

524/
1951/2

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

გოგნი XII, № 5

ძირითადი, ქართული გამოცემა

1951



შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- 1. კ. გახარია. ორი ცელადის ფუნქციის წარმოდგენა სინგულარული ინტეგრალით ლებეგის წერტილებზე 257

დრეკადობის თეორია

- 2. ს. შათაშვილი. დრეკადი უსასრულო ნახევარსივრცის მდგრადი რბევების შესახებ სახდვარზე მოცემული გარე ძალების შემთხვევაში 265

გიოფიზიკა

- 3. გ. სულაქველიძე. თოვლის ზევის დარტყმა უძრავ კედლებზე 269

ბიოლოგია

- 4. ლ. კოდოშვილი. მუხრანის ველის წარმოშობისათვის ანალგაზრდა ტექტონიკურ მოძრაობასთან დაკავშირებით 273

პალეონტოლოგია

- 5. ლ. გაბუნია. ხალიკოთერიუმის ნაშთი საქართველოს მესამეულიდან 279

ტექნიკა

- 6. ლ. აბელიშვილი. ელექტრული რკინიგზების მოკლე ჩართვის დენებისგან დაცვის სექციონირების წერტილის ადგილმდებარეობის განსაზღვრა 285

ენერგეტიკა

- 7. მ. მოსტკოვი. ჰიდროელექტროსადგურის განტოლება 289

ნიადაგმცოდნეობა

- 8. ო. ცუცუნაშვილი. მარნეულის რაიონის დაწილული ნიადაგების ზოგიერთი ფიზიკური და წყლიერი თვისება 297

ზოოლოგია

- 9. ვ. ოდიკაძე. თუთის აბრეშუმბევეის მუსკარდინიან პარკზე ტენიანობის გავლენის საკითხისათვის 305
- 10. ლ. კუტუბიძე. საქართველოში მარდი ფსევნის (*Eremias velox* Pall.) გავრცელების საკითხისათვის 311

ხელოვნების ისტორია

- 1. ირ. ციციშვილი. ხუროთმოძღვრული ძეგლი ნასოფლარ დრიანეთში 313

მათემატიკა

ბ. ბახარია

ორი ცვლადის ფუნქციის წარმოდგენა სინგულარული ინტეგრალით
ლებების წარტილებზე

(წარმოდგენა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯუამ 17.3.1951)

წინასწარ მოვიყვანოთ ზოგიერთი ცნება.

განმარტება 1. (x, y) წერტილს ვუწოდოთ $f(r, t)$ ფუნქციის ლებების წერტილი,

4944

$$\lim_{h, k \rightarrow 0} \frac{1}{hk} \int_x^{x+h} \int_y^{y+k} |f(r, t) - f(x, y)| dr dt = 0.$$

განმარტება 2. $\Phi(r, t)$ ფუნქციის წარმოებული (x, y) წერტილზე ეწოდება

$$\Phi'(x, y) = \lim_{h, k \rightarrow 0} \frac{\Delta(\Phi; x, y, h, k)}{hk},$$

სადაც

$$\Delta(\Phi; x, y, h, k) = \Phi(x+h, y+k) - \Phi(x+h, y) - \Phi(x, y+k) + \Phi(x, y).$$

თუ (x, y) არის $f(r, t)$ ფუნქციის ლებების წერტილი, მაშინ ამ წერტილზე ლებების განუსაზღვრელი ინტეგრალის

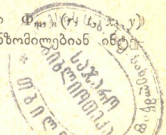
$$\Phi(x, y) = \int_a^x \int_c^y f(r, t) dr dt$$

წარმოებული ტოლია $f(x, y)$ რიცხვისა.

ცხადია, რომ $f(r, t)$ ჯამებადი ფუნქციის უწყვეტობის წერტილი არის მისი ლებების წერტილი.

განმარტება 3. $\Psi(r, t, x, y)$ -ს ეწოდება $\Phi(r, t, x, y)$ -ის კუზიანი მაკორანტი $[a, b; c, d]$ -ში, თუ $|\Phi(r, t, x, y)| \equiv \Psi(r, t, x, y)$ და ფიქსირებული (x, y) წერტილისთვის ზრდადია თითოეული r, t ცვლადის მიმართ $[a, x; c, y]$ -ში, კლებადი r -ის მიმართ და ზრდადი t -ს მიმართ $[x, b; c, y]$ -ში, კლებადია თითოეული r, t -ის მიმართ $[a, b; y, d]$ ში და, ბოლოს, ზრდადია r -ს მიმართ დაკლებადი t -ს მიმართ $[a, x; y, d]$ -ში.

განმარტება 4. ვთქვათ, მოცემულია ისეთი $\Phi_m(x, y)$ ($m, n = 1, 2, \dots$) ფუნქციათა ორმაგი მიმდევრობა ოთხგანზომილებიან ინტეგრალში ($a \equiv r \equiv b; a < x < b; c \equiv t \equiv d; c < y < d$), რომ



$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \int_{\alpha}^{\beta} \int_{\gamma}^{\delta} \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt = 1$$

ყოველი α, β, γ და δ -სათვის, რომელნიც აკმაყოფილებენ უტოლობებს

$$a \equiv \alpha < x < \beta \equiv b, \quad c \equiv \gamma < y < \delta \equiv d.$$

ამ შემთხვევაში $\Phi_{m, n}(r, t, x, y)$, ($m, n = 1, 2, \dots$), ფუნქციას გულის
 ეწოდება.

ახლა დავამტკიცოთ ერთი წინადადება.

თეორემა 1. თუ $f(r, t) \ln^+ |f(r, t)|$ ჯამებადია $[a, b; c, d]$ სეგ-
 მენტზე, მაშინ თითქმის ყველა მისი წერტილი არის ლებე-
 ვის წერტილი.

დამტკიცება. ვთქვათ, ρ რაციონალური რიცხვია. ცხადია, რომ

$$|f(r, t) - \rho| \ln^+ |f(r, t) - \rho|$$

ჯამებადია $[a, b; c, d]$ -ში და ამიტომ თითქმის ყოველ $(x, y) \in [a, b; c, d]$ წერ-
 ტილში ლებევის განუსაზღვრელი ინტეგრალის წარმოებული ტოლია ინტეგრალ-
 ქვეა ფუნქციისა [1]:

$$\lim_{h, k \rightarrow 0} \frac{1}{hk} \int_x^{x+h} \int_y^{y+k} |f(r, t) - \rho| dr dt = |f(x, y) - \rho|. \quad (1)$$

აღნიშნოთ $E(\rho)$ თი სიმრავლე $[a, b; c, d]$ -ს იმ წერტილებსა, რომლები-
 სათვისაც (1)-ს არ აქვს ადგილი. ცხადია, რომ $mE(\rho) = 0$. დავნომროთ ყველა
 რაციონალური რიცხვი და დავუშვათ

$$E = \sum_{n=1}^{\infty} E(\rho_n) + E(|f| = +\infty).$$

მაშინ $mE = 0$. საკმარისია ვუჩვენოთ, რომ $[a, b; c, d] - E$ სიმრავლის ყველა
 წერტილი $f(r, t)$ ფუნქციის ლებევის წერტილებია. ავიღოთ ნებისმიერი $\varepsilon > 0$
 და მოვძებნოთ ისეთი რაციონალური რიცხვი ρ_n , რომ

$$|f(x_0, y_0) - \rho_n| < \frac{\varepsilon}{3},$$

სადაც

$$(x_0, y_0) \in [a, b; c, d] - E.$$

მაშინ ცხადია, რომ

$$||f(r, t) - \rho_n| - |f(r, t) - f(x_0, y_0)|| < \frac{\varepsilon}{3}.$$

მაშასადამე,

$$\left| \frac{1}{hk} \int_{x_0}^{x_0+h} \int_{y_0}^{y_0+k} |f(r, t) - \rho_n| dr dt - \frac{1}{hk} \int_{x_0}^{x_0+h} \int_{y_0}^{y_0+k} |f(r, t) - f(x_0, y_0)| dr dt \right| < \frac{\varepsilon}{3}.$$

მაგრამ $(x_0, y_0) \notin E$ და ამიტომ $h, k < \delta(\varepsilon)$ -თვის გვექნება

$$\left| \frac{1}{hk} \int_{x_0}^{x_0+h} \int_{y_0}^{y_0+k} |f(r, t) - \rho_0| dr dt - |f(x_0, y_0) - \rho_0| \right| < \frac{\varepsilon}{3}$$

ამრიგად,

$$\frac{1}{hk} \int_{x_0}^{x_0+h} \int_{y_0}^{y_0+k} |f(r, t) - \rho_n| dr dt < \frac{2\varepsilon}{3};$$

ამიტომ ასეთი h და k -სათვის გვექნება

$$\frac{1}{hk} \int_{x_0}^{x_0+h} \int_{y_0}^{y_0+k} |f(r, t) - f(x_0, y_0)| dr dt < \varepsilon,$$

რ. დ. გ.

ლემმა. ვთქვათ, $\psi(r, t)$ და $f(r, t)$ არაუარყოფითი ფუნქციები $R_0 = [a, b; c, d]$ -ში. ამას გარდა, $\psi(r, t)$ ზრდადიან თითოეულ r, t ცვლადის მიმართ. მაშინ გვექნება

$$\int_a^b \int_c^d f(r, t) \psi(r, t) dr dt < 16M \int_a^b \int_c^d \psi(r, t) dr dt,$$

სადაც

$$M = \sup_{\substack{b-h \leq r \leq b \\ d-k \leq t \leq d}} \int_a^b \int_c^d f(r, t) dr dt, \quad (a < h \leq b-a, \quad a < k \leq d-c).$$

დამტკიცება. შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$(a_0, c_0) = (a, c), \quad (a_{i+1}, c_{j+1}) = \left(\frac{a_i + b}{2}, \frac{c_j + d}{2} \right),$$

$$\Delta_{i, j} = [a_{i-1}, a_i; c_{j-1}, c_j], \quad (i, j = 1, 2, \dots).$$

მაშინ

$$\int_a^b \int_c^d f(r, t) \psi(r, t) dr dt = \sum_{i, j=1}^{\infty} \iint_{\Delta_{i, j}} f(r, t) \psi(r, t) dr dt$$

$$\cong \sum_{i, j=1}^{\infty} \psi(a_i, c_j) \iint_{\Delta_{i, j}} f(r, t) dr dt.$$

მაგრამ

$$\iint_{\Delta_{i, j}} f(r, t) dr dt \cong \int_{a_{i-1}}^b \int_{c_{j-1}}^d f(r, t) dr dt,$$

და

$$b - a_{i-1} = 4(a_{i+1} - a_i), \quad d - c_{j-1} = 4(c_{j+1} - c_j).$$

ამიტომ

$$\int_{a_{i-1}}^b \int_{c_{j-1}}^d f(r, t) dr dt \equiv 16 M (a_{i+1} - a_i) (c_{j+1} - c_j).$$

ამრიგად,

$$\begin{aligned} \int_a^b \int_c^d f(r, t) \psi(r, t) dr dt &< 16 M \sum_{i,j=1}^{\infty} \psi(a_i c_j) (a_{i+1} - a_i) (c_{j+1} - c_j) \\ &\equiv 16 M \sum_{i,j=1}^{\infty} \iint_{\Delta_{i+1, j+1}} \psi(r, t) dr dt = 16 M \int_a^b \int_c^d \psi(r, t) dr dt. \end{aligned}$$

თეორემა 2. თუ $\Phi_{m, n}(r, t, x, y)$ გულს ყოველი m და n -სათვის აქვს ისეთი კუზიანი მაჟორანტი $\Psi_{m, n}(r, t, x, y)$, რომ

$$\int_a^b \int_c^d \Psi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt < K(x, y), \quad \int_a^b \Psi_{m, n}(r, y, x, y) dr < K_1(x, y), \quad (2)$$

$$\int_c^d \Psi_{m, n}(x, t, x, y) dt < K_2(x, y),$$

სადაც K, K_1, K_2 დამოკიდებულია მხოლოდ x, y -ზე, მაშინ სა-
მართლიანია ტოლობა

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \int_a^b \int_c^d \Phi_{m, n}(r, t, x, y) f(r, t) dr dt = f(x, y), \quad \left(\begin{array}{l} a < x < b; \\ c < y < d, \end{array} \right)$$

ყოველი ჯამებადი $f(r, t)$ ფუნქციისათვის, რომლისათვის (x, y) არის ლებეგის წერტილი.

დამტკიცება. საკმარისია დავამტკიცოთ ტოლობა

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \int_a^b \int_c^d [f(r, t) - f(x, y)] \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt = 0.$$

ყოველი $\delta > 0$ -სათვის შეგვიძლია დავწეროთ

$$\begin{aligned} \int_a^b \int_c^d [f(r, t) - f(x, y)] \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt &= \int_a^{x-\delta} \int_c^{y-\delta} + \int_{x+\delta}^b \int_c^{y-\delta} + \int_{x+\delta}^b \int_{y+\delta}^d \\ &+ \int_a^{x-\delta} \int_{y+\delta}^d + \int_{x-\delta}^x \int_c^{y-\delta} + \int_x^{x+\delta} \int_c^{y-\delta} + \int_{x+\delta}^b \int_{y-\delta}^y + \int_{x+\delta}^b \int_y^{y+\delta} + \int_x^{x+\delta} \int_{y+\delta}^d + \int_{x-\delta}^x \int_{y+\delta}^d + \int_a^{x-\delta} \int_y^{y+\delta} \end{aligned}$$

$$+ \int_a^{x-\delta} \int_{y-\delta}^y + \int_{x-\delta}^x \int_{y-\delta}^y + \int_x^{x+\delta} \int_{y-\delta}^y + \int_x^{x+\delta} \int_y^{y+\delta} + \int_x^{x+\delta} \int_y^{y+\delta} + \int_x^{x+\delta} \int_y^{y+\delta} + \int_x^{x+\delta} \int_y^{y+\delta}.$$

დავამტკიცოთ ტიპობრივ ინტეგრალთა თვისებები. ავიღოთ ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ და მოვნახოთ ისეთი $\delta > 0$, რომ როცა $0 < h \equiv \delta$, $0 < k \equiv \delta$ ადგილი ჰქონდეს უტოლობას

$$\frac{1}{hk} \int_x^{x+h} \int_y^{y+k} [f(r, t) - f(x, y)] dr dt < \varepsilon.$$

მაშასადამე, ლემაში ნახსენები M -ის როლს ითამაშებს ε რიცხვი. ამიტომ

$$\left| \int_x^{x+h} \int_y^{y+k} [f(r, t) - f(x, y)] \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt \right| < 16 \varepsilon MK(x, y).$$

მაშასადამე,

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \int_x^{x+h} \int_y^{y+k} [f(r, t) - f(x, y)] \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt = 0. \quad (3)$$

შევინშნოთ, რომ $[a, x - \delta; c, y - \delta]$ -ში გვექნება

$$|\Phi_{m, n}(r, t, x, y)| \equiv \Psi_{m, n}(r, t, x, y) \equiv \Psi_{m, n}(x - \delta, y - \delta, x, y).$$

მეორე მხრით,

$$\begin{aligned} \delta^2 \Psi_{m, n}(x - \delta, y - \delta; x, y) &\equiv \int_{x-\delta}^x \int_{y-\delta}^y \Psi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt \\ &\equiv \int_a^b \int_c^d \Psi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt < K(x, y), \end{aligned}$$

ასე რომ

$$|\Phi_{m, n}(r, t, x, y)| < \frac{K(x, y)}{\delta^2}, \quad [a, x - \delta, c, y - \delta]\text{-ში, ე. ი.}$$

$\Phi_{m, n}(r, t, x, y)$ თანაბრად შემოსაზღვრულია $[a, x - \delta; c, y - \delta]$ -ში ფიქსირებული x, y და δ -სათვის, როგორც r, t ფუნქცია. ამას გარდა, ყოველი $R = [a, x - \delta; c, y - \delta]$ ქვესეგმენტისათვის, რომელიც არ შეიცავს (x, y) წერტილს, გვექნება

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \iint_R \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt = 0.$$

ამრიგად შესრულებულია ვ. ჭეღლიძის მესამე თეორემის [2] ორივე პირობა და მივიღებთ

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \int_a^{x-\delta} \int_c^{y-\delta} [f(r, t) - f(x, y)] \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt = 0. \quad (4)$$

ანალოგიურად მტკიცდება ტოლობა

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \int_a^{x-\delta} \int_{y-\delta}^y [f(r, t) - f(x, y)] \Phi_{m, n}(r, t, x, y) dr dt = 0. \quad (5)$$

(3), (4) და (5)-დან გამომდინარეობს ჩვენი თეორემის სამართლიანობა, რომელიც წარმოადგენს დ. ფადეევის [3] თეორემის გაგრძელებას ორი ცვლადის ფუნქციის შემთხვევაში.

დამტკიცებული თეორემის კერძო შემთხვევას წარმოადგენს შედეგი, რომელიც მიღებულია ა. ზიგმუნდის მიერ [4].

ვთქვათ, $f(r, t) \ln^+ |f(r, t)|$ ჯამებადია $[-\pi, \pi; -\pi, \pi]$ -ში.

განვიხილოთ ფურიეს ორმაგი მწკრივი

$$\sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} \lambda_{i, j} A_{i, j}(r, t), \quad (6)$$

სადაც

$$\lambda_{i, j} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } i > 0, j > 0, \\ \frac{1}{2}, & \text{თუ } i = 0, j > 0, \text{ ან } i > 0, j = 0, \\ \frac{1}{4}, & \text{თუ } i = j = 0, \end{cases}$$

$$A_{i, j}(x, y) = a_{i, j} \cos ix \cos jy + b_{i, j} \sin ix \cos jy + c_{i, j} \cos ix \sin jy + d_{i, j} \sin ix \sin jy,$$

$$a_{i, j} = \frac{1}{\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\xi, \eta) \cos i\xi \cos j\eta d\xi d\eta,$$

$$b_{i, j} = \frac{1}{\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\xi, \eta) \sin i\xi \cos j\eta d\xi d\eta,$$

$$c_{i, j} = \frac{1}{\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\xi, \eta) \cos i\xi \sin j\eta d\xi d\eta,$$

$$d_{i, j} = \frac{1}{\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\xi, \eta) \sin i\xi \sin j\eta d\xi d\eta.$$

როგორც ცნობილია, (6)-ის კერძო ჯამებს აქვს სახე



$$S_{i,j}(x,y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\xi, \eta) \frac{\sin \frac{2i+1}{2}(r-x) \sin \frac{2j+1}{2}(t-y)}{\sin \frac{r-x}{2} \sin \frac{t-y}{2}} dr dt.$$

(6)-ის ჩეზაროს მეთოდით შეჯამებადობა მდგომარეობს შემდეგი ჯამის ზღვარის განხილვაში

$$\sigma_{m,n}(x,y) = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} S_{i,j}(x,y). \tag{7}$$

(7) შეიძლება წარმოვიდგინოთ ასე:

$$\sigma_{m,n}(x,y) = \frac{1}{4\pi^2 mn} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin^2 m \frac{r-x}{2} \sin^2 n \frac{t-y}{2}}{\sin^2 \frac{r-x}{2} \sin^2 \frac{t-y}{2}} f(r,t) dr dt. \tag{8}$$

(8) წარმოადგენს სინგულარულ ორმაგ ინტეგრალს. ავავთო

$$\frac{1}{4\pi^2 mn} \frac{\sin^2 m \frac{r-x}{2} \sin^2 n \frac{t-y}{2}}{\sin^2 \frac{r-x}{2} \sin^2 \frac{t-y}{2}}$$

გულისათვის კუზიანი მაფორატი. ადვილი საჩვენებელია, რომ

$$\sin^2 m \frac{r-x}{2} \sin^2 n \frac{t-y}{2} \equiv 4 \frac{m^4 n^4 (r-x)^2 (t-y)^2}{[4 + m^2 n^2 (r-x)^2] [4 + m^2 n^2 (t-y)^2]},$$

$$\sin^2 \frac{r-x}{2} \sin^2 \frac{t-y}{2} \equiv \frac{1}{\pi^4} (r-x)^2 (t-y)^2, \quad (|r-x| < \pi, |t-y| < \pi),$$

საიდანაც გვექნება

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4\pi^2 mn} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin^2 m \frac{r-x}{2} \sin^2 n \frac{t-y}{2}}{\sin^2 \frac{r-x}{2} \sin^2 \frac{t-y}{2}} dr dt \\ & \equiv \int_{-\pi}^{\pi} \frac{m^2 n^2 dr}{4 + m^2 n^2 (r-x)^2} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{mndt}{4 + m^2 n^2 (t-y)^2} < \frac{\pi}{2} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{dr}{(r-x)^2} = \frac{\pi^2}{x^2 - \pi^2}. \end{aligned}$$

ამრიგად დამტკიცდა

თეორემა 3. თითქმის ყველგან $[-\pi, \pi; -\pi, \pi]$ სეგმენტში

გვექნება

$$\lim_{m,n \rightarrow \infty} \sigma_{m,n}(x,y) = f(x,y),$$

სადაც $f(r, t) \ln^+ |f(r, t)|$ ჯამებადია $[-\pi, \pi; -\pi, \pi]$ -ში. ამ ტოლობას ადგილი აქვს $f(r, t)$ ფუნქციის ლებეგის ყოველ წერტილში და მით უფრო ყოველ მის უწყვეტობის წერტილში $[-\pi, \pi; -\pi, \pi]$ სეგმენტის შიგ.

ლ. ბერიას სახელობის

სოხუმის სახელმწიფო პედაგოგიკური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 27.9.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. Сакс. Теория интеграла. М.—Л., 1949.
2. В. Г. Ч е л и д з е. О представлении функции двух переменных сингулярными двойными интегралами. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе, т. XI, 1942.
3. И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной. М.—Л., 1950.
4. A. Zygmund. Note on the differentiability of multiple integrals. Fund. Math. v. XXV. 1935.

