნიშვნელოვან სიმაღლემდე და ამასთან ობიექტის ზედაპირიდან უახლოეს სივრცეში, სადაც განსაკუთრებული ბუნებრივი სიძლიერით იჩენენ თავს თვით ობიექტის მაგნიტურ თვისებათა გავლენანი. გარდა ამისა, ხელსაწყოს სამფეხის შემწეობით სიმაღლის ცვლილების მეთოდით სარგებლობისას ჩვენი ბაქნები საშუალებას იძლევა გაიზომოს გრადიენტი სამ შუალედში, რომლებიც სიმაღლის მიხედვით საკმაოდ თანაბრადაა განლაგებული, რაც მეორე შუალედის შესახებ ვაპირობებულა ბაქნისთვის სათანადო სიმაღლის შერჩევით.

რაც შეეხება ორი-სამი მეტრის ტოლი სიმაღლეებისთვის განკუთვნილ ბაქნებს, ცხადია, რომ ისინი ყველა პირობაში უნდა წარმოადგენდნენ საგრძნობ ზორზობ ნაგებობებს, რის გამო საეკვოა, რომ მათ მოიპოვონ ფართო გამოყენება საველე ხსიათის სამუშაოთა პრაქტიკაში.

მიუხედავად ამისა, ექვს გარეშეა, რომ ერთი ბაქნის მაგვივრად ორი ბაქნის გამოყენების მეთოდს შეუძლია დიდად გააადვილოს მალალი ბაქნების რაციონალური აგების ამოცანის გადაწყვეტაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.10.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. მ. ნო დ ი ა. შმიდტის სასწორის შემწეობით ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის გაზომვის ზოგიერთი შესაძლებლობის შესახებ. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე. ტ. VIII, №6, 1947.
2. მ. ნო დ ი ა. ლოკალური ანომალური მაგნიტური ველის ერთ-ერთ უბანზე წარმოებულ მაგნიტურ გაზომვათა შედეგები. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. IX, №7, 1948.



ბალეოზოოლოგია

ლ. ბაგუნია

ახალციხის ლიზნითიანი რაიონის მსახამეული ნალექების მარცხარტა  
ვაშის შემსახმბ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. დავითაშვილმა 25.11.1950)

ახალციხის მესამეულის კონტინენტალური ნალექების შესახებ საკმაოდ ბევრი გამოკვლევა არსებობს (ბ. მეფერტის, ი. კაპარავასი, კ. პაფენგოლცის, პ. გამყრელიძისა და სხვათა). მიუხედავად ამისა, ამ ნალექების, განსაკუთრებით მათი ზედა ნაწილის, ასაკობრივად დანაწილების საკითხი ჯერ კიდევ არ არის გადაწყვეტილი—ახალციხის რაიონში წარმოდგენილი ლიზნითიანისა და გოდერძის წყებების ასაკის შესახებ აზრთა თანხმობა არ არსებობს.

ამის გამო განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მაწოვართა ნაშთებს, რომლებიც გეოლოგმა მ. ხუტუამ ნახა სოფელ ბენარას მახლობლად ლიზნითიანი წყების შრებზე თანხმობით განლაგებულ ე. წ. ზედა ფერად წყებაში. ამ მონაპოვარს უფრო მეტი მნიშვნელობა მიეცემა, თუ გავიზიარებთ პ. გამყრელიძის მოსაზრებას, რომლის მიხედვით განამარხებული ძვლების შემცველი ზედა ფერადი წყება თანხმობით უდევს ქვეშ დიდი გავრცელების მქონე გოდერძის მძღავრ ვულკანოგენურ სერიის და ამ უკანასკნელს ყველგან თანახლავს (ახალციხის რაიონის ფარგლებს გარეთაც)<sup>1</sup>.

მ. ხუტუას მიერ ჩვენთვის გადმოცემული მასალის წინასწარი გაცნობის შემდეგ გავემგზავრეთ სოფელ ბენარაში ნამარხ მაწოვართა ადგილსაოვებლის დასაზვერავად და გასათხრლად.

გათხრებმა, სამწუხაროდ, მხოლოდ მცირედ შევასო ჩვენთვის გადმოცემული ღარიბი და ფრაგმენტული კოლექცია.

ფერადი წყება ბენარას მიდამოებში წარმოდგენილია მოწითალო თიხოვანი ქანებისა და მომწვანო ქვიშაქების შრეების მორიგეობით. მაწოვართა ნაშთები გვხვდება ქვიშაქვის შრეში, რომელიც შიშვლდება ბენარადან 300—400 ნაბიჯის მანძილზე, სოფლის გამკვეთი გზატკეცილის ჩრდილოეთით. ნამარხი ძვლები წარმოდგენილია ნამტვრევების სახით. გვხვდება, ძირითადად, მკვრივი ქვიშაქვის კონკრეციებში.

მოხერხდა შემდეგი ფორმების განსაზღვრა:

Rodentia: Gen?

Perissodactyla.

<sup>1</sup> უნდა აღინიშნოს, რომ ზიგი მკვლევარი (ი. კაპარავა, ნ. სხირტლაძე და სხვ.) პ. გამყრელიძის ამ მოსაზრებას არ იზიარებს.

Chalicotheriidae: *Schisotherium chuçuae* n. sp.  
Rhinocerotidae: Gen?

Artiodactyla.

Anthracotheriidae: *Anthracotherium* sp.

Tragulidae: *Lophiomeryx benarensis* n. sp.

ძვლების შემცველი ქანების ასაკის განსაზღვრისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია *Schisotherium chuçuae* და *Lophiomeryx benarensis*, წარმომადგენლები გვარებისა, რომლებიც ევროპისა და აზიის მხოლოდ ოლიგოცენის ნალექებში გვხვდება. გვარები *Schisotherium* და *Lophiomeryx* განსაკუთრებით დამახასიათებელია კერძის ფოსფორიტებისთვის (საფრანგეთი), მონგოლეთის ოლიგოცენური ნალექებისთვის და სბჰოთა კავშირში ყაზახეთის ოლიგოცენური შრებისათვის.

კერძის ფოსფორიტებს ქვედა და შუა ოლიგოცენს აკუთვნებენ, მაგრამ გარკვევით გამოიჯვნა ოლიგოცენის ამ ნაწილებისა არ ხერხდება. ყოველ შემთხვევაში, უნდა აღინიშნოს, რომ *Schisotherium* და *Lophiomeryx* ფოსფორიტების ფაუნის ყველაზე ახალგაზრდა კომპლექსს ეკუთვნის.

მონგოლეთში კონტინენტალური ნალექების ასაკი, ძირითადად, ფაუნის შესწავლის საფუძველზე განსაზღვრული. ჩვენთვის საინტერესო გვარების წარმომადგენლებს აქ შუა და ზედა ოლიგოცენს აკუთვნებენ.

ყაზახეთში *Schisotherium* გვხვდება ე. წ. ინდრიკოთერიუმთან შრეებში [1, 3], ხოლო *Lophiomeryx*—არალის ზედა ოლიგოცენის ნალექებში [2]. ინდრიკოთერიუმთან შრეების ასაკი არ არის ზუსტად გარკვეული. ამჟამად მკვლევართა მეტი წილი მათ ზედა ოლიგოცენს აკუთვნებს. ზედა ოლიგოცენს აკუთვნებენ ასევე არალის ძვლიან შრეებსაც.

უდავოა ასევე *Anthracotherium* sp. სტრატეგრაფიული მნიშვნელობა. ცნობილია, რომ გვარი *Anthracotherium*, ძირითადად, ოლიგოცენისთვისაა დამახასიათებელი.

ამგვარად, ზედა ფერადი წყების ძვლიანი ჰორიზონტის ოლიგოცენური ასაკი ეჭვს არ უნდა იწვევდეს. უფრო ძნელია იმის დაზუსტება, თუ ოლიგოცენის რა ნაწილს უნდა მივაკუთვნოთ ჩვენი ფაუნა. ოლიგოცენის მაწოვართა გავრცელების ზემოაღნიშნული რაიონებიდან ძვლების შემცველი შრეების სტრატეგრაფიული მდებარეობა მეტ-ნაკლები სიზუსტით გარკვეულია ყაზახეთში. გვარები *Schisotherium* და *Lophiomeryx* ზედა ოლიგოცენურ ნალექებში გვხვდება. ვფიქრობთ, აღნიშნული გვარების წარმომადგენელთა არსებობა ბენარას ფაუნაში უფლებას გვაძლევს, რომ მისი ასაკი სავარაუდოდ განესაზღვროთ როგორც ზედა ოლიგოცენი.

რაკი ზედა ფერადი წყების გარკვეულ ნაწილს<sup>1</sup> ზედა ოლიგოცენს მივაკუთვნებთ, ბუნებრივია, რომ ლიგნიტიანი წყება, რომელიც მას თანხმობით უდევს ქვეშ, ასევე ზედა ოლიგოცენსა და, შესაძლებელია, ნაწილობრივ, შუა ოლიგოცენსაც მიეკუთვნოს.

<sup>1</sup> ძვლების შემცველ ჰორიზონტს ფერად წყებაში უკავია, დაახლოებით, შუა ნაწილი, ან ზედა ნახევრის ქვედა ნაწილი.

გაცილებით უფრო ძნელია გოდერძის ვულკანოგენური წყების ასაკის დაზუსტება, რადგან ამ ნალექების ზედა ფერად წყებაზე თანხმობით განლაგება არ არის დამტკიცებული.

თუ გავიზიარებთ პ. გამყრელიძის მოსაზრებას, რომლის თანახმად ზედა ფერადი წყება თანდათანობით გადადის გოდერძის ვულკანოგენურ წყებაში, შეიძლება ეს უკანასკნელი მთლიანად მიოცენსა და პლიოცენის ნაწილს მიეკუთვნოს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
პალეობიოლოგიის სექტორი

(რედაქციას მოუვიდა 25.11.1950)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Борисяк. Об остатках Chalicotherioidea из олигоценовых отложений Тургайской области. Изв. Росс. Акад. Наук, VI сер., т. XIII, № 12—15, 1919.
2. Ю. А. Орлов. Местонахождение третичных млекопитающих у Аральского моря.— Природа, № 5, 1939.
3. А. А. Борисяк и Е. И. Беляева. Местонахождения третичных наземных млекопитающих на территории СССР.—Тр. Пал. Инст., т. XV, вып. 3, 1948.

## ტიჰნიკა

## 8. გოთოზია

 ორი ვეკტორული სხეულის ზედაპირის კონტაქტური დაკაბულობის  
 გამოკვევის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზავრიეშა 31.10.1950)

1. შესავალი მანქანების ნაწილების მუშა ზედაპირების ზედაპირულ თელვაზე თანამედროვე ანგარიშის მეთოდებს საფუძვლად უდევს შეკუმშული სხეულების დაძაბული მდგომარეობის ცნობილი კლასიკური თეორია, რომელიც დამუშავებული იყო 1881 წ. ჰ. ჰერცის მიერ.

ჰერცმა თავის თეორიას საფუძვლად შემდეგი დაშვებები დაუდო:

1. შეხებები სხეულები ერთგვაროვანია,
2. სხეულების ზედაპირები აბსოლუტურად გლუვია;
3. მოქმედი ძალები ზედაპირების მართობია;
4. დეფორმაცია დრეკადია, ე. ი. ემორჩილება ჰუკის კანონს;
5. დეფორმაციის შემდეგ შეხება ხდება ძალზე მცირე ზედაპირზე (საერთო ზედაპირებთან შედარებით).
6. შეხებები სხეულები წარმოადგენს დრეკად ნახევარსივრცეს ბრტყელი საზღვრით.

დაეყრდნო რა ზემოთ ჩამოთვლილ დაშვებებს, ჰერცმა გამოიყენა ფორმულები ერთგვაროვანი ელიფსოიდის პოტენციალის თეორიიდან და მიიღო კუმშვის ელემენტების გამომსახველი ფორმულები წერტილური (ორი სფერო ან სფერო და სიბრტყე) და სწორხაზოვანი (ორი ცილინდრი ან ცილინდრი და სიბრტყე) კონტაქტის შემთხვევებისათვის.

ზოგადი შემთხვევებისათვის დეფორმაციის განტოლებას შემდეგი სახე აქვს:

$$\alpha - Ax^2 - By^2 = \frac{3P(k_1 + k_2)}{4} \int_0^\infty \frac{\left(1 - \frac{x^2}{a^2 + \xi} - \frac{y^2}{b^2 + \xi}\right) d\xi}{\xi^2 \sqrt{(a^2 + \xi)(b^2 + \xi)}}. \quad (1)$$

ამ გამოსახვიდან სათანადო გარდაქმნების შემდეგ მიიღება ფორმულები  $a$  და  $b$  ნახევარღერძების, სხეულების  $\alpha$  დაახლოებისა და დაწვევის ზედაპირის ცენტრში უდიდესი ძაბვის გამოსათვლელად. ამ უკანასკნელი გამოსახვებიდან კი ზღვრულ შემთხვევებზე გადასვლის გზით მიიღება სათანადო ფორმულები კონტურის  $a$  რადიუსის (დაწვევის ფართი წრეა),  $b$  ნახევარსივრცის (და-



წნევის ფართი სწორკუთხედიან, სხეულების  $\alpha$  დაახლოების<sup>1)</sup> და სათანადო ძაბვების გამოსათვლელად. მაგრამ ყველა ამ ფორმულას ახასიათებს გარკვეული არასიზუსტე, იმის გამო, რომ აქ რეალური სხეულები შეცვლილია უსასრულო დიდი ზომების სხეულებით (ჰერცის მე-6 დაშვება), და ამიტომაც მიიღება კონტაქტის ნამდვილი სურათის დამახინჯება.

მართლაც, დეფორმაციის გეომეტრიული პირობიდან

$$w_1 + w_2 = \alpha - (r_1 + r_2) = \alpha - Ax^2 - By^2 \quad (2)$$

ჩანს, რომ დეფორმაცია უდიდეს მნიშვნელობას ღებულობს კონტაქტის საწყისი წერტილისათვის და ამ წერტილიდან დაშორების მიხედვით თანდათან მცირდება. კონტურის ზღვრული წერტილებისათვის ( $x = a$ ;  $y = 0$ ), ე. ი. როდესაც დეფორმაციის დამთავრების შემდეგ ეს წერტილები დაემთხვევა შეხების ზედაპირს, მივიღებთ:

$$w_1 + w_2 = \alpha - Aa^2.$$

მაგრამ, მეორე მხრივ, ზღვრული წერტილებისათვის უნდა დავიცვათ პირობა  $M_0 N_0 = Ax^2$ , სადაც  $\overline{M_0 N_0}$  ამ წერტილებს შორის არსებული მანძილია. მაშასადამე,

$$\alpha = Ax^2,$$

ე. ი.

$$w_1 + w_2 = 0. \quad (3)$$

უფრო მეტად დაშორებული წერტილებისთვის (2) პირობას უკვე აღვივლი არა აქვს, ვინაიდან ამ წერტილებისათვის

$$r_1 + r_2 > \alpha - (w_1 + w_2)$$

და, მაშასადამე, ისინი ერთმანეთს არ ეხებიან.

ამგვარად, (2) პირობა ზუსტად განსაზღვრავს დაწნევის კონტურის ფარგლებში სხეულის ზედაპირის ყოველი წერტილის ნამდვილ მდგომარეობას და ამიტომ წარმოადგენს დეფორმაციის ელემენტების განმსაზღვრელ ძირითად განტოლებას.

თუ განვსაზღვრავთ  $w_1 + w_2$  მნიშვნელობას ჰერცის მიხედვით, მივიღებთ (1) გამოსახულების მარჯვენა ნაწილს, რომელიც ყოველთვის მეტია ნულზე (რადგანაც  $a > 0$ ,  $b > 0$  და  $\xi$  დადებითია). ამგვარად, (1) გამოსახულება არ კმაყოფილდება  $x$  და  $y$ -ის ყოველი მნიშვნელობისათვის და ამიტომაც არ ვაძლევს დეფორმაციის ნამდვილ სურათს.

მოციმულ შრომაში მოგვყავს კუმშვის ელემენტების განსაზღვრა პოტენციალის თეორიისა და დრეკადობის თეორიის ზოგადი განტოლებების გამოყენებლად. ასეთი ხერხით სრულიად გამოირიცხება რეალური სხეულების უსასრულო სხეულებით შეცვლის აუცილებლობა და, გარდა ამისა, ადგილი არ ექნება ჰერცის მე-4 დაშვებას აბსოლუტურად დრეკადი დეფორმაციის არსებობის შესახებ.

<sup>1)</sup> დაწნევის სწორკუთხედიანი ზედაპირისათვის დაახლოება უსასრულო გამოდის.

2. ორი სფეროს კუმშვა. მივიღოთ წინასწარ შემდეგი დამოკიდებულება:

$$w = kp^2, \tag{4}$$

სადაც  $k$  კოეფიციენტი < 1.  
მაშინ

$$p = \sqrt{\frac{w}{k}}. \tag{5}$$

$p$ -სთვის აგებული მრუდი გამოსახავს დაწნევის ზედაპირზე ძალების განაწილების კანონს.

გადანაცვლების მისაღებად გამოვსახოთ ცვლადი დაწნევა უდიდესი დაწნევით და მივიღებთ:

$$p_1 = \frac{p_0}{a} \sqrt{a^2 - r^2}.$$

მაშინ სფეროების წერტილების გადანაცვლება (4) მიხედვით იქნება:

$$w_1 = k_1 p_1^2 = k_1 p_0^2 \frac{a^2 - r^2}{a^2}.$$

ანალოგიურად მეორე სფეროსთვის მივიღებთ

$$w_2 = k_2 p_2^2 = k_2 p_0^2 \frac{a^2 - r^2}{a^2}.$$

სფეროების დაახლოება:

$$w_1 + w_2 = (k_1 + k_2) p_0^2 \frac{a^2 - r^2}{a^2} = \alpha - \beta r^2. \tag{6}$$

ეს არის დეფორმაციის ძირითადი განტოლება, რომელიც კმაყოფილდება  $r$ -ის ყოველგვარი მნიშვნელობისათვის.

მართლაც, როდესაც  $r=0$ , მიიღება უდიდესი დაახლოება:

$$w_1 + w_2 = \alpha = (k_1 + k_2) p_0^2, \tag{7}$$

რაც სრულიად ეთანადება მიღებულ დამოკიდებულებას (4).