დრეკადობის თეორია

ს. შატაშვილი

დრეკადი უსასრულო ნახევარსივრცის მდგრადი რხევების უმსახეობა
საზღვარზე მოცემული ბარე ძალების შემთხვევაში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილია წევრმა ვ. კუპრაძემ 13.3.1951)

4944

როგორც ცნობილია, მათემატიკური დრეკადობის თეორიის ერთ-ერთ ძნელ ამოცანად ითვლება მდგრადი რხევების ამოცანა, როცა სასრულო დრეკადი ტანის ზედაპირზე მოცემულია ძაბვის ვექტორი. ეს სასაზღვრო ამოცანა პირველად საკმარისი სისრულით ამოხსნა ვ. კუპრაძემ [1, 2]. ავტორმა ააგო ისეთი ელემენტარული პოტენციალები, რომელთა საშუალებით სასაზღვრო ამოცანა უშუალოდ მიიყვანება ფრედჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებათა ეკვივალენტურ სისტემამდე. ასევე მის მიერ ნაჩვენებია მიღებულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნადობა. რამდენადმე გვიან ა. კუსკოვმა სასაზღვრო ამოცანა მიიყვანა სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემამდე [3]. ვიყენებთ რა დ. შერმანის მეთოდს [4, 5], წინამდებარე სტატი-აში, მსგავსად [6]-ში აგებული მეთოდისა, ვაგებთ ცხადი სახის კერძო ამო-ხსნებს, რომელთა შემწვობით დასმული სასაზღვრო ამოცანა დრეკადი ნახევარ-სივრცისათვის მიიყვანება გარკვეულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემამდე. ამასთანავე მიღებულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის გულები ფრედ-ჰოლმის ტიპისაა. მსგავსად [7]-ისა, აქ მიღებული შედეგების უშუალო გამოყენებით ჩვენ შემდგომ მოვიყვანთ სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნას ნებისმიერი ამოხსნეილი ზედაპირით შემოსაზღვრული სასრულო დრეკადი სხეულის შემ-თხვევაში.

1. $P(x, y, z)$ იყოს გარემოს ფიქსირებული წერტილი, ხოლო $Q(\xi, \eta, \zeta)$ და $M_0(\xi_0, \eta_0, \zeta_0)$ შესაბამისად, სივრცის საზღვრის (ვლადი და მუდმივი წერტი-ლები. ასევე, $\Phi(x, y, z)$ და $\bar{\Psi}(x, y, z)$, შესაბამისად, იყოს დრეკადი სივრცის სკალარული და ვექტორული პოტენციალები. როგორც ცნობილია, ისინი აკმა-ყოფილებენ შემდეგ დიფერენციალურ განტოლებებს:

$$\begin{aligned} \Delta\Phi + k_1^2\Phi &= 0, \\ \Delta\bar{\Psi} + k_2^2\bar{\Psi} &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \\ k_1^2 &= \frac{\omega^2}{a^2}, \quad k_2^2 = \frac{\omega^2}{b^2}, \end{aligned}$$



სადაც $a^2 = \frac{\lambda + 2\mu}{\rho}$, $b^2 = \frac{\mu}{\rho}$, ρ გარემოს სიმკვრივეა, λ და μ ეგრეთ წოდებული ლამეს მუდმივებია, ხოლო ω — რხევის სიხშირე. სასრულო დრეკადი სხეულის საზღვარზე მოცემული გარე ძალების შემთხვევაში ძაბვის ამოცანის გამოკვლევა შემდეგში მდგომარეობს: დრეკად არეში მოენახოთ (1) განტოლებების ისეთი ამოხსნები, რომლებსაც აქვს პირველი და მეორე რიგის უწყვეტი კერძო წარმოებულები და აკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} aX_x + bX_y + cX_z &= \mu f_1(M_0), \\ aY_x + bY_y + cY_z &= \mu f_2(M_0), \\ aZ_x + bZ_y + cZ_z &= \mu f_3(M_0). \end{aligned} \quad (2)$$

სადაც $a = \cos(x, n)$, $b = \cos(y, n)$, $c = \cos(z, n)$,

n ფართეულის შიგა ნორმალა, $f_j(M_0)$ ($j = 1, 2, 3$) ჰელდერის აზრით მოცემული უწყვეტი ფუნქციებია, ხოლო X_x, X_y, \dots, Z_x ძაბვის ვექტორის მდგენელებია, რომლებიც გარკვეული ფორმულებითაა დაკავშირებული გადაადგილების ვექტორის მდგენელებთან.

ნახევარსივრცის საზღვრად ავიჩიოთ xy სიბრტყე, ხოლო z ღერძი მივმართოთ დრეკადი არის გარეთ; ელემენტარული გარდაქმნებით (2) სასაზღვრო პირობები მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\begin{aligned} 2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 \Psi_3}{\partial y \partial z} + \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi_1}{\partial x \partial y} &= f_1(M_0), \\ 2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial z} + \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \Psi_1}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi_1}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \Psi_3}{\partial x \partial z} &= f_2(M_0), \\ 2 \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 \Psi_1}{\partial y \partial z} \right) + (2k_1^2 - k_2^2) \Phi &= f_3(M_0), \end{aligned} \quad (3)$$

სადაც Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3 ფუნქციებით აღნიშნულია $\bar{\Psi}(x, y, z)$ ვექტორის მდგენელები სთანადო კოორდინატთა ღერძებზე.

2. შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები:

$$R = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - \zeta)^2}, \quad r = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2},$$

$$A = \frac{1}{k_1^2 - k_2^2}, \quad f^{(1)}(R) = \frac{e^{ik_1 R}}{R}, \quad f^{(2)}(R) = \frac{e^{ik_2 R}}{R},$$

$$I_1 = \frac{k_1^2}{2} \int_N^\infty \frac{I_0(r\rho) e^{\sqrt{V\rho^2 - k_1^2}}}{\rho \sqrt{\rho^2 - k_1^2}} d\rho, \quad I_2 = \frac{k_2^2}{2} \int_N^\infty \frac{I_0(r\rho) e^{\sqrt{V\rho^2 - k_2^2}}}{\rho \sqrt{\rho^2 - k_2^2}} d\rho; \quad \begin{cases} (z < 0) \\ (z > 0) \end{cases}$$

აქ $I_0(r\rho)$ ბესელის ნულოვანი რიგის ფუნქციაა. აღვიღოთ იმისი შემოწმება, რომ I_1 და I_2 ინტეგრალები არსებობს და (1) განტოლებების ამოხსნებია.

სკალარული და ვექტორული პოტენციალები ვეძიოთ შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned}
 \Phi(x, y, z) &= \frac{A}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\left(\frac{\partial f^{(1)}}{\partial x} - \frac{\partial I_1}{\partial x} \right) \mu_1(\xi, \eta) + \left(\frac{\partial f^{(1)}}{\partial y} - \frac{\partial I_1}{\partial y} \right) \mu_2(\xi, \eta) \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{\partial f^{(1)}}{\partial z} + \frac{\partial I_1}{\partial z} \right) \mu_3(\xi, \eta) \right] d\xi d\eta, \\
 \Psi_1(x, y, z) &= \frac{A}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{\partial f^{(2)}}{\partial z} \mu_2(\xi, \eta) - \frac{\partial f^{(2)}}{\partial y} \mu_3(\xi, \eta) \right] d\xi d\eta, \\
 \Psi_2(x, y, z) &= \frac{A}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{\partial f^{(2)}}{\partial x} \mu_3(\xi, \eta) - \frac{\partial f^{(2)}}{\partial z} \mu_1(\xi, \eta) \right] d\xi d\eta, \\
 \Psi_3(x, y, z) &= \frac{A}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\left(\frac{\partial f^{(2)}}{\partial y} - 2 \frac{\partial I_2}{\partial y} \right) \mu_1(\xi, \eta) \right. \\
 &\quad \left. - \left(\frac{\partial f^{(2)}}{\partial x} - 2 \frac{\partial I_2}{\partial x} \right) \mu_2(\xi, \eta) \right] d\xi d\eta,
 \end{aligned} \tag{4}$$

სადაც $\mu_j(\xi, \eta)$ ($j = 1, 2, 3$) ჯერჯერობით უცნობი ფუნქციებია, რომელთა განსაზღვრა არის ჩვენი შემდეგი მიზანი. ცხადია, რომ (4) ფუნქციები (1) განტოლებების ელემენტარული ამოხსნებია.

(3) სასაზღვრო პირობაში შევიტანოთ (4) ფუნქციები და $P(x, y, z)$ წერტილი მივუსწრაფოთ $M_0(\xi_0, \eta_0)$ წერტილს. თუ ვისარგებლებთ ცნობილი ფორმულებით:

$$\begin{aligned}
 \lim_{P \rightarrow M_0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \mu \frac{d}{dz} \frac{1}{R} d\xi d\eta &= 2\pi\mu(\xi_0, \eta_0), \\
 \lim_{P \rightarrow M_0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \mu \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right)^2 \frac{d}{dz} \frac{1}{R} d\xi d\eta &= \frac{2}{3} \pi\mu(\xi_0, \eta_0), \\
 \lim_{P \rightarrow M_0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \mu \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) \frac{\partial R}{\partial y} \frac{d}{dz} \frac{1}{R} d\xi d\eta &= 0
 \end{aligned}$$

და მათი ანალოგიურებით, მაშინ $\mu_j(\xi, \eta)$ ($j = 1, 2, 3$) ფუნქციების განსაზღვრა დაიყვანება შემდეგ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის გამოკვლევამდე:

$$\begin{aligned}
 \mu_1(M_0) + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [K_1^{(1)}(M_0, Q) \mu_1(Q) + K_2^{(1)}(M_0, Q) \mu_2(Q) \\
 + K_3^{(1)}(M_0, Q) \mu_3(Q)] d\xi d\eta &= f_1(M_0), \\
 \mu_2(M_0) + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [K_1^{(2)}(M_0, Q) \mu_1(Q) + K_2^{(2)}(M_0, Q) \mu_2(Q) \\
 + K_3^{(2)}(M_0, Q) \mu_3(Q)] d\xi d\eta &= f_2(M_0),
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\mu_3(M_0) + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [K_1^{(3)}(M_0, Q) \mu_1(Q) + K_1^{(2)}(M_0, Q) \mu_2(Q) + K_1^{(1)}(M_0, Q) \mu_3(Q)] d\xi d\eta = f_3(M_0),$$

სადაც $K_1^{(j)}(M_0, Q)$ ($i, j = 1, 2, 3$) თავისი არგუმენტების ცნობილი ფუნქციებია და მათი მნიშვნელობები გვარწმუნებს, რომ ისინი ფრედჰოლმის ტიპის ვულეებია.

აქ მიღებული შედეგები ჩვენ მიერ შემდგომ გამოყენებული იქნება სასაზღვრო ამოცანის შესასწავლად, როცა დრეკადი არც შემოსაზღვრულია სასრულო ამოზნექილი ზედაპირით.

ს. კიროვის სახელობის

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.3.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Д. Купрадзе. Граничные задачи теории колебаний и интегральные уравнения Москва, 1950.
2. ვ. კუპრადზე. დრეკადი ტანის რხევის მეორე ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. X, № 5, 1949.
3. А. М. Кусков. Дифракция упругих установившихся колебаний. ДАН СССР, т. LXX, № 2, 1950.
4. Д. И. Шерман. Колебания упругого полупространства при заданных смещениях или внешних сил на границе. Тр. Сейсм. института, № 118, 1946.
5. Д. И. Шерман. Об установившихся упругих колебаниях при заданных смещениях на границе среды. Прикл. мат. и мех., т. X, 1946.
6. ს. შათაშვილი. დრეკადი არის რხევების შესახებ მოცემულ სასაზღვრო გადაადგილებათა შემთხვევაში. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. X, № 5, 1949.
7. С. Х. Шаташвили. Об установившихся колебаниях при заданных смещениях на поверхности упругого тела. ДАН СССР, том LXXI, № 2, 1950.

$$\mu_3(M_0) + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [K_1^{(3)}(M_0, Q) \mu_1(Q) + K_2^{(3)}(M_0, Q) \mu_2(Q) + K_3^{(3)}(M_0, Q) \mu_3(Q)] d\xi d\eta = f_3(M_0),$$

სადაც $K_i^{(j)}(M_0, Q)$ ($i, j = 1, 2, 3$) თავისი არგუმენტების ცნობილი ფუნქციონებია და მათი მნიშვნელობები გვარწმუნებს, რომ ისინი ფრედჰოლმის ტიპის გულებია.

აქ მიღებული შედეგები ჩვენ მიერ შემდგომ გამოყენებული იქნება სასაზღვრო ამოცანის შესასწავლად, როცა დრეკადი არე შემოსაზღვრულია სასრულო ამოზნექილი ზედაპირით.

ს. კირიკის სახელობის

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.3.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Д. Купрадзе. Граничные задачи теории колебаний и интегральные уравнения Москва, 1950.
2. ე. კუპრაძე. დრეკადი ტანის რხევის მეორე ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. X, № 5, 1949.
3. А. М. Кусков. Дифракция упругих установившихся колебаний. ДАН СССР, т. LXX, № 2, 1950.
4. Д. И. Шерман. Колебания упругого полупространства при заданных смещениях или внешних сил на границе. Тр. Сейсм. института, № 118, 1946.
5. Д. И. Шерман. Об установившихся упругих колебаниях при заданных смещениях на границе среды. Прикл. мат. и мех., т. X, 1946.
6. ს. შათაშვილი. დრეკადი არის რხევის შესახებ მოცემულ სასაზღვრო გადაადგილებაზე შემთხვევაში. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. X, № 5, 1949.
7. С. Х. Шаташвили. Об установившихся колебаниях при заданных смещениях на поверхности упругого тела. ДАН СССР, том LXXI, № 2, 1950.

გეოფიზიკა

ბ. სულაშვილიძე

თოვლის წვანის დარტყმა უძრავ ქედლებზე

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ხაჯრიევმა 10.10.1950)

უძრავ კედელზე თოვლის მასების დარტყმისას წარმოქმნილი წნევის შესწავლის საკითხი პირველად ამიერკავკასიის ნაგებობათა ინსტიტუტის თანამშრომლებმა ა. ჰოფმა და გ. ოტენმა წამოაყენეს 1927—28 წლებში [1].

უნდა ითქვას, რომ აღნიშნული თანამშრომლების მიერ დაყენებული ცდები საკითხის ამომწურავ გადაწყვეტას არ იძლეოდა. 1946—47 წლებში ჩვენ მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დაგვანახება, რომ ჰოფისა და ოტენის საცდელ ფარებზე მიღებული წნევები დამოკიდებულია ფარების ფორმასა და ზომაზე; ამ მიზეზის გამო ხსენებული ცდების დროს მიღებულ წნევებს არ შეუძლია ცოტად თუ ბევრად სწორი წარმოდგენა მოგვცეს თოვლის მასების შემკავებელ უძრავ კედელზე დარტყმის დროს წარმოქმნილი წნევის შესახებ.

აკადემიკოსმა ს. ხრისტოანოვიჩმა გამოიკვლია თოვლის მასის კედელზე დარტყმის საკითხი, მხედველობაში მიიღო თოვლის მასის შესამკვრივებლად დახარჯული ენერგია და დარტყმის დროს წარმოქმნილი წნევისთვის [2] შემდეგი ფორმულა მოგვცა:

$$p = 10^{-2} \frac{\rho_2 \rho_2 v^2}{\rho_2 - \rho_1}, \quad (1)$$

სადაც p წნევაა კგ/სმ², ρ_1 და ρ_2 — თოვლის სიმკვრივეა გრ/სმ³ დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ, v — თოვლის მასის მოძრაობის სიჩქარე მ/სეკ-ით კედელზე დარტყმის მომენტში.

იმისათვის, რომ [1] ტოლობიდან შესაძლებელი იქნეს p -ს რიცხვითი მნიშვნელობის პოვნა, როდესაც ცნობილია ზეგის სიჩქარე, აუცილებელია მოცემულ იქნეს თოვლის სიმკვრივე დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ, რაც პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამ ტოლობის გადაწყვეტის მეორე შემთხვევა იქნება ისეთი, როდესაც საპოვნელია დამოკიდებულება თოვლის სიმკვრივესა და p წნევის შორის მყისიერ მიყენებულ დატვირთვების დროს.

თოვლის მექანიკური თვისებები საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი [1, 2, 3]. მიუხედავად ამისა, რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, აქამდე არავის არ შეუსწავლია ზემოხსენებული დამოკიდებულება, რომელიც აუცილებელია (1) ტოლობიდან p -ს რიცხვითი მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის.

1949 წლის ზაფხულსა და შემოდგომის დასაწყისში ჩვენ სპეციალურად ამ მიზნით კონსტრუირებული ხელსაწყოთი ვაწარმოეთ გაზომვები თოვლის სა-

ბურველზე; ჩვენი მიზანი იყო გვეპოვა დამოკიდებულება p და ρ -ს შორის მყისი დატვირთვების დროს. დაკვირვებას აწარმოებდა 4200—4500 მეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან უმცროსი მეცნიერი თანამშრომელი დ. ლონდაძე. გაზომვები წარმოებდა მშრალ თოვლზე, რომლის სიმკვრივე იყო: 0,11, 0,22, 0,25, 0,32 და 0,37. ზოგიერთ შემთხვევაში თოვლი ხელოვნურადაც მკვრივდებოდა. თოვლის თითოეული სიმკვრივისთვის ჩატარებული იყო 15-დან 20-მდე გაზომვა 0,5 კგ/სმ²-დან 2,5 კგ/სმ²-მდე დატვირთვების პირობებში.

ჩვენ ვცადეთ გამოვკვლივა აგრეთვე ნოტიო თოვლზე, მაგრამ ჰაერის დაბალი ტემპერატურების გამო (მაქსიმალური ტემპერატურა დღისით არ აღემატებოდა $-2,8^{\circ}$) დაგროვილი მასალა არასაკმარისი აღმოჩნდა რიცხობრივი განზოგადების მოსახდენად.

ჩატარებული გაზომვების შედეგად ვიპოვეთ დამოკიდებულება მყისი დატვირთვების დროს p წნევას (გამოხატულს კგ/სმ²-ით) და სიმკვრივის შეფარდებით ზრდას $\nu_{\rho} = \frac{\Delta \rho}{\rho}$ -ს შორის.

აღმოჩნდა, რომ 0,5-დან 2,5 კგ/სმ²-მდე დატვირთვების დროს ν_{ρ} პირდაპირ პროპორციულია p -სი, ე. ი.

$$\nu_{\rho} = k p, \quad (2)$$

სადაც k — პროპორციულობის კოეფიციენტი — დამოკიდებულია თოვლის საწყისი სიმკვრივისაგან.

გაზომვების შედეგად მოინახა ეს დამოკიდებულება ρ -ს მნიშვნელობებისათვის 0,15-დან 0,35-მდე, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$k = 3,10 - 7,81 p. \quad (3)$$

ფორმულა (3) იძლევა k -ს რიცხობრივ მნიშვნელობას, თუ ρ გაზომილია გრ/სმ³.

(1), (2) და (3) განტოლებებიდან ვპოულობთ:

$$p = \frac{\nu_{\rho} (0,031 - 0,078 p_1) + \sqrt{p_1 (0,031 - 0,078 p_1) (0,01 p_1 \nu_{\rho}^2 - 31,24 p_1 + 12,41)}}{6,22 - 15,61 p_1} \quad (4)$$

(4) განტოლებაში კოეფიციენტები შერჩეულია ისეთნაირად, რომ ρ -ს გრ/სმ³ და ν -ს მ/სეკ. გაზომვისას p იძლევა წნევის სიდიდეს, გაზომილს კგ/სმ².

(4) ფორმულა გამოთვლილია მშრალი თოვლის შეკუმშვის შემთხვევისთვის, რომლის საწყისი სიმკვრივე იყო 0,15-დან 0,35 გრ/სმ³; ამ ინტერვალის გარეთ მდებარე სიმკვრივეებისთვის k და ρ -ს შორის დამოკიდებულება უფრო რთულ სახეს იღებს, ვიდრე (3) ფორმულითაა მოცემული და, მაშასადამე, ამ ინტერვალს გარეთ (4) ფორმულასაც არ ექნება ადგილი.

წინა ნაშრომში [4] ჩვენ მიერ ნახული იყო თოვლის მასების ფერდობზე მოძრაობის შესაძლო მაქსიმალური სიჩქარე, როგორც ადგილის დახრილობის კუთხისა და თოვლის საბურღლის ფიზიკური თვისებების ფუნქცია; აკებული იყო მრუდები, რომლებიც იძლეოდა სიჩქარის მნიშვნელობას სხვადასხვა ტიპის თოვლისა და ადგილის სხვადასხვა დახრილობის კუთხის პირობებში.

აღნიშნული მრუდებისა და (4) ფორმულის ერთდროული გამოყენება საშუალებას იძლევა გაანგარიშებულ იქნეს მაქსიმალური წნევა, რომელიც წარმოიქმნება მშრალი თოვლის მასის მოძრაობისადმი პერპენდიკულარულ კედელზე დარტყმის დროს ადგილმდებარეობის ნებისმიერი დახრილობის პირობებში.

განზრახულია ცდების ჩატარება ანალოგიური დამოკიდებულების დასამყარებლად სველი თოვლისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოფიზიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.10.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Гоф и Г. Оттен. Проект норм расчета противолавинных сооружений (рукопись в ТНИСГЭИ, 1937).
2. С. А. Христианович. Записка о проекте норм для расчета противолавинных сооружений (рукопись в ТНИСГЭИ, 1938).
3. Г. К. Гушинский. Лавины. Москва, 1949.
4. Г. К. Сулаквелидзе. К вопросу об образовании и движении снежных лавин в горах. Труды Института физики и геофизики АН Груз. ССР, т. XI, 1949.