როდესაც  $r=0$ , მივიღებთ:

$$\alpha - \beta a^2 = 0; \text{ ე. ი. } \alpha = \beta a^2 = \chi_1 + \chi_2$$

ან, რაც იგივეა,

$$w_1 + w_2 = 0.$$

ეს საესებით შეესაბამება სინამდვილეს, რადგანაც კონტურზე დეფორმაცია ნულის ტოლია.

დაწნევის ზედაპირის რადიუსის გამოსათვლელად ჩავსვათ უდიდესი გადანაცვლების მნიშვნელობა (7)-დან (6)-ში. მივიღებთ:

$$(k_1 + k_2) p_0^2 \frac{a^2 - r^2}{a^2} = (k_1 + k_2) p_0^2 - \beta r^2,$$

საიდანაც

$$a = p_0 \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{\beta}}.$$

შემდეგ, თუ გავუტოლებთ დაწნევათა ჯამს მოკმედ ძალას, მივიღებთ:

$$p_0 = \frac{3P}{2\pi a^2}.$$

მაშინ

$$a = \sqrt{\frac{3P \sqrt{\frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2} (k_1 + k_2)}}{2\pi}} \quad (8)$$

და

$$\alpha = (k_1 + k_2) \frac{9P^2}{4\pi^2 a^3}. \quad (9)$$

თუ ორივე სფეროს ერთი და იგივე ფიზიკური თვისებები ახასიათებს და  $k_1 + k_2 = k$ , მაშინ

$$a \approx 0,877 \sqrt{P} \sqrt{k \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}, \quad (10)$$

$$\alpha \approx 0,385 \sqrt{k P^2 \frac{(R_1 + R_2)^2}{R_1^2 R_2^2}}. \quad (11)$$

უდიდესი დაწნევისათვის გვექნება:

$$p_0 = 1,5 \frac{P}{\pi a^2} \approx 0,620 \sqrt[3]{P \frac{R_1 + R_2}{k R_1 R_2}}. \quad (12)$$

უცნობი  $k$  განსასაზღვრელად გამოვიყენოთ (11) გამოსახულება. მივიღებთ:

$$k = \frac{R_1^2 R_2^2 \alpha^3}{0,057 P^2 (R_1 + R_2)^2}. \quad (13)$$

თუ გვეცოდინება  $\alpha$  მნიშვნელობა, მიღებული სათანადო ცდების მიხედვით მივიღებთ  $k$ -ს რიცხვით მნიშვნელობას.

3. ორი ურთიერთპერპენდიკულარული ცილინდრის კუმშვა

ამ შემთხვევაში წერტილების გადაადგილება გამოისახება:

$$w_1 + w_2 = \alpha - Ax^2 - By^2. \quad (14)$$

მივიღოთ აქაც  $w = kp^2$ , მაშინ დეფორმაციის განტოლება იქნება:

$$w_1 + w_2 = 2kp_0^2 \left( \frac{a^2 - x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right) = \alpha - Ax^2 - By^2. \quad (15)$$

აქედან ჩანს, რომ:

თუ  $x=0, y=0,$   
 $\alpha = 2kp_0^2;$  (16)

თუ  $x=0, y=b,$   
 $\alpha = By^2 = Bb^2,$  ე. ი.  $w_1 + w_2 = 0;$

თუ  $x=a, y=0,$   
 $\alpha = Ax^2 = Aa^2,$  ე. ი.  $w_1 + w_2 = 0.$



ამგვარად, (15) გამოსახვა კმაყოფილდება  $x$  და  $y$ -ის ყოველი მნიშვნელობისათვის. წინა შემთხვევის ანალოგიურად, მივიღებთ:

$$a = p_0 \sqrt{\frac{2k}{A}} \quad (17)$$

თუ  $x=0$ , გვექნება:

$$b = p_0 \sqrt{\frac{2k}{B}} \quad (18)$$

თუ შევიტანთ (17) და (18) გამოსახვებში უდიდესი დაწნევის მნიშვნელობას

$$p_0 = \frac{3P}{2\pi ab}, \quad (19)$$

მივიღებთ:

$$a \approx 0,78 \sqrt[3]{\frac{P}{m} \sqrt{\frac{k}{A}}}, \quad (20)$$

$$b \approx 0,78 \sqrt[3]{Pm \sqrt{\frac{k}{B}}}, \quad (21)$$

$$\alpha \approx 0,612 \sqrt[3]{ABkP^2}. \quad (22)$$

უდიდესი დაწნევა იქნება:

$$p_0 \approx 0,78 \sqrt[3]{\frac{PA}{mk}}. \quad (23)$$

(20), (21) და (22) გამოსახვებში ელიფსის ღერძების ფარდობა  $m = \frac{b}{a}$

აიღება  $\frac{A}{B}$ -ს მიხედვით სათანადო ცხრილიდან ([1], გვ. 163, ცხრ. 19).

თუ  $R_1 = R_2$ , მაშინ მივიღებთ  $A = B$  და  $m = 1$ , და სათანადოდ:

$$a = b \approx 0,78 \sqrt[3]{P \sqrt{\frac{k}{A}}}, \quad (24)$$

$$\alpha = 0,612 \sqrt[3]{A^2 k P^2}, \quad (25)$$

$$p_0 = 0,78 \sqrt[3]{\frac{PA}{k}}. \quad (26)$$

$k$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა მიიღება (22) გამოსახვიდან:

$$k = \frac{\alpha^3}{0,228 P^2 AB}. \quad (27)$$

4. ორი ურთიერთპარალელური ცილინდრის კუმშვა. ამ შემთხვევაში ანალოგიურად მივიღებთ:

$$w_1 + w_2 = 2k p_0^2 \left( \frac{b^2 - r^2}{b^2} \right) = \alpha - \beta r^2, \quad (28)$$



საიდანაც

$$\alpha_{\max} = 2 k p_0^2 \tag{29}$$

და

$$b = p_0 \sqrt{\frac{2 k}{\beta}} \tag{30}$$

თუ ძალა  $P$  ცილინდრის მთელ სიგრძეზე თანაბრადაა განაწილებული, მაშინ ლატვირთვა სიგრძის ერთეულზე იქნება:

$$q = \frac{P}{l},$$

საიდანაც უდიდესი დაწნევა ცენტრში

$$p_0 = \frac{2 q}{\pi b}$$

და მაშინ (29) და (30)-ში ჩასმით მივიღებთ

$$b \approx 0,95 \sqrt{q \sqrt{k \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}} \tag{31}$$

$$\alpha \approx 0,45 q \sqrt{k \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}} \tag{32}$$

უდიდესი დაწნევა იქნება:

$$p_0 \approx 0,67 \sqrt{q \sqrt{k \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}}} \tag{33}$$

$k$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა მიიღება (32) გამოსახულებიდან:

$$k = \frac{R_1 R_2 \alpha^2}{0,2 q^2 (R_1 + R_2)} \tag{34}$$

რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა  
ვ. ი. ლენინის სახ. თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 31.10.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. М. Б е л я е в. Местные напряжения при сжатии упругих тел. Ленинград, 1924.

ტექნიკა

მ. სხენიაშვილი

უსასრულო დიდი რიცხვის თამისუფლების ხარისხის მქონე სისტემებისათვის საკუთარ რხევათა ფორმების განსაზღვრის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზაგრიშვიმ 5.11.1950)

§ 1. საკუთარ რხევათა ფორმების განსაზღვრის ამოცანა, სიხშირეთა გამოთვლის ამოცანასთან ერთად, ნაგებობათა დინამიკის ერთ-ერთ ძირითად საკითხს წარმოადგენს. ამ საკითხის გადაწყვეტა ცნობილია მხოლოდ უმარტივესი ღრეკადი სისტემებისათვის, როდესაც ღეროს სიხისტე ლუნვაზე მუდმივი სიდიდეა და მისა თანაბრადაა განაწილებული საინჟინრო პრაქტიკაში, მოყვანილი ამოცანის მხოლოდ პრინციპული ამოხსნა ცნობილი, ისეთი ზერხი კი, რომელიც საშუალებას მოგვცემს განსაზღვროთ რხევათა ნებისმიერი ტონის ფორმა ცვალებადი სიხისტისა და ნებისმიერი მასის, უსასრულო რიცხვის თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემებისათვის, აქამდე არ არსებობს. ამ სტატიის ავტორი ცდილობს დასმული ამოცანის ამოხსნას. ამისათვის ნაწილობრივ გამოყენებულია ბ. გალიორკინის ვარიაციული მეთოდი საძიებელი ფუნქციის ისეთი შერჩევით, როგორც ეს ჩვენ მიერ იყო მიღებული საკუთარ რხევათა ნებისმიერი ტონის სიხშირის განსაზღვრისათვის [1].

§ 2. ღეროს განივ რხევათა დიფერენციალურ განტოლებას შემდეგი სახე აქვს:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[ EI(x) \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} \right] + m(x) \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

სადაც  $EI(x)$  არის ღეროს სიხისტე ლუნვაზე,  $m(x)$  — მისი მასა.

(1)-ის ამოხსნა ჩვეულებრივ შემდეგი სახით მიიღება:

$$y(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n y_n(x) \sin(k_n t + \lambda_n). \quad (2)$$

აქ  $A_n$  და  $\lambda_n$  ინტეგრირების მუდმივებია, რომლებიც განისაზღვრებიან საწყისი პირობებიდან.

ჩავსვათ (2) (1)-ში. შეჯამების ნიშნისა და ინდექსის გამოტოვებით მიიღებთ:

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[ EI(x) \frac{d^2 y(x)}{dx^2} \right] - m(x) k^2 y(x) = 0. \quad (3)$$

მიღებული განტოლება, თუ  $I(x)$  და  $m(x)$  ნებისმიერი ცვალებადობისაა, ამოიხსნება მხოლოდ მიახლოებით. ეს მიახლოებითი ამოხსნა ვეძებთ მჭკრივის სახით:

$$y(x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \varphi_n(x), \quad (4)$$

სადაც  $a_i$  უცნობი კოეფიციენტებია,  $\varphi_i(x)$  წინასწარ შერჩეული ფუნქციების სისტემაა, რომლებიც აკმაყოფილებენ სასაზღვრო პირობებს. შეიძლება მივიღოთ, რომ  $\varphi_i(x)$  ფუნქციები წრფივად დამოუკიდებელია და განხილულ არეში შეადგენენ სრულ სისტემას. იმისათვის, რომ (4) წარმოადგენდეს (3) განტოლების ზუსტ ამოხსნას, საჭიროა, რომ (4)-ის (3)-ში ჩასმის შემდეგ უკანასკნელი იგივეობრივ უდრიდეს ნულს. ეს მოთხოვნა კი, როდესაც (3) უწყვეტია, ყვეალენტურია ამ განტოლების ორთოგონალობისა  $\varphi_i(x)$  ( $i=1, 2, \dots$ ) სისტემის ყველა ფუნქციასთან [2]. ასეთი პირობა გვაძლევს შემდეგ განტოლებათა სისტემას:

$$\int \{ [EI(x) \sum a_i \varphi_i''(x)]' - m(x) k^2 \sum a_i \varphi_i(x) \} \varphi_j(x) dx = 0, \quad (5)$$

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

ამ სისტემიდან გბოულობთ  $a_i$  კოეფიციენტებს, რის შედეგად მოინახება  $y(x)$ -ც. (5)-ში ჯამების გაშლის შემდეგ გვექნება:

$$\begin{cases} a_1 \delta_{11} + a_2 \delta_{12} + \dots + a_n \delta_{1n} + \dots = 0, \\ a_1 \delta_{21} + a_2 \delta_{22} + \dots + a_n \delta_{2n} + \dots = 0, \\ \dots \\ a_1 \delta_{n1} + a_2 \delta_{n2} + \dots + a_n \delta_{nn} + \dots = 0, \\ \dots \end{cases} \quad (6)$$

სადაც:

$$\delta_{ij} = \delta_{ji} = \int_0^l \{ [EI(x) \varphi_i''(x)]' \varphi_j(x) - m(x) k^2 \varphi_i(x) \varphi_j(x) \} dx. \quad (7)$$

$a_i$  კოეფიციენტების არატრივიალურ მნიშვნელობათა მისაღებად საჭიროა, რომ:

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1n} & \dots \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2n} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} = 0. \quad (8)$$

მე-(8) განტოლებიდან მიიღება რხევათა ნებისმიერი ტონის სიხშირე წინასწარ დანიშნული სიხუსტით (იხ. [1]).

(4) მწკრივის შერჩევასა  $\varphi_i(x)$  ფუნქციად მიიღება გამოსახულება, რომელიც პროპორციულია გაღუნული ღერძის იმ განტოლებებისა, რომლებიც გამოიყენება სიხშირეთა განსაზღვრის თანამიმდევრობითი მიახლოებების მეთოდში [4].  $\varphi_1(x)$  ფუნქციად მიიღება გამოსახულება, რომელიც პროპორციულია  $y_1(x)$ -სა.  $y_1(x)$  კი ღეროს გაღუნული ღერძის განტოლებაა, როდესაც ღეროზე მოქმედებს დატვირთვა  $q_0(x)$  (საკუთარი წონა).  $\varphi_2(x)$  ფუნქციად

მიიღება გაღუნული ღერძის განტოლება  $q_1(x) = m(x) y_1(x)$  დატვირთვისაგან.  $q_2(x)$  — ად დატვირთვისაგან  $q_2(x) = m(x) y_2(x)$  და ა. შ. მოყვანილი ხერხი იძლევა რეგულარულ პროცესს ყველა  $f_i(x)$  ფუნქციის შედგენისათვის და ამასთან ერთად გალიორკინის მეთოდს ანიჭებს ზოგიერთ უპირატესობას [3].

§ 3. ჩვეულებრივი გზის თანახმად, რხევათა რომელიმე ტონის ფორმის განსაზღვრისათვის (6) სისტემაში უნდა ჩავსვათ  $\tilde{y}_i$ -ის ის მნიშვნელობები, რომელნიც მიღებული ტონის სიხშირეს შეესაბამებიან. მიღებულ ალგებრულ განტოლებათა სისტემებიდან განსახილავი სისტემისათვის  $a_i$  კოეფიციენტები მოინახება და ამასთან ერთად განისაზღვრება რხევათა სათანადო ფორმა (უფრო სწორედ სათანადო ტონის მდგარი ტალღა). მაგრამ მიღებული გზით ჩვენს შემთხვევაში შეიძლება მოინახოს რხევათა მხოლოდ პირველი და მეორე ფორმა, რადგან საძიებელი მწკრივის (4)-ის შედგენის ხერხი ისეთია, რომ უკვე მეორე სიხშირიდან დაწვებული (6) სისტემიდან მიიღება რხევის უფრო და უფრო დაზუსტებული მეორე ფორმა ( $\tilde{y}_i$ -ის განსაკუთრებული თვისებების გამო [3]). ამიტომ რხევის უმაღლესი ფორმების განსაზღვრისათვის, დაწყებული  $i \geq 3$ , საჭიროა გამოვიყენოთ რაიმე სხვა პირობები. ასეთ პირობებად შეგვიძლია მივიღოთ რხევათა  $y_i(x)$ -ის და  $y_j(x)$ -ის ფორმების ერთმანეთთან ორთოგონალობისა და მათი ნორმირების პირობა [4], ე. ი.

$$\int_0^l m(x) y_i(x) Y_j(x) dx = \begin{cases} 0 & \text{თუ } i \neq j, \\ 1 & \text{თუ } i = j. \end{cases} \quad (9)$$

ამრიგად, რხევათა ნებისმიერი ტონის ფორმის განსაზღვრის ამოცანის ამოხსნას შემდეგი სახე ექნება. საკმარისი სიზუსტით ( $n$ -მიახლოებაში) განისაზღვრება რხევათა ძირითადი სიხშირე და მიღებული მისი მნიშვნელობა ჩაისმება (7)-ში, შემდეგ კი (6)-ში. მიღებულ ერთგვაროვან ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ყველა სტრიქონი ერთმანეთის პროპორციულია, რაც გამოდინარეობს ამ სისტემის დეტერმინანტის (8)-ის ნულთან ტოლობიდან. მაშასადამე, (6)-ის კოეფიციენტებისაგან შედგენილი მატრიცის რანგი უდრის ერთს. ამიტომ, როდესაც განისაზღვრება უცნობი კოეფიციენტები  $a_i$ , ერთ-ერთი მათგანი მოიძებნება დანარჩენებისაგან დამოკიდებულებით, იმათ კი შეიძლება მიენიჭოს ნებისმიერი მნიშვნელობა (მათ შორის ნულოვანიც).

ამაირად, მიღებული  $a_i$ -ს მნიშვნელობები, რომლებიც ძირითად სიხშირეს შეესაბამებიან, ჩაისმება (4)-ში, რომელიც მოგვცემს რხევათა ძირითადი ფორმის  $y_i^{(n)}(x)$ -ის გამოსახულებას  $n$  მიახლოებაში. ანალოგიურად განისაზღვრება უცნობი კოეფიციენტები  $a_i$ , რომელნიც შეესაბამებიან რხევათა მეორე ტონს. ამისათვის (6)-ში უნდა ჩაისვას  $\tilde{y}_i$ -ის ის მნიშვნელობები, რომლებიც მიღებულია მეორე სიხშირის თანახმად.  $a_i$ -ს მნიშვნელობათა მონახვის შემდეგ, (4)-ის თანახმად, ჩაიწერება რხევათა მეორე ფორმის  $y_i^{(n)}(x)$ -ის გამოსახულება  $n$  მიახლოებაში. უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც პირველ, აგრეთვე მეორე შემთხვევაშიც რხევათა ფორმები განისაზღვრება მუდმივი მამრავლის სიზუსტემდე, მამრავლის სიდიდე კი მოინახება ნორმირების პირობიდან (9). თავისთავად

ცხადია, რომ  $y_i^{(n)}(x)$  და  $y_i^{(n)}(x)$  უნდა აკმაყოფილებდნენ ორთოგონალობის პირობას (9)-ს. რხევის მესამე ტონის ფორმის განსაზღვრისათვის (4) მწკრივში ყველა  $a_i$  ს ( $i \geq 4$ ) მიენიჭება ნებისმიერი მნიშვნელობა, პირველი სამი  $a$  კოეფიციენტი კი განისაზღვრება შემდეგი სამი განტოლებიდან: პირველი და მესამე ფორმების ერთმანეთთან ორთოგონალობა, მეორე და მესამე ფორმების ორთოგონალობა, მესამე ფორმის ნორმირება. ყველა უცნობი  $a_i$  კოეფიციენტის გამოთვლის შემდეგ მივიღებთ რხევის მესამე ტონის ფორმას —  $y_3^{(n)}(x)$  ს.

რხევის მეოთხე ფორმის განსაზღვრისას ყველა უცნობი  $a_i$  კოეფიციენტს, პირველი ოთხის გამოკლებით, მიენიჭება ნებისმიერი სიდიდეები, დარჩენილი ოთხი  $a$  უცნობი კი მოინახება შემდეგი ოთხი განტოლებიდან: სამი პირობა ორთოგონალობისა მეოთხე ფორმისა პირველთან, მეორესთან და მესამესთან და მეოთხე ფორმის ნორმირების პირობა და ა. შ. მოყვანილი გზით განისაზღვრება რხევითა ნებისმიერი ფორმა თავისთავად ცხადია, რომ რამდენადაც ზუსტადაა განსაზღვრული პირველი და მეორე ფორმები, იმდენად უფრო მიუახლოვდებიან ნამდვილ ფორმებს დანარჩენებიც.

§ 4. თუ რამდენად კარგად უახლოვდება რხევის ამა თუ იმ ტონის ფორმა ნამდვილს, შეიძლება შემოწმებულ იქნეს (7) ტოლობიდან. მართლაც, თუ (7)-ს ნულს გავუტოლებთ და მიღებულში ჩავსვამთ იმ გამოსახულებას  $\varphi_i(x)$ -სათვის, რომელიც შეესაბამება რხევის რომელიმე ტონის ნამდვილ ფორმას, დროშულიდან მიიღება სათანადო ტონის სიხშირის ზუსტი მნიშვნელობა [4]. მაშასადამე, განსაზღვრული ფორმის  $y_i^{(n)}(x)$ -ის (7)-ში ჩასმის შემდეგ და სათანადო  $k_i$ -ის გამოთვლით, უკანასკნელი უნდა შევადაროთ იმ სიხშირეს, რომელიც მიღებულია სიხშირის განტოლებიდან. ამით შეიძლება შეფასებულ იქნეს  $y_i^{(n)}(x)$ -ის მიახლოების ხარისხი ნამდვილ ფორმასთან.

§ 5.  $y_i(x)$ -ის განსაზღვრით რხევითა ფორმის ამოხსნის ამოცანა არ იქნება მთლიანად გადაწყვეტილი, რადგანაც ზემოთ ჩვენ განვსაზღვრეთ მდგარი ტალღების ფორმები რხევითა სხვადასხვა ტონისათვის და არა რხევითა ფორმა, როგორც დროის ფუნქცია. ამ საკითხის გადაწყვეტისათვის საჭიროა (2) მწკრივში რხევის ამპლიტუდების  $A_n$ -ისა და საწყისი ფაზების  $\lambda_n$ -ის განსაზღვრა. აღნიშნული უცნობები მოინახება საწყისი პირობების საშუალებით. ამ საწყის პირობებად ჩვეულებრივ მიიღება ღეროს გალუნვის ფორმა საწყის მომენტში და ღეროს სიგრძით სიჩქარეების განაწილების კანონი იმავე მომენტში. ამ პირობებს შემდეგი სახე აქვს:

როდესაც

$$\left. \begin{aligned} t=0, \quad y(x, 0) &= F(x), \\ v &= \left. \frac{\partial y(x, t)}{\partial t} \right|_{t=0} = \Phi(x). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

მოყვანილი პირობების (2)-ში და (2)-ის დროით წარმოებულში შეტანით, როდესაც  $t=0$ , მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებებს:



ცხადია, რომ  $y_1^{(n)}(x)$  და  $y_2^{(n)}(x)$  უნდა აკმაყოფილებდნენ ორთოგონალობის პირობას (9)-ს. რხევის მესამე ტონის ფორმის განსაზღვრისათვის (4) მწკრივში ყველა  $a_i$  ს ( $i \geq 4$ ) მიენიჭება ნებისმიერი მნიშვნელობა, პირველი სამი  $a$  კოეფიციენტი კი განისაზღვრება შემდეგი სამი განტოლებიდან: პირველი და მესამე ფორმების ერთმანეთთან ორთოგონალობა, მეორე და მესამე ფორმების ორთოგონალობა, მესამე ფორმის ნორმირება. ყველა უცნობი  $a_i$  კოეფიციენტის გამოთვლის შემდეგ მივიღებთ რხევის მესამე ტონის ფორმას —  $y_3^{(n)}(x)$  ს.

რხევის მეოთხე ფორმის განსაზღვრისას ყველა უცნობი  $a_i$  კოეფიციენტი, პირველი ოთხის გამოკლებით, მიენიჭება ნებისმიერი სიდიდეები, დარჩენილი ოთხი  $a$  უცნობი კი მოინახება შემდეგი ოთხი განტოლებიდან: სამი პირობა ორთოგონალობისა მეოთხე ფორმისა პირველთან, მეორესთან და მესამესთან და მეოთხე ფორმის ნორმირების პირობა და ა. შ. მოყვანილი გზით განისაზღვრება რხევათა ნებისმიერი ფორმა თავისთავად ცხადია, რომ რამდენადაც ზუსტადაა განსაზღვრული პირველი და მეორე ფორმები, იმდენად უფრო მიუახლოვდებიან ნამდვილ ფორმებს დანარჩენებიც.

§ 4. თუ რამდენად კარგად უახლოვდება რხევის ამა თუ იმ ტონის ფორმა ნამდვილს, შეიძლება შემოწმებულ იქნეს (7) ტოლობიდან. მართლაც, თუ (7)-ს ნულს გავუტოლებთ და მიღებულში ჩავსვამთ იმ გამოსახულებას  $\varphi_i(x)$ -სათვის, რომელიც შეესაბამება რხევის რომელიმე ტონის ნამდვილ ფორმას, დორმულიდან მიიღება სათანადო ტონის სიხშირის ზუსტი მნიშვნელობა [4]. მაშასადამე, განსაზღვრული ფორმის  $y_i^{(n)}(x)$ -ის (7)-ში ჩასმის შემდეგ და სათანადო  $k_i$ -ის გამოთვლით, უკანასკნელი უნდა შევადაროთ იმ სიხშირეს, რომელიც მიღებულია სიხშირის განტოლებიდან. ამით შეიძლება შეფასებულ იქნეს  $y_i^{(n)}(x)$ -ის მიახლოების ხარისხი ნამდვილ ფორმასთან.

§ 5.  $y_i(x)$ -ის განსაზღვრით რხევათა ფორმის ამოხსნის ამოცანა არ იქნება მთლიანად გადაწყვეტილი, რადგანაც ზემოთ ჩვენ განვსაზღვრეთ მდგარი ტალღების ფორმები რხევათა სხვადასხვა ტონისათვის და არა რხევათა ფორმა, როგორც დროის ფუნქცია. ამ საკითხის გადაწყვეტისათვის საჭიროა (2) მწკრივში რხევის ამპლიტუდების  $A_n$ -ისა და საწყისი ფაზების  $\lambda_n$ -ის განსაზღვრა. აღნიშნული უცნობები მოინახება საწყისი პირობების საშუალებით. ამ საწყის პირობებზე ჩვეულებრივ მიიღება ღეროს გალუნვის ფორმა საწყის მომენტში და ღეროს სიგრძით სიჩქარეების განაწილების კანონი იმავე მომენტში. ამ პირობებს შემდეგი სახე აქვს:

$$\left. \begin{aligned} t=0, \quad y(x, 0) &= F(x), \\ v &= \frac{dy(x, t)}{dt} \Big|_{t=0} = \Phi(x). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

მოყვანილი პირობების (2)-ში და (2)-ის დროით წარმოებულში შეტანით, როდესაც  $t=0$ , მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებებს:

$$\left. \begin{aligned} F(x) &= \sum_{n=1}^{\infty} C_n y_n(x), \\ \Phi(x) &= \sum_{n=1}^{\infty} D_n y_n(x), \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

სიდაც

$$C_n = A_n \sin \lambda_n, \quad D_n = A_n k_n \cos \lambda_n$$

და

$$A_n = \sqrt{C_n^2 + \left(\frac{D_n}{k_n}\right)^2}, \quad \lambda_n = \arctg \frac{C_n k_n}{D_n}. \quad (12)$$

ამრიგად, როგორც (11)-დან ჩანს, საწყისი პირობების დასაკმაყოფილებლად  $F(x)$  და  $\Phi(x)$  ფუნქციები უნდა დაიშალოს მწკრივებად საკუთარ რხევათა ფორმის  $y_n(x)$ -ის მიხედვით. ასეთი დაშლა ყოველთვის შესაძლებელია და (11) მწკრივების კრებადობა უზრუნველყოფილია [4, 5]. ამისათვის საკმარისია მხოლოდ, რომ  $F(x)$  და  $\Phi(x)$  ფუნქციებმა დააკმაყოფილოს უწყვეტობის პირობა, მათმა პირველმა და მეორემ წარმოებულებმა კი ნაწილად-უწყვეტობის პირობა, რაც ყოველთვის შეიძლება შესრულებულ იქნეს.

განესაზღვროთ დაშლის კოეფიციენტები  $C_n$  და  $D_n$ .  $C_n$ -ის განსაზღვრისათვის გავამრავლოთ (11) განტოლების ორივე ნაწილი  $\mu(x) y_m(x)$ -ზე და ავიღოთ ინტეგრალი 0-დან  $l$ -მდე. მივიღებთ

$$\int_0^l \mu(x) F(x) y_m(x) dx = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \int_0^l \mu(x) y_n(x) y_m(x) dx, \quad (13)$$

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

აქედან

$$C_m = \frac{\int_0^l \mu(x) F(x) y_m(x) dx}{\int_0^l \mu(x) y_m^2(x) dx}, \quad (14)$$

რადგან, როდესაც  $m \neq n$ , ყველა ინტეგრალი (13)-ის მარჯვენა მხარეს უდრის ნულს.

ანალოგიურად მივიღებთ

$$D_m = \frac{\int_0^l \mu(x) \Phi(x) y_m(x) dx}{\int_0^l \mu(x) y_m^2(x) dx}. \quad (15)$$

(11) მწკრივების კრებადობიდან გამომდინარეობს, რომ  $C_m$  და  $D_m$  კოეფიციენტები  $m$ -ის ზრდასთან კლებულობენ. ამ კოეფიციენტების კრებადობის კანონი მთლიანად დამოკიდებულია მიღებულ საწყის პირობებზე  $F(x)$ -ზე და  $\Phi(x)$ -ზე. ცხადია, რომ თუ ჩალუნის საწყის ფორმას  $F(x)$ -ს, როდესაც  $\Phi(x)=0$ , მივიღებთ მრუდის სახით, რომელიც ეთანადება რხევის რომელიმე ფორმას, ან მრუდის სახით, რომელიც წარმოადგენს რხევის რამდენიმე ფორმის ზედადებას, ღეროს რხევა მოხდება ან მონოტონურად (პირველ შემთხვევაში), ან მხოლოდ რამდენიმე ტონით (მეორე შემთხვევაში).

§ 6. ღეროს გაღუნული ღერძის განტოლების, როგორც დროის ფუნქციის, საშუალებით ადვილად შეგვიძლია ამავე ფუნქციაში განესაზღვროთ აგრეთვე კვეთის მობრუნების კუთხე, მღუნავი მომენტი და გადამჭრელი ძალა ღეროს ნებისმიერ კვეთში. ამისათვის თანამიმდევრობით საძვეერ უნდა გავაწარმოოთ (2) გამოსახულება. კვეთის მობრუნების კუთხისათვის მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებას:

$$\alpha(x, t) = \frac{\partial y(x, t)}{\partial x} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \alpha_n(x) \sin(k_n t + \lambda_n); \quad (16)$$

მღუნავი მომენტისათვის გვექნება:

$$M(x, t) = -EI(x) \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n M_n(x) \sin(k_n t + \lambda_n), \quad (17)$$

გადამჭრელი ძალისათვის კი:

$$Q(x, t) = -EI(x) \frac{\partial^3 y(x, t)}{\partial x^3} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n Q_n(x) \sin(k_n t + \lambda_n). \quad (18)$$

მიღებული ფორმულებიდან ცხადია, რომ რხევის დროს კვეთის მობრუნების კუთხე, მღუნავი მომენტი და გადამჭრელი ძალა, ისევე როგორც ჩალუნვა, წარმოდგენილი იქნება საკუთარ რხევათა ცალკეული ტონების ფუნქციების უსასრულო დიდი ჯამის სახით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
საამშენებლო საქმის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.12.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ე. სეხნიაშვილი. ცვლადი სიხისტის მქონე ღეროების თავისუფალ რხევათა უმაღლესი სიხშირეების განსაზღვრისათვის. საქ. მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XI, № 6, 1950.
2. Л. В. Канторович и В. И. Крылов. Приближенные методы высшего анализа. Москва, 1949.
3. Э. А. Сехниашвили. К вопросу определения форм собственных колебаний упругих систем (рукопись в Институте строительного дела АН СССР), 1950.
4. К. Гогенеммер и В. Прагер. Динамика сооружений. М.—Л., 1936.
5. Р. Курант и Д. Гильберт. Методы математической физики, т. 1, М.—Л., 1933.

ბოტანიკა

ა. სოხაძე

**ფესვთა სისტემის მორფოლოგიური ტიპები უროიანის ძირითად  
ფიტოცენოზებში**

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. გულიაშვილმა 22.6.1950)

მცენარეთა მიწისქვეშა ნაწილების შესწავლას არანაკლები მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე მიწისზედა ორგანოების შესწავლას. განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს სხვადასხვა მცენარეთა ფესვის სისტემის ბიოეკოლოგია. ამ მიმართულებით უკანასკნელ ხანებში შესამჩნევი ლიტერატურული მონაცემებია დაგროვილი, სამაგიეროდ მცენარეთა ფესვის სისტემის კლასიფიკაციაზე მცირე მასალა მოგვეპოვება. ცალკეული ავტორების მცენარეთა ფესვის სისტემის კლასიფიკაციები [1, 2, 3, 4] უაღრესად მნიშვნელოვანია და ამჟამად ყველაზე უფრო სრულია [6]. ფესვთა სისტემის კლასიფიკაციას უმეტესად მორფოლოგიურ ან ფიზიოლოგიურ ნიშნებს უდებენ საფუძვლად. ზოგიერთი ავტორი [7] ფესვის წარმოშობის საკითხსაც იხილავს. ყველაზე მეტად ჩვენში მიღებული და გავრცელებულია ვისოცკის [2] მიერ მოცემული კლასიფიკაცია, ნაწილობრივ ლავრენკოს [4] მიერ შესწორებული. მცენარეთა ფესვის სისტემის დახასიათებისას ყველა მკვლევარი ამ კლასიფიკაციით სარგებლობს. ეს კლასიფიკაცია გამოიყენებოდა ჩვენც უროიანის ელემენტების ფესვის სისტემის შესასწავლად შირაქის ველზე (1947—1949 წ. წ.).

უროიანში მცენარეთა ფესვის სისტემის შესწავლამ დაგვანახა, რომ აქ ფესვის მორფოლოგიური ტიპები მრავალფეროვანია. ვისოცკის კლასიფიკაციის მიხედვით ძირითადად გავრცელებულია ტიპები: მთავარღერძიანი, ფუნჯა და ტუბერფესვი. ეს მორფოლოგიური ტიპები თავის მხრივ მრავალ გარდამავალ ფორმას შეიცავენ, ცენოზის თავისებურებისა და ნიადაგურ პირობებთან დაკავშირებით. უროიანი ველი ძირითადად ზამთრის საძოვარს წარმოადგენს და საინტერესოა როგორც თავისი ბიოეკოლოგიით, ისე ფიტოცენოლოგიური თვისებებით. ერთი შეხედვით უროიანის ცენოზები ერთფეროვანი გვეჩვენება, მაგრამ დეტალური დაკვირვება და შესწავლა გვარწმუნებს, რომ დაჯგუფებაში მრავალი ბიოლოგიური ფორმაა გავრცელებული. თითოეული ბიოფორმა თავისებური ეკოლოგიური შეგუებით ხასიათდება. მცენარის ამ ბიოეკოლოგიურ შეგუებაში ერთ-ერთ მთავარ როლს მისი ფესვთა სისტემა ასრულებს. იგი უმთავრესად ნიადაგურ პირობებთანაა დაკავშირებული. იმ დროს, როდესაც მრავალწლოვან ბალახ-მცენარეს მიწისზედა ნაწილები უმეტესად უხმება, მიწისქვეშა ნაწილები ცოცხალი რჩება და ხელს უწყობს ყოველწლიურად მისი მიწისზედა ორგანოების განახლებას. ცენოზში

ცალკეული მცენარეები, განსაკუთრებით მრავალწლოვანები, თავის ფესვთა სისტემას ივითარებენ როგორც სიღრმეში, ისე ნიადაგის ზედაპირის ახლოს, ან მცენარეს ვერტიკალურ ფესვთა სისტემასთან ერთად აქვს ჰორიზონტალურ ფესვთა საგრძნობი გავრცელება. ამის კარგ სურათს გვაძლევს დაჯგუფებაში ფესვთა სისტემის როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური გავრცელების პროექცია (სურ. 1 და 2).

ფიტოცენოზში მცენარეთა ფესვების ვერტიკალური გავრცელება გვიჩვენებს, რომ ნიადაგის ჰორიზონტები მაქსიმალურადაა გამოყენებული სხვადასხვა მცენარის ფესვების მიერ. ამის გამო ფესვთა სისტემებს შორის, ე. ი. მიწისქვეშა ცენოზში, მკაფიოდაა გამოხატული იარუსიანობა ისე, როგორც მცენარის მიწისზედა ნაწილები ფიტოცენოზში შესაფერის იარუსიანობას ქმნიან. ჰორიზონტალური გავრცელების პროექციაც ნათლად ადასტურებს მცენარეთა ფესვების ურთიერთგავლენას დაჯგუფებაში [5].