ბიოლოგია

ლ. კოლოზილი

**მუხრანის ველის წარმოშობისათვის ახალგაზრდა ტექტონიკურ
მოძრაობასთან დაკავშირებით**

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 15.1.1951)

არაგვის ხეობის ქვემო წელის გეომორფოლოგიისთვის, როგორც ცნობილია, დამახასიათებელია ფართო განედური დებრესიები და მათი შესატყვისი ვანივი ხეობების ვაფართოება ალუვიონის მძლავრი დაგროვებით.

დებრესიები ორ პარალელურ ზოლადაა გადაკიშული ნაოჭების მიმართების გასწვრივ: 1. ჩრდილო ზოლი ხაზზე: ერწო-არაგვის ხეობების ვაფართოება — ბაზალეთის ვაკე — ნარეკეავის ხეობის ვაფართოება ს. მკადისჯვართან. 2. სამხრეთი ზოლი: მუხრანისა და ტირიფონის ველები.

ეს ზოლები ისაზღვრება გასწვრივი ქედებით, რომლებიც ეწეო ხეობებითაა გაკვეთილი. მათი (ზოლების) წარმოშობა არ არის დაკავშირებული შერჩევით ეროზიასთან, რადგან ისინი გამომუშავებული არიან ლითოლოგიურად სავსებით ერთგვაროვან ქანებში. მათი წარმოშობა შეიძლება აიხსნას მხოლოდ მეზობელი უბნების არათანაბარი ახევეებით.

ასეთ პირობებში მდინარეებს არაერთგვაროვანი მუშაობა უნდა ეწარმოებინათ. შედარებითი დაძირვის ზოლებში ისინი გაადიდებდნენ ნალექების სისქეს, ხოლო ახევეების ზოლებში ეროზიულ მოქმედებას განაგრძობდნენ.

ვანივი მდინარეების ძველი პროფილის მრუდზე, რომელიც აღდგენილია სათანადო ტერასის ნაშთების მიხედვით, კარგად ჩანს დაქანების შეცვლა სხვადასხვაგვარი მოძრაობის უბნების საზღვარზე. იმავე დროს გასწვრივი მდინარეებისათვის დამახასიათებელია ძველი ეროზიის გლუვი პროფილი.

მუხრანის ველი არის ერთი ხეობათაგანი, რომელშიც კარგად არის გამოხატული ახალგაზრდა ტექტონიკური მოძრაობები.

მკვლევრებს შორის დიდხანს გაბატონებული იყო შეხედულება მუხრანისა და ტირიფონის ველების ტბიური წარმოშობის შესახებ.

ამ მოსაზრების საწინააღმდეგოდ 1927 წელს ა. ჯანელიძემ გამოთქვა აზრი, რომ მუხრანის ველი გამომუშავებულია ძველი ქსანის, არაგვის ყოფილი და შემდეგ წართმეული შენაკადის, მიერ. არაგვის ხეობაში მუშაობისა და კერძოდ ტერასების შესწავლის პროცესში მე დამიგროვდა აღნიშნული კონცეფციის დამადასტურებელი ფაქტები.

მუხრანის ველის რელიეფში კარგად ჩანს დაძირვის ნიშნები. ეს დაძირვა, ალ. ჯანელიძის მიხედვით, გვიანი დანაოჭების პროცესების შედეგია.

აღნიშნული აზრის ნათელსაყოფად საჭირო იქნება ორიოდ სიტყვით შევხებით არაგვის ხეობის ამ ნაწილის გეოლოგიურ აგებულებას. უკანასკნელის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ რაიონის ჩრდილოეთ და სამხრეთ პერიფერიაზე განვითარებულია ძველი ფორმაციები (ცარციდან პალეოგენამდე), ხოლო ცენტრალურ ნაწილში ახალგაზრდა ნალექები (ნეოგენიდან მეოთხელამდე). ამგვარად, რაიონის აგებულებაში აღბეჭდილია დებრესის ორივე კიდის ტექტონიკური აწევა. აქ შედარებითი მოძრაობები ახლო წარსულშიაც არა ერთხელ განმეორებულა და რაიონის მორფოლოგიაში შესაფერი კვალი დაუტოვებია.

რაიონის ჩრდილო და სამხრეთ პერიფერიაზე ძველი ნალექებისთვის დამახასიათებელია რთული აშლილობა. ამ უბნებს შორის მოქცეული ახალგაზრდა ნეოგენური ნალექები ნაკლებად დისლოკებულია. მათი ის ნაწილი, რომელიც ჩრდილო კიდეს ებჯინება, სამხრეთისკენ გადაწოლილ შეკუმშულ ნაოქებს იძლევა.

ბაზალეთის ვაკის მიდამოებში (ეს არის უკვე დაძირვის ჩრდილო ზოლი) განვითარებულია ამ ნალექების სინკლინი, რომელიც სამხრეთით ორიოდ წვრილი ნაოქით იცვლება (მისაქციელის ქედი), ხოლო მუხრანის ველზე (ე. ი. დაძირვის სამხრეთ ზოლში) მძლავრი მეოთხეულის ქვეშ ნეოგენური ნალექები, სახელდობრ, მიაოპლიოცენური კონგლომერატები ფართოდ გაშლილ სინკლინს ქმნიან.

მუხრანის ველის დაძირვის მოვლენა, ალ. ჯანელიძის აზრით, სწორედ ამ სინკლინის შემდგომი შეკუმშვითაა აიხსნება.

მუხრანის ველი ძლიერ გაფართოებულია და ჩრდილოეთიდან და სამხრეთიდან ქედებით არის შემოუარავლული. ის დაკავშირებულია მეზობელ ხეობებთან ხუთი ვიწრობით.

კიდური ქედების ფერდობების სამ სხედასხვა ჰიპსომეტრიულ დონეზე გამოირჩევა ტერასები, რომლებიც შეესაბამება ამ მხარისთვის პ. გამყრელიძის მიერ გამოყოფილ სამ ეროზიულ ციკლს.

ორ ძველ ტერასას ჩვენ ვაკუთვნებთ კიდური ქედების (სხალტბის, მისაქციელისა და სათიბის) ველისკენ მიმართული ფერდობების საფეხურებს. ეს საფეხურები. წარმოადგენს ძველი ქსნის ქალის ნაშთებს. ყველაზე მაღალი ტერასა იძლევა მკვიდრ ქანებში ერთ ჰიპსომეტრიულ დონეზე თარაზულ საფეხურს, რაც მეტად მკაფიოდ არის გამოხატული რელიეფში ციცაბო ფერდობების გადატებით.

ამ ტერასის აკუმულაციურ წარმონაქმნებს დიდი სიმძლავრე აქვთ და ისინი მჭიდროდ არიან შედუღაბებული.

მუხრანის ველის ძველ ტერასას სიმალით შეესაბამება ბაზალეთის ველის ტერასული ნაშთები. ეს ნაშთები და მუხრანის ველის ფერდობების მაღალი ტერასა უთუოდ ეროზიული მოქმედების ერთ ციკლთან არიან დაკავშირებული.

ბაზალეთის ველი, როგორც ჩანს, წარმოადგენს ძველი მდინარის ფართო ქალის ნაშთს. შესაძლებელია, რომ ეს ქალა ეკუთვნოდა თეთრ არაგვს, რო-

შელიც ამ მიმართულებით მომდინარეობდა და შემდგომ წარტყვევნილ იქნა ამ ველის უფრო ჩრდილოეთით ფშავური არაგვის მიერ.

ამ ძველი ტერასის გარდა რაიონში გამოსახულია მესამე და მეორე ეროზიული ტერასების ნაშთები და ფართოდ არის გავრცელებული პირველი ქალისზედა ტერასა.

დაკვირვებებმა ნათელყო, რომ ტერასებს დეფორმაცია განუცდიათ.

რაიონში ახალგაზრდა (ადრემიოთხეული) მოძრაობების არსებობის შესახებ საკმაოდ დამაჯერებელ საბუთებს იძლევა ბაზალეთის ველის მორფოლოგია. ბაზალეთის ვაკე, ეს ძველი მდინარის ქალა, მდინარის ხეობის ევოლუციის სპეციფიკური პირობების გამო, სხვა ძველ ტერასებზე უკეთაა დაცული.

ამ ფართობზე მდინარეულ ნალექთა ფუძის ნიშნულების მიხედვით დადგენილია ხეობის მკვიდრი ფსკერის დაწევა. ამ ფსკერის უღრმესი ნაწილი მდებარეობს ბაზალეთის ტბის ხაზზე.

ველის მკვიდრი ფსკერის თანდათან დაძირვას ადასტურებს ნალექების ლითოლოგია და თანამიმდევრობა ამ უბანზე. ამგვარად, როდესაც ბაზალეთის ძველი ტერასის შესახებ ვლაპარაკობთ, ჩვენ მხედველობაში უნდა გვქონდეს მისი მკვიდრი ფუძის ჩაზნექილობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ უფრო აღმოსავლეთისაკენ ბაზალეთის ველის დაძირვის ზოლში—არაგვის ხეობაში—ძველი ტერასის ნაშთები შედარებით უფრო დაბლა მდებარეობს.

მუხრანის ველის პირველი ქალისზედა ტერასის ფუძის ჩაზნექილობა აგრეთვე მკაფიოდ არის გამოხატული. ველის შუა ნაწილში ალუვიონის მკვიდრი ფსკერი თანამედროვე ხეობის ფსკერზე ას მეტრზე მეტით უფრო ღრმად მდებარეობს. საყურადღებო არის პირველი ქალისზედა ტერასის ალუვიონის მკვიდრი ფუძის ჩრდილოეთისაკენ დაქანება მუხრანის ველის სამხრეთ ნაწილში, რაც გავიშვლებებში კარგადაა გამოსახული.

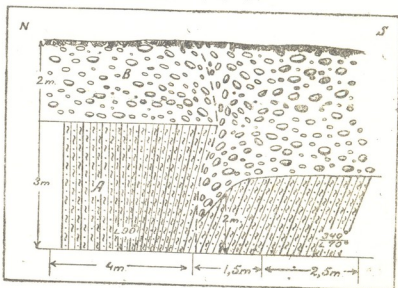
ანალოგიური სურათი გვაქვს არაგვის ჩრდილო გაფართოებაშიც, ბულაჩაურის მიდამოებში.

ამრიგად, როგორც ჩანს, ახალგაზრდა ტექტონიკური მოძრაობები მოქმედებდნენ პირველი ქალისზედა ტერასის გაფორმების პროცესში როგორც ჩრდილო, ისე სამხრეთი ჩაზნექვის ზოლებში, ხოლო უფრო ინტენსიურად სამხრეთ ზოლში, რაც უთუოდ აქ ფართო სინკლინის არსებობით უნდა აიხსნას.

დაძირვა არ წარმოებდა მშვიდად და ადგილი ჰქონდა წყვეტებს, რომლებიც პირველ ქალისზედა ტერასასაც შეეხნენ. ზოგი მათგანი ჩემ მიერ შემჩნეულია არაგვის მარცხენა ნაპირზე, შესართავთან ახლოს (ნახ. 1).

ნახაზზე ჩანს პირველი ქალისზედა ტერასის გაწყვეტა მრუდვ ხაზის გასწვრივ. აწეულია ჩრდილო ბლოკი (1,5—2 მ-ით). გაწყვეტილი არიან ტერასის ალუვიონი და მის ქვეშ მდებარე თიხიანი ქვიშაქვები და თიხაფიქლები, რომლებიც შეიცავენ ზედამიოცენურ ფანას.

რღვევის ორივე ბაგეში ნაგორები ქვები სხლეტვის ზედაპირის მახლობლად ამ უკანასკნელისაკენაა დაქანებული, ზოგჯერ ვერტიკალურადაც კი არის განლაგებული. ზოგიერთი მათგანი ჩაჭდებულია აწეული ბაგის მკვიდრ ქანებში (უფრო ხშირად ტერასის ქვედა ნაწილში).



ნახ. 1. რღვევა არაგვის ტერასის ნაღებებში.

A—ზედამიოცენური თიხიანი ქვიშაქვები; B—ტერასის ალუვიონი

აღწერილი ადგილის ჩრდილოეთით საგურამოს წყაროების მიდამოებში გვაქვს გაწყვეტის მეორე შემთხვევა. აქ წყვეტა შედარებით ნაკლებ მკაფიოდაა გამოხატული, რადგან რღვევის ხაზი დელუვიონით არის დაფარული. რღვევის სამხრეთ ბაგეში მიოპლიოცენის კონგლომერატები ჩრდილოეთისაკენ არის დაქანებული 45—50°-ით, ხოლო ჩრდილო ბაგეში ამ შრეების დაქანება 30° არ აღემატება. აშლილობის ზოლში გვაქვს შრეებრივობის მართებული ღია ნაპრალები. რღვევის ჩრდილოეთით ნათლად ჩანს მკვიდრი ტერასის ამ მიმართულებით სწრაფი დამჩრვა.

ამგვარად, პირველი ქალისზედა ტერასის დეფორმაცია ცხადად არის გამოსახული, რაც არ ითქმის უფრო ძველ ტერასებზე. ამ ახალგაზრდა მოძრაობის ძველ ტერასებზე გავლენის დასადგენად საჭიროა მეტი ფაქტების დაგროვება.

მუხრანის ველის ახალგაზრდა დაძირვის ეპემიუტანელი ფაქტები საშუალებას გვაძლევს უფრო დამაჯერებლად აღვადგინოთ მისი განვითარების ისტორია.

მუხრანის ველი წარმოიშვა მიოპლიოცენურ დროს, როგორც დიდი მუხრან-ტირიფონის დებრესიის ნაწილი, და იყო დაკავშირებული ძველი მტკვრის მოქმედებასთან (ა. ჯანელიძე). დანაოჭების პროცესების შედეგად მტკვარი სამხრეთისკენ იქნა გადაადებული, სადაც მან გამოიშვა ახალი ხეობა, რომელშიც დღესაც მიედინება.

მეოთხეულში მუხრანის ველს მიუყვებოდა მტკვრის პარალელური მდინარე—ძველი ქსანი, რომელიც აღმოსავლეთისკენ არაგვს ერთვოდა. ვინაიდან მუხ-

რანის ველი დაძირვას განიცდიდა, ქსანი გადატვირთული იყო თავისი ნალექებით და კალაპოტსაც ვერ აღრმავებდა. ამავე დროს მის სამხრეთით მიმდინარე მტკვარი ღრმა ეროზიას აწარმოებდა და მისი ერთ-ერთი შენაკადის განვითარებამ ქსნის მოტაცება გამოიწვია. ამის შედეგად ქსანმა შეიკვალა თავისი მიმართულება და მტკვრის შენაკადად გადაიქცა. იგი არაგვისგან დამოუკიდებელი გახდა, რაც მუხრანის ველის ნალექების ზედა ნაწილის შემადგენლობაშიც არის გამოხატული. მათი მიხედვით შეიძლება მუხრანის ველის სამი მთავარი მდინარის (არაგვის, ნარეკავისა და ქსნის) დამოუკიდებელი მოქმედების დადგენა; ამავე დროს ველის წარმონაქმნების ქვედა ნაწილი, რომელიც ერთგვაროვანი ნალექებით არის წარმოადგენილი, ძველი ქსნის მუშაობასთან უნდა იყოს დაკავშირებული.

მუხრანის ველის ნალექების დაგროვება მიმდინარეობდა ველის დაძირვის პირობებში და ეს მოძრაობა აღბეჭდილია პირველი ჭალისზედა ტერასის ძირითადი ფუძის დაქანებაში ხეობის ცენტრული ნაწილისაკენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.1.1951)

პალეონტოლოგია

ლ. ბაბუნია

ხალიკოთერიუმის ნაშთი საქართველოს მესამეულიდან

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. დავითაშვილმა 15.11.1950)

ამჟამად კენტრიქოსნების ერთ-ერთი განსაკუთრებით საინტერესო ჯგუფის, ხალიკოთერიუმების, სისტემატიკა, ა. ბორისიაკის [3,4,5], ვ. მეტიუს [8], ე. კოლბერტისა [7] და სხვათა გამოკვლევების წყალობით, ზოგადად მოხაზულია. მაგრამ თქმული, ძირითადად, ნეოგენის ხალიკოთერიუმებს ეხება, რადგან უფრო ძველი და იშვიათი ეოცენურ-ოლიგოცენური ფორმები ძალზე სუსტადაა შესწავლილი. ამ სუსტად შესწავლილი ხალიკოთერიუმებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ოლიგოცენური ფორმები, რომლებსაც Schizotherium-ის სახელწოდებით აერთიანებენ. სწორედ Schizotherium-ის წარმომადგენლებს შორის უნდა ვეძიოთ, როგორც ფიქრობენ, ევრაზიისა და ამერიკის მიოპლიოცენში გავრცელებული ხალიკოთერიუმების უმთავრესი ჯგუფების უშუალო წინაპრები. ამიტომაც, რომ ყურადღებას იპყრობს საქართველოს ახალციხის რაიონის ოლიგოცენურ ნალექებში ნახული ხალიკოთერიუმის ძვლები, რომელიც ჩვენ საქართველოს ქვანახშირის საძიებო ტრესტის თანამშრომელმა პეტროგრაფმა მ. ხუჭუამ გადმოგვცა. ამ ძვლებს ჩვენ Schizotherium-ის ახალ სახეს ვაკუთვნებთ. ქვემოთ მოგვყავს ახალი სახის აღწერა.

Chalicotheriidae

Chalicotheriinae

Schizotherium chuḡuae

n. sp.

სადაურობა: სოფელი ბენარა (საქართველოს სსრ, აღიჯენის რაიონი).

ასაკი: ზედა ოლიგოცენი.

მასალა: ქვედა ყბის არასრული მარჯვენა შტო

(№ 7) და tibia-ს ქვედა ბოლო (№ 8).



ნახ. 1

აღწერა: ქვედა ყბა (ნახ. 1). ნიმუში დაზიანებულია. აკლია P₃-ს წინა ნაწილი და M₃-ს უკანა ნაწილი. მოტეხილი აქვს ყბის M₂-სა და M₃-ს შორის მდებარე ნაწილი. დაზიანებულია ასევე კბილებიც: M₁ წარმოდგენილია მხოლოდ უკანა ძირითა და მეტაკონიდისა და პროტაკონიდის წინა ნაწილით;

P_4 წარმოდგენილია კბილის მხოლოდ წინა ნაწილით. M_2 , M_3 და P_3 შედარებით უკეთ არის დატული.

ქვედა ყბის ძვალი წაგრძელებულია და ზომიერად მასიური. მისი სიმაღლე M_3 -ს უკან უდრის 48 მმ, P_3 -ს წინ—28,5 მმ. ძელის სისქე M_3 -ის არეში 18,7 მმ უდრის, P_3 -ს—15,5 მმ.

M_2 (ნახ. 2). გვირგვინი წაგრძელებული. შედგება ორი არასიმეტრიული და არათანაბარი მუხლისაგან, რომელთაგან უკანა უფრო გრძელია, ვიდრე წინა. მუხლების სიგანე თითქმის ერთნაირია. წინა მუხლში პარაკონიდი სუსტადაა განვითარებული, დაბალია და ოდნავ მოხრილი უკანა მხრისაკენ. არც პროტოკონიდი მალაღობი. მას წინა—ლაბიალური—მხარე ამოზნექილი აქვს, უკანა—ბრტყელი. წინა მუხლის უკანა შტო მეტაკონიდი თავდება. მეტაკონიდს მეტასტილიდის წვერო გამოეყოფა. ქვევითკენ მეტასტილიდი სწრაფად უერთდება მეტაკონიდს. უკანასკნელის ლინგვალურ მხარეზე სულ არ ჩანს მეტასტილიდის კვალი, რომელიც; ჩვეულებრივ, მეტ-ნაკლებად მკაფიო ღარითაა ხოლმე წარმოდგენილი. მეტასტილიდი გარკვეულად გამოეყოფა ჰიპოკონიდის წინა ნაწილს. ჰიპოკონიდი ისეთივე სიმაღლისაა, როგორც პროტოკონიდი. ენტოკონიდი შედარებით მალაღობი, —სიმაღლით მეტასტილიდს უტოლდება. პროტოკონიდი და ჰიპოკონიდი მეტასტილიდზე და ენტოკონიდზე დაბალია. კბილის ყველაზე მალაღობი კონუსი, უთუოდ, იყო მეტაკონიდი, რომლის წვერო ჩვენს ნიმუშზე მომტვრეულია. საყელო სუსტად არის განვითარებული: ლინგვალურ მხარეზე სულ არა ჩანს, ლაბიალურსე—მხოლოდ გარეთა უბის შესასვლელის არეში. შედარებით უკეთაა საყელო განვითარებული კბილის წინა მხარეზე. უკანა მხარეზე იგი წარმოდგენილია კარგად განვითარებული ქუსლით, ანუ ჰიპოკონულიდით. ქუსლის ლინგვალური ბოლო ცოტაოდენ აწეულია ენტოკონიდისაკენ.



ნახ. 2

M_2 წინა და უკანა მუხლი თითქმის ერთნაირი სიგანისაა, უკანა მუხლი ოდნავ უფრო გრძელია, ვიდრე წინა. პარაკონიდი დაბალია; ენტოკონიდი—

მალაღობი, თითქმის მეტაკონიდის სიმაღლის. მეტასტილიდი მოტეხილია. მეტაკონიდისა და მეტასტილიდის გამოყოფი ღარი არ არის წარმოდგენილი. კბილის წინა და უკანა მხარეზე წარმოდგენილია ძლიერ გაბრტყელებული საყელო.

M_1 . უკანა მუხლი უფრო გრძელია, ვიდრე წინა. პარაკონიდი ძალიან რაბალია, რედუცირებული (წარმოდგენილია უკანა მხრისკენ მიმართული წინა მუხლის წაწვეტებული წინა შტოთი). მეტაკონიდის ლინგვალურ მხარეს ემჩნევა მეტაკონიდისა და მეტასტილიდის გამოყოფი ნაწი ღარი. კბილის უკანა მხარეზე წარმოდგენილია საყელოს სუსტი კვალი.