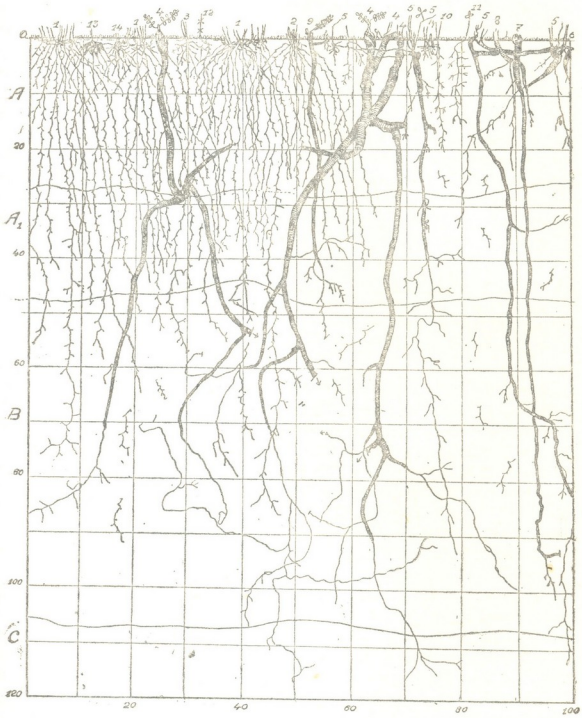
ურთიანი ველის ძირითად კომპონენტთა ფესვთა სისტემის მორფოლოგიური ტიპები შეესაბამება დაჯგუფებაში გავრცელებულ სასიცოცხლო ფორმებს. ასეთებია ჰამეფიტები, ჰემიკრიფტოფიტები, გეოფიტები და ტეროფიტები. მაგალითად, ყველა საკვლევი ცენოზის ნაკვეთში შესწავლილია 134 სახეობის ფესვის სისტემა. აქედან ჰემიკრიფტოფიტი მცენარეა 50%, ტეროფიტი 36%, ჰამეფიტი 8% და გეოფიტი 6%.

ფესვთა სისტემის ტიპების ხშირად დიდი მნიშვნელობა აქვს ცალკეული მცენარის სისტემატიკური რაობის (სახეობის) დადგენისათვის, ზოგჯერ ფესვის ტიპიც კი საკმაო ნიშანია სახეობის გარკვევისათვის. ეს ნიშანი მხოლოდ დამატებითია. ფესვთა სისტემის კლასიფიკაციის ძირითადი ნიშანია გამოავლინოს გენეზური კავშირი და მსგავსება-განსხვავება სხვადასხვა მცენარეს შორის გარემო პირობებთან დაკავშირებით. მცენარეთა ფესვის სისტემის კლასიფიკაციის დადგენისას გამოყენებულია თვით ფესვის ვეგეტატიური ხასიათი, მისი წარმოშობა, გავრცელება-განტოტვა ნიადაგში, ამის მიხედვით მისი ღერძიანობა და სხვა. ყველა ეს ნიშანი ტიპების დადგენისათვის ამავე დროს მისი მორფოლოგიური ნიშნებიცაა.

მცენარის ფესვთა სისტემის ერთიანი კლასიფიკაციის დადგენის სიმწეულე გამოწვეულია ფესვის თავისებური ბიოეკოლოგიით. ერთისა და იმავე მცენარის ფესვი სხვადასხვა ნიადაგურ პირობებში თავის ჰაბიტუსს ადვილად იცვლის, ამიტომაც ფესვთა სისტემის მორფოლოგიურ ტიპებს თითოეული ავტორი უმეტესად მცენარეთა ცალკე ფორმაციების მიხედვით აღწერს. ამის გამო ზოგჯერ ადვილი აქვს მასალის შეუსაბამობას.

არსებული კლასიფიკაციის გამოყენების საფუძველზე (ვი ს ო ც კ ი, ლ ა ე რ ე ნ კ ო, კ ე ნ ო ნ ი), ურთიანი ფიტოცენოზების ძირითად კომპონენტთა ფესვთა სისტემის კლასიფიკაცია წარმოდგენილია მე-3 ნახ. აქ ფესვთა სისტემა დაყოფილია: 1) წარმოშობის მიხედვით, ე. ი. ფესვი პირველადია თუ დამატებითი; 2) მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით; 3) ეკოლოგიური შეგუების მიხედვით, ე. ი. უნივერსალურია ფესვი და სპეციალიზებული.





სურ. 1. ფიტოცენოზის მიწისქვეშა ნაწილების ვერტიკალური პროექცია. 15.VI.1947. ში-  
რაქი, კასრისწყალი. ასოციაცია: უ რ ო ი ა ნ ი ძირტკბილათი (*Andropogon ischaemum*+*Glycyrrhiza*  
*glabra*). 1—*Andropogon ischaemum*, 2—*Koeleria gracilis*, 3—*Bromus japonicus*, 4—*glycyrrhiza*  
*glabra*, 5—*Medicago coerulea*, 6—*Potentilla recta*, 7—*Falcaria vulgaris*, 8—*Polygala*  
*transcaspica*, 9—*Achillea nobilis*, 10—*Lagoseris orientalis*, 11—*Trifolium campestre*, 12—*Crucianella*  
*angustifolia*, 13—*Ranunculus meridionalis*, 14—*Allium albidum*.

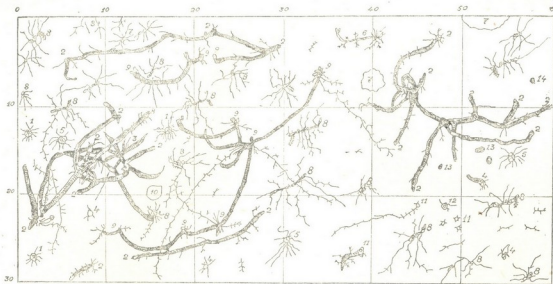
უროიანის ძირითად ფიტოცენოზებში გვაქვს მცენარეები პირველადი ფესვთა სისტემით, დამატებითი ფესვთა სისტემით, მათ შორის გარდამავალი ფორმებიც, ე. ი. პირველად-დამატებითი.

როგორც დაკვირვებამ გვიჩვენა, უროიანის ძირითადი ცენოზების კომპონენტია ფესვთა სისტემა შეიძლება შემდეგ ჯგუფებად დავყოთ.

1. პირველადი ფესვთა სისტემა. აქ იგულისხმება იმ მცენარეთა ფესვები, რომლებიც წარმოშობილია თესლის აღმოცენებიდან და შემდეგ მათი მთავარი ღერძის განვითარება შეწყვეტილი არ არის. იგი აერთიანებს მთავარღერძიანი ტიპის ყველა ფორმას—მცენარეებს უნივერსალური ფესვებით, რომელნიც მაქსიმალურად იყენებენ გარემო პირობებს, ტოტიანდებიან ნიადაგის როგორც ზედა, ისე ქვედა ჰორიზონტებში, ასევე მცენარეებს სპეციალიზებული ფესვებით, რომელნიც ივითარებენ ფესვებს ნიადაგის ზედაპირის ახლოს, ან დაუტოტავად ჩაზრდილი არიან ნიადაგის ქვედა ჰორიზონტებში [1]. აღდგენა და გამრავლება ასეთი მცენარეებისა უმეტესად ხდება თესლით ან ფესვის გამონახარდით. მას მიეკუთვნება როგორც ერთწლოვანი, ისე მრავალწლოვანი მცენარეები მთავარღერძიანი ფესვით. შესწავლილი 134 სახეობიდან 67%-ს აქვს პირველადი ფესვთა სისტემა;

2. დამატებითი ფესვთა სისტემა. აქ იგულისხმება იმ მცენარეთა ფესვები, რომლებიც წარმოშობილია და განვითარებულა მას შემდეგ, როცა თესლიდან აღმოცენებული პირველადი ფესვის ზრდა შეჩერებულა ან ღროთა განმავლობაში გამქრალა. იგი აერთიანებს მცენარის ფესვის შემდეგ ტიპებს: ფუნჯა, ფუნჯა-ფესურიანი და ტუბერფესვი. ასეთი მცენარეების აღდგენა და გამრავლება ხდება არა მარტო თესლით, არამედ ვეგეტატიური ნაწილებითაც. შესწავლილ სახეობათა შორის 23%-ს აქვს დამატებითი ფესვთა სისტემა. რაც შეეხება გარდამავალ ფორმებს, როგორცაა პირველად-დამატებითი, ისინი შეადგენენ შესწავლილი სახეობების 10%-ს, მათ განეკუთვნება მრავალწლოვანი მცენარეები მთავარღერძიანი ფესვებით და ფესურებით.

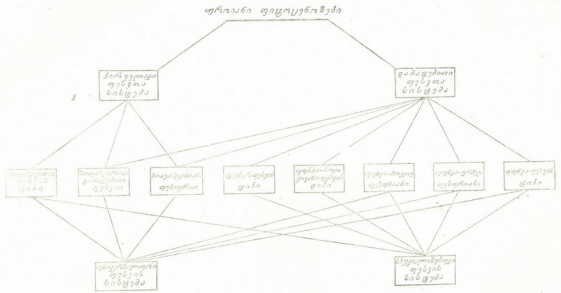
უროიანის ცენოზებში გავრცელებულია მცენარის ფესვის 8 მორფოლოგიური ტიპი, მათ შორის ძირითადს წარმოადგენს მთავარღერძიანი ფესვის ტიპი, რომელსაც ეკუთვნის უროიანი ველის ძირითადი კომპონენტები, როგორცაა კახური ესპარცეტი (*Onobrychis hachetica* Boiss. et Bushe), წიწანაური (*Polygala transcaucasica* S. Tam.), *Stachys iberica* M. B., *Thymus tiflisiensis* Klok. და სხვა. შესწავლილი მთავარღერძიანი ფესვის ტიპის მცენარეებიდან 52 სახეობას (39%) აქვს სპეციალიზებული ფესვი, ხოლო 38 სახეობას (28%) უნივერსალური. ისეთ მცენარეებში, რომელთაც აქვთ პირველად-დამატებითი ფესვთა სისტემა, ძირითად ნაწილს შეადგენენ მცენარეები, რომლებიც მთავარღერძიანი ტიპისაა, ეს ტიპი კი უნივერსალური ფესვებით ხასიათდება. მათ შორის 9 სახეობას (7%) ფესურები აქვს, ხოლო 5 სახეობას (3%)—ფესვის ყელიდან ამონაყარი დამატებითი ფესვები. ასეთი მცენარეებია უროიანი ცენოზების შემდეგი კომპონენტები: მარწყვა-ბალახი (*Potentilla recta* L.),



ფსევდა სისტემის მათემატიკური ტიპები...

სურ. 2. ფიტოცენოზის მიწისქვეშა ნაწილების მორფოლოგიური პროექცია ნიადაგის ზედაპირიდან 6 სმ სიღრმეზე; ნაკვ. ზომა—  
60×30 სმ. 12.VI 1947. უროიანი ქვეტოვითი ნაირბალახებით ქვალორდიანზე. შირაქი, კასრისწყალი.

- 1—*Allium albidum*, 2—*Teucrium chamaedrys*, 3—*Potentilla recta*, 4—*Seseli grandivittatum*, 5—*Galium verum*, 6—*Carex Bordzilowskii*,  
7—*Festuca sulcata*, 8—*Andropogon ischaemum*, 9—*Inula germanica*, 10—*Koeleria gracilis*, 11—*Thymus* sp. 12—*Polygala transcaucasica*, 13—*Tra-  
pogogon graminifolius*, 14—*Onobrychis cyri*.



3. სურ. ეროვანის ძირითად კომპონენტთა ფუნქციის სისტემის კლასიფიკაციის სურათი

ჭაფურა (*Filipendula hexapetala* Gilib.), ფარმანდუკი (*Achillea nobilis* L.), ჭარელა (*Teucrium chamaedrys* L.), მინდვრისნემსა (*Galium verum* L.), ძირტკბილა (*Glycyrrhiza glabra* L.), მზიურა (*Inula germanica* L.) და სხვა.

დამატებითი ფესვთა სისტემიდან 13 სახეობა (10%) ფუნჯა ფესვის ტიპისაა, ამათგან უროიანი ცენოზების ძირითადი კომპონენტებია: ვაციწვერა (*Stipa capillata* L.), ველის წივანა (*Festuca sulcata* L.), კეწეწურა (*Koeleria gracilis* Pers.), ველის ტიმოთელა (*Phleum phleoides* (L.) Sink.) და სხვა. ფუნჯაფესურიანი—6 სახეობა (4,5%), როგორცაა უროიანის ძირითადი ელიფიკატორი ურო (*Andropogon ischaemum* L.), აგრეთვე კავკასიური ურო (*Andropogon caucasicus* Trin.), *Diplachne serotina* (L.) Link., *Carex Bordzilowskii* V. Krec. ფუნჯაბოლქოვანი 7 სახეობაა (5,5%). ამ ტიპის ფესვების მქონეა უროიანის გეოფიტები, როგორცაა *Allium albidum* Fih., *Gagea commutata* C. Koch., *Bellevalia Wilhelmsii* (St.) G. Wor, *Colchicum*. sp. და სხვა. ტუბერფესვიანი 4 სახეობაა (3%), რომელსაც მიეკუთვნება უროიანის ცენოზებში შესამჩნევად გავრცელებული მცენარეები, როგორცაა ღოლომეფა (*Rumex tuberosus* L.), ბაია (*Ranunculus meridionalis* Grossh.), *Orchis* sp. და სხვ. ყველა შესწავლილ სახეობას შორის 74 სახეობა (55%) სპეციალიზებული ფესვით ხასიათდება, ხოლო 60 სახეობა (45%) უნივერსალური ფესვით.

როგორც დაკვირვებამ გვიჩვენა, უროიანის სხვადასხვა ცენოზისათვის დამახასიათებელია ფესვთა სისტემის სრულიად განსაზღვრული მორფოლოგიური ტიპები და ნიადაგში მათი თავისებური განლაგება, რაზედაც დამოკიდებულია ცენოზის მიწისზედა ნაწილების ხასიათი და სტრუქტურა. დაჯგუფებაში ფესვთა სისტემის მორფოლოგიური ტიპების ცვალებადობა და ამასთანავე მიწისქვეშა ცენოზის აგებულება ფიტოცენოზების სხვადასხვაობასთან და ნიადაგურ პირობებთანაა დაკავშირებული. ტიპობრივ უროიანში, სადაც კონდომინანტებია ძირტკბილა, კახური ესპარცეტი და ნაირბალახები, ჭარბობს ფესურიანი და მთავარღერძიანი ფესვის ტიპები. ამ დაჯგუფებებში მკაფიოდ არის გამოხატული მიწისქვეშა ცენოზის პირველი და მესამე იარუსი. მესამე იარუსში განსაკუთრებით მონაწილეობს ისეთი მცენარეების ფესვთა სისტემა, რომელნიც მიეკუთვნებიან ფრეატოფიტებს [1]. უროიანში, სადაც ძირითადად მარცვლოვნებია, შემცირებულია ფესურიანი და მთავარღერძიანი ფესვების მქონე მცენარეები. აქ ჭარბობს ფუნჯა ფესვების რაოდენობა, რომელნიც ნიადაგის პორიზონტებში ბადისებურად არიან გადახლართული. ამიტომ აქ იარუსიანობა შედარებით მკრთალადაა გამოხატული.

ნახევრად უდაბნოს პირობებში კი, სადაც უროსთან ერთად ავშანიც გვაქვს, ჭარბობს მთავარღერძიანი ფესვის ტიპები, რომლებიც კარგად გამოხატავენ მიწისქვეშა ცენოზის იარუსიანობას.

ამგვარად, უროიანის ძირითად ფიტოცენოზებში მცენარეთა ფესვთა სისტემის მორფოლოგიური ტიპებიდან უფრო მეტად გავრცელებულია პირველადი ფესვის მთავარღერძიანი ტიპები, ხოლო შედარებით მცირედ—დამა-



ტებითი ფესვთა სისტემის ფუნჯა და ტუბერფესვის ტიპები. დანარჩენები კი მათ შორის გარდამავალი ფორმებით ხასიათდებიან და უროიანში უმნიშვნელო რაოდენობით არიან წარმოდგენილნი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.6.1950)

დაგეგმიზებული ლიტერატურა

1. И. Н. Бейдеман. Краткий обзор корневых систем пустынных растений. Труды Азербайджанского отделения Зоофитиала, V, АН СССР, 1934.
2. Г. Н. Высоккий. Ергеня. Культурно-фитологический очерк. Тр. Бюро по прикл. бот., т. III, 1915.
3. А. И. Казакевич. Некоторые типы корневых систем растений Нижнего Поволжья. Дневник Всесоюзн. съезда ботаников в Ленинграде. Ленинград, 1928.
4. Е. М. Лавренко. Некоторые наблюдения над корневыми системами, экологией, хозяйственным значением псаммофитов нижнеднепровских песков. Пробл. растениеводчesk. освоении пустынь, 1935.
5. Е. М. Лавренко. К методике изучения подземных частей фитоценозов. Бот. журнал СССР, т. XXXII, № 6, 1947.
6. А. М. Семенова-Тяньшанская. Корневые системы растений субальпийских лугов Юго-Осетии. Тр. Бот. института им. В. Л. Комарова АН СССР. Геоботаника, в. 5, 1948.
7. W. A. Cannon. A tentative classification of root system. Ecology, vol. 30, № 4, 1949.

ნიადამცოდნობა

ბ. დ. ახვლედიანი და ბ. ტალახაძე

მრავალწლოვანი ბალახების გავლენა შავმიწა ნიადაგის ზოგბირტ  
თვისებაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. საბაშვილმა 8.5.1950)

ნიადამცის ეფექტური ნაყოფიერების პროგრესული ზრდა სტრუქტურის შექმნა-გაუმჯობესებასთანა დაკავშირებული.

ექსპერიმენტულად დადასტურებულია, რომ ნიადაგის მტკიცე სტრუქტურის შექმნა და შენარჩუნება მხოლოდ ნათესბალახიანი თესლბრუნვის დაწერგვით შეიძლება [1, 2, 3].

ნათესბალახიანი თესლბრუნვა წარმოადგენს სოციალისტური მიწათმოქმედების მოსავლიანობის განუწყვეტელი ზრდის ძირითად საშუალებას, ნიადაგის თვისობრივად გარდაქმნის მთავარ პირობას [4, 5].

სტრუქტურის აღდგენისა და უხვი მოსავლის მიღების ყველაზე უფრო ადვილად მისაწვდომ და ეფექტურ საშუალებად თანამედროვე აგრონომიულ მეცნიერებას, როგორც ამას აკად. ვ. მოსოლოვი [3] შენიშნავს, ნათესბალახიანი თესლბრუნვა მიიჩნია.

პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების თესვა ნიადაგის ნაყოფიერებაზე უდიდეს გავლენას ახდენს, მათი გამოყენებით ნიადაგის ხელოვნური გაყამირება 2—3 წლის განმავლობაში ხდება, ბუნებრივ პირობებში კი სტრუქტურის აღდგენის პროცესს თითქმის ორი ათეული წელი სჭირდება [6].

პროფ. ვ. დოკუჩაევის სახელობის მიწათმოქმედების ინსტიტუტის (ყოფილი კამენოსტეპის საცდელი სადგური) ექსპერიმენტული მონაცემებით დადასტურებულია, რომ „ხელოვნური ყამირი“ სტრუქტურის სიმტკიცისა და აგროქიმიური მაჩვენებლების მხრივ ძალიან ახლოს დგას ბუნებრივ ყამირთან.

მრავალწლიანი პარკოსანი და ცერცოვანი ბალახების ფესვთა სისტემა ქსელავს ნიადაგის სახნავ და ქვესახნავ ფენებს. ფესვების განზობის შემდეგ, ბიოქიმიური პროცესების შედეგად, ნიადაგის მასა ახლად წარმოქმნილი ჰუმუსით იყლინთება, რომელიც მტკიცე სტრუქტურის წარმოქმნის ძირითად პირობას წარმოადგენს.

აკადემიკოს ვ. ვილიამსს [1, 2] ასეთი ჰუმუსის წყაროდ მიიჩნია არა ყველა მცენარის ფესვთა სისტემის ნარჩენები, არამედ მხოლოდ მრავალწლიანი პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ორგანული ნივთიერებები.

ორგანული ნივთიერების რაოდენობრივი ზრდა ნიადაგში ძირითადად მცენარეთა ფესვთა სისტემის ბუნებაზე დამოკიდებული. ამ მხრივ ყველაზე უკეთეს შედეგს პარკოსანი და მარცვლოვანი მრავალწლიანი ბალახების

ნარევი ნათესი იძლევა. ვ. პეტრუშენკოს [6] მონაცემების მიხედვით, მიწისზედა და ფესვთა ორგანული ნარჩენების რაოდენობრივი შეფარდება იონჯისთვის უდრის 1,06:1, კაჟეტასთვის 1,01:1, მათი ნარევი ნათესისათვის კი 1:1,2 უდრის. ვ. პეტრუშენკოს ცდებიდან [6] ჩანს, რომ ცალკე აღებული როგორც პარკოსანი (იონჯა), ისე მარცვლოვანი (კაჟუტა) ნათესის ფესვთა სისტემა უფრო მცირე ორგანულ მასას ქმნის, ვიდრე მათი ნარევი ნათესი. ანალოგიური მდგომარეობაა მ. ჩიჟევსკისა [5] და ს. რიჟოვის შრომებში.

მრავალწლიანი ბალახების მოსავლის შესაბამისად იზრდება ნიადაგში ორგანულ ნარჩენთა რაოდენობა და სტრუქტურის აღდგენა-გაუმჯობესების შესაძლებლობა.

პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევი ნათესის ფესვთა სისტემის უდიდესი რაოდენობა სახნავ და ქვესახნავ ფენაში გროვდება. ამის გამო ნიადაგის ზედა ფენაში მტკიცე სტრუქტურის წარმოქმნა უფრო ინტენსიურად ხდება, ვიდრე მარცვლოვანი და პარკოსანი ბალახების სუფთა ნათესში. ამ მხრივ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თვისობრივ მაჩვენებელს ბუსუსა ფესვების (დიამეტრი 1,5 მმ) რაოდენობა წარმოადგენს.

მ. ჩიჟევსკისა და ვ. კოსინსკის [4] გამოკვლევით ცნობილია, რომ პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევი ნათესი ბევრად უფრო მდიდარია ბუსუსა ფესვებით, ვიდრე მათი სუფთა ნათესი, ცალ-ცალკე აღებული.

ერთ ჰექტარზე იონჯის ნათესის ფესვთა სისტემის საერთო სიგრძე 7,448 კილომეტრს უდრის, ნარევი ნათესში კი (იონჯა + ფრანგული რაიგრასი) ფესვების საერთო სიგრძე 24,120 კილომეტრს აღწევს. აქედან ცხადია უკანასკნელის მოქმედების უპირატესობა სუფთა ნათესთან შედარებით.

მრავალწლიანი ბალახები აუმჯობესებენ ნიადაგის სტრუქტურის სიმტკიცეს და პირდაპირ გავლენას ახდენენ ნიადაგის ყველა სხვა თვისებაზე. პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახები ნიადაგში ზრდიან არა მარტო ჰუმუსისა და ახლად წარმოქმნილი აქტიური ჰუმუსის საერთო რაოდენობას, არამედ აგრეთვე შთანთქმის ტევადობას, კერძოდ შთანთქმული Ca რაოდენობას, აღიღებენ ნიტრატებისა და ხსნადი ფოსფორის კონცენტრაციას სახნავ ფენებში და სხვ.

ბუნებრივი ნიადაგებიდან მხოლოდ მდელის კორდიან და შავმიწანიადგებებს ახასიათებს მტკიცე სტრუქტურა. აკადემიკოს ვ. ვილიამსის [1, 2] სწავლებით, მტკიცე სტრუქტურა წარმოიქმნება მდელის მცენარეული საფარის ორგანული ნარჩენების ანაერობულ პირობებში დაშლით. მაშასადამე, სახნავი ნიადაგის სტრუქტურის აღდგენა-გაუმჯობესება შეიძლება მხოლოდ მდელის მცენარეების გამოყენებით. სახნავი ნიადაგი, სტრუქტურის აღდგენის მიზნით, ნიადაგწარმოქმნის ხელოვნური გაკორდების სტადიას მოითხოვს პერიოდულად.

საბჭოთა კავშირის მრავალრიცხოვანი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებები სწავლობენ მრავალწლიანი ბალახების როლს ნიადაგის მტკიცე

სტრუქტურის, ფიზიკურ-ქიმიურ, ფიზიკურ-მექანიკურ, ბიოლოგიურ და სხვა თვისებების გაუმჯობესებასთან დაკავშირებით. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის თემატიკაში საპატრიო ადგილი აქვს დათმობილი ბალახების ზეგავლენას ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდაზე.

მსპარიმენტული მონაცემები

1. მრავალწლიანი პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების გავლენა ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა რაოდენობაზე და შთანთქმული ფუძეების შემცველობაზე

წინამდებარე სტატიაში მიზნად გვაქვს დასახული სისტემაში მოიყვანოს ის მონაცემები, რომლებიც ეხება მდ. მდ. ივრისა და მტკვრის წყალგამყოფი ზეგნის ველიანი ნიადაგების ზოგიერთი თვისების გაუმჯობესებას პარკოსანი და მარცვლოვანი მრავალწლიანი ბალახების თესვის საშუალებით.

საექსპერიმენტოდ გამოიყენეთ საქართველოს მეცხოველეობის კვლევითი ინსტიტუტის უდაბნოს მეურნეობის საცდელი ნაკვეთების ნიადაგები იონჯის, კაპუტასა და მათი ნარევის ნათესით. საკონტროლოდ, ერთი მხრივ, აღებულია ნარბილი, ხოლო, მეორე მხრივ, იმავე ტიპის ყამირი, აუთესებელი, შავმიწა ნიადაგი. აღებულ ნიმუშებში შესწავლილია ჰუმუსის, შთანთქმული ფუძეებისა და სტრუქტურის სიმტკიცის ცვალებადობა ბალახების ზეგავლენით. გარდა ამისა, მინდვრის პირობებში განსაზღვრულია ფესვების რაოდენობა ჰორიზონტების მიხედვით 40 სმ სიღრმემდე.

ქვემოთ მოყვანილი მონაცემები გვიჩვენებს ორგანულ ნარჩენთა რაოდენობას, რომელიც გროვდება ნიადაგში მრავალწლიანი ბალახების გამოყენებით.

ცხრილი 1

ბაერზე მშრალი ფესვების რაოდენობა ცენტნერობით ჰექტარზე შავმიწა ნიადაგში

კულტურის ხანგრძლიობა (წლებით)	სიღრმე სმ-ით	იონჯა	კაპუტა	იონჯა+კაპუტა	ყამირი უროიანი ველი (საკონტროლო)
2	0-20	20,4	26,6	30,3	28,8
	20-40	10,7	2,8	7,7	3,3
სულ	0-40 სმ ფენაში	31,1	29,4	38,0	32,1
3	20-20	22,4	28,4	39,4	
	0-40	10,9	2,9	7,9	
სულ	0-40 სმ ფენაში	33,3	31,3	44,3	

1-ლი ცხრილიდან ჩანს, რომ სახნავ ფენში იონჯისა და კაპუეტას ნარევი ნათესი ბევრად უფრო მეტ ორგანულ ნარჩენს ტოვებს, ვიდრე ცალ-ცალკე აღებული მათი სუფთა ნათესი; ასეთივე მონაცემები აქვს ვ. პეტრუშენკოს [7] უკრაინის ველიანი პირობებისათვის.

შუა აზიის სარწყავ ზონაში, ს. რიჟოვის [7] მონაცემებით, ნიადაგის სახნავ ფენში მარცვლოვანი და პარკოსანი ბალახების ფესვების წონა 1 ჰექტარზე 75 ცენტნერს აღწევს. ჩვენი ექსპერიმენტის პირობებში ნარევი ნათესის ფესვთა სისტემის ნაკლები რაოდენობის მიზეზს უნდა წარმოადგენდეს ნათესში მარცვლოვანი კომპონენტის (კაპუეტა) შედარებით სუსტი განვითარება.

ფესვების ნარჩენების დაგროვება ნიადაგში, როგორც მოყვანილი ციფრებიდან ჩანს, ნარევი ნათესში უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე ყამირი ნიადაგში.

ორგანული ნარჩენების დაგროვების შესაბამისად ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა მატულობს.

ცხრილი 2  
ჰუმუსის რაოდენობის ზრდა მრავალწლიანი ბალახების ზეგავლენით

სიღრმე სმ-ით	ყამირი შავმიწა	ნარბილი შავმიწა	იონჯის ნათესი		კაპუეტას ნათესი		კაპუეტა + იონჯის ნათესი	
			2 წლ.	3 წლ.	2 წლ.	3 წლ.	2 წლ.	3 წლ.
0-10	8,08	7,52	7,68	7,95	7,54	8,10	8,11	8,22
10-20	7,80	7,32	7,73	7,92	7,67	7,63	7,75	7,92
20-30	7,74	7,18	7,32	7,50	7,60	7,62	7,72	7,85

ნარბილი შავმიწა ნიადაგის ზედა ფენში ჰუმუსის სწრაფი დაგროვება პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების და განსაკუთრებით ამ უკანასკნელთა ნარევი ნათესის საშუალებით ინტენსიურად ხდება. კარაბალიკის საცდელი სადგურის [6] და ოდესის ოლქის [5] პირობებში ჩატარებული გამოკვლევებიდან ჩანს აგრეთვე, რომ მრავალწლიანი ბალახების ნათესი უფრო მეტად უწყობს ხელს ჰუმუსის დაგროვებას, ვიდრე მათი სუფთა ნათესი.

ჰუმუსის რაოდენობის ზრდა ნიადაგში დიდადა დამოკიდებული ნარევი ნათესის კომპონენტების სწორად შერჩევაზე და იმ აგროტექნიკური ღონისძიებების გამოხატვაზე, რომლებიც მარცვლოვანი და პარკოსანი მრავალწლიანი ბალახების ერთად ცხოვრების პირობებს გააუმჯობესებს.

პახტა-არალის საცდელი მიწის [7] ექსპერიმენტით დადასტურებულია, რომ ნარევი ნათესში მარცვლოვანი ბალახების ზრდა-განვითარებაზე (და, მაშასადამე, ჰუმუსის დაგროვებაზე) კარგად მოქმედებს აზოტის სასუქი.

ჰუმუსის (ახლად წარმოქმნილის) რაოდენობის ზრდა ნიადაგში აქტიური კოლოიდების შემცველობას აღიწერს და ნიადაგის მთელი რიგი თვისებების გაუმჯობესებას იწვევს.



ცხრილი 3

შთანთქმული ფუძეების რაოდენობის ცვლილებათა

ა-ე მდგაძი	ყამირი შავმიწა ნიადაგი			ნარბილი შავმიწა ნიადაგი			იონჯის ნათესი 3 წლის			კახუტყის ნათესი 3 წლის			კახუტყას+იონჯის 3 წლის ნათესი		
	Ca	Mg	Ca+Mg	Ca	Mg	Ca+Mg	Ca	Mg	Ca+Mg	Ca	Mg	Ca+Mg	Ca	Mg	Ca+Mg
0-10	42,22	7,05	49,27	40,12	7,03	47,15	43,02	6,94	49,96	42,82	6,95	49,75	43,85	6,92	50,77
10-20	40,30	7,80	48,10	37,16	7,68	44,26	41,33	7,18	48,51	40,72	7,12	47,84	41,90	7,18	49,08
20-30	40,73	5,29	46,07	40,14	5,30	45,44	40,45	5,38	45,83	39,92	5,34	45,26	49,78	5,40	46,18

ჩვენი მონაცემებიდან ჩანს, რომ პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების 3 წლის ნათესი ნარბილი ნიადაგის შთანთქმის ტევადობას 0-30 სმ სიღრმის ფენაში 3,5-5 მილიეკვივალენტით ზრდის. ამავე დროს აღსანიშნავია, რომ შთანთქმულ ფუძეთა შორის, ბალახის ნათესის ზეგავლენით მხოლოდ შთანთქმული Ca რაოდენობა მატულობს.

2. ნიადაგის სტრუქტურის სიმტკიცის დინამიკა მრავალწლიანი ბალახების ზეგავლენით

ყამირ შავმიწა ნიადაგს მტკიცე სტრუქტურა ახასიათებს. იმავე ნარბილ ნიადაგში კი მტკიცე სტრუქტურული აგრეგატების რაოდენობა შესამჩნევად შემცირებულია. ნ. სავინოვის [8] მიხედვით, ნარბილი შავმიწა ნიადაგის ზედა ფენაში, იმავე ტიპის ყამირ ნიადაგთან შედარებით, 3-10 მმ ზომის მტკიცე აგრეგატების რაოდენობა ორჯერ და მეტჯერაა შემცირებული.

ნათესბალახიანი თესლბრუნვის გარეშე ნიადაგის სტრუქტურის სიმტკიცე ეცემა და ნიადაგის ნაყოფიერებაც კლებულობს.

განუხრელი ბრძოლა მრავალწლიანი და პარკოსანი ბალახების მაღალი მოსავლის მიღებისათვის ნიადაგის ეფექტური ნაყოფიერების გაზრდის ერთ-ერთი საშუალებაა.

მრავალწლიანი ბალახების საშუალებით სახნავე ნიადაგების გაყამირება ხდება, რის გამოც ბალახების ზეგავლენა ნიადაგს თესლბრუნვის მთელ საროტაციო პერიოდში გასდევს და ამით ეფექტური ნაყოფიერების პროგრესული ზრდისა და მაღალ საფეხურზე შენარჩუნების შესაძლებლობას ქმნის.

მონაცემებიდან ჩანს, რომ მტკიცე სტრუქტურული აგრეგატების რაოდენობა ნარბილ შავმიწა ნიადაგში ყამირთან შედარებით თითქმის ორჯერაა შემცირებული. მრავალწლიანი ბალახები სტრუქტურის აღდგენას არსებითად 2 წლის განმავლობაში ახდენენ.



ოღესის ოლქის პირობებში ჩატარებული გამოკვლევებიდან [6] აგრეთვე ჩანს, რომ მარცვლოვნებისა და პარკოსნების ნათესი 2 წლის განმავლობაში მთლიანად ასწრებს ნიადაგის დარღვეული სტრუქტურის აღდგენას.

ვ. ვილიამსის [2] მიერ გამოთქმული მოსაზრება, რომ ყველაზე უარეს პირობებშიც კი, სადაც ბალახი სინესტის ნაკლებობის გამო ცუდად იზრდება, საკმარისია ორი წელი იმისათვის, რომ მან მთლიანად აღადგინოს ნიადაგის სტრუქტურა, ჩვენი მონაცემებითაც დასტურდება.

ცხრილი 4

მრავალწლიანი ბალახების გაიღვნა შავმიწა ნიადაგის სტრუქტურის სიმტკიცეზე (ტიულინის მეთოდით)

ნიადაგი	სიღრმე სმ-ით	>5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	>0,25
ყამირი შავმიწა	0-10	42,20	16,80	11,20	8,70	7,70	4,20	9,20	90,80
	10-20	49,20	22,20	9,00	4,90	3,80	2,20	8,70	91,30
	20-30	36,70	28,50	14,00	6,80	4,00	2,20	8,00	92,00
ნარბილი შავმიწა	0-10	10,40	5,80	4,20	6,30	10,20	14,80	52,50	47,50
	10-20	5,60	6,20	5,60	3,70	11,40	15,90	51,60	48,40
	20-30	18,30	17,10	6,80	5,40	9,90	13,70	31,20	68,80
იონჯის ნათესი 2 წლის	0-10	8,50	5,80	8,60	11,00	19,80	12,80	33,50	66,50
	10-20	28,26	15,30	6,70	6,50	6,80	6,60	29,94	70,06
	20-30	9,20	21,50	22,30	14,60	7,90	6,50	18,00	82,00
კაბუეტას ნათესი 2 წლის	0-10	5,80	8,70	9,20	12,40	21,00	15,30	27,60	72,40
	10-20	11,30	20,50	20,00	12,70	9,40	5,20	20,90	79,10
	20-30	25,10	30,20	15,10	7,30	4,90	2,20	15,20	84,80
იონჯის ნათესი 3 წლის	0-10	9,70	6,60	9,20	12,00	20,10	13,90	28,50	71,50
	10-20	29,70	16,50	7,90	7,60	7,90	7,90	23,50	76,70
	20-30	10,00	22,70	23,90	15,50	8,90	4,70	14,30	85,70
კაბუეტას ნათესი 3 წლის	0-10	6,90	9,00	9,60	13,50	22,50	16,90	21,60	78,40
	10-20	12,70	21,70	21,00	13,50	10,50	5,50	15,10	84,90
	20-30	26,30	31,80	16,30	8,50	5,70	2,50	9,60	90,40
იონჯა+კაბუეტას ნათესი 2 წლის	0-10	21,70	7,50	18,10	17,20	16,30	12,30	11,90	88,10
	10-20	34,60	16,20	13,60	9,70	8,40	4,80	12,70	87,30
	20-30	20,70	20,10	14,80	11,00	9,80	14,10	9,50	90,50
იონჯა+კაბუეტას ნათესი 3 წლის	0-10	23,00	8,90	9,80	15,30	19,70	12,40	10,90	89,10
	10-20	36,80	17,30	13,70	10,80	6,90	4,00	10,50	89,50
	20-30	21,50	21,70	17,20	14,00	11,00	4,90	9,60	90,40

დასკვნა

1. იონჯისა და კაბუეტას ნარევი ნათესი 0-40 სმ სიღრმის ფენაში უფრო მეტ ორგანულ ნარჩენებს ტოვებს ფესვების სახით 2-3 წლის განმავლობაში, ვიდრე მათი სუფთა ნათესი და ყამირ შავმიწანიადაგში—ურო.