P_4 . პარაკონიდი ძალზე სუსტადაა წარმოდგენილი, დაბალია, შიდა უბისკენ არ არის მოხრილი. მეტაკონიდი გაუხლეჩელია—მეტასტილიდის წვერო ძლივს მოჩანს, მეტაკონიდს არ გამოეყოფა. მიუხედავად ამისა, მეტაკონიდის ლინგვალურ მხარეს მაინც ემჩნევა სუსტად გამოსახული ღარი, რომელიც მე-

ტაკონიდისა და მეტასტილიდის საზღვარს შესაბამება. ჰიპოკონიდის წინა შტოს წვერო მკაფიოდ გამოეყოფა მეტაკონიდ-მეტასტილიდს. თუ ჰიპოკონიდის წინა შტოს დაქანებას მივიღებთ მხსდველობაში, შიიძლება დავასკვნათ, რომ კბილის უკანა მუხლი წინა მუხლზე შესამჩნევად დაბალი იყო.

P₃. (ნახ. 3). გვირგვინი წაგრძელებულია. უკანა მუხლი წინა მუხლზე უფრო გრძელია და დაბალი. პარაკონიდი კარგადაა წარმოდგენილი. მისი შიდა კიდე უკან არის მიმართული. მეტაკონიდი გაუხლეჩელია. წინა მუხლი უკანა მუხლზე ვიწროა. ჰიპოკონიდის წინა წვერო მკაფიოდ გამოეყოფა მეტაკონიდს.

შედა რება და ზოგადი შენიშვნები. ყველაზე მნიშვნელოვანი ნიშანი, რომლის სისტემატიკური მნიშვნელობა ეჭვს არ იწვევს, არის თავის ქალას სახის ნაწილის ფორმა. თავის ქალას წინა ნაწილის წაგრძელებული ფორმით ხასიათდება ჯგუფი *Schizotherini*, განსაკუთრებით კი ოლიგოცენური გვარი *Schizotherium*, მეორე ჯგუფის, *Chalicotheriinde*-ს, წარმომადგენლებს თავის ქალას წინა ნაწილი გაცილებით უფრო მოკლე აქვთ. ამ მხრივ განსაკუთრებით დამახასიათებელია მოლარებისა და პრემოლარების შეუარღება. ასე, მაგალითად, *Chalicotheriinde*-ს ჯგუფის მიოცენური *Macrotherium magnum*-ის M₃-ს სიგრძე 48 მმ უდრის, მაშინ როდესაც საერთო სიგრძე P₄+P₃=25 მმ+17მმ=42 მმ (გ. დიტრიხი, 1928). ოლიგოცენური *Schizotherium*-ის წარმომადგენლებს P₄ და P₃ თითქმის ერთნაირი სიგრძისა აქვთ, მათი სიგრძეების ჯამი M₃-ს სიგრძეს აღემატება.



ნახ. 3

ჩვენი ფორმა მოლარებისა და პრემოლარების სიგრძეთა შეფარდების მიხედვით (ტაბულა 1) აშკარად *Schizotherium*-ს ეკუთვნის.

რიგი ნიშნები—პატარა ზომები, მკაფიოდ გამოსახული ქუსლი მესამე საძირე კბილზე (M₃), მეტაკონიდის სუსტი გახლეჩილობა, მეტაკონიდ-მეტასტილიდისა და ჰიპოკონიდის წინა შტოს არასრული შერწყმა—ასევე ადასტურებს ჩვენი ფორმის *Schizotherium*-ისათვის მიკუთვნების სისწორეს.

ზოოგორთი მკვლევარი (არამბურგი და პიეტო, 1929, ტილარ დე-შარდენი, 1929) აღნიშნა მნიშვნელობას აძლევს ქვედა ყბის სიმფიზის დასაწყისის მდებარეობას. მათი მონაცემების მიხედვით, ხალიკოთერიუმების მიოცენურისა და პლიოცენურ წარმომადგენლებს სიმფიზი P₃-ის წინა კიდის ან უშეა ნაწილის გასწვრივ ეწყებათ. ოლიგოცენურ ფორმებს სიმფიზის დასაწყისი საგრძნობლად აქვთ დაშორებული P₃-ს (ჩვეულებრივ, 20 მმ მეტად). ჩვენი ნიმუშზე ქვედა ყბის ნაწილი P₃-ს წინ 13 მმ მანძილზეა დაცული და სიმფიზის კვალი მას არ ემჩნევა. ამგვარად, ეს ნიშანიც იმას მოწმობს, რომ ჩვენი მასალა *Schizotherium*-ს ეკუთვნის.

ოლიგოცენის ხალიკოთერიუმები ძალიან სუსტადაა შესწავლილი. *Schizotherium*-ის სულ ორიოდ სახეა აღწერილი. ყველაზე ცნობილია *S. priscum* კერსის ფოსფორიტებიდან (ფილოლ, 1894; მეთიუ და გრენჯერ, 1923, 1923; ოსბორნი, 1913) და *S. avitum*—მონგოლეთის ოლიგოცენიდან (მეთიუ და გრენჯერ, 1923, 1925; ტილარ დე-შარდენ, 1926).

კბილების ზომები ჩვენს ფორმას თითქმის ისეთივე აქვს, როგორც *S. priscum*-ს. განმასხვავებელი ნიშნებია: უფრო სუსტად განვითარებული ქუსლი (ტაბულა II), თითქმის ერთნაირი სივანის ტრიგონიდი და ტალონიდი (*S. priscum*-ს ტრიგონიდი უფრო ფართო აქვს, ვიდრე ტალონიდი); M_2 -ის სიგრძე მის გაორკეცებულ სივანეს აღემატება (*S. priscum*-ს M_2 -ის სიგრძე გაორკეცებულ სივანეზე ნაკლებია); ჰიპოკონიდის წინა შტო არ არის მეტაკონიდ-მეტასტილიდთან მთლიანად შერწყმული. *S. priscum*-ის კბილებზე აღნიშნული ელემენტების სრულ შერწყმას აქვს ადგილი. ჩვენი ფორმის კბილებზე საყელო საგრძნობლად უფრო სუსტად არის განვითარებული, ვიდრე *S. priscum*-ის შესაბამე კბილებზე.

რაც შეეხება *S. avitum*-ს, M_2 -ის ზომების მიხედვით იგი ჩვენს ფორმაზე უფრო პატარაა (ტაბ. II). მესამე მოლარის ქუსლი *S. priscum*-ს უფრო აქვს რედუცირებული, ვიდრე *S. priscum*-ს. ამ მხრივ იგი აღწერილ სახეს უახლოვდება. *S. avitum*-ის კბილებზე საყელო სუსტადაა განვითარებული, მაგრამ მაინც უკეთ არის წარმოდგენილი; ვიდრე აღწერილ კბილებზე. მეტასტილიდი ჩვენს ფორმას გაცილებით უფრო სუსტად აქვს წარმოდგენილი, ვიდრე *S. avitum*-ს. ჩვენი ფორმისაგან განსხვავებით, უკანასკნელს ჰიპოკონიდის წინა შტო და მეტაკონიდ-მეტასტილიდი საყვებით შერწყმული აქვს. P_2 -ის პარაკონიდი მას არ აქვს უკან გადახრილი, როგორც აღწერილი ფორმის.

ევიგენის ზედა ოლიგოცენის *S. wetzleri*-ისაგან [6] და კერსის *S. modicum*-ისაგან (შლოსერი, 1883; შტელინი, 1905) ჩვენი ფორმა განსხვავდება გაცილებით უფრო მცირე ზომებით, უფრო სუსტად განვითარებული მეტასტილიდით, ჰიპოკონიდის წინა შტოსა და მეტასტილიდის არასრული შერწყმით, ქუსლისა და საყელის ნაკლები რედუქციით.

განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია *S. turgaicum* შუა აზიის ოლიგოცენიდან [1, 2]. ეს ფორმა, კოლბერტის აზრით [7], ხასიათდება პრიმიტიული ნიშნებით, რომელთა საფუძველზე სწორი იქნებოდა მისი ცალკე გვარად გამოყოფა. ეს პრიმიტიული ნიშნებია: ჰიპოკონიდის წინა შტოს დაშორებული მეტასტილიდი და ვიწრო ასტრაგალი ბლოკის ღრმა ამონადარი. ე. კოლბერტი ამ ფორმას *Chalicotheriinde*-ს ჯგუფს უკავშირებს. აღწერილი სახე ყველაზე მეტად სწორად *S. turgaicum*-ს უახლოვდება. ჩვენი ფორმის კბილები თითქმის *S. turgaicum*-ის შესაბამე კბილების ზომისაა. ჰიპოკონიდის წინა შტოს არასრული შერწყმა მეტასტილიდთან ასევე დამახასიათებელია ბენარას კბილებისათვისაც. ასტრაგალი ჩვენ არ გვაქვს, მაგრამ tibia-ს დისტალური ბოლოს აგებულიება მოწმობს, რომ ასტრაგალის ბლოკის ამონადარი ჩვენს ფორმასაც ღრმა უნდა ჰქონოდა.

S. turgaicum-ისაგან ჩვენი ფორმა, როგორც ჩანს, განსხვავდება გაცილებით უფრო სუსტად განვითარებული ქუსლით (მართალია, *S. turgaicum*-ის M_2 არ არის ცნობილი, მაგრამ ქუსლისმაგვარი წარმონაქმნი მის M_2 -ზეც კი არის წარმოდგენილი, რაც სავსებით ადასტურებს ზემოაღნიშნულ მოსაზრებას). უფრო სუსტად აქვს განვითარებული ჩვენს ფორმას ასევე მეტასტილიდი, რომელიც *S. turgaicum*-ის კბილებზე მეტაკონიდისაგან მკაფიო ღარით არის გამოყოფილი. გარდა ამისა, *S. turgaicum*-ის კბილებზე კარგად არის წარმოდგენი-

ლი საყელო და განვითარებულია დამატებითი ელემენტები (მაგალითად, პარასტილიდისმაგვარი რამ M_1 -ის პარაკონიდის გარეთა მხარეზე).

ამგვარად, აღწერილი სახის გაიგივება რომელიმე ცნობილ ფორმასთან შეუძლებელია. ვეყრდნობით რა ნიშნების თავისებურ ერთობლიობას (სუსტად განვითარებული მეტასტილიდი, შედარებით რედუცირებული ქუსლი და საყელო, მეტასტილიდისა და ჰიპოკონიდის წინა შტოს არასრული შერწყმა და სხვ.), აღწერილ მასალას გამოვყოფთ ახალ სახედ (*Schizotherium chucuae* n. sp.).

ჩვენ არ გვგონია, რომ ქუსლის განვითარებას განსაკუთრებული ფილოგენეტური მნიშვნელობა ჰქონდეს, მაგრამ მისი შესამჩნევი რედუქცია, დამახასიათებელი აღწერილი ფორმისთვის, ისევე როგორც სხვა სხიზოთერიუმებზე (*S. priscum*-ის გამოკლებით) მეტი დამოკლება პრემოლარებისა, შესაძლებელია, მაინც მოწმობდეს, რომ ჩვენი ფორმა, *S. turgaicum*-თან ერთად, *Chalicotheriinde*-ს ჯერ კიდევ უცნობ წინაპრებს უახლოვდება, სამწუხაროდ, მასალის სიმცირე არ გვაძლევს საშუალებას ამ საკითხზე უფრო დაბეჯითებით ვიმსჯელოთ.

უნდა აღინიშნოს, რომ, ჩვენი აზრით, სისტემატიკური მნიშვნელობა აქვს მეტასტილიდისა და ჰიპოკონიდის წინა შტოს არასრული შერწყმის მომენტს (მხედველობაში ვიღებთ მხოლოდ სუსტად ან საშუალოდ მოცვეთილ კბილს, რადგან ძლიერ მოცვეთილ კბილზე აღნიშნული ელემენტების შერწყმას მუდამ აქვს ადგილი). მეტასტილიდისა და ჰიპოკონიდის არასრული შერწყმა დამახასიათებელია, ძირითადად, ოლიგოცენური ფორმებისათვის (თუმცა იგი კარ-

M_3 კბილების ზომა (მმ-ით) ცხრილი 1

Schizotherium-ის სახეები	S. chucuae	S. avitum	S. cf. avitum	S. modicum	S. wetzleri	S. turgaicum	S. priscum
კბილები	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
M_2	29,8	25,3	—	36	36	—	30,0
M_3	24,5	—	32	28	32	25,5	26,5
M_4	18,5	18	25	22	26	18	22
P_4	15	—	20	20,5	21	15	15,2
P_3	16	—	21	17,5	19,5	—	14,6
P_2	—	—	15	—	—	—	—

M_3 ზომები და მისი ელემენტები (მმ-ით) ცხრილი 2

Schizotherium-ის სახეები	S. chucuae	S. avitum	S. priscum
M_3	S.	(მეტრუსა და ვრენჯერის მიხედვით)	
M_3 -ს სიგრძე	29,8	25,3	30,0
ქუსლის სიგრძე	2,2	2,2	3,2
ტრიკონიდის სიგრძე	14,5	11,9	15,1
ტალიონიდის "	13,9	12,1	13,9
ქუსლის "	7,3	4,0	9,5
გვირგვინის სიგრძისა და ტრიკონიდის სივანის შეფარდება	2,05:1	1,13:1	1,88:1

გადაა წარმოდგენილი ოლიგოცენისა და მიოცენის მიჯნაზე გავრცელებული Phyllotillon-ის ზოგიერთ კბილზე) და, უთუოდ, სპეციალიზაციის დაბალ დონეს მოწმობს. მეტასტილიდისა და ჰიპოკონიდის წინა შტოს სრული შერწყმა ალბათ ამავარგებდა კბილს და ზრდიდა მის წინააღმდეგობას მოცვეთისადმი.

აღწერილ სახეს ჩვენ ვაკუთვნებთ მარცხენა tibia-ს (ნახ. 4), რომელიც ძვლის სხეულის დიდი ნაწილითა და დისტალური ბოლოთი არის წარმოდგენილი.

ზომები (მმ)

დისტალური ბოლოს ზომები: 66×48

დიაფიზის შუა ნაწილის სიგანე—43

დისტალური ბოლოს სახსრის ზედაპირი (ნახ. 4) მომრგვალო-ოთხკუთხა ფორმისაა. ორი ფოსოდან, რომელიც ასტრაგალის ბლოკის კონუსების ქედებს შეესაბამება, ტიბიალური-ღრმაა, ფიბულარული—ნაკლები სიღრმის. ფოსოები გაყოფილია საკმაოდ მაღალი ირიბი ქედით.



ნახ. 4

ჩვენი tibia-ს მცირე ზომები და მოხდენილი ფორმა, რომლითაც ის ზოგად ხაზებში ცხენის შესაბამ ძვალს მოგვაგონებს, გარკვეულად მოწმობს, რომ იგი Schizotherium-ს ეკუთვნის. მიოცენური ხალიკოთერიუმების tibia გაცილებით უფრო მასიურია, ვიდრე ჩვენი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პალეობიოლოგიის სექტორი

(რედაქციას მოუვიდა 25.11.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Борисьяк. Об остатках Chalicotherioidea etc. Изв. Росс. Акад. Наук, т. XIII, 1920.
2. А. А. Борисьяк. Остатки Chalicotherioidea etc. Ежегодн. Русск. палеонт. Обш., т. III, 1921.
3. А. А. Борисьяк. Новый представитель халикотериев из третичных отложений Казахстана. Тр. Пал. Инст., т. XIII, вып. 3, 1946.
4. А. А. Борисьяк. Основные проблемы эволюционной палеонтологии. М.—Л., 1947.
5. А. Борисьяк и Е. И. Беляева. Местонахождения третичных наземных млекопитающих на территории СССР. Тр. Пал. Инст., т. XV, вып. 3, 1948.
6. В. О. Ковалевский. Монография рола Anthracotherium. Palaeontographica. Bd. XII, 1876.
7. E. Colbert. A classification of Chalicotheres. Amer. Mus. Novit., 798, 1935.
8. W. Matthew. Critical observations upon Stwalik mammals. Bull. Amer. Mus. N. H. LVI, art. VII, 1929.
9. M. Schlosser. Über Chalicotherium-Arten, N. Jb. f. Min etc. Bd II, 1883.
10. H. G. Stehlin. Die Säugetiere des schweizerischen Eocaens. Abh. Schw. pal. Ges. Bd XXXI, 1905.

ტექნიკა

ლ. აბლიოვილი

ელექტრული რეინიგზების მოკლე ჩართვის დენებისგან დაცვის
სამცირონირების წერტის აღმოფხვრის განსაზღვრა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდუშულიძემ 17.1.1951)

1. ელექტრული რეინიგზების მუდმივი დენის მხარეზე მოკლე ჩართვის დენებისაგან დაცვას ახორციელებენ სხვადასხვა სქემით [1], რომელთა შორის უმეტესი გავრცელება ჰპოვა სქემამ შუალედი ავტომატური სექციონირების წერტების დადგმით.

წერტის ადგილმდებარეობა ირჩევა როგორც ქვესადგურების, ისე თვით შუალედი ავტომატების რეგულებადობის პირობით. პრაქტიკულად წერტის ადგილის განსაზღვრა წარმოადგენს დამაკმაყოფილებელი ვარიანტის შერჩევას.

მოცემულ წერილში მოყვანილია ქვესადგურების ავტომატების მოქმედების ტოლსაზღვრობის პირობით სექციონირების წერტის ადგილის პირდაპირი განსაზღვრის წესი, რომელიც უთუოდ გააადვილებს საბოლოო ვარიანტის შერჩევას.

2. სწრაფმოქმედი ავტომატის I_s დაყენების დენი განისაზღვრება უტოლობით

$$I_k > I_s > I_i,$$

სადაც I_k და I_i , სათანადოდ, მოკლე ჩართვისა და დატვირთვის საანგარიშო დენებია.

$I_k > I_i$ უტოლობის ავტომატის ტიპზე დამოკიდებულ დიპაზონში გათვალისწინებულია ხოლმე რეგულების უზუსტობის მარაგი. მინიმალური $I_k - I_i$ სხვაობის დაცვისას ავტომატის რეგულების სიმარტივე და მისი მოქმედების სანდოობა შეიძლება შეფასებულ იქნეს ფარდობითი

$$\delta I = \frac{I_k - I_i}{I_s}$$

ინტერვალით.

3. მუდმივი დენის მხარეზე მოკლე ჩართვის დენი შეიძლება განისაზღვროს

$$I_k = \frac{\beta E}{R + r_x X}$$

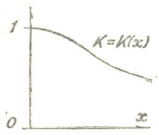
ფორმულით, სადაც

$$r_x = \frac{17,8}{q} + kp, \tag{1}$$

ხოლო β არის ქვესადგურის მახასიათებელსა და მკვებავი გადაცემის ხაზზე დამოკიდებული კოეფიციენტი [1], E —ქვესადგურის სალტებზე ძაბვა, R —ქვე-

სადგურისა და მკვებავი ხაზის ჯამური წინაღობა, q —ქსელის განივკვეთი, ρ —სარელსო წრედის გრძივი წინაღობა, k —ყამირის გამტარობაზე შემასწორებელი კოეფიციენტი და x —მოკლე ჩართვის მხარი.

კოეფიციენტი k დამოკიდებულია x მხარეზე და რელს-ყამირის გადასვლის წინააღობაზე [1,2]. მოცემული გადასვლის წინააღობისას k შეიძლება გამოხატულ იქნეს x -ის საშუალებით, 1 ნახ.ზე ნაჩვენების მსგავსად.



ნახ. 1

ამისთან დაკავშირებით r_{Σ} ქსელის გრძივი წინააღობა, (1) თანახმად, წარმოიდგინება x -ის ფუნქციად.

4. L -კილომეტრიანი უბნის A და B ქვესადგურებიდან ორმხრივი კვებისას და სექციონირების c და d (ნახ. 2) ორი წერტილის დროს ქვესადგურის ავტომატებისათვის მოკლე ჩართვის საანგარიშო სქემას ესაბამება ჩართვა სექციონირების წერტილებთან. თუ წერტილების დაშორება ქვე-

სადგურებიდან x_A და x_B -ს შეადგენს, მაშინ მოკლე ჩართვის დენები გამოხატული იქნება

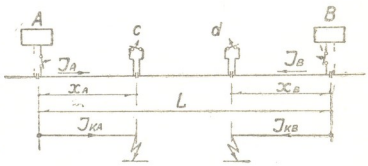
$$I_{KA} = \frac{\beta_A E_A}{R_A + r_{XA} x_A} \quad \text{და} \quad I_{KB} = \frac{\beta_B E_B}{R_B + r_{XB} x_B}$$

სიდიდეებით, ხოლო მოქმედების ტოლსაწოდობის პირობა—ფარდობითი ინტერვალების ტოლობა $\delta I_A = \delta I_B$ — მიიღებს

$$I_A \frac{R_A + r_{XA} x_A}{\beta_A E_A} = I_B \frac{R_B + r_{XB} x_B}{\beta_B E_B} \quad (2)$$

განტოლების სახეს, სადაც I_A და I_B სათანადო ქვესადგურების მკვებავები ხაზის საანგარიშო დატვირთვის დენებია.

სექციონირების წერტილების საძიებელი ადგილმდებარეობა განისაზღვრება (2) განტოლებიდან.



ნახ. 2

(2) განტოლება შეიძლება ამოიხსნას გრაფიკულად. ამისათვის საკმარისია $AB=L$ ნაკვეთზე აგებულ იქნეს x_A და x_B სიდიდეების ფუნქციები—(2) განტოლების მარცხენა და მარჯვენა მხარეები, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე, x_A -ს A -დან, ხოლო x_B -ს B -დან ათვლით.

5. ყველაზე გაგრძელებულ შემთხვევაში სექციონირების ერთი წერტილი დაცვის განხორციელებისას $x_A + x_B = L$ (ნახ. 3-ზე I ზომები) და სექციონირების წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება g წერტილით, ორი მრუდის g' გადაკვეთის აბსცისით.