2. პარკოსანი და მარცვლოვანი მრავალწლიანი ბალახების ნათესი 2—3 წლის განმავლობაში ნარბილ შავმიწა ნიადაგის ზედაფენში ჰუმუსის შემცველობას 0,5%-მდე აღიდეგს.

3. აღნიშნული მცენარეების ნათესი ამავე დროში 0—30 სმ სიღრმის ფენში 3,5—5 მილიეკვივალენტით ზრდის შთანთქმის ტევადობას.

4. ნარბილ, დარღვეული სტრუქტურის მქონე ნიადაგში იონჯისა და კაპუეტას ნათესი ორი წლის განმავლობაში ამთავრებს მტკიცე სტრუქტურის აღდგენას. ამ მხრივ ნარევი ნათესის მოქმედება უფრო ინტენსიურია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და

მელიორაციის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვლიდა 8.5.1950)

#### დავოწმებული ლიტერატურა

1. В. Р. Вильямс. Почвоведение. Москва, 1938.
2. В. Р. Вильямс. Травопольные севообороты. Москва, 1937.
3. В. П. Мосолов. Агротехника. Москва, 1948.
4. М. Г. Чижевский, В. С. Косинский. Многолетние травы в севооборотах Кубани. Сов. Агр., № 9, 1947.
5. М. Г. Чижевский. Роль многолетних трав в севообороте. Социалист. реконстр. сель. хоз., № 6, 1938.
6. В. З. Петрушенко. К вопросу с влияния пласта травосмеси многолетних трав на структуру почвы в условиях степи Украины. Почвоведение, № 1, 1949.
7. С. Н. Рыжев. Направление переделки природы почв в условиях орошаемого земледелия. Почвоведение, № 2, 1949.
8. Н. И. Савинов. Структура почвы и ее прочность на целине, перелог и старопашенных участках. Москва, 1931.

ზოოლოგია

თ. შიშილაშვილი

ცაცხვზე აბლაზულა ტკიპის *SCHIZOTETRANYCHUS TELARIUS* L.  
რაოდენობის სეზონური ცვალეზადობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცემა 21.6.1950)

ქ. თბილისისა და საქართველოს ზოგიერთი ქალაქის ნარგავებს შორის წლების განმავლობაში ვამჩნევთ ცაცხვის დაზიანებას აბლაზულა ტკიპით *Schizotetranychus (Eotetranychus) telarius* (L., 1758), Reck, 1948 (*Tetranychus tiliarum* Herm.). აბლაზულა ტკიპი ძლიერი დაზიანების შედეგად ამუქებს ფოთლებს და მურის ფერს აძლევს, რის შედეგადაც ამ მცენარეს უკარგავს (ჩვეულებრივ ზაფხულის მეორე ნახევარში) დეკორაციულსა და გამაჯანსაღებელ მნიშვნელობას, იწვევს მის დაუძღურებას და ჩამორჩენას ზრდაში. ტკიპებით ცაცხვის ახალგაზრდა ნარგავების მძლავრ დაზიანებას ვამჩნევთ ქუჩებში, პარკებში, ხოლო ქალაქგარეთ იგი ნაკლებ არის აღნიშნული.

მიუხედავად იმისა, რომ ზემოაღნიშნული აბლაზულა ტკიპი უკვე დიდი ხანია ცნობილია როგორც საბჭოთა კავშირისა და დასავლეთ ევროპის რიგი ქალაქების (მოსკოვის, დონის როსტოვის, ბერლინის და სხვ.) ცაცხვის ნარგავების ძლიერი მავნებელი, ლიტერატურაში მაინც თითქმის სრულიად არ მოიპოვება ცნობები მისი ბიოეკოლოგიის ძირითად კანონზომიერებათა შესახებ, რომელთა გამოკვლევა მეტად აუცილებელია პროფილაქტიკურ და ბრძოლის ღონისძიებათა დასაბუთებისათვის.

აბლაზულა ტკიპის ბიოლოგიის შესასწავლად რამდენიმე წლის მანძილზე დაკვირვებებს ვაწარმოებდით თბილისის ქუჩების ცაცხვის ნარგავებზე. ამ ტკიპის სეზონური ცვალეზადობის განსაზღვრისთვის გამოყოფილი ხეებიდან ვიღებდით ფოთლის ნიმუშებს, რომლებზედაც ითვლებოდა ტკიპების მოსახლეობის საერთო რაოდენობა. 1949 წ. მონაცემები, რომლებიც დაყვანილია 10 ფოთლის (395 სმ<sup>2</sup>) საშუალო ფართობამდის, დაჯამებულია 1-ლ ცხრილში და 1-ლ დიაგრამაში.

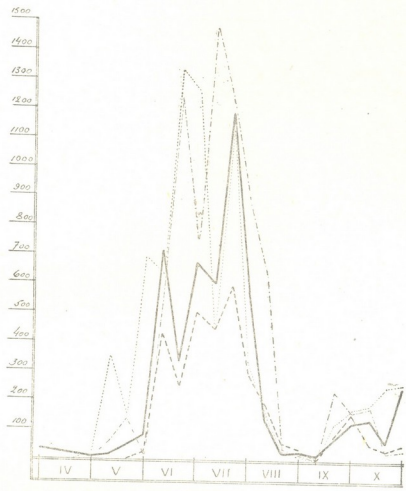
1949 წლის რაოდენობრივი აღრიცხვები მკაფიოდ გვიდასტურებს გასულ წლებთან დაკავშირებულ თავისებურებებს: ცაცხვის ტკიპი ზაფხულის მეორე ნახევარში განიცდის მეტად მკვეთრად გამოხატულ რაოდენობრივ დერეისას. 1949 წელს ტკიპის რაოდენობა მატულობდა ივლისის შუა რიცხვებამდე, მკვეთრად დაიკლო აგვისტოს დამლევს და სექტემბრის პირველ რიცხვებში მიაღწია მინიმუმს; შემდეგ, შემოდგომაზე, ისევ იწყო მატება.

ცხრილი 1

აღრიცხვის ჩატარების თარიღი	ცაცხვის ტკიპის რაოდენობა სტადიებისა და სქესის მიხედვით					აღრიცხუ- ლი მტაც- ბლების რაოდენ.
	კვერცხები	მატლები და ნიმფები	♀ ♀	♂ ♂	ს უ ლ	
2.IV	—	—	28,7	—	28,7	—
1.V	18,8	—	4,7	—	23,5	—
10.V	346,3	57,2	7,1	—	410,6	—
20.V	162,4	133,3	48,1	—	343,8	26,1
30.V	691,0	20,5	87,8	26,4	823,7	16,2
10.VI	632,6	513,8	713,0	434,6	2294,0	16,9
20.VI	1328,1	1239,2	336,5	255,5	3159,3	7,2
30.VI	1270,5	769,2	674,2	503,0	3216,9	30,2
10.VII	450,5	1476,6	601,7	450,5	2979,3	52,4
20.VII	1142,0	1224,4	1190,9	594,3	4151,6	155,1
30.VII	326,4	890,4	578,7	296,0	2091,5	176,1
10.VIII	141,1	635,1	136,5	188,7	1101,4	87,0
20.VIII	21,8	31,6	18,6	62,3	134,3	34,8
30.VIII	18,5	20,5	19,5	27,7	86,2	36,9
*10.IX	—	—	9,9	3,6	13,5	21,5
20.IX	107,3	231,6	69,1	76,6	484,6	43,9
30.IX	164,6	155,0	121,0	148,7	589,3	35,0
10.X	179,5	175,5	131,1	57,5	543,6	52,9
20.X	249,0	37,0	67,8	38,2	392,0	23,3
2.XI	254,0	29,9	248,5	64,3	596,7	13,3

სეზონურ ცვალებადობასთან ტკიპის რაოდენობის შეფარდებისას (იხ. დიაგრამა 1) ვამჩნევთ ამ ორი მოვლენის შემდეგ დამოკიდებულებას: ტკიპის რაოდენობის მატებაც და დაკლებაც დაახლოებით ერთნაირ ტემპერატურულ პირობებში მიმდინარეობს. ყველაზე მკვეთრად დებრესია გამოხატული იყო 24—26° პირობებში. პირიქით, სხვა დროს ამ პირობებში ვამჩნევდით ტკიპის ინტენსიურ გამრავლებას. ანალოგიურ დასკვნამდე მივდივართ ჰაერის ტენიანობის შემოქმედების ანალიზის შემთხვევაშიც. ტკიპის ინტენსიურად გამრავლებისათვის ხელშემწყობია ამინდის მეტად განსხვავებული პირობები, როცა ტემპერატურა დაახლოებით 22—27°-მდე მერყეობს, ხოლო ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა 53%-66%-მდე. არსებული მონაცემებიდან გამოდინარეობს, რომ ცაცხვის ტკიპის დებრესია ზაფხულობით დაკავშირებულია გვალვიან პირობებთან, რაც ქმნის რიგ ფაქტორთა კომპლექსს—ჰაერის მაღალი ტემპერატურა, დაბალი ტენიანობა, ნალექების მცირე რაოდენობა, ნიადაგის ძლიერი გაშრობა და ა. შ. ეს დებრესია გამოხატულია არა მარტო გვალვის დროს, არამედ რამდენიმე ზნის შემდეგ. ასე, მაგალითად, 1949 წელს გვალვა დაახლოებით ივლისის შუა რიცხვებიდან დაიწყო, ხოლო დებრესიამ თავის საზღვარს მხოლოდ აგვისტოს დამლევეს მიაღწია. ტემპერატურული ზეგავლენის მიმართ დასტურდება, რომ ის აბლაბუდა ტკიპის განვითარების სისწრაფის რეგულაციას ახდენს. ტემპერატურის მატებისას ტკიპის განვითარების ვადები მკირდება (იხ. ცხ. 2 და დიაგრამა 2), მაგრამ, როგორც ეს ჩატარებული რაოდენობრივი აღრიცხვებიდან (იხ. ცხ. 1) გამოდინარეობს, ტემპერატურული პირობები, რომლებიც ხელშემწყობია ცაცხვის ტკიპისთვის, სრულიადაც არ აღმოჩნდება ხოლმე მისი რაოდენობრივი აღმატებისათვის ოპტი-





დიაგრამა 1

1949 წელს ცაცხვის ტკიპის რაოდენობრივი ცვალებადობა — მდგურები  
 --- მამრები, - - - - - მატლები და ნიმფები, . . . . . კვერცხები

მაღური, ამიტომ ტკიპის ცხოველმყოფელობის განხილვამ მხოლოდ ამინდის პირობებთან დაკავშირებით, მტაცებელთა და სხვა ფაქტორთა ზემოქმედების გარეშე, შესაძლებელია არასწორ დასკვნამდე მიგვიყვანოს.

მტაცებლებიდან, რომლებიც ცაცხვის ტკიპით იკვებებიან თბილისის პირობებში, აღნიშნულია ჭიამაია (*Stethorus punctillum* WS), ტკიპებიდან— ტკიპი გამასიდესა და რაფიგნატიდეს ოჯახიდან, სტაფილიდებიდან (*Oligota flavicornis* Boisd et Lac.), ტკიპისჭიამია თრიფსი (*Scolothrips acariphagus* Jach.) და პაწია ბალანინჯო (*Orius minutus Anthocoidae*-ს ოჯ.).

ცაცხვის ტკიპს განსაკუთრებით ინტენსიურად სპობენ ჭიამაიას მატლები, შემდეგ ტკიპები რაფიგნატიდებიდან. მტაცებელთა რაოდენობა დიდად მერყეობს სეზონურად (იხ. ცხრილი 1, დიაგრ. 3). მათი რაოდენობის ზრდა ცაცხვის ტკიპის რაოდენობის ზრდას დროში რამოდენიმედ ჩამორჩება.

ტკიპისა და მისი მტაცებლების რაოდენობრივი დეპრესია ზაფხულობით საკმაოდ ზუსტად ემთხვევა ერთიმეორეს დროში. დეპრესიის დროს

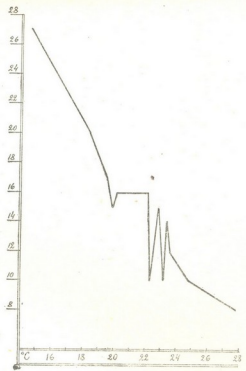
ცხრილი 2

თაობათა წმენაკცია	თ ა რ ი ღ ი		განვითარების ხან- გრძლიობა დღეებით		ამინდის მდგომარეობა (სა- შუალო გამომანგარიშება)	
	კვერცხის ღებვის	ზრდასრული მდედრების გამოჩენის	კვერცხისა (დადები- დან მატ- ლის გამო- ჩეკამდე)	თაობისა (კვერცხის ღებიდან ზრდასრული მდედრ. გამოჩ)	ჭაერის ტემპერა- ტურა °C	ჭაერის შე- ფარდებით ტენიანობა %
1	21.IV	17.V	10	27	14,6	64,8
2	18.V	2.VI	7	16	20,2	63,5
3	3.VI	17.VI	5	15	22,8	55,8
4	19.VI	2.VII	5	14	23,4	62,2
5	3.VII	14.VII	4	12	23,5	59,5
6	15.VII	22.VII	3	8	27,8	51,4
7	23.VII	30.VII	3	8	27,8	48,5
8	2.VIII	11.VIII	5	10	23,2	70,2
9	12.VIII	21.VIII	5	10	24,9	60,8
10	22.VIII	5.IX	6	15	19,9	68,3
11	7.IX	23.IX	7	17	19,6	67,4

მტაცებელთა ხვედრითი წონა მინც საკმაოდ დიდი რჩება (იხ. დიაგრამა 3). ცაცხვის ტკიპის რაოდენობის სეზონური ცვალებადობის ახსნა მარტოოდენ მასზე მტაცებლების ზემოქმედებით საკითხის განმარტებისათვის მხოლოდ ნაწილობრივ საბუთს გვაძლევს, მაგრამ ეჭვი არ არის, რომ მტაცებლებს მეტად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ; ისინი წარმოადგენენ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს იმათგან, რომლებიც განსაზღვრავენ ზაფხულობით ცაცხვის ტკიპის დეპრესიის კატასტროფულ ხასიათს.

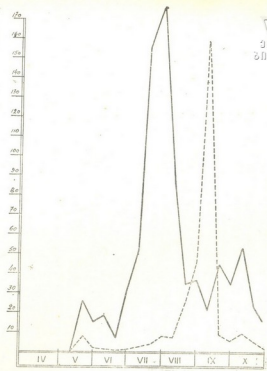
მნიშვნელოვან სეზონურ მერყეობას ვამჩნევთ არა მარტო ტკიპების მოსახლეობის საერთო რაოდენობაში, არამედ ასეთივე მერყეობაა სქესთა და ცალკეულ სტადიათა შორის რაოდენობრივ შეფარდებაშიც (იხ. დიაგრამა 1). 1949 წელს მდედრების ხვედრითი მნიშვნელობა მერყეობდა საერთო მოსახლეობის 1,7-დან 100%-მდე, მამრებისა 0-დან—46,4%-მდე, მატლებისა და ნიმფებისა 0-დან—57,7%-მდე და კვერცხებისა 0-დან—84,4%-მდე. ამ მხრივ პრაქტიკულად მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს კვერცხების რაოდენობრივ მერყეობას, რადგანაც ისინი ყველაზე მეტად მყარ სტადიას წარმოადგენენ ზომწამლეულ ნივთიერებათა მოქმედების წინააღმდეგ და, ამგვარად, მათი განადგურებით განისაზღვრება სამკურნალო ღონისძიებანი. ტკიპის საერთო რაოდენობის მატების პერიოდები დამახასიათებელია კვერცხის მაღალი ხვედრითი მნიშვნელობით. ტკიპის სტადიების რაოდენობრივი შეფარდების სეზონური ცვალებადობა მრავალი ფაქტორის ზემოქმედებით აიხსნება. ასე, მაგალითად, აცივება ახანგრძლივებს საინკუბაციო პერიოდს და თუ ამ დროს მდედრები ჯერ კიდევ განაგრძობენ კვერცხის დებას, მაშინ შესაძლებელია დაგროვდეს კვერცხების საკმარისი რაოდენობა (მაგალითად, შემოდგომაზე). როგორც ჩანს, მტაცებლები ყველა სტადიას შორის უზირატესობას მინც კვერცხებს აძლევენ, ანადგურებენ რა მათ ძალიან დიდი რაოდენობით, უმე-

12. „მთაბეჭე“, ტ. XII, № 3, 1951



დაგრამა 2

ცაცხვის ტყის განვითარების ფაქტორული ტემპერატურულ პირობებთან დაკავშირებით. ვერტიკალზე წარმოდგენილია დღეები, ჰორიზონტალზე საშუალო ტემპერატურები



დაგრამა 3

ცაცხვის ტყის მთავარ მთავარ რაოდენობის სეზონური ცვალებადობა 1949 წელს. ————— აბლანდის მარცხენა მხარის მთავარი მარცხენა მხარის საერთო რაოდენობის მართალი

ტეს შემთხვევაში იძლევიან მათი რაოდენობის შეფარდებითი მერყეობის დადებითი განმარტების შესაძლებლობას. სამწუხაროდ, შეუძლებელი შეიქნა ექსპერიმენტულად დადასტურება ცაცხვის ტკიპის კვერცხის პროდუქტიულობის დამოკიდებულებისა საკვების პირობებისაგან, რომლებსაც, ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, აბლაბუდა ტკიპის ზოგიერთი სხვა სახეობისთვის შესაძლებელია მეტად დიდი მნიშვნელობა ჰქონდეს. ბუნებრივ პირობებში დაკვირვებიდან ნათლად ვხედავთ, რომ ცაცხვის ტკიპის კოლონიებში კვერცხის რაოდენობის დაკლება ემთხვევა მტაცებლების სიმრავლეს, გვალვიან პერიოდს, ფოთლის ხნოვანებას და ტკიპების მიერ მათი ძლიერი დაზიანების პერიოდს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.6.1950)

ანატომია

ლ. ნათაძე

ხერხემლიანთა თვალბუდეთშორისი მიდამოს განვითარებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ნათიშვილმა 15.7.1950)

ხერხემლიანთა ქალას განვითარება და აგებულება საგრძნობლადაა დამოკიდებული მასთან ფუნქციონალურად ან ტოპოგრაფიულად დაკავშირებული სხვა ორგანოების განვითარებასა და აგებულებაზე. ამ ორგანოთა განვითარება და აგებულება კი, თავის მხრივ, მთლიანადაა დამოკიდებული ცხოველის ცხოვრების ნირსა და, შესაბამისად, იმ გარემოს პირობებზე, რომელშიც მიმდინარეობს განვითარება.