მაგრამ პრაქტიკულ ანგარიშებში ნახ. 3-ის აგება შეიძლება საგრძნობ-
ლად გამარტივდეს ყამირის გავლენის უგულვებელყოფით, სახელდობრ r_x -ის,
(1)-დან, უბნის შუისათვის განსაზღვრით

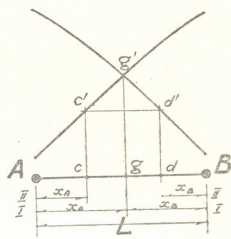
$$r = r_x|_x = \frac{L}{2}$$

ამ შემთხვევაში (2) განტოლების ამო-
ხსნა განხორციელებულ იქნება 4 ნახ. აგე-
ბით, სადაც

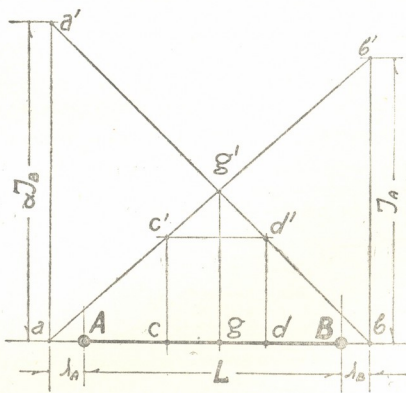
$$\lambda_A = \frac{R_A}{r}, \quad \lambda_B = \frac{R_B}{r}, \quad \text{ხოლო } \alpha = \frac{\beta_A E_A}{\beta_B E_B}$$

და მიიღება g' გადაკვეთის წერტილის g
აბსცისის სახით. პრაქტიკულად ნახ. 4-სა
და ნახ. 3-ის აგებათა სიზუსტე ტოლფასო-
ვანია.

ნახ. 4-დან ჩანს, რომ სექციონირების
წერტი უნდა სცილდებოდეს უბნის შუას.
სახელდობრ, იდენტური ქვესადგურებისას
($\lambda_A = \lambda_B$ და $\alpha = 1$) სექციონირების წერტი უნდა გაიწიოს მეტდენიანი ქვე-
სადგურისაკენ. ერთნაირი დატვირთვის დენებისას ($I_A = I_B$, მაგრამ $\alpha \neq 1$)



ნახ. 3



ნახ. 4

სექციონირების წერტი უნდა უახლოვდებოდეს ქვესადგურს სალტეებზე ნაკ-
ლები ძაბვით. ქვესადგურებს შორის დატვირთვის გადანაწილებისათვის მათი

სალტებზე ძაბვის რეგულბამ შეიძლება გამოიწვიოს ფარდობითი ინტერვალების მხოლოდ მცირე შეცვლა—მხოლოდ უმნიშვნელოდ დაარღვიოს ქვესადგურის ავტომატების მოქმედების ტოლსანდობა.

5. სექციონირების წერტილის ადგილის შერჩევის მოყვანილი მოსაზრებანი აგებულია მხოლოდ ქვესადგურის ავტომატების რეგულბადობის პირობაზე. შერჩეული ადგილი, ცხადია, უნდა შემოწმდეს თვით სექციონირების წერტილის ავტომატის რეგულბადობაზე. მისი რეგულბადობა მოითხოვს სექციონირების წერტილის მოთავსებას შერჩეული სადგურის უბნის შუისაკენ მოქცეული ქვების გაყოფაზე.



ნახ. 5

სახელდობრ, თუ ვერტიკალი mm' (ნახ. 5) წარმოადგენს უბნის შუას, ხოლო 3 ან 4 ნახ-ის აგების თანახმად სექციონირების წერტილის ადგილმდებარეობა უნდა შეესაბამებოდეს g წერტილს, მაშინ სექციონირების წერტილი უნდა აგებულ იქნეს g -ს მახლობელ სადგურ a -ში, უბნის mm' შუისაკენ მოქცეულ G ქვების გაყოფაზე.

7. ორი სექციონირების წერტილთა დაცივის დროს მათი განლაგება წყდება იმავე 3 ან 4 ნახ-ის თანახმად. სახელდობრ, c სექციონირების წერტილის რაიმე ადგილისათვის d -ს მდებარეობა მოიძებნება $c'd'$ ჰორიზონტალის გატარებით. პრაქტიკულად ორი სექციონირების წერტილის განლაგება დაიყვანება ვარიანტების შედარებაზე. $x_A \cong x_B \cong \frac{1}{3}L$ (იხ. ნახ. 3, ზომები II) პირობით შერჩეული ორი სადგურისათვის c' და d' წერტილებზე ტარდება სწორი $c'd'$. სექციონირების წერტილების განლაგების ორი წყვილიდან უნდა მიღებულ იქნეს ის წყვილი, რომლისთვის $c'd'$ უფრო ახლოა ჰორიზონტალთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდუბუღიძის სახ. ენერგეტიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.1.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. Г. Марквардт. Энергоснабжение электрифицированных железных дорог. Москва, 1948.
2. Б. Г. Лорткипянидзе. Теория распределения токов и потенциалов в обратной сети электрических ж. д. дисертაცია (ხელნაწერი ინახება საქ სსრ მეცნ. აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტში, 1946).

ენერგეტიკა

მ. მოსტაოვი

ჰიდროელექტროსადგურის განტოლება

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულძემ 23.11.1950)

ჰიდროელექტროსადგურების დაპროექტებასა და ექსპლოატაციასთან დაკავშირებული განაგარიშებები შეიცავს რეგულირების ამოცანას, ე. ი. წყალსაცავში წყლის დონის, წყლის მოდინებისა და კარგვასთან დაკავშირებით ენერჯის გამომუშავების განსაზღვრას; ამასთან შეიძლება დატვირთვა მოცემულად ჩაითვალოს ან, პირიქით, მისი მნიშვნელობა დავადგინოთ წყლის რეჟიმის პირობების მიხედვით. მოყვანილ შემთხვევებში აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ ტურბინის მარგი ქმედების კოეფიციენტის ცვალებადობა, დაწნევის კარგვის სიდიდე წყლის სხვადასხვა ხარჯის დროს, აგრეთვე შეტბორვა ქვედა ბიფეში. გარდა ამისა, არსებობს ისეთი ამოცანები, რომლებიც დაკავშირებულია სადგურებს შორის დატვირთვის განაწილებაზე, გამათანაბრებელ რეზერვუარებში წყლის დონის რხევების მდგრადობაზე და სხვ. ხსენებული ამოცანები რთულდება მით, რომ მუშაობის პროცესში იცვლება როგორც დაწნევა, ისე ტურბინების შევსება და, მაშასადამე, მათი მარგი ქმედების კოეფიციენტიც, იცვლება აგრეთვე ჰიდროლოგიური და სისტემის რეჟიმები. ამიტომ ზოგადი და მასთან საკმაოდ ზუსტი გადაწყვეტა, სხვადასხვაგვარი ფაქტორის მხედველობაში მიღებით, შეუძლებელი ხდება. მიუხედავად ამისა, საჭიროა პრაქტიკული თვალსაზრისით საკმაოდ ზუსტი მეთოდის დადგენა, რომელიც მოხერხებულობით არ ჩამორჩება მრავალრიცხოვან გრაფიკულ მეთოდებს.

ჩვენ დავემყარებთ ჰიდროელექტროსადგურის მახასიათებელ განტოლებას, შემოკლებით ჰიდროელექტროსადგურის განტოლებას, რომელსაც ვამოვსახავთ $N = N(H, Q)$ -ით შემდეგნაირად:

ვთქვათ, მოცემულია ჰიდროელექტროსადგურის სქემა. თუ მივიღებთ წყალსაცავის სხვადასხვა H_1, H_2, \dots შევსებას, მომუშავე აგრეგატების სხვადასხვა რიცხვს, აგრეთვე თუ გვექნება მარგი ქმედების კოეფიციენტის მნიშვნელობები, რომლებიც შეესაბამება მოცემულ დაწნევას და ტურბინებში გამდინარე წყლის ხარჯს, განესაზღვრავენ N სიმძლავრეს. აგრეგატებს შორის სიმძლავრის განაწილებას დავადგენთ ან ხელსაყრელი ენერგეტიკული დატვირთვის სქემის, ანდა ექსპლოატაციის მოთხოვნათა შესაბამისად. რამდენადაც ნაკლები იქნება წნევის ფართობითი კარგვა ჰესის ნაგებობებში, იმდენად ამ მნიშვნელობების $N-Q$ გრაფიკზე გამოსახვა მოგვცემს წრფეთა კონის მიახლოებით სახეს. ამ კონის განტოლება შემდეგი მოსაზრებიდან დაიწერება:

წარმოვიდგინოთ $N = N(H, Q)$ გამოსახულება ტელიორის მწკრივის სახით ორი ცვლადი $\Delta Q = Q - Q_0$ და $\Delta H = H - H_0$ სიდიდისათვის, ე. ი.

$$N = N(H_0, Q_0) + \Delta Q \frac{\partial N}{\partial Q_0} + \Delta H \frac{\partial N}{\partial H_0} + \frac{1}{2!} \left(\frac{\partial^2 N}{\partial Q_0^2} \Delta Q^2 + 2 \frac{\partial^2 N}{\partial Q_0 \partial H_0} \Delta H \Delta Q + \frac{\partial^2 N}{\partial H_0^2} \Delta H^2 \right) + \dots$$

თუ განსახილველი შუალედისათვის, რომელიც დამოკიდებულია მომუშავე აგრეგატების მოცემულ რიცხვზე, წარმოებულებს მუდმივად ჩავთვლით, მაშინ ΔQ და ΔH -ის შეცვლით შეგვეძლება ზოგადი განტოლების შემდეგი სახით გადაწერა:

$$N = N_* + aH + bQ + cQH + dH^2 + fQ^2 + \dots \quad (1)$$

თუ Q და H -ისათვის წრიული გამოსახულებებით დავკმაყოფილებთ, მივიღებთ წრფეთა კონის განტოლებას:

$$N = N_* + aH + bQ + cQH, \quad (2)$$

რომელსაც ჰიდროსადგურის განტოლებას ვუწოდებთ. ამოცანის პირობების მიხედვით მოცემული განტოლების კოეფიციენტების განსაზღვრა სხვადასხვანაირად ხდება, კერძოდ, გამათანბრებელი რეზერვუარიდან წყალსაცავამდე წყლის დონის რხევის გამოკვლევისას კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის საჭიროა დაწნევის კარგვის მხედველობაში მიღება მხოლოდ მოცემულ უბანზე. კოეფიციენტების გამოთვლისას საჭიროა წინასწარ გვეჩონდეს რეჟიმის მოსალოდნელი შეცვლის ზონაში უშუალოდ გამოთვლილი ცვლადი სიდიდეების N , H და Q -ს არა ნაკლებ ოთხი მნიშვნელობისა. ამ მნიშვნელობების დადგენის შემდეგ (2) განტოლების პარამეტრების პოვნა შეიძლება კარმანის ფორმულით.

მაგალითის სახით⁽¹⁾ მოგვყავს განტოლება ერთ-ერთი ჰიდროელექტროსადგურისთვის, რომლის კაშხლის სიმაღლე $H_n = 145$ მ, დერივაციით შექმნილი დაწნევა კი $H_0 = 22$ მ, ჰიდროელექტროსადგურის ოთხ ტურბინაში გამავალი წყლის ხარჯის ზღვრული სიდიდე 200 მ³/სეკ აღწევს. (2) განტოლებაში შემავალი პარამეტრების მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის თითოეული ინტერვალისთვის, რომელიც მოცემულ მომუშავე მანქანების რიცხვს შეესაბამება, გამოთვლილია ოთხ-ოთხი წერტილი.

მაგალითად, $50 > Q > 20$ მ³/სეკ ხარჯისთვის მოცემულია 1...4 წერტილი, რომელთა მნიშვნელობები ასეთია:

წერტილები	1	2	3	4
ხარჯი მ ³ /სეკ	20	50	20	50
დაწნევა მ	100	100	145	145
სიმძლავრე ათასი კვტ	19,1	53,6	26,7	75,1

(1) მაგალითი შესრულებულია უმც. მე ე. თანამშრომლის ო. ყანაიელის მიერ.

აღნიშნული ხარჯის, დაწვევისა და სიმძლავრის მნიშვნელობების (2) განტოლებაში შეტანის შემდეგ გამოთვლილია განტოლების კოეფიციენტების სიდიდეები ხარჯის მოცემულ ზღვრებში (ინტერვალებში). ანალოგიური ოპერაცია შესრულებულია სხვა ინტერვალებისათვისაც, რის შედეგადაც გამოთვლილია კოეფიციენტების მნიშვნელობები ჰესის შესაძლებელი სიმძლავრებისთვის:

ხარჯის ინტერვალები	50	50—100	100—150	150—200
N_*	-0,19	+11,14	+44,5	+85,87
a	-0,037	-0,190	-0,440	-0,690
b	+0,120	-0,011	-0,221	-0,381
c	+0,0103	+0,0115	+0,0126	+0,0131

ცხრილში მოყვანილი კოეფიციენტების საფუძველზე გამოთვლილი ჰესის სიმძლავრის მნიშვნელობები კარგად ემთხვევა უშუალო გაანგარიშებებით განსაზღვრულ მნიშვნელობებს.

ჩამოვყალიბოთ ზოგიერთი ამოცანა:

1. განესაზღვროთ ენერგეტიკული ტევადობა, ე. ი. ჰიდროელექტროსადგურის წყალსაცავის ენერჯის \mathfrak{E}_B მარაგი. წყალსაცავის მოცულობის დამოკიდებულება შევსებისთან, ე. ი. $V(H)$, ჩავთვალოთ მოცემულად. წყლის მოდიფიკაცია და კარგვა არა გვაქვს, მოხმარება მუდმივია დროის მოცემულ შუალედში.

რადგან
$$\mathfrak{E}_B = \int_T N dt, \tag{3}$$

ამიტომ (3) და (2) გამოსახულებიდან სიმძლავრის მნიშვნელობის შეტანის შემდეგ გვექნება

$$\mathfrak{E}_B = \int_T [N_0 + aH + Q(b + cH)] dt. \tag{3'}$$

განვიხილოთ ინტეგრალები:

$$\int_T N_* dt = N_* T,$$

სადაც T წყალსაცავის დონის დაწვევის შესაბამისი დროის მონაკვეთია.

$$b \int_T Q dt = b(V_2 - V_1)$$

წარმოადგენს T დროის მონაკვეთში წყალსაცავიდან გასული წყლის მოცულობას. რაც შეეხება $a \int_T H dt$, რადგან დონის დაწვევის კანონის დადგენა შე-

იძლება წყლის მოხმარების მუდმივობის პირობიდან, $dt = -\frac{dV}{Q}$ შეცვლისა და წყალსაცავის ოროგრაფიული ფუნქციის $V = kI^m$ შეტანის შემდეგ მივიღებთ:

$$\int_T H dt = -\frac{km}{Q} \int_2^1 H^m dH \quad (Q \text{ მუდმივია}).$$

ამრიგად ვღებულობთ, რომ

$$\int_T H dt = \frac{km}{m+1} \frac{H_2^{m+1} - H_1^{m+1}}{Q} = \frac{m}{m+1} \frac{H_2 V_2 - H_1 V_1}{V_2 - V_1} T.$$

დაბოლოს,

$$\int_T HQ dt = \int_2^1 -\frac{dV}{dt} H dt = \frac{m}{m+1} (H_2 V_2 - H_1 V_1).$$

თუ მიღებულ გამოსახულებებს შევტანთ (3')-ში, მივიღებთ, რომ წყალსაცავის ენერგია, მისი დონის 1-დან 2-მდე დაწვევისას, შეადგენს:

$$\Theta_B = N_* T + b(V_2 - V_1) + \frac{m}{m+1} (H_2 V_2 - H_1 V_1) \left(\frac{a}{Q} + c \right). \quad (4)$$

(4) განტოლება გამოიყენება მხოლოდ იმ ზღვრებისთვის, რომლებშიც (2) განტოლების კოეფიციენტებია განსაზღვრული. რაც შეეხება წყალსაცავის დონის დაწვევის (დამუშავების) პერიოდის ხანგრძლიობას, მისი განსაზღვრა შესაძლებელია მოცემული ტურბინების მოხმარების მიხედვით, ე. ი.

$$T = \frac{V_2 - V_1}{Q}.$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც მოხმარება ცვალებადია, ამოცანის გადაწყვეტა რთულდება. თუ შევცვლით

$$\int_T H dt = \int_T \left(\frac{V}{H} \right)^{1/m} dt, \quad \text{სადაც } V = -\int Q dt,$$

შეგვიძლია ინტეგრალი გამოვთვალოთ იმ შემთხვევისთვის, როდესაც $Q(t)$ კანონი ცნობილია. მაგრამ უფრო მარტივია მივიღოთ

$$\int_T H dt = TH_{cp}.$$

ამ შემთხვევაში (4)-ის ნაცვლად ვიპოვიოთ

$$\Theta_B = T \left(N_* + a \frac{H_1 + H_2}{2} \right) + b(V_2 - V_1) + c \frac{m}{m+1} (H_2 V_2 - H_1 V_1). \quad (5)$$

2. განსაზღვროთ წყალსაცავის დონის დაწვევა, როდესაც წყლის მოდინებას აქვს ადგილი; ჰიდროსადგურს, როგორც ზემოთ, დერეფიცია აქვს, ტურბინების მიერ წყლის მოხმარება განისაზღვრება დატვირთვის მოცემული კანონის საფუძველზე.

განუწყვეტლობის განტოლება გვაძლევს

$$Q = Q_p - Q_u - \frac{dV}{dt} \quad (6)$$

$\frac{dV}{dt}$ -ს წინ ნიშანი მინუსი გვიჩვენებს წყალსაცავის მოცულობის გაზრდის დამახვევას დონის დადებით მიმართულებასთან. თუ შევიტანთ მე-(6) განტოლებას მე-(2)-ში, მივიღებთ, რომ T პერიოდში ჰიდროსადგურის მიერ მოცემული ენერგია

$$\Theta_r = \int_T \left[N_* + aH + (b + cH) \left(Q_p - Q_u - \frac{dV}{dt} \right) \right] dt \quad (7)$$

გამოვაკლოთ მიღებულ გამოსახულებას ენერგიის (3) მნიშვნელობა და მივიღებთ

$$\Theta_r = \Theta_b + \int_T (b + cH) (Q_p - Q_u) dt \quad (8)$$

ამრიგად, ჰესის მიერ მოცემული ენერგიის სიდიდის გამოსათვლელად საჭიროა წყალსაცავის ენერგიას, რომელიც (4) ან (5) გამოსახულების მიხედვით განისაზღვრება, მიუხედავად სატრანზიტო ჩაღინების ენერგიის მნიშვნელობა, რომელიც T დროის მონაკვეთში ტოლი იქნება

$$\Theta_c = \int_T (b + cH) (Q_p - Q_u) dt \quad (9)$$

უქანასკნელ გამოსახულებაში Q_p წყლის ცვალებადი ხარჯია მდინარეში, Q_u კარგვის ხარჯია, რომელიც ფილტრაციის, აორთქლებისა და წყალსაცავის ქიმიდან გადაღინებული წყლის კარგვას შეიცავს. ცხადია, რომ (9) გატოლება, ისევე, როგორც (4—5) განტოლებები, მხოლოდ იმ ზღვრებში გამოიყენება, როდესაც (2) განტოლებაში შემავალი კოეფიციენტები მუდმივი სიდიდეებია.

(9) ინტეგრალის გამოთვლა შეიძლება იმ შემთხვევაში, როდესაც ცნობილია Q_p და H -ს შორის დამოკიდებულება დროის მიხედვით. ამასთანავე აღნიშნული დამოკიდებულებისთვის საერთო გამოსახულება არ არსებობს, რის გამოც მიემართავთ გამარტივებულ წინაპირობებს, რომელთა გამოყენება შეიძლება ანალიზებულ იქნეს საკმაოდ მცირე დროის მონაკვეთებისათვის ჩატარებული გაანგარიშებით.

თუ ვისარგებლებთ თეორემით საშუალო სიდიდის შესახებ, რომლის გამოყენება დასაშვებია იმ შემთხვევაში, როდესაც შედარებით მცირე დროის ინტეგრალისთვის (აქ i და $i + 1$ ინდექსები მოცემულ საწყის და ბოლო საკმაოდ მცირე ინტერვალებს შეესაბამება) მივიღოთ

$$H_{i+1} = H_i - \frac{N_{ep} - N_* - bQ_{ep} - H_i(a + cQ_{ep})}{\frac{1}{2} (a + cQ_{ep}) + \frac{S_i}{T} (cH_i + b)} \quad (11)$$

(11) გამოსახულება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დონეების თანმიმდევრობითი მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის. Q_{ep} -ით აღნიშნულია მდინარის საშუალო ხარჯის მნიშვნელობა კარგვის მოცემული დროის ინტერვალის განმავლობაში, S წარმოადგენს რეზერვუარის ზედაპირის (სარკის) ფართობს, რომელიც ტოლია mV_1/H და მილიონ მ²-ით იზომება, T -ს მნიშვნელობა მოცემულია სეკუნდებით. (2) განტოლებაში შემაჯავლი კოეფიციენტების მნიშვნელობები ათასი კილოვატობით გამოთვლილ სიმძლავრეს შეესაბამება, სიდიდე N_{ep} მოცემული დროის მონაკვეთში საშუალო დატვირთვის შეესაბამება.

3. განვიხილოთ სხვადასხვა მდინარეზე აგებულ ცალკეულ ჰიდროელსადგურებს შორის დატვირთვის განაწილების ამოცანა. იმ შემთხვევაში, როდესაც განსახილველი დროის განმავლობაში გვაქვს ჰიდროელექტროსადგურების მიერ გამოყენებული განსაზღვრული ჩაღწევის სიდიდე, მაქსიმალური ენერჯის მნიშვნელობის მიღების აუცილებელ პირობად ჩაითვლება

$$\left(\frac{\partial N}{\partial Q}\right)_1 = \left(\frac{\partial N}{\partial Q}\right)_2 = \dots = \text{const},$$

ან, თუ ვისარგებლებთ ჰესის (1) განტოლებით,

$$(b + 2fQ + cH)_1 = (b + 2fQ + cH)_2 = \dots = \text{const}. \quad (12)$$

(12) განტოლება უნდა დაკმაყოფილებულ იქნეს თითოეული განხილული სადგურისთვის და წარმოადგენს პირობას, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს მოცემული ჰესის ტურბინებში გამავალი წყლის ხარჯი იმისათვის, რომ ენერჯის გამომუშავებამ ყველა ჰესზე მიაღწიოს შესაძლებელ მაქსიმუმს. (12) განტოლების გადაწყვეტა გვაძლევს წყლის ხარჯის მნიშვნელობას i -ის ჰესისათვის.

$$Q_i = \frac{\text{const} - (b + cH) i}{2fi}. \quad (13)$$

რადგან თითოეულ დროის მონაკვეთში უნდა იყოს დაცული პირობა

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_k = \sum_{i=1}^{i=k}, \quad \text{სადაც} \quad \sum_{i=1}^{i=k}$$

ტოლია ყველა განსახილველი მდინარის საერთო ხარჯისა, ამიტომ თითოეული ჰესის ხარჯის შეკრებით ((13) განტოლება) შევძლებთ მუდმივის განსაზღვრას, სახელდობრ

$$\text{const} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} \frac{b+cH}{f} + 2 \sum_{i=1}^{i=k} Q}{\sum_{i=1}^{i=k} \frac{1}{f}}.$$

ამრიგად, მოცემული სიდიდე თითოეული ჰესის ტურბინებში გამავალი ხარჯის მნიშვნელობის განსაზღვრისას (13) განტოლებაში უნდა იქნეს შეტანილი.

4. განვიხილოთ დღედამური რეგულირების ამოცანა. დავუშვათ, რომ დატვირთვის გრაფიკი შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ფურიეს კენტი ფუნქციის სახით, ე. ი.

$$N = N_{\text{cp}} + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k \sin k\omega t, \quad (14)$$

სადაც $\omega = \frac{2\pi}{T}$ პერიოდი, T -დღედამური საათების რიცხვი, ხოლო $\beta_k (k=1, 2, \dots)$

კოეფიციენტების მნიშვნელობები შეიძლება დიდგენილ იქნეს ფურიეს მწკრივის კოეფიციენტების განსაზღვრის საერთო წესებით. შემდეგ დავუშვათ, რომ მდინარის წყლის ხარჯი სადგურის დღედამის საშუალო დატვირთვის შესაბამება, ხოლო დაწნევისთან შედარებით დონის რხევა აუზში იმდენად უმნიშვნელოა, რომ იგი შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ.

მარტივ შემთხვევაში, $\omega = 2\pi/T$ -ით შეცვლის შემდეგ, თუ პირველი ჰარმონიკით დავკმაყოფილებით, რადგან $\beta_1 = N_{\text{max}} - N_{\text{cp}}$, ხოლო $N_{\text{cp}}T = \Xi_c$, რაც სადგურის მიერ ენერჯის დღედამურ გამომუშავებას წარმოადგენს, და აგრეთვე $\frac{N_{\text{max}}}{N_{\text{cp}}} = 2$, აუზის მოცულობა იქნება:

$$V_{\text{max}} = \frac{\Xi_c}{\pi} \left\| \frac{3,6}{b + cH_{\text{cp}}} \right. \cdot \quad (15)$$

აქ b და c გამოთვლილია სიმძლავრისათვის, რომელიც მოცემულია ათას კილოვატებით.

5. გამათანაბრებელი რეზერვუარის (მინიმალური კვეთით) მქონე ბიდროსადგურის რეგულირების ამოცანა შეიცავს განსაზღვრას რეზერვუარის მინიმალური კვეთისას, რომლისთვის რხევა არ იქნება ზრდადი. ტურბინის ბრუნვათა რიცხვი მუდმივია, რადგან იგულისხმება, რომ რეგულატორის მიერ გაღება ყოველთვის დაწნევის ცვლილებას შესაბამება.

როგორც ნაჩვენებია ჩვენს შრომაში [1], ამოცანის გადაწყვეტისათვის საჭიროა სამწირული დიფერენციალური განტოლების სისტემისათვის გურვიცის დეტერმინანტის განსაზღვრა:

ხარჯის უწყვეტლობის განტოლება

$$\Delta x' + \alpha_{21} \Delta u + \alpha_{23} \Delta q = 0,$$

მოძრაობის განტოლება

$$\Delta x' + \alpha_{12} \Delta u' + \alpha_{13} \Delta u'' = 0,$$

ხოლო სიმძლავრის განტოლება

$$\Delta q' + \alpha'_{33} \Delta x' = 0.$$

პირველი ორი განტოლება არაა დაკავშირებული ბიდროელექტროსადგურის განტოლებასთან და ამიტომ მათი გამოსახულება იგივეა, როგორცაა ციტირებულ შრომაში. რაც შეეხება სიმძლავრის განტოლებას, მისი მიღება შეიძლება უშუალოდ (2) განტოლებიდან, თუ მივიღებთ პირობას, რომ დაწნევის

ცვლილებისას დატვირთვა მუდმივია, ე. ი. $\frac{\partial N}{\partial t} = 0$. ამ შემთხვევაში, თუ შევცვლით $H = H_0 + z$, გვაქნება

$$a \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial t} (b + cH_0) + Qc \frac{\partial z}{\partial t} = 0.$$

ახლა თუ შევიტანთ ფარდობით სიდიდეებს, ე. ი. $q = \frac{Q}{Q_0}$ და $x = \frac{z}{H_0}$, ვიპოვიოთ

$$H_0 \Delta x' (a + cQ_0) + \Delta q' Q_0 (b + cH_0) = 0. \quad (16)$$

მიღებული (16) განტოლება ზემომოყვანილი სიმძლავრის განტოლების ანალოგიურია, ამასთან

$$a'_{95} = \frac{H_0}{Q_0} \frac{a + cQ_0}{b + cH_0}.$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ პრიზმული რეზერვუარის კვეთის მინიმალური დასაშვები ფართობი უნდა იყოს

$$F \cong \frac{QLv_0}{2gH_0h_{0,0}} a'_{95}, \quad (17)$$

ვიპოვიოთ

$$F \cong \frac{QLv_0}{2gH_0h_{0,0}} \frac{H_0}{Q_0} \frac{a + cQ_0}{b + cH_0}. \quad (17')$$

ე. წ. ტომას ფორმულის შესწორების კოეფიციენტის მნიშვნელობა, ე. ი. a'_{95} სიდიდე, დადებითი უნდა იყოს. ჩვეულებრივად თვლიან, რომ ეს შესწორება > 1 . ამასთან, როგორც (17') გამოსახულების ანალიზი გვიჩვენებს, შესწორება შეიძლება იყოს < 1 ; კერძოდ, იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰიდროსადგურის განტოლებაში $a > 0$, წყლის დიდი ხარჯისას შესწორება შეიძლება გახდეს < 1 და უებრუნებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენერგეტიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.12.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Мостков. Некоторые задачи устойчивости работы гидроэлектрического агрегата. Труды Энергетического сектора Академии Наук Грузинской ССР, т 1, 1941.

ნიადაგმცოდნეობა

მ. ცუცუნავილი

მარნეულის რაიონის დაწილული ნიადაგების ზოგირითი
ფიზიკური და წყლიერი თვისება

(წარმოადგინა აკადემ ის წევრ-კორესპონდენტმა მ. საბაშვილმა 18.9.1950)

სარწყავ რაიონებში სწორი აგროტექნიკური ღონისძიებების შერჩევის ერთ-ერთ ძირითად პირობას ნიადაგის ფიზიკური და წყლიერი თვისებების ცოდნა წარმოადგენს.

საქართველოს სარწყავი რაიონების ნიადაგების გეოგრაფიული გავრცელება საქმაოდ შესწავლილია, ხოლო მათი ფიზიკური და წყლიერი თვისებები დღემდის არაა საქმარისად შესწავლილი და გაშუქებული ლიტერატურაში.

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის მიზანი იყო შეგვესო ეს ხარვეზი ფიზიკური და წყლიერი თვისებების შესწავლის საქმეში, თუნდაც ჯერჯერობით მარნეულის რაიონში ფართოდ გავრცელებული დაწილული ნიადაგების მაგალითზე.

კვლევითი მუშაობა ჩატარებულია მარნეულის რაიონში, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის ინსტიტუტის სტაციონარზე.

მარნეულის ველი მტკვრის მარჯვენა მხარეზე იაღლუჯის მაღლობის სამხრეთით იშლება; დასავლეთით იგი მდ. ალგეთის აყოლებით სოფ. მარნეულამდე და ცოტა ზემოთ ვრცელდება, მდ. ხრამის მიმართულებით კი სოფ. არუხლომდის აღწევს. მდ. ხრამიდან სამხრეთით ვაკეს უბურია მაშავერას, შულავერისა და დებედას ქვემო წელთა შორის მდებარე სივრცე [1]. მდინარე ალგეთის მარცხენა მხარე იაღლუჯის მაღლობამდე დაახლოებით 4⁰ დაქანების მქონე ტალღისებრ ზედაპირს წარმოადგენს.

ნიადაგის დედაქანი წარმოდგენილია უმთავრესად ლიოსისებრი თიხნარებითა და თიხებით.

იაღლუჯის მაღლობის მიდამოებში ლიოსისებრი თიხნარები და თიხები დამლაშებულია უმთავრესად თაბაშირითა და წყალხსნადი სულფატებით, იშვიათად კი ქლორიდებით [2]. დამლაშების სიძლიერე მით მეტია, რამდენადაც იაღლუჯის ვუახლოვდებით.

რაიონი დახასიათდება შემდეგი კლიმატური მაჩვენებლებით: ატმოსფერული ნალექების მაქსიმუმი შემოდგომაზე და გაზაფხულის მეორე ნახევარშია. ზამთრისა და გაზაფხულის დასაწყისი, როდესაც ნიადაგში ტენიანობა დაგროვილი, შედარებით ღარბია ატმოსფერული ნალექებით. ივნი-

სიდან იწყება ნალექების შემცირება და ივლისს-აგვისტოში მინიმუმამდე ეცემა. ამგვარად, მარნეულის რაიონს ახასიათებს სიმშრალე ზაფხულის განმავლობაში და ნაწილობრივ გაზაფხულზე.

თუ რაიონს შევადარებთ პრაღ. გ. სელიანიანოვის ნიადაგის წყლის ბალანსის კოეფიციენტით [3] (ატმოსფერული ნალექების ჯამისა და 10-ჯერ შემცირებული ტემპერატურათა ჯამის შეფარდება), მივიღებთ, რომ კოეფიციენტი

$\frac{EP}{Et:10}$ ნაკლებია ერთზე, ე. ი. რაიონი ნაშრალია, განსაკუთრებით სარწყავი ზონა. აქ მორწყვა წარმოადგენს აუცილებელ პირობას სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ზრდა-განვითარებისათვის.

იაღლეჯის მაღლობის შლიფზე, სადაც ჩვენი გამოკვლევის მეტი ნაწილია ჩატარებული, არსებული ნიადაგები წარმოდგენილია წაბლა, კულტურული, მეტნაკლებად დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების სახით. მათ 13—15 სანტიმეტრის სიღრმიდან განვითარებული აქვთ მკვრივი დაწიდული ფენები, რომელთა გაერყელება თაბაშირის შემცველ ფენამდე აღწევს, დაახლოებით 60—90 სმ-ის სიღრმემდე.

აღნიშნულ ზონაში გრუნტის წყლის დონე ძალიან ღრმად იმყოფება, რის გამოც მისი ვაგლენა კაპილარული ამოწვეით ნიადაგის ზედა ფენებზე შეუძლებელია.

საკითხთა განხილვისას, გამარტივების მიზნით, მოგვიხდება ქრილის ნორმების გამოყენება, რისთვისაც მოვიყვანთ ნიადაგების დასახელებას.

ქრ. 2—ღია წაბლა ბიცობიანი, დაწიდული თიხა ნიადაგი, ლიოსისებრ თიხაზე, ერთი წლის ნაჩხატი. მცენარეულობა: უმთავრესად ქანგა, ურო ბალახი და იშვიათად ცოცხი.

ქრ. 3—ღია წაბლა, დამლაშებული და ბიცობიანი, დაწიდული თიხა ნიადაგი ლიოსისებრ თიხაზე. აუთუისებელი; ურწყავი, მშრალი ველის მცენარეებით, უმთავრესად აბზინდით დაკავებული.

ქრ. 10—ღია წაბლა თიხა ნიადაგი, სიღრმით დამლაშებული, დაწიდული, შემოდგომის ხორბლით დაკავებული.

ქრ. 11—წაბლა სარწყავი მდელოს დაწიდული ნიადაგი ლიოსისებრ თიხაზე. მცენარეული საფარი: ქანგა, ძურწა, შალაფა, ურო ბალახი და სხვადასხვა მარცვლოვანი.

ზემოაღნიშნული ნიადაგების მექანიკური შედგენილობის მაჩვენებლებზე წარმოდგენას გვაძლევს 1-ლი ცხრილის მონაცემები.

ცხრილის მონაცემების მიხედვით ეს ნიადაგები 60-90 სმ სიღრმემდე მძიმე თიხა ნიადაგებს წარმოადგენენ, რომლებიც სიღრმით თიხა ნიადაგებში გადადიან. მძიმე თიხა შედგენილობის ჰორიზონტებისთვის და განსაკუთრებით კი დაწიდული ჰორიზონტებისთვის (მეორე და მესამე ჰორიზონტი) დამახასიათებელია ლამის ფრაქციის (<0,001 მმ) განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით არსებობა; დაწიდულ ჰორიზონტებში ლამის რაოდენობა დაახლოებით 52—66%-ს ფარგლებში მერყეობს.

ცხრილი 1

მარნეულის ველის დაწილული ნიადაგების გრანულომეტრიული შედგენილობა

კრი- ლის №№	ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	ნაწილაკების ზომა მმ-ით							
		0—	0,25—	0,05—	0,01—	0,005—			
		0,25	0,05	0,01	0,005	0,001	<0,001	<0,01	<0,01
2	0—13	—	8,67	10,18	13,55	16,73	50,87	81,15	1,59
	17—35	—	3,12	12,23	2,93	14,19	60,53	77,65	1,28
	45—62	2,00	6,0	7,28	10,38	8,42	65,92	84,72	1,28
	70—88	—	11,94	18,43	0,77	14,23	54,63	69,63	1,27
10	0—13	1,34	8,00	15,82	13,94	8,84	52,06	74,84	1,44
	21—37	1,78	7,91	6,93	24,46	7,87	54,65	83,98	1,54
	45—61	1,04	5,96	16,96	7,11	16,52	52,41	76,04	1,45
	90—106	2,70	7,47	19,48	18,94	31,50	19,91	70,35	3,53

ამ ნიადაგების მძიმე მექანიკური შედგენილობა არის ერთ-ერთი მიზეზი მათი ფიზიკური და წყლიერი თვისებების ცუდი მაჩვენებლებისა, რასაც მომდევნო ცხრილის (ცხრ. 2) მონაცემები საუკეთესოდ ადასტურებს.

ცხრილი 2

მარნეულის ველის ნიადაგების ფიზიკური და წყლიერი თვისებები

კრილის №№	გენ. ჰორიზონტი		ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	მოცულობითი წონა	ხედრითი წონა	ფორიანობა	ტენიანობა		ბაჟალის გარისნი	წლის მოძრაობის სიჩქარე სმ/წუთში
	ინდემსი	სიღრმე სმ-ით					მოცულობით			
							%/0-ით	ზღვ- რული		
2	A	0—13	0—13	1,193	2,64	52,36	59,25	56,37	95,14	0,2
	B	13—45	17—35	1,387	2,73	51,47	58,61	57,97	98,81	0,3
	B/C	35—62	45—62	1,457	2,75	46,37	57,96	56,09	96,77	0,3
	C	62—120	70—88	1,411	2,87	45,10	55,79	55,09	98,74	0,1
3	A	0—15	0—15	1,307	2,60	49,73	68,76	67,33	97,92	0,002
	B	15—35	17—29	1,413	2,76	48,81	67,37	65,90	97,82	0,001
	B/C	35—55	36—48	1,465	2,90	49,83	61,56	58,54	90,22	0,001
	C	55—130	70—88	1,584	2,90	45,66	47,16	44,11	93,53	0,4
10	A	0—13	0—13	0,999	2,72	63,26	58,96	52,61	89,23	7,2
	B	13—44	21—37	1,319	2,80	53,25	57,04	54,69	95,88	5,3
	B/C	44—65	45—61	1,521	2,81	45,87	64,12	62,26	97,10	0
	C	65—120	90—106	1,490	2,86	47,91	60,18	56,24	93,41	0
11	A	0—21	0—18	1,206	2,78	56,98	61,77	48,01	77,72	98,5
	B	21—60	30—46	1,381	2,85	51,55	59,74	47,30	79,18	32
	B/C	60—84	64—80	1,388	2,94	52,74	49,08	48,37	98,55	10
	C	84—150	90—106	1,505	2,94	48,81	41,36	40,84	98,74	8,0

როგორც მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, ამ ნიადაგების მოცულობით წონა ზედაპირიდანვე ერთზე მეტია და ის სიღრმით საგრძნობლად მატებას განიცდის.

რაც შეეხება ტენტევალობის მაჩვენებლებს, აქ ისინი დაწილულ ბიკობიან ნიადაგებში მალაღ გამოხატულებას პოულონენ და ხშირად სრული ფორიანობის მაჩვენებელზედაც კი საგრძნობლად მეტ სიდიდეს იძლევიან, რაც ამ ნიადაგების დაწილებისა და ბიკობიანობის მოვლენებით გამოწვეული გაჯირჯვლებით უნდა აიხსნას. გამონაკლისს წარმოადგენს ქრ. 11 დახასიათებული სარწყავი მდელის დაწილული ნიადაგი, რომლის ფიზიკური და წყლიერი თვისებების საგრძნობი გაუმჯობესება მასზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მდელის ბალახების არსებობითაა გამოწვეული.

საინტერესო სურათს იძლევა ცხრილში მოყვანილი თხევად მდგომარეობაში წყლის გადაადგილების—მოძრაობის სიჩქარე, რომელიც დაწილულ ბიკობიან ნიადაგებში წუთში სანტიმეტრის მეათედი და ზოგჯერ მეასედი ნაწილებითაც არის გამოხატული. მე-10 კრილის შემთხვევაში კი ქვედა პორიზონტებში ის ნულის ტოლი ხდება. ქრ. 11 შემთხვევაში წყლის მოძრაობის საუკეთესო მაჩვენებლები გვაქვს.

პირველ ნახაზზე მოცემული წყალშეჟონვის გამომსახველი მრუდები, რომელთა მიხედვითაც ჩანს, რომ ქრ. 3 დახასიათებული ნიადაგი პირველი ერთი საათის განმავლობაში ჰექტარზე გადაანგარიშებით მხოლოდ 12 მ³ წყალს ატარებს, 3 საათის განმავლობაში კი 16 კუბ. მეტრს, ე. ი. წყალშეჟონვა თანდათან კლებულობს, რის შედეგადაც, ბუნებრივ პირობებში, წვიმების მოსვლის შემდეგ მათზე წყლის დატბორება ჩვეულებრივ მოვლენას წარმოადგენს. ქრ. 2-ის ნიადაგში კი ერთი საათის განმავლობაში ჰექტარზე გადაანგარიშებით ჩაიჟონება 222 კუბ. მ, ხოლო სამ საათში 622 მ³, რაც შეეხება ქრ. 10-ს, ერთ საათში ჩაიჟონება 1104 კუბ. მ, ხოლო სამ საათში—7252 კუბ. მ; ქრ. 10-ის მსგავსი მონაცემები მიღებულია ქრ. ქრ. 4, 5, 6 და სხვაში. მართალია, აქ საწყის მდგომარეობაში წყლის დიდი რაოდენობით ჩაიჟონავს აქვს ადგილი. მაგრამ შემდეგ, არამტკიცე სტრუქტურის არსებობის გამო, რომელიც წყლის მოქმედებით ადვილად იშლება, წყლის ჩაიჟონვის მატება საგრძნობლად მცირდება.

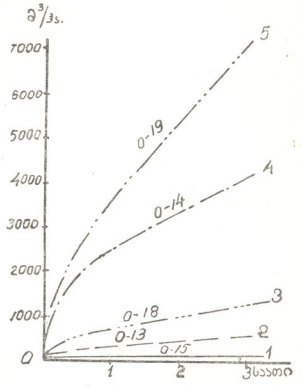
რაც შეეხება დაწილულ პორიზონტებს, ესენი თითქმის სრულიად წყალშეჟონვადები არიან, რის გამოც ნიადაგის სიღრმით ვატენიანება საგრძნობლად მცირდება და მორწყვით მიცემული წყლის მეტი ნაწილი ნიადაგის სიღრმის ფენებში ჩაუჟონვად დაწილული პორიზონტის ზედაპირზე უნდა გაედინებოდეს, რასაც ხელს უწყობს ამ ნიადაგების ზედა რელიეფის საგრძნობი ქანობი დაწილული ნიადაგებისთვის, ბუნებრივ პირობებში, წყალჩაიჟონვა შესწავლილი იყო ერთ შემთხვევაში 6,0 მ³ დანაყოფზე 1500 მ³ მორწყვის ნორმის ხელოვნურად დატბორებით, სადაც ტენიანობა განსაზღვრული იყო როგორც მორწყვის წინ, ისე მორწყვიდან მეოთხე დღეს (მორწყვის მეორე დღეს ნიშუშების აღება შეუძლებელი იყო დიდი წვიმის გამო, რამაც, ცხადია, მორწყვით მიცემული 1500 მ³ წყლის რაოდენობა საგრძნობლად გააძლია).