ქალას განვითარებასა და აგებულებაზე უაღრესად დიდ გავლენას ახდენს თვალეები, რომელთა ზომა და მდებარეობა მეტად ძლიერ ვარიირებს. ეს გავლენა უკვე ხრტილოვანი ქალას განვითარების უაღრეს სტადიებზე ვლინდება, ვინაიდან თვალების სიდიდე და მდებარეობა განაპირობებს ქალას ფუძის პრექორდალური ნაწილის აგებულებას (პლატიბაზალური და ტროპიბაზალური ქალა). მაგრამ ონტოგენეზური განვითარების მანძილზე თვალბუდეთშორისი მიდამოს ჩონჩხის აგებულება უფროად საგრძნობლად იცვლება. ამ მიდამოს ჩონჩხის განვითარება მეტად არასრულადაა შესწავლილი. ავტორები, რომელნიც ამ საკითხს ეხებოდნენ, თითქმის მხოლოდ იქთიოლოგიურ მასალაზე მუშაობდნენ [4,2;1]. თევზებზე მიღებულ შედეგებს პირდაპირ ავრცელებდნენ სხვა ჯგუფებზე. სხვა ხერხემლიანთა თვალბუდეთშორისი მიდამოს განვითარების შესახებ ცნობები გაბნეულია საერთოდ ქალას განვითარებისადმი მიძღვნილ შრომებში და ხშირად ზუსტი არაა.

ამფიბიებისა და რეპტილიების ხრტილოვანი ქალას განვითარების შესწავლისას ჩვენ დავრწმუნდით არსებულ ცნობებში კორექტივების შეტანის აუცილებლობაში. წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია ზოგიერთი ცნობა ხელიკისებრი რეპტილიების თვალბუდეთშორისი მიდამოს ადრეული განვითარების შესახებ.

ხელიკების ქალას განვითარების ადრეული სტადიები დე-ბი-რის [6,7] მიერაა შესწავლილი. ამ ავტორის თანახმად, ხელიკისათვის (*Lacerta*) თავდაპირველადი ტროპიბაზალურობაა დამახასიათებელი, კერძოდ, მას ტრაბეკულები ნერგები თავის ვაჩენის მომენტიდანვე საერთო ტრაბეკულად (*trabecula communis*) აქვს შეერთებული.

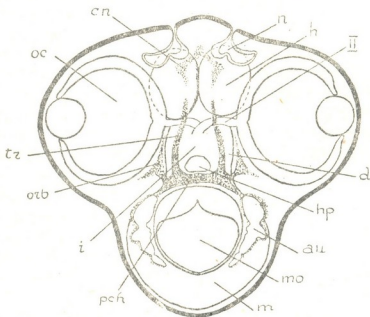
ხელიკის (*Lacerta*) განვითარების ადრეული სტადიების ფაქტობრივი მასალის შესწავლამ დაგვანახა, რომ ქალას განვითარების ყველაზე ადრეულ სტადიებზე, როცა ტრაბეკულები ეს-ესაა ინერგება ნაზი მეზენქიმოვანი გრო-



ვების სახით, ინტერორბიტალურ არეს ტიპობრივი პლატიბაზალური აგებულება აქვს: თვალები საკმაოდ მცირე ზომისაა და ერთმანეთისაგან დიდი მანძილით დაშორებული, შორისული ტვინი თვალებს შორის მდებარეობს და მისი ფუძე ქალას ნერვების დონეზე ძვეს. შესაბამისად ამისა ტრაბეკულებს შორის ფრიად დიდი მანძილია.

პლატიბაზალურობა თანდათან იცვლება ტროპიკაზალურობით, რაც შედეგია თვალების ზომის თანდათანობით ძლიერი გადიდებისა და მათი ერთიმეორესთან დაახლოებისა, რასაც შედეგად თვალბუდეთშორისი არის შევიწროება, იქიდან ტვინის გამოძევება, ტრაბეკულების ურთიერთთან დაახლოება და საერთო ტრაბეკულად (*trabecula communis*) შეერთება და თვალბუდეთშორისი ძვიდის წარმოქმნა მოსდევს.

მაგრამ ტრაბეკულების აღნიშნული შეერთება საერთო ტრაბეკულად შეფარდებით გვიან ხდება. ასე, განვითარების სტადიაზე, როდესაც ფუძის ფირფიტა (ნეიროკრანეუმის ქორდალური ნაწილი) უკვე ნორჩი ხრტილისაგან შედგება და



სურ. I

ხელეკის თავის ორგანოთა სქემატიზებული რეკონსტრუქცია ფრონტალური ანათომების მიხედვით (ხედი ქვემოდან) II—ყნოსვის ორგანო, h—ჭემისფერობი, d—შორისული ტვინი, oc—თვლი, II—მხედველობის ნერვი, hp—პიოფიზი, mo—მოვრძო ტვინი, i—ძაბრი, m—შუა ტვინი, au—სმენის ლაბირინთი, cn—ცხვირის კაფსულა, II—ტრაბეკულები, pcn—ფუძის ფირფიტა, orb—ორბიტალები

როდესაც ვისცერალური ჩონჩხი (ყბის რკაილი) გახრტილებას იწყებს, უიარესად შემჭიდროებული, მაგრამ ჯერ კიდევ არახრტილოვანი ქსოვილისაგან შემდგარი ტრაბეკულები ერთიმეორისაგან დიდი მანძილითაა დაშორებული. ამრიგად, ქალა ჯერ კიდევ პლატიბაზალურია (იხ. სურათი).

ანალოგიურ სურათს იძლევა სხვა რეპტილიებიც, როგორც ჩვენი დაკვირვებით (*Tarentola mauritanica*, *Chalcides tridactylus*, *Natrix natrix*), ისე ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [3,5].

ამრიგად, დე-ბირის მონაცემები ონტოგენეზში ხელეკის ქალას თავდაპირველადი ტროპიკაზალურობის შესახებ ფაქტობრივი მასალით არ დასტურდება. თავისი განვითარების ადრეულ სტადიებზე რეპტილიების ქალას ტიპობრივი პლატიბაზალურობა ახასიათებს და ტროპიკაზალურობას იგი მხოლოდ გა-

ზრტილების დროისათვის იძენს, რაც თვალების ზომის გადიდებისა და მათ ურთიერთთან დაახლოებისაგანაა დამოკიდებული.

სტალინის სახელობის  
 თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1950)

დავითიშვილი ლიტერატურა

1. Л. С. Берг. О положении *Acipenseriformes* в системе рыб. Тр. ЗИН АН СССР, т. VII, № 3, 1948.
2. Е. Ф. Еремеева. Морфология и развитие глазных мускулов и межглазничной области костяных рыб. Зоол. журн., т. XI, № 1, 1932.
3. А. Н. Северцов. Zur Entwicklungsgeschichte von *Ascalabotes fascicularis*. Anat. Anz. Bd XVIII, 1, 1900.
4. А. Н. Северцов. The head skeleton and muscles of *Acipenser ruthenus*, Acta Zool., v. IX, 1928.
5. К. Вäckström. Reconstructionsbilder zur Ontogenie des Kopfskeletts von *Tropidonotus natrix*. Acta Zool.; v XII, 1931.
6. G. R. de Beer. The early development of the chondrocranium of the lizard—Quart. Journ. Micr. Sc.; vol. 73, 1929.
7. G. R. de Beer. The development of the vertebrate skull. Oxford, 1937.

ფილოსოფია

რ. ნათაძე

სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უზუსტო აღქმის  
ფაქტორთა საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 25.11.1950)

1. საკითხი

სივრცის მიმართულებათა აღქმის საფუძვლების კვლევას ტრადიციულ ბურჟუაზიულ ფსიქოლოგიაში საკმაოდ ხანგრძლივი ისტორია აქვს, მაგრამ ეს კვლევა, როგორც წესი, ეხებოდა სივრცის მიმართულებათა მხოლოდ გაცნობიერებულ აღქმას, ანუ, თუ შეიძლება ასეთი თქვას, ეს კვლევა სივრცის მიმართულებათა აღქმის ობიექტივაციას ეხებოდა: ცდებისა და დაკვირვებების დროს სივრცის ამა თუ იმ მიმართულების აღქმის კრიტერიუმად ითვლებოდა ამ მიმართულების გაცნობიერებული განცდა; მაგ., ცდისპირს ეკითხებიან—რა მიმართულებითაა მისგან გარკვეული საგანი. ცდისპირის პასუხის მიხედვით („მარცხნივ“ ან „ზევით“ და ა. შ.) დაასკვნინან სათანადო მიმართულების აღქმის შესახებ, ხოლო სივრცის მიმართულებათა აღქმის პირობების ვარიაციის გზით არკვევენ იმ ფაქტორებს, რომელნიც განსაზღვრავენ გარკვეული მიმართულების გაცნობიერებულ აღქმას.

ამ გზით ტრადიციულ ბურჟუაზიულ ფსიქოლოგიაში გამოარკვეულად ითვლებოდა სივრცის მიმართულებათა აღქმის რამდენიმე უძირითადესი ფუნქციონირების ფაქტორი. მაგალითად, სივრცის ყველა მიმართულების (ზევით-ქვევით; მარჯვნივ-მარცხნივ; წინ-უკან..) უძირითადეს ფაქტორთა სისტემად ითვლებოდა კოორდინატების სამი სისტემა (იხ. [1], § 57, გვ. 66 და ა. შ.).

კერძოდ, მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების აღქმის საფუძველს ამ ტრადიციული გაგებით წარმოადგენს ზემოთ აღნიშნული კოორდინატების სისტემიდან აღებული „წარმოსახული მედიანა“ („La mediane apparente“), რომელიც ვერტიკალურად ყოფს სხეულს ორ სიმეტრიულ ნახევრად—მარჯვენა და მარცხენა ნახევრად, და იმის მიხედვით, თუ რომელს ამ ნახევრებიდან უპირისპირდება საგანი, ეს საგანი მარჯვნივ ან მარცხნივ განიცდება. სივრცის მიმართულებათა აღქმის ფაქტორთა ეს კონცეფცია, ჩვენი აზრით, ორ პრინციპული ხასიათის კითხვას იწვევს.

1. მთელი ეს ტრადიციული კვლევა-ძიება, რამდენადაც ვიცით, წარმართება სივრცის მიმართულებათა გაცნობიერებული აღქმის შესასწავლად. მაგრამ საქმე ის არის, რომ ყოველდღიურ ცხოვრებაში ადამიანი მუდამ ამყარებს პრაქტიკულ ურთიერთობას სხვადასხვა მიმართულებით განლაგებულ საგნებთან—ახდენს ორიენტაციას სივრცეში ისე, რომ არ აცნობიერებს ამ

მიმართულებებს, არ ახდენს, მაგალითად, იმის ობიექტივაციას, მარჯვენაა ეს მიმართულება თუ მარცხენა, არც ფიქრობს იმაზე, მარჯვნივ თუ მარცხნივია ეს საგანი მისგან. მაგალითად: საწერ მაგიდასთან მუშაობისას ჩვენ უშეცდომოდ ვიყენებთ მარჯვნივ და მარცხნივ მოთავსებულ საგნებს, ხშირად ისე, რომ არც ვუყურებთ მათ, თუმცა არ ვახდენთ ამ საგანთა მიმართულების ობიექტივაციას... მთელი ჩვენი ყურადღება შეიძლება ამ დროს აზრთა მსვლელობით იყოს დაკავებული—არც შევხედავთ სამელნეს, პრესპაპიეს ან კალმის გასაწმენდს, მაგრამ სათანადო მიმართულებით გავწვეთ ხელს და გამოვიყენებთ საჭირო საგანს ისე, რომ არც გავაცნობიერებთ, რა მიმართულებით გავწვიეთ ხელი—მარჯვნივ თუ მარცხნივ...

როგორც ცნობილია, არსებობენ ისეთი ადამიანები, რომელთაც უჭირთ კიდევაც მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებათა გაცნობიერება, თუმცა პრაქტიკულად სწორ ორიენტაციას ახდენენ ამ მიმართულებებში.

დგება საკითხი: რა ფაქტორები განსაზღვრავენ სივრცის მიმართულებათა ამ უშუალო აღქმას? ჩვენ გვანტერესებს სწორედ ასეთი უშუალო გაუცნობიერებელი ორიენტაცია სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებებში და ამ მიმართულებათა უშუალო (განწყობისეული) აღქმის ფაქტორები.

2. ტრადიციულ-ბურჟუაზიულ ფსიქოლოგიაში გავრცელებული კონცეფციის თანახმად, როგორც ითქვა, სივრცის მიმართულებათა აღქმის ფუძემდებელ ფაქტორად ითვლება წარმოსახულ კოორდინატთა სისტემები და, კერძოდ, მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების აღქმის გადამწყვეტ ფაქტორად ადამიანის სხეულის გამყოფი წარმოსახული მედიანა ითვლება. მხოლოდ ზოგიერთი ავტორი ამ ძირითად ფაქტორთა გვერდით აღნიშნავს მარჯვენა-მარცხენა ხელის ფაქტორსაც, მაგრამ ისიც ჩვეულებრივ განიხილება როგორც მედიანის ფაქტორის კერძო სახე: მარჯვენა ხელი მედიანის მარჯვენა მხარესაა, ხოლო მარცხენა—მედიანის მარცხენა მხარეს. ამიტომ სათანადო ხელი შესატყვისი მიმართულების აღქმის საფუძველთაგანს წარმოადგენს, ხელის ფაქტორის დაპირისპირება მედიანის ფაქტორისათვის ლიტერატურაში არ შეგვხვედრია.

მეორე მხრივ უდავოა, რომ ორი ხელის დიფერენციაციამ, რომელიც შრომის პროცესში მოხდა, განსაკუთრებით დიდი როლი ითამაშა ადამიანის ჩამოყალიბებაში და, უნდა ვიგულისხმოთ, ადამიანის ორიენტაციაშიც გარემო სინამდვილეში.

ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია ენგელსის დებულება ხელის შორსმწვდომი მნიშვნელობის შესახებ ადამიანისათვის. უნდა ვიგულისხმოთ, რომ მარჯვენა-მარცხენა ხელის დიფერენციაცია მნიშვნელოვან ფაქტორს უნდა წარმოადგენდეს მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების დიფერენციაციისათვის აღქმაში.

როგორია ხელის, როგორც სპეციფიკური ორგანოს, როლი მარჯვენა და მარცხენა მიმართულების უშუალო აღქმაში?

წინამდებარე ნარკვევის ძირითად ამოცანას სწორედ ამ საკითხის გამო-  
რკვევა შეადგენს: წარმოადგენს თუ არა მარჯვენა-მარცხენა ხე-  
ლი სივრცის სათანადო მიმართულებათა უშუალო აღქმის  
ფაქტორს, და თუ წარმოადგენს, რამდენად მნიშვნელოვანია  
მისი როლი მედიანის ფაქტორთან შედარებით?

## 2. მეთოდი

სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უშუალო აღქმის საკვლევად  
სავსებით შესაძლებელია ფიქსირებული განწყობის კვლევის ძირითადი მეთო-  
დის გამოყენება ამ მეთოდში გარკვეული ვარიაციების შეტანით: ამ ცდაში  
ხდება ფიქსაცია არა მხოლოდ სიდიდისა და სიპატარავის განწყობისა, არამედ  
ამ დიდისა და პატარის გარკვეული მიმართულებით (მარჯვნივ  
და მარცხნივ) მოცემულობის ფიქსაციაც. ხაზგასმულია, რომ ეს  
მეთოდი ავლენს სწორედ უშუალო განწყობის ეულ დამოკიდე-  
ბულებას სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებათა  
მიმართ.

ცდაში გარკვეული ვარიაციების შეტანით, როგორც ქვემოთ დაეინახავთ,  
შესაძლებელი ხდება ამ მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების განწყობის ფაქ-  
ტორთა გამოვლინება და, კერძოდ, ხელისა და მხარის ფაქტორთა დაპირის-  
პირება, რაც ხდება ან კრიტიკულ ცდაში, ან საგანწყობო ცდებში საგანწყობო  
ობიექტების გადაჯვარედინებული ხელებით აღქმის მეშვეობით.

ასეთია ზოგადი წინამძღვრები იმ მეთოდისა, რომლის სხვადასხვა ვარიან-  
ტი გამოყენებული გვაქვს ზემოთ დისმულ საკითხთა საკვლევად. უფრო კონ-  
კრეტულად მეთოდს და მის ვარიაციებს ქვემოთ გავეცნობით მიღებული მასა-  
ლის გათვალისწინებისას.