მეორე დაკვირვება შესწავლილი იყო საკოლმეურნეო ნაკვეთზე, სადაც ნიადაგის ტენიანობა შესწავლილი იყო სიმინდის მორწყვის დაწყებამდე და მორწყვის მეორე დღეს. დაკვირვებისთვის აღებული გვექონდა 400 მ³ ფართობი. სიმინდის მორწყვა ჩატარდა 1150 კუბ. მეტრი მორწყვის ნორმით. შედეგები მე-3 ცხრილში მოყვანილ სურათს იძლევა.

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ წყლის ჩაქონვა დაწიდულ ჰორიზონტებში საგრძნობლად შენელებულია და 30—40 სმ სიღრმიდან ის უმნიშვნელო სიდიდეს წარმოადგენს. 15 სმ სიღრმიდან 50 სმ სიღრმემდე ტენიანობის უმნიშვნელო ზრდა დაწიდული ჰორიზონტების ნაპრაღიანობით უნდა აიხსნას.

დაწიდული ნიადაგების ფიზიკური თვისებები საუკეთესო გამოხატულებას პოულობენ მათი ფილტრაციის კოეფიციენტის მონაცემებში.

მონაცემების მიხედვით (ნახ. 2) ნათლად ჩანს, რომ მლაშობიციობიანი აუთვისებელი ნიადაგის (ჭრ. 3) A ჰორიზონტში ფილტრაცია მხოლოდ მეხუთე დღეს იწყება, რომელიც დასაწყისიდანვე ნახ. 1. საწყისი წყალგონვადობა. 1—ჭრილი 3; 2—ჭრისწრაფად ეცემა და პრაქტიკული მნიშვნელობით 0-ს უახლოვდება.



ნახ. 1. საწყისი წყალგონვადობა. 1—ჭრილი 3; 2—ჭრისწრაფად ეცემა და პრაქტიკული მნიშვნელობით 0-ს უახლოვდება.

ასე, მაგალითად, საწყისში ფილტრაციის კოეფიციენტი 4×10^{-6} სმ/წამ. (ჰექტარზე გადაანგარიშებით 1,4 მ³ საათში) სწრაფად მცირდება 2×10^{-7} სმ/წამ, რაც ჰექტარზე გადაანგარიშებით მოგვეცემს 0,07 მ³ საათში. კიდევ უფრო ცუდი მდგომარეობა გვაქვს მეორე ჰორიზონტში, სადაც ფილტრაცია მხოლოდ მე-11 დღეს იწყება და 20 დღის განმავლობაში უმნიშვნელო სიდიდეს ინარჩუნებს (ჰექტარზე გადაანგარიშებით დაახლოებით 0,1 მ³ საათში).

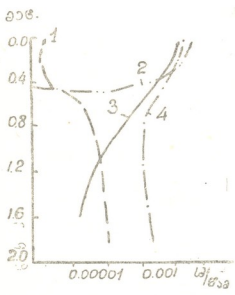
რაც შეეხება მესამე და მეოთხე ჰორიზონტებს, მართალია, აქ ზედა ჰორიზონტებთან შედარებით უკეთესი ფილტრაცია გვაქვს, მაგრამ აქაც იგი საგრძნობლად მცირე სიდიდეს წარმოადგენს—ჰექტარზე გადაანგარიშებით დაახლოებით 0,7—1,5 მ³ საათში.

რაც შეეხება ათვისებულ სარწყავ ნიადაგებს, ჭრ. 2 (ნახ. 2) და ჭრ. 10 (ნახ. 3), აქ სულ სხვა მდგომარეობაა. ამ ნიადაგების ზედა ჰორიზონტები საწყისშივე ხასიათდება კარგი ფილტრაციის უნარით, რომელიც თანდათან

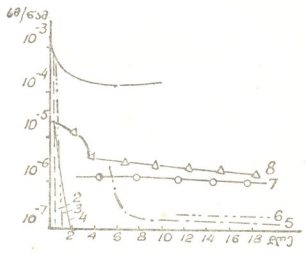
ცხრილი 3

ნიადაგში ტენის განაწილება მორწყვის შედეგად

ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	ხელოვნურად დატბორებული ნაკვეთი				წყლის მატება მ ³ /ჰე	სიმინდის ნაკვეთი				წყლის მატება მ ³ /ჰე
	ტენიანობა წონ. %/0-ით		წყლის რაოდენ. მ ³ /ჰე			ტენიანობა წონ. %/0-ით		წყლის რაოდ. მ ³ /ჰე		
	ცდის დაწებამდე	4 დღის შემდეგ	ცდის დაწებამდე	4 დღის შემდეგ		მორწყვის წინ	მორწყვიდან მეორე დღეს	მორწყვის წინ	მორწყვიდან მეორე დღეს	
0-5	11,28	47,66	62,0	261,9	199,9	9,96	47,61	53,1	253,8	200,7
5-10	22,45	44,61	134,5	267,3	134,8	10,42	40,51	55,5	215,9	160,4
10-20	24,30	42,43	291,4	508,7	217,3	18,77	37,88	206,6	417,1	210,5
20-30	26,46	37,21	327,3	460,0	132,7	21,69	28,59	276,5	364,5	88,0
30-40	28,22	37,86	349,0	468,3	119,3	25,23	27,41	338,3	367,5	29,2
40-50	29,67	36,05	388,3	471,9	83,6	24,67	25,42	331,8	339,2	7,4
50-60	32,61	33,67	428,2	440,7	12,5	24,47	24,55	343,8	344,9	1,1
60-70	32,43	33,08	424,5	433,0	8,5	22,99	82,96	323,0	322,6	0,4



ნახ. 2. ფილტრაციის კოეფიციენტი ჰორიზონტების მიხედვით. ჭრილი 2: 1-0-13 სმ; 2-17-35 სმ; 3-45-62 სმ; 4-70-80 სმ. ჭრილი 3: 5-0-15 სმ; 6-17-29 სმ; 7-36-48 სმ; 8-70-88 სმ



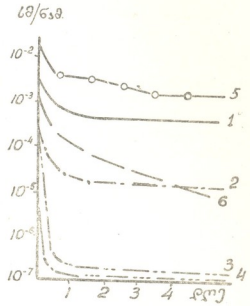
ნახ. 3. ფილტრაციის კოეფიციენტი ჰორიზონტების მიხედვით. ჭრილი 11: 1-0-18 სმ; 2-30-46 სმ; 3-64-86 სმ; 4-90-106 სმ. ჭრილი 10: 5-0-13 სმ; 6-21-37 სმ

მცირდება, მაგრამ მაინც საგრძნობ მნიშვნელობას ინარჩუნებს. განსაკუთრებით დიდი ფილტრაციით ხასიათდება ჭრ. 10 ზედა ჰორიზონტი, რომლის ფილტრაციის კოეფიციენტი 2×10^{-2} სმ/წამ (ჰექტარზე გადაანგარიშებით 7200 მ³ საათში) მეოცე დღეს 8×10^{-4} სმ/წამ დაღის (ჰექტარზე გადაანგარიშებით 288 მ³ საათში). ამ ნიადაგების ქვედა ჰორიზონტები 40 სმ სიღრ-

მიდან თითქმის მთლიანად წყალგაუმტარია. ამ ჰორიზონტების ფილტრაციის კოეფიციენტის შესწავლა ერთ თვეს გრძელდებოდა, რომლის განმავლობაშიც წყალი სრულებით არ გაუტარებიათ. ამგვარი მდგომარეობა განსაკუთრებით ქრ. 10 დახასიათებულ ნიადაგებს ახასიათებს.

ყველაზე უკეთესი მდგომარეობა ქრ. 11 დახასიათებულ ნიადაგებს აქვს, რომელთა ზედა ჰორიზონტები კარგი ფილტრაციით ხასიათდება და სიღრმის ფენებიც თუმცა მცირედ, მაგრამ მაინც წყალგამტარია.

ნახ. 4 მოცემულია ფილტრაციის კოეფიციენტის საშუალო მონაცემები განხილული ნიადაგების მთელი პროფილისათვის. მონაცემები ნათლად გვიჩვენებს, რომ ღია წაბლა მლაშობ-ბიოცობიანი აუთვისებელი ნიადაგის (ქრ. 3) ფილტრაციის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობაც დაახლოებით 25 სმ სიღრმემდე საგრძნობლად მცირეა (5×10^{-7} სმ/წამ), 25 სმ ქვევით იზრდება და თაბაშირის შემცველ ჰორიზონტში (60 სმ) უკვე 10^{-5} სმ/წამ აღწევს.



ნახ. 4. ფილტრაციის კოეფიციენტის საშუალო მაჩვენებლები. 1—ჭრილი 3; 2—ჭრილი 10; 3—ჭრილი 11; 4—ჭრილი 7

დაწიდული ათვისებული ვარიანტების (ქრ. 10) A ჰორიზონტში ფილტრაციის გაუმჯობესება მათი გაკულტურებით უნდა აიხნას; რაც შეეხება სიღრმით მათ შემცირებას, რაც B ჰორიზონტშივე 0-მდე დადის, ეს აიხსნება ამ ჰორიზონტების ლამის ფრაქციის, რომელიც შეცემენტებულს, დაწიდულს, გამკვრივებულს და წყლისათვის ძნელად გაუმტარ მასას წარმოადგენს, დიდი რაოდენობით (ცხრ. 1).

სარწყავი მდელის დაწიდული ნიადაგების (ქრ. 11) ფილტრაციის უკეთესი მაჩვენებლები გამოწვეულია მათზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უხვად გავრცელებული საკვები ბალახების ფესვთა სისტემის ნიადაგის ფიზიკური თვისებებზე დადებითი მოქმედებით. 0,6—0,7 მ ქვემოთ კი ფილტრაციის შემცირება მაჩვენებელია, რომ მარცვლოვანი ბალახების ფესვთა სისტემის დადებითი მოქმედება ამ ფენის საზღვარს ვეღარ სცილდება. ცხადია, მარცვლოვან და პარკოსან (განსაკუთრებით იონჯის) მცენარეთა ნარევის თესვა უმკველად უკეთეს შედეგს მოგვცემს ქვედა გამკვრივებული მასის დაშლისა და მათი ფიზიკური და წყლიერი თვისებების გაუმჯობესების მხრივ.

დაწილულ ნიადაგებთან შედარების მიზნით ნახ. 4-ზე მოყვანილია წაბლა-
დაუწიდავი ნიადაგის ფილტრაციის კოეფიციენტის მრუდი, რომელიც თავის
დადებითი ფილტრაციის მაჩვენებლებს საკმაოდ ნათლად ამჟღავნებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და
მელიორაციის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.9.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ალ. ჯავახიშვილი. საქართველოს გეოგრაფია, ტ. I, თბილისი, 1936.
2. Г. Д. Ахведиани, Г. Д. Талахадзе и И. Г. Бараташвили. Почвы хлопковой зоны Борчалинского района (рукопись в Институте полеводства АН Грузинской ССР, 1935).
3. Мировой Агро-климатический справочник, Л.—М. 1937.

ზოგადი

3. ოლიგამეტი

თუთის აბრეშუმის მუსკარდინიან პარკში ტენიანობის
გავლენის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცივმა 21.12.1950)

აბრეშუმის ქიის დაავადება მუსკარდინას გაკირვასაც უწოდებენ, რადგან სიკვდილის შემდეგ ქიის ლეში არ იხრწნება, არამედ მაგრდება და მთელი მისი ზედაპირი თეთრად იფარება. აღნიშნული დაავადება დიდი ხნიდანაა ცნობილი მებაბრეშუმეობაში. მას ჯერ კიდევ 1570 წელს იხსენიებს ანბალ გუასკო; 1763 წელს კი ეს დაავადება მუსკარდინის სახელწოდებით აღწერილი იქნა ბუასე დე-სოვაჟის მიერ [4].

მეცხრამეტე საუკუნის დასაწყისში მუსკარდინის ეპიზოტიამ საფრანგეთისა და იტალიის მებაბრეშუმეობას უდიდესი ზარალი მიაყენა, ამიტომ რიგი მეცნიერები (ბასი, ნისტენი, კონფილიაკი, ბრუნიატელი, დანდოლო და სხვა) შეუდგნენ მუსკარდინის ეთიოლოგიის გულმოდგინედ შესწავლას. 1835 წელს ბასიმ პირველმა დაამტკიცა, რომ აბრეშუმის ქიის მუსკარდინას იწვევს პარაზიტი სოკო. მანვე დაამტკიცა დაავადების ინფექციური ხასიათი. ბალზამომ შეისწავლა მუსკარდინის გამომწვევი სოკოს მორფოლოგია და მიკუთვნა იგი *Botrytis* გვარს. შემდგომ ბასის პატივსაცემად ამ სოკოს *Botrytis bassiana* უწოდეს. უფრო გვიან (1910) აღნიშნული სოკო ახალი კლასიფიკაციით მიაკუთვნეს *Beauveria*-ს გვარს და უწოდეს *Beauveria bassiana*.

სოკო *Beauveria bassiana*-ს მიერ გამოწვეული დაავადების პათოგენეზის, ეთიოლოგიისა და პროფილაქტიკის საკითხებს მრავალმა მკვლევარმა მიუძღვნა მეცნიერული ნაშრომები, როგორცაა კვაიატი და როსინსკი [1], კონტი და ლევრა [7], აკვა [5], პაიო [8] და სხვ.

Beauveria bassiana სპორებით მრავლდება. სპორა, მოხვედრილი აბრეშუმის ქიის სხეულის ზედაპირზე, იძლევა ღივს, რომელიც ფერმენტ დასტაზას საშუალებით შლის ქიის საფარველს და იჭრება ჰემოლიმფაში. ჰემოლიმფაში სოკო პარაზიტობს. სოკოს მიცელიუმში მალე სხეულის მთელ ღრუს ავსებს და მისი ჰიფები მეტ-ნაკლები სიძლიერით იჭრება ქიის თითქმის ყველა ორგანოში. სპორების გაღივება-განვითარებისთვის ოპტიმალურ ტემპერატურად ითვლება 25—27° [3] და ჰაერის შეფარდებითი სინესტე 90—100%.

აბრეშუმის ქიის დაავადებიდან სიკვდილამდე გადის 6—12 დღე. ავადმყოფობის ხანგრძლიობა დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურისა, ქიის ასაკისა, მის სხეულში შეჭრილი სპორების ვირულენტობისა და რაოდენობისაგან. დაავადების პირველ პერიოდში ქიები არ ამჟღავნებენ თვალსაჩინო

სიმბტომებს, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გავარჩიოთ ავადმყოფი ჭია ჯანმრთელისაგან. ზოგ შემთხვევაში, და ისიც მხოლოდ სიკვდილის წინ, ჭიის საფარველზე შესამჩნევი ხდება მცირე ზომის მოყავისფრო-მოშავო ლაქები. მუსკარდინით მკვდარი ჭიის ლემში პირველ ხანებში მოწითალო ელფერიისა, შემდეგ მუქდება და თანდათანობით მავრდება.

ჭიის სიკვდილის შემდეგ სოკო მის ლემზე იწყებს საპროფიტობას. მისი სანაყოფე ჰიფები გარეთ გამოდიან და წარმოქმნიან სპორებს ლემის ზედაპირზე, რაც თეთრად ფარავს ამ უკანასკნელს.

პროფ. მიხაილოვი [2] აღნიშნავს და ჩვენი ცდებითაც დადასტურდა, რომ სოკოს სპორებს ხელსაყრელ ტემპერატურულ და ტენიან პირობებში უნარი აქვთ შეიჭრან კვერცხშიაც და გამოიწვიონ აბრეშუმის ჭიის ემბრიონის სიკვდილი. ამის შემდეგ სოკოს სანაყოფე ჰიფები გამოდიან კვერცხის ზედაპირზე და წარმოქმნიან სპორებს.

აბრეშუმის ჭია მუსკარდინით ყველა ასაკში ავადდება. მეხუთე ასაკის ბოლოს დაავადებულმა ჭიამ შეიძლება აახვიოს პარკი, მაგრამ ჭიის ან ჭუპრის სტადიაში აუცილებლად დაიღუპება.

ასეთი პარკები 2,5—3-ჯერ მსუბუქია ნორმალურ პარკებზე და შენჯღრევისას გამოსციემენ დამახასიათებელ მკვეთრ ხმას.

გოქედეს ტვენსკაია [1] აღნიშნავს, რომ მუსკარდინით დაავადება მშრალი კლიმატის მქონე ადგილებში (შუა აზია) სუსტად ვრცელდება და, პირიქით, ძლიერ აზიანებს აბრეშუმის ჭიის გამოკვებას ტენიანი კლიმატის მქონე ადგილებში (უკრაინა, ჩრდილო კავკასია, ამიერკავკასია).

1950 წლის ზაფხულში ვალის რაიონში (დასავლეთ საქართველო) ხშირი წვიმების გამო მაღალი იყო ჰაერის ტენიანობა. ამან ხელი შეუწყო მუსკარდინის გავრცელებას აბრეშუმის ჭიის განმეორებით გამოკვებაში. ამ შემთხვევამ შესაძლებლობა მოგვცა მუსკარდინიანი პარკები დიდი რაოდენობით შეგვესწავლა ვალის რაიონის სოფ. ჭუბურხინჯსა და ოტობაიაში¹. ჩვენ მიერ შემჩნეული იყო, რომ მუსკარდინიანი პარკები შენჯღრევისას ზოგ შემთხვევაში დამახასიათებელ ხმიანობას არ გამოსციემენ. ასეთი პარკების გაკვეთამ დაგვანახვა, რომ მათ კედლებზე მტკიცედაა მიკრული მუსკარდინით დაღუპული ჭიები ან ჭუპრები. ამ უკანასკნელთა მიმაგრების ადგილას პარკის ზედაპირი დაფარულია *Beauveria bassiana*-ს ნაყოფიანობით (სურ. 1). აღსანიშნავია, რომ რამდენადაც მეტია საჭიე ბინაში ტენიანობა, იმდენად მეტია მუსკარდინიანი პარკის ზედაპირზე გამოსული სოკოს ნაყოფიანობა და თვით გამოკვებაშიც მეტია ასეთი პარკის რაოდენობა.

Beauveria bassiana-ს უხვი ნაყოფიანობით დაფარულ პარკებს დიდი რაოდენობით შევხვდით იმ მეურნეობებში, სადაც ცახებად გამოყენებული ჰქონდათ ნედლი მასალა. ცხადია, რომ ნედლი ცახის გამოყენება ადიდებს ტენიანობას და ამით ქმნის ხელსაყრელ პირობებს სოკოს უხვი ნაყოფიანობისათვის. მაღალი ტენიანობის პირობებში სოკო *Beauveria bassiana*-ს აქვს უნარი

¹ ამ სოკოთი პარკის დაზიანებას ზერელედ შეეხო ბასი 1835 წელს.

გაარღვიოს დომფალი პარკის კედელიც კი, რომლის გარსი ორჯერ სქელია ნორმალურთან შედარებით.

იმის გამოსარკვევად, თუ როგორი ტენიანობა უფრო ხელშემწყობია მუსკარდინიანი პარკის ზედაპირზე სოკოს ნაყოფიანობის გამოსვლისათვის, ლაბორატორიულ პირობებში ჩვენ მიერ ჩატარდა შემდეგი ცდა: თუთის აბრეშუმბხევის პარკები მუსკარდინით დაავადებული ქიებით მოვათავსეთ ექსიკატორებში 80, 90 და 100% ჰაერის შეფარდებით ტენიანობის პირობებში. 80% ტენიანობისას პარკის ზედაპირზე სოკოს ნაყოფიანობა არ შეგვიჩნევია. 90% ტენიანობისას აღმოჩნდა მცირე ნაყოფიანობა, 100% ტენიანობის პირობებში მოთავსებული პარკის ზედაპირზე კი სოკომ უხვი ნაყოფიანობა მოგვცა.



სურ. 1

გალისა და გალის რაიონის სოფ. ოტობაიას პარკის მიმღებ პუნქტებზე ზშირად მოდიოდა მუსკარდინიანი პარკის პარტიები. ყველა პარტიაში მეტ-ნაკლები რაოდენობით გვხვდებოდა პარკები ზედაპირზე გამოსული სოკო *Beauveria bassiana*-ს ნაყოფიანობით.

მუსკარდინით დაავადებული მეურნეობიდან ანალიზისათვის ჩვენ მიერ აღებულ იქნა პარკის ნიმუშები:

1. საღი პარკები, რომლებშიც ქიები ან ჭუპრები ჯანმრთელი იყო.
2. მუსკარდინიანი პარკები, რომლებშიც ქიები ან ჭუპრები მუსკარდინით იყო დაღუპული, მაგრამ თვით პარკის ზედაპირზე არ იყო გამოსული *Beauveria bassiana*-ს ნაყოფიანობა.
3. მუსკარდინიანი პარკები ზედაპირზე გამოსული *Beauveria bassiana*-ს ნაყოფიანობით.

აღნიშნული ნიმუშების ტექნოლოგიური დამუშავების შედეგად მივიღეთ შემდეგი მაჩვენებლები:

ნიმუშების დასახელება	განუწყვეტილად ამო- ხვეული ძაფის სიგრძე მ-ით	ძაფის სიმაგრე გრამ წონით ნიმუშზე	ჭიმადობა %/მ-ით	ამონევიითი უნარი- ანობა %/მ-ით
1. სალი პარკი	521,3	3,2	21,5	82,4
2. მუსკარდინიანი პარკი ზედა- პირზე სოკოს ნაყოფიანობის გარეშე	351,7	3,0	18,0	79,0
3. მუსკარდინიანი პარკი ზედაპი- რზე სოკოს ნაყოფიანობით	270,1	2,8	17,8	76,4

მუსკარდინიანი პარკიდან მიღებული ძაფის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები სალი პარკის ძაფთან შედარებით გაუარესებულია. თუ სალი პარკის ძაფის თვისებებს მივიჩნევთ 100%-ად, მაშინ ძაფი მუსკარდინიანი პარკისა, რომლის ზედაპირზედაც არაა გამოსული სოკოს ნაყოფიანობა, გვიჩვენებს სიმაგრის 7%-ით და ჭიმადობის 17%-ით გაუარესებას, ხოლო *Beauveria bassiana*-ს ნაყოფიანობით დაფარული პარკებიდან მიღებულმა ძაფმა გვიჩვენა სიმაგრის 13% და ჭიმადობის 18%-ით გაუარესება. საერთოდ კი სალი პარკთან შედარებით მუსკარდინიანი პარკთა საშუალოდ იძლევა სიმაგრის 10%-ით და ჭიმადობის 17%-ით გაუარესებას.