## 3. ცდის პირველი ვარიანტი

1. ცდისპირის წინ მაგიდაზე დევს ორი მრგვალი დიდი კოლოფი, რომ-  
ლებიც გადაბრუნებულია გვერდზე. კოლოფების ძირები მობრუნებულია ცდისპი-  
რისაკენ. საგანწყობო შესადარებელი ხის ბურთები დევს კოლოფებში—ერთში  
დიდი, მეორეში პატარა. თვალხილულ ცდისპირს ევალება ჩაპყოს ხელები კო-  
ლოფებში, ერთდროულად მოჰკიდოს ხელა შიგ მოთავსებულ ბურთებს და  
შეადაროს ისინი ერთმანეთს სიდიდით. ამრიგად, რამდენადაც ცდისპირი თვალ-  
ხილულია, მისი სივრცითი ორიენტაცია არაა შეზღუდული, მაგრამ იმავე  
დროს ბურთების აღქმა ხდება ოპტიკური მოდალობის გარეშე, წმინდა ჰაპ-  
ტურად. რაც მთავარია, ცდისპირს ევალება ბურთების შედარება არა პირ-  
დაპირ გაწეული ხელებით, არამედ გადაჯვარედინებული ხელებით,  
ერთდროულად, ე. ი. მარჯვენა ხელის ჩაყოფა ხდება მარცხნივ მდებ-  
არე კოლოფში, ხოლო მარცხენა ხელისა—მარჯვნივ მდებარე  
კოლოფში. ცდისპირმა ხმამაღლა უნდა თქვას „მარჯვენა“ თუ „მარცხენა“ ბურ-  
თია უფრო დიდი. ეს საგანწყობო ცდა გადაჯვარედინებული ხელებით 15-ჯერ  
მეორდება, რის შემდეგაც გადაედევართ კრიტიკულ ცდაზე: კოლოფებში



დღეს ტოლი ბურთები, ცდისპირს ევალება ხელებით ბურთების შედარება, ოღონდ ახლა ხელების ჩაყოფა კოლოფებში ხდება პირდაპირ— პარალელურად გაწეული ხელებით.

იმის მიხედვით, ხელის თუ მხარის მიმართ იჩენს თავს კონტრასტული ილუზია კრიტიკულ ცდაში, დავასკვნით, თუ რის მიხედვით მოხდა უშუალო ორიენტაცია— ხელის თუ მხარის (მედიანის) მიხედვით: თუ კრიტიკულ ცდაში მიწოდებული ტოლი ბურთებიდან ცდისპირს იმ ხელში ეჩვენება ბურთი პატარად, რომელშიაც საგანწყობო ცდაში აღიქვამდა დიდ ბურთს, წამყვანი ფაქტორი ყოფილა ხელი, თუ, პირიქით, იმ მხარეს (იმ კოლოფში) ეჩვენება ბურთი პატარა, რომელზედაც საგანწყობო ცდაში აღიქმებოდა დიდი ბურთი, წამყვანი ყოფილა მხარის (მედიანის) და არა ხელის ფაქტორი.

პირველად ეს ცდა ჩატარებული გვექონდა 1946 წ.<sup>[1]</sup> 48 ცდისპირზე (თითოეულზე რამდენიმეჯერ), ხოლო შემდეგ იგივე ცდა გავიმეორეთ 1950 წ. 38 სხვა ცდისპირზე. პირველი ცდის შედეგები მოყვანილია 1-ლ ცხრილში, ხოლო მეორე ცდისა—1-ა ცხრილში.

2. მხარეების არევის ილუზია. სანამ განვიხილავდეთ ამ შედეგებს, კრიტიკულ სიტყვით შევიჩრდებთ ცდისპირის ქცევაზე. რა წამს ცდისპირები გადაჯვარედინებულ ხელებს მოჰკიდებენ ბურთებს, იმწამსვე, როგორც წესი, იჩენს თავს მეტ-ნაკლები დეზორიენტაცია სივრცის მიმართულ ელემენტებში: ცდისპირი აშკარად გრძნობს ბურთების განსხვავებულ სიდიდეს—ზმირად ამოძრავებს იმ ხელს, რომელშიც დიდ ბურთს აღიქვამს და ამბობს „ესაა დიდი“, მაგრამ დასაწყისში ცდისპირთა დიდ უმრავლესობას უჭირს დასახელება იმ მიმართულებისა, სადაცაა დიდი ბურთი: მას ევალება თქვას „მარჯვენა“ თუ „მარცხენა“ ბურთია უფრო დიდი და სწორედ ამას, პირველ ხანებში, ცდისპირი ვერ ამბობს. უმრავლესობა ახერხებს ამას მხოლოდ მის შემდეგ, რაც ცდის ხელმძღვანელი რამდენიმეჯერ დაჟინებით მოითხოვს ამ დასახელებას. საინტერესოა ზოგიერთი ცდისპირის ჩვენება; თუმცა ცდისპირი საგანწყობო ცდების ბოლომდის ბურთების ყოველი შედარებისას სწორად აღნიშნავდა რომელ მხარესაა დიდი ბურთი, უშუალო განცდაში მისთვის ეს ბურთი საგანწყობო ცდების ბოლომდის განიცდებოდა იმ ხელის მხარეს, რომელსაც ჰკიდებდა დიდ ბურთს. მაგ., ცდისპირი ს. ბუ. „კი ვამბობ, რომ მარცხენაა დიდი, რადგანაც გონებით მესმის, რომ ეს ბურთი მარცხენა მხარესაა, მაგრამ სიმაართე რომ ვთქვა, ჩემთვის ეს (ანძრევს მარჯვენა ხელს, რომლითაც უჭირავს მარცხენა კოლოფში მოთავსებულა ბურთი) ისევ მარჯვენაა“. ამ ცდისპირს მიმართულების ეს უშუალო განცდა ხელის მიხედვით ცდების ბოლომდის შერჩა. მართალია, ცდისპირთა უმრავლესობა ცდის დასაწყისში გამოვლინებული დეზორიენტაციის შემდეგ ჩვეულებრივ სწორად აღნიშნავს ბურთების მიმართულებას, მაგრამ ყველა ცდისპირი, ვინც დეტალურ თვითდაკვირვებას იძლევა, აღნიშნავს, რომ აღქმის პირველ მომენტში „მარ-

[1] მოხსენებული გვექონდა 1948 წ. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო სესიაზე [2].

ჯგენად“ განიცდება ის ბურთი, რომელსაც იგი მარჯვენა ხელს ჰკიდებს, და „მარცხენად“ ის ბურთი, რომელსაც მარცხენა ხელს ჰკიდებს, თუმცა ობიექტურად ეს ბურთები საწინააღმდეგო მხარესაა მოთავსებული.

ჩვენ ვფიქრობთ, რომ თვით ფაქტი სივრცით მიმართულებებში დეზორიენტაციისა გადაჯვარედინებული ხელებით აღქმის გამო უეჭველად მნიშვნელოვანია ჩვენთვის საინტერესო საკითხის თვალსაზრისით. საქმე ისაა, რომ ზემოთ აღნიშნული დეზორიენტაცია იმის მაჩვენებელია, რომ სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების განცდაში დიდ როლს მარჯვენა-მარცხენა ხელის ფაქტორი თამაშობს: საკმარისია ხელის ფაქტორი დაუპირისპირდეს მხარის ფაქტორს, რომ სუბიექტი დეზორიენტირებულ ილმოჩნდეს სივრცის მიმართულებებში.

ხელის ფაქტორის წამყვანი როლი კიდევ უფრო დამაჯერებლად გამოვლინდა ცდის რაოდენობრივ მონაცემებში.

ცხრილი 1

1946 წ.

	ადეკვატური აღქმა	მხარის მიხედვით კონტრასტული ილუსია	ხელის მიხედვით კონტრასტული ილუსია	ჯერ დეზორიენტაცია, შემდეგ კონტრასტული ილუსია	სულ კონტრასტული ხელის მიხედვით	სულ ცდის პირების რაოდენობა
ცდისპირების რაოდენობა	0	0	46	2	48	48
პროცენტობით	0	0	95,8	4,2	100	100
	100%					

ცხრილი 1 ა.

1950 წ.

	ადეკვატური აღქმა	მხარის მიხედვით კონტრასტული ილუსია	ხელის მიხედვით კონტრასტული ილუსია	ჯერ დეზორიენტაცია, შემდეგ კონტრასტული ილუსია	ზოგ ცდაში ადვანტირული ილუსია	სულ კონტრასტული ხელის მიხედვით	სულ ცდის პირების რაოდენობა
ცდისპირების რაოდენობა	0	0	36	1	1	38	38
პროცენტობით	0	0	94,8	2,6	2,6	100	100
	100%						

მოყვანილი ცხრილებიდან უდავოდ ირკვევა შემდეგი ფაქტები:

1. ორივე ცდაში მონაწილე 86 ცდისპირი კრიტიკულ ცდაში 100%-ით იძლევა განწყობისეულ ილუსიას: ადეკვატურ აღქმას ადგილი არა აქვს, თუ არ ჩავთვლით იმ 1 ცდისპირს (ცხრილი 1-ა), რომელიც ზოგჯერ იძლევა ადეკვატურ აღქმას, მაგრამ უფრო ხშირად იძლევა კონტრასტულ ილუსიას ხელის მიხედვით.

2. წინამდებარე ნარკვევში დასმული საკითხისათვის გადამწყვეტია შედეგი: ორივე ცდაში მონაწილე ყველა ცდისპირი (86) ასი პროცენტით იძლევა კონტრასტულ ილუზიას ხელის და არა მხარის მიხედვით, ოღონდ 3 ცდისპირი ამ კონტრასტულ ილუზიას იძლევა ხანგრძლივი დეზორიენტაციის შემდეგ, რომლის დროს გრძნობს, რომ ერთ-ერთ ხელში დიდი ბურთია, მაგრამ კარგასანს ვერ ერკვევა, თუ სახელდობრ რომელ ხელშია დიდი ბურთი.

ეს შედეგი გვაძლევს დაეასკვნათ, რომ მარცხენა-მარჯვენა მიმართულებით მოცემულ საგანთა აღქმისას ხელისა და მხარის ფაქტორთა დაპირისპირებისას ამ მიმართულებებში უშუალო განწყობისეულ ორიენტაციაში წამყვანი ყოფილა მარჯვენა-მარცხენა ხელის და არა მხარის ფაქტორი.

#### 4. ცდის მეორე ვარიანტი

ხელის მიხედვით კონტრასტულმა ილუზიამ მაშინ იჩინა თავი, როდესაც ფიქსირებული განწყობის შემუშავებისას ხელი ეწინააღმდეგებოდა მხარეს, მაგრამ რა როლს ითამაშებს ხელი მაშინ, თუ მიმართულების განწყობის შემუშავება მოხდება ნორმალური გზით და, მაშასადამე, ხელიც და მხარეც შეუწყობს ხელს ერთი გარკვეული მიმართულებით განწყობის ფიქსაციას, ხოლო ამ გზით განმტკიცებული ფიქსირებული განწყობის შემუშავების შემდეგ კრიტიკულ ცდაში მოხდება ხელის ფაქტორის დაპირისპირება მხარის ფაქტორისადმი, ე. ი. თუ კრიტიკულ ცდაში ტოლ ბურთებს ცდისპირი აღიქვამს გადაჯვარედინებული ხელებით, ნუთუ მაშინაც კონტრასტული ილუზია იჩენს თავს არა მხარის მიხედვით?

დასმული საკითხის გამოსარკვევად ვაყენებთ ცდის მეორე ვარიანტს. ცდის პირობები ყველა იგივეა, გარდა ერთისა: საგანწყობო ცდებში ცდისპირი ბურთებს კოლოფებში აღიქვამს არა გადაჯვარედინებული, არანედ პარალელურად გაწეული ხელებით, ისე რომ მარჯვენა კოლოფში მოთავსებულ ბურთს აღიქვამს მარჯვენა ხელით, ხოლო მარცხენა კოლოფში მოთავსებულს—მარცხენა ხელით, სამაგიეროდ კრიტიკულ ცდაში, როდესაც ცდისპირს კოლოფებში ეძლევა შესადარებლად ტოლი ბურთები, ცდისპირი ამ ბურთებს ადარებს გადაჯვარედინებული ხელებით, ე. ი. მარცხენა კოლოფში მოთავსებულ ბურთს აღიქვამს მარჯვენა ხელით, ხოლო მარჯვენა კოლოფში მოთავსებულს მარცხენა ხელით. ამ ცდის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

დეზორიენტაციის მოვლენა. სანამ შევჩერდებოდეთ ცდის რაოდენობრივ მონაცემებზე, არ შეიძლება არ აღვნიშნოთ ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტი: კრიტიკულ ცდაში, ე. ი. გადაჯვარედინებული ხელებით ბურთების შედარებისას, ცდისპირები ბევრად უფრო მკვეთრ დეზორიენტაციას იჩენენ სივრცის მიმართულებებში, ვიდრე პირველი ცდის პირველ ეტაპზე: ცდისპირების უმრავლესობა პირველ მომენტში ბურთების აღქმისას აშკარად გრძნობს, რომ ერთ-ერთი

ბურთი უფრო დიდია (ცხადია, ილუზიურად), მაგრამ კაი ხანს ვერ ამბობს, თუ სახელდობრ რომელია უფრო დიდი—მარჯვენა თუ მარცხენა და მხოლოდ ხელის ამოძრავებით გაავგებინებს ცდის ხელმძღვანელს, რომელი ბურთია უფრო დიდი; ცდისპირების მნიშვნელოვანი ნაწილი, და მათ შორის ორი პროფესორი, არა მარტო სიტყვიერად ვერ ამბობს რომელი ბურთია უფრო დიდი, არამედ პირველ მომენტში სათანადო ხელსაც ვერ გვაჩვენებს: ანომ-რავებს ორივე ხელს სახის მეტად გაკვირვებული გამომეტყველებით და ამბობს, რომ ერთ-ერთი აშკარად უფრო დიდია, მაგრამ სახელდობრ რომელი—ვერ გვიჩვენებს. საბოლოო ანგარიშში ამ დეზორიენტაციას ყველა ცდისპირი დას-ძლევს, ოღონდ რამდენიმე ცდისპირი ამას ახერხებს მხოლოდ ცდის რამდე-ნიმეჯერ გამეორების შემდეგ.

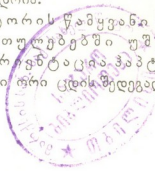
ამრიგად, განხილული შედეგიც უმეველად ადასტურებს ხელის ფაქტო-რის დიდ როლს მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებების აღქმაში: საკმარისია ხელის ფაქტორი დაუპირისპირდეს მხარის ფაქტორს, იმ შემთხვევაშიც, რო-დესაც განწყობა მტკიცედაა ფიქსირებული გარკვეული მხარის მიმარ თ ულებით, რომ მაშინვე ცდისპირის ორიენტაცია მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებაში დაირღვეს.

ცხრილი 2

	ადვილად აღქმა	მხარის მიხედვით კონტრასტული ილუზია	ხელის მიხედვით კონტრასტული ილუზია	ვერ დეზორიენტაცია, მეტად ხელსაძრავი უფრო კონტრასტული ილუზია	სულ კონტრასტული ილუზია ხელსაძრავი მიხედვით	სულ ცდისპირების რაოდენობა
ცდისპირების რაოდენობა	0	0	135	3	138	138
პროცენტობით	0	0	97,8	2,2	100	100

ცხრილში მოცემული შედეგების ინტერპრეტაცია ზედმეტია: ყველა 138 ცდისპირი ასი პროცენტით იძლევა კონტრასტული ილუზიას ხელის და არა მხარის მიხედვით, თუმცა საგანწყობო ცდებში მოხდა მტკიცე ფიქსაცია მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებების განწყობისა. კრიტიკულ ცდაში ხელის დაპირისპირება მხარისთვის ავლენს ხელის ფაქტორის სრულ პრიორიტეტს. ხაზგასასმელია ის გარემოება, რომ ცდისპირების დიდ ნაწილზე ცდა მრავალჯერ იყო გამეორებული სხვადასხვა დროს, მაგრამ შედეგი მუდამ ერთი და იგივე იყო, არც ერთი გამონაკლისი ჩვენ არ შეგვხვედრია.

ფაქტი ხელის ფაქტორის წამყვანი მნიშვნელობისა მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებებში უშუალო ორიენტაციისათვის, როდესაც ეს ორიენტაცია კაპტურის აღქმის სფეროში ხდება, ზემოთ აღწერილი ორი ცდის შედეგად ჩვენ დადასტურებულად მიგვაჩნია.



მაგრამ რამდენად შეიძლება ამ დასკვნის განზოგადება საერთოდ მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებებში უშუალო ორიენტაციაზე?

ორივე ზემოთ აღწერილ საგანწყობო ცდაში საგანწყობო საგანთა აღქმა ხდება ხელებით ისე, რომ გარკვეული სიდიდის შთაბეჭდილებათა ფიქსაცია ხდება ხელების მეშვეობით, კრიტიკულ ცდაში კრიტიკულ ობიექტთა აღქმა ხდება ისევე ხელებით; შესაძლებელია ამ ფაქტს მიღებული შედეგებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდეს: კრიტიკულ ცდაში კონტრასტული ილუზია ხელის მიხედვით იმიტომ ხომ არ იჩენს თავს, რომ ამავდევ ხელებით ხდებოდა საგანწყობო ობიექტების აღქმა?

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.11.1950)

#### დამოუწმებელი ლიტერატურა

1. G. E. Müller. Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes, Bd 2, Leipzig, 1917.
2. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო სესიის თეზისები, თბილისი, 1948.



პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ს. ჭილაია

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

შეკვ. № 492

ფე 01832

ტირაჟი 1500

ზელმოწერილია დასაბეჭდად 26.3.1951

საბეჭდი ფორმა 4

ანაწყოების ზომა 7×11

საალრიცხო-საგამომც. ფორმ. რაოდ. 5

49/89



გვ. 5 მ. 5.

დ ა მ ტ ქ ი ე ნ ე ზ უ ლ ი ა

საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ  
22.10.1947

დ ე ზ უ ლ ე ბ ა „ს ბ ა რ. მ ე ლ ო ს ს ს რ მ ე ც ნ ი რ კ ა ბ ა ტ ა ა კ ა დ ე მ ი ა ს მ ო ა მ ბ ის“ შ მ ს ა ხ ბ ა

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

კ მ ლ ა ძ მ ი ა ს მ ს ა მ ა რ თ ი: თ ბ ი ლ ი ს ი, ძ მ ა შ ი ნ ს კ ი ს ძ., 8.