Beauveria bassiana-ს ნაყოფიანობით დაფარული პარკების ტექნოლოგიური მაჩვენებლების გაუარესებას იმით ვხსნით, რომ ამ სოკოს მიცელიუმის ჰიფები ჭიის სხეულიდან პარკის ზედაპირზე გამოსვლისას არღვევენ პარკის გარსს, აზიანებენ ძაფუნას. ასე, მაგალითად, სოკოს ნაყოფიანობით დაფარული პარკის გარსიდან დამზადებული მიკროსკოპული პრეპარატების გასინჯვისას ვამჩნევთ, რომ მისი მიცელიუმის ჰიფები შეჭრილია აბრეშუმის ძაფუნაშიც.

დასკვნა

1. მუსკარდინიანი პარკები შენეღრევისას ზოგიერთ შემთხვევაში დამახასიათებელ ხშიანობას არ გამოსცემენ და ყრუ პარკის შთაბეჭდილებას სტოვებენ.

2. მუსკარდინით მკვდარი ჭიის ან ჭუპრის სხეულიდან გამოსულ *Beauveria bassiana*-ს მიცელიუმის ჰიფებს პაერის 90—100% შეფარდებითი ტენიანობის პირობებში შეუძლიათ გაარღვიონ პარკის გარსი და მის ზედაპირზე წარმოქმნან ნაყოფიანობა.



3. *Beauveria bassiana*-ს მიცელიუმის ჰიფები პარკის გარსში გასვლისას აზიანებენ გარსს და აუარესებენ პარკის ტექნოლოგიურ მანქანებლებს.

თბილისის მეაბრეშუმეობის
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 26.12.1951)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. А. П. Миляев, И. Х. Лузин, Л. Ф. Рождественская, В. И. Рязанов
Н. И. Хвирблис, Шелководство. Москва, 1949.
2. Е. Н. Михайлов. Шелководство. Москва, 1950.
3. Т. Т. Ованесян, Н. Н. Чантурия. Биозкология возбудителя мускардины тутового шелкопряда и меры борьбы с ним. Тезисы к докладу на научной сессии Тбилисского научно-исследовательского института шелководства. Тбилиси. 1950.
4. Boissier de Sauvages. Mémoires sur l'éducation des vers à soie. Nîmes, 1763.

ზოოლოგია

ლ. კუბლაძე

საქართველოში მარდი უსვენის (*EREMIAS VELOX PALL.*)
გავრცელებისა საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცემა 22.12.1950)

საქართველოს ფარგლებში *Eremias* გვარის წარმომადგენელთა გავრცელების შესახებ დღემდე ამომწურავი ცნობები არ მოგვეპოვება, ხოლო რაც არის, ის მეტწილად არადაზუსტებულია.

ნიკოლსკის [1,2] მიხედვით, *Eremias velox* ჩვეულებრივია ა/კავკასიის სტეპებისათვის, სადაც ის დასავლეთით სურამის ქედამდე ვრცელდება.

ძნელია იმის თქმა, თუ რა მონაცემების საფუძველზე თვლის ნიკოლსკი *Eremias velox*-ს ჩვეულებრივ სახეობად საქართველოსთვისაც და მისი გავრცელების დასავლეთ საზღვრად სურამის ქედს.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ნიკოლსკი ეყრდნობა ბეთგერის [3] ცნობებს, რომელიც აღნიშნავს—კავკასიის მუზეუმში არის ეგზემპლარები თბილისიდან, ან მხოლოდ თავის შეხედულებას გამოთქვამს *Eremias velox*-ის სავარაუდო გავრცელების შესახებ საქართველოში, რადგან დღემდე საქართველოს ფარგლებში აღნიშნული სახეობის ცხოველის კოლექციები არავის შეუგროვებია და სხვა სარწმუნო მასალებიც არ არსებობს.

ჩვენ შევამოწმეთ საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ზოოლოგიის განყოფილებაში დაცული *Eremias velox*-ის ეგზემპლარები, რომლებზეც ბეთგერი მიუთითებს. აღმოჩნდა, რომ ორ სხვადასხვა ქილაში (№ 328,29 და 339,29) პირველში 4, ხოლო მეორეში 3, სულ 7 ეგზემპლარის რაოდენობით არის *Eremias velox*-ის ინდივიდები.

მიუხედავად ამისა, ჩვენი აზრით, მეტად საეჭვოა საქართველოს მუზეუმის ცნობების სისწორე ამ ცხოველების სადაურობის შესახებ. ჯერ ერთი, ეს ცნობები არ არის სავსებით სრული (7-დან 4 ეგზემპლარის შესახებ არ არის ცნობილი ვინ, როდის და სად შეაგროვა ისინი, ხოლო დანარჩენი 3 ცხოველის შემგროვებელი, კატალოგის მიხედვით, არის რადე, რომელიც, როგორც ცნობილია, ხშირად უშვებდა შეცდომებს მიღებული მასალების გატარებისას).

ამას რომ ყურადღება არ მივაქციოთ, როსტომბეგოვი [4], რომელსაც სპეციალური ნაშრომი აქვს თბილისის მიდამოების ჰერპეტოფაუნის შესახებ, არ აღნიშნავს *Eremias* გვარის არც ერთ წარმომადგენელს თბილისის მიდამოებისათვის.

ამავე დროს ისიც უნდა მივიღოთ მხედველობაში, რომ უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში ხვლიკების უამრავი კოლექციაა დაგროვილი სტალინის სახელობის თ. ს. უ. ხერხეულიანთა ზოოლოგიის კათედრაზე თბილისის მიდამოებიდან, რომელშიც არც ერთხელ არ მოხვედრილა *Eremias* გვარის არც ერთი წარმომადგენელი. ასეთივე მდგომარეობაა საქართველოს მუზეუმის უკანასკნელ წლებში შეკრებილ ხვლიკების კოლექციებშიც.

ყველაფერი ეს გვაფიქრებინებს, რომ სარწმუნო მასალები *Eremias* გვარის ხვლიკების გავრცელების შესახებ საქართველოში საერთოდ, კერძოდ კი *Eremias velox*-ის შესახებ, დღემდე არ მოგვეპოვება.

ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ტერენტევი და ჩერნოვი [5] თავიანთ სარკვევში საქართველოსთვის აღნიშნავენ მხოლოდ *Eremias arguta*-ს და ისიც კითხვის ნიშნის ქვეშ; როგორც ჩანს, ხსენებულ ავტორებს აქამდე არსებული მასალები და ცნობები *Eremias* გვარის ხვლიკების გავრცელების შესახებ საქართველოში საკმარისად და სარწმუნო წყაროებად არ მიაჩნიათ.

1949 წლის ივლისში გორის რაიონში სტუდენტთა საეულე პრაქტიკისა და შემდეგ ექსპედიციის პერიოდში ჩვენ შევაგროვეთ *Eremias velox caucasica*-ს ინდივიდების დიდი რაოდენობა. სულ 80 ეგზემპლარია მოპოვებული, მათ შორის ♀♀ 48, ♂♂ 32, მათგან ახალგაზრდა ეგზემპლარები შეადგენს 25%-ს. მცირე რაოდენობით (2 ეგზ. მოზრდ. და 1 ახალგ. ეგზ.) იგი დაჭერილ იქნა პირველად სოფ. უფლისციხეში, სოფლის დასაწყისში გზის პირას, 12 ივნისს. მაგრამ მასობრივად—77 ეგზემპლარი—დაიჭირეთ 14 ივნისს ქ. გორის მიდამოებში, გორიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით $1\frac{1}{2}$ კილომეტრის დაცილებით, კვერნაკის ქედის დასაწყისში.

ამგვარად, ჩვენ ხელთ არსებულ ლიტერატურულ წყაროთა ანალიზისა და პირადი გამოკვლევების შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მარდი ფსევნი (*Eremias velox caucasica*) მოიპოვება გორის რაიონში, კერძოდ უფლისციხეში და კვერნაკის მთაზე, რაც შეეხება თბილისის მიდამოებში, ისევე, როგორც აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა რაიონებში, მისი გავრცელების საკითხს ჯერ კიდევ კვლევა და შესწავლა ესაჭიროება.

სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო

უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.12.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся и земноводные Кавказа, 1913.
2. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся (*Pepilia*), т. 1. Фауна России и сопредельных стран. Петроград, 1916.
3. Т. Radde. Museum caucasicum, т. I. Тифлис, 1899.
4. В. Ростомбеков. Материалы по герпетофауне окрестностей Тифлиса. Кавказ. краеведч. сборн., т. I, 1930.
5. П. В. Терентьев и С. А. Чернов. Краткий определитель пресмыкающихся и земноводных СССР, Ленинград, 1940.

ხელოვნების ისტორია

ირ. ციციშვილი

ხსროთმომდგარული ძეგლი ნასოფლარ ღრინათში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 7.2.1951)

ეს ნარკვევი შეეხება დღემდე ნაკლებად ცნობილ ძეგლს, რომელიც მდებარეობს ირაგის ხეობაში, თეთრი წყაროდან 12 კილომეტრის დაშორებით, სოფ. ალექსეევკას მახლობლად¹. სოფლის სამხრეთით მდ. ტორნეს მარჯვენა ნაპირას ჩანს უკვე გატყორებული კულტურული ხეხილით დაფარული მოზრდილი ნასოფლარი. ნასახლართა ბალაერთ ირგვლივ დროთა განმავლობაში ჩნდება ქვევრები და სამარხი ქვაყუთები. ზედაპირული არქეოლოგიური მასალა—წითელი და ლეგა კერამიკული ქურქლის ნამტვრევები—სხვადასხვა დროისაა, კერძოდ, გვხვდება როგორც ძვ. წ. ა. პირველი საუკუნეების, ასევე აღრინდელი ფეოდალური ხანისა და შედარებით გვიანდელი მასალებიც, რაც სოფლის ცხოვრების ხანგრძლიობაზე მიგვითითებს.

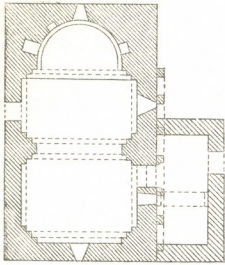
ნასოფლარის მდებარეობის შედარება ვახუშტი ბატონიშვილის ცნობილ რუკასთან გვარწმუნებს, რომ იგი თავის დროზე ღრინათის სახელს ატარებდა².

ნასოფლარის აღმოსავლეთით დგას ძველი ეკლესია. იგი ცალნავიანია, დარბაზული ტიპისა, და გეგმაში წარმოადგენს წესიერ სწორკუთხედს (12,35 X 7,15 მეტრი) ჩვეულებისამებრ ნახევარწრიული აბსიდით აღმოსავლეთის მხარეს (სურ. 1,ა). შესასვლელი ეკლესიაში ორია—სამხრეთით და ჩრდილოეთით. იგი განათებულია ოთხი ვიწრო სარკმლით: ერთი მათგანი აღმოსავლეთითაა აბსიდში, მეორე—დასავლეთით და ორიც—სამხრეთით. აბსიდში სარკმლის ორსავე მხარეს დატანებულია სწორკუთხა ფორმის სამი განსხვავებული ზომის ნიში (სურ. 1,ბ).

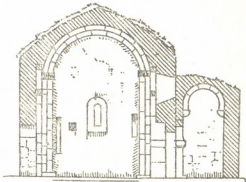
ეკლესიის ნავი კედლის სვეტებითა და საბჯენი თალით ორ ნაწილადაა დანაწევრებული (სურ. 1,ც). პილასტრები კედლის სიბრტყიდან საფეხურებრივ გამოწეულია და ამგვარად შექმნილი ორი შეღრმავება ზემოთ შემოფარგლულია თალების ზოლით. პილასტრები და თალების ქუსლები დაგვირ-

¹ ძეგლის შესწავლის საშუალება მოგვიცა 1948—49 წ. წ. ქვემო ქართლის ისტორიულ-არქეოლოგიურ ექსპედიციაში მონაწილეობის დროს. ექსპედიციას ხელმძღვანელობდა აკადემიის ნამდვილი წევრი ნ. ბერძენიშვილი, მონაწილეობდნენ მეცნ. კანდ. ლ. ბოჭორიშვილი, ი. გძელი-შვილი, პ. ზაქარაია, გ. ლომთათიძე, ფოტოგრაფი ი. პახომოვი და მხატვარი ნ. ბრაილაშვილი.

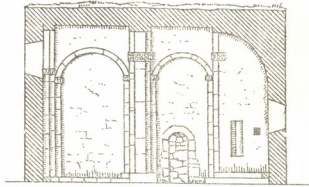
² 1721 წლის აღწერაშიც ეს სოფელი ღრინათის სახელს ატარებს, ხოლო 1701—11 წლისაში—ღრინათისა.



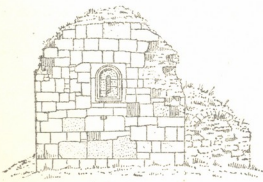
a



ბ



გ



d



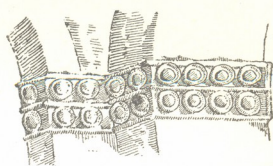
e

სურ. 1

გვინებულია ორიგინალური, გეომეტრიული ჩუქურთმით შემკული კაპიტელე-
ბით (სურ. 2) და მარტივ ოთხკუთხა ბაზისებს ეყრდნობა.

შენობის კედლები შიგნით ამოყვანილია ფლეთილი ქვებით, გარდა სა-
პასუხისმგებლო ადგილებისა, როგორცაა კედლის სვეტები, თაღები და სხვ.
ეკლესიას, როგორც ჩანს, ორი მინაშენი ჰქონია—ჩრდილოეთითა და
სამხრეთით. ჩრდილოეთის მინაშენი, რომელიც კარით უკავშირდებოდა ძირი-
თად ნავს, სრულიად დანგრეულია და ამჟამად იმდენად დაფარულია მიწით,
რომ გაწმენდის გარეშე რაიმეს გარკვევა შეუძლებელია. სამხრეთის მინაშენ-

საც ვერ მოუღწევია თავდაპირ-
ველი სახით. მისი აღმოსავლეთის
ნაწილი სავსებით მოშლილია; რაც
შეეხება დანარჩენ ნაწილს, იგი ეკ-
ლესიაზე ვაცილებით გვიანდელი
ჩანს. მინაშენის ულახათოდ აღ-
დგენილ კედლებში დატანებულია
სხვადასხვა შენობათა ფრაგმენტე-
ბი, როგორცაა: ქვა ბოლნური
ჯვრის ვამოსახულებით, სარკმელ-
თა ჩუქურთმიანი საპირეები და



სურ. 2

სხვ. მინაშენში ეკლესიის მთავარი შესასვლელის ორსავე მხარეს შემორჩენი-
ლია ერთმანეთთან ნახევარწრიული თაღებით დაკავშირებული ბურჯები. პირ-
ვანდელი მინაშენის ცილინდრული კამარის საბჯენი თაღი, რომელიც შეყვა-
ნილია აღდგენილის კონსტრუქციულ სისტემაში, ეყრდნობოდა ჩუქურთმით
შემკულ კრონშტეინებს (ჩუქურთმის მოტივი შიგა პილასტრების სვეტის-
თავეებზე მოთავსებული ჩუქურთმის ანალოგიურია).

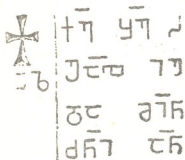
ამგვარად, გეგმის მხრივ შენობას არ ახასიათებს რაიმე განსაკუთრე-
ბული თვისება. მისი შიგა გაფორმება კარგადაა გააზრებული. შესასვლელთა
ფორმა, როგორც ეს ხშირად გვხვდება ქართულ ხუროთმოძღვრებაში, სხვადა-
სხვაგვარია: სამხრეთის შესასვლელი გარედან არქიტრაველი გადახურვისაა,
შიგნიდან კი თაღოვანი მოხაზულობის, როდესაც ჩრდილოეთისა ორივე მხრი-
დან ნახევარწრიულია. სინათლე, რომელიც ვიწრო სარკმლებიდან შემოდის
(ამასთანავე აღმოსავლეთისა ძალიან დაბლაა ჩასმული), აშკარად არაა საკმა-
რისი. ეს გარემოება მით უფრო საკვირველია, რომ ოსტატი გულდასმით
ამკობს ეკლესიის ნავს დეკორაციული თაღებითა და ჩუქურთმიანი სვეტის-
თავეებით.

გარედან შენობა მარტივია. ვიწრო კედლები ჩვეულებისამებრ დასრუ-
ლებულია ფრონტონებით, რომელთაც ლავგარდანი არ შემორჩენია. კედლე-
ბის გარეპირისათვის ძირითადად ნახმარია ყვითელი ფერის ადგილობრივი
ტუფის წესიერი მოხაზულობისა და სუფთად თლილი კვადრები. კედლის
სიბრტყეში აქა-იქ ჩართულია ბაზალტის ღევა კვადრები, რაც არაჩვეულებ-
რივად აცოცხლებს ძეგლს და გარკვეულ თავისებურებას ანიჭებს (სურ-
1, d, e).



შენობის არქიტექტურა არ იძლევა ძეგლის დათარიღების საიმედო დასაყრდენს. როგორც ჩვენს სამეცნიერო ლიტერატურაში დადგენილია, მინაშენის შემცველი ერთნაირი ეკლესიები საქართველოში რამდენიმე საუკუნის განმავლობაში შენდებოდა.

ცხადია, ამ საკითხის გადაჭრას დაეხმარებოდა საამშენებლო წარწერა. ერთი ძლიერ დაზიანებული ასომთავრული წარწერა დაცულია მინაშენში, მთავარი შესასვლელის მარჯვნივ მდებარე პილასტრზე, სადაც ვკითხულობთ:



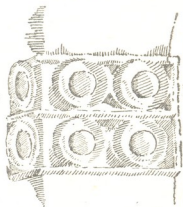
ქრისტე შეიწყალებ...
გალატოზი იოანე
და მისნი
ძენი ამინ!

სურ. 3

წარწერა, როგორც ვხედავთ, არ შეიცავს ქტიტორების ან ისტორიულ პირთა სახელებს და ამგვარად ძეგლის დათარიღებისათვის ვერ გამოგვადგება. ამასთანავე იგი პალეოგრაფიული ნიშნებითაც გვიანდელი ჩანს, კერძოდ, XVII—XVIII საუკუნეებისა და ალბათ მინაშენის აღმდგენელი ოსტატის მიერაა შესრულებული. ასევე უსარგებლოა ქტაძრის დასავლეთის კედელზე შემ-

თხვევით ჩართულ წითელ ქვაზე შერჩენილი რამდენიმე ასო: **იქშ** ამიტომ ძეგლის დასათარიღებლად ისევ მისი მორთულობის ელემენტებს უნდა მივ-

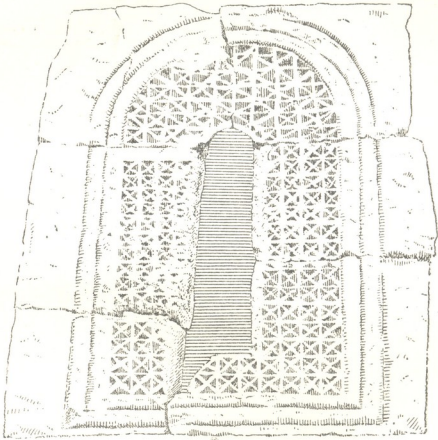
მართოთ. ეკლესიის შიგა სივრცის შემკობა მოჩუქრობებული სვეტისთავეებითა და თალის ქუსლებით საერთოდ საკმაოდ ძველი ტრადიციია და IX საუკუნეს შემდგომ თითქოს არ გვხვდება. თვით ორნამენტის — მწკრივში გადაბმული ცალკეული რელიეფური ნაკვეთების — უახლოესი პარალელუბიც აღნიშნავს მის სიძველეს (სურ. 4). ასეთი პარალელები მოიძებნება წრომის დეკორაციულ მორთულობაში და განსაკუთრებით კი მახლობლად მდებარე სამშვილდის სიონში (VIII ს. მეორე ნახევარი), სადაც იგივე მოტივი გამოყენებულია ინტერიერის კრონშტეინთა გაფორმებისათვის. ამგვარად, დრიახეთის ეკლესია შიგა სივრცის გაფორმების მიხედვით VIII—IX საუკუნეთა ნაწარმოებად წარმოგვიდგება.



სურ. 4

ფასადების მთელი ხუროთმოძღვრული დეკორი აშკამად მხოლოდ აღმოსავლეთისა და დასავლეთის სარკმელთა მორთულობაში გამოიხატება. რაც შეეხება დანარჩენ ორ ფასადს, მათი პირუანდელი სახის აღდგენა შეუძლებელია. ჩრდილოეთის ფასადის პერანგი მთლიანად შემოძარცულია, ასევე და-

ზიანებულია, ალბათ მინაშენის აღდგენის დროს, ულახათოდ შეკეთებული სამხრეთის ფასადი. შერჩენილი დასავლეთისა და აღმოსავლეთის სარკმლები აღჭურვილია მოჩუქურთმებული საპირებით, რაც უკვე გარკვეულ ქრონოლოგიურ ზღვარს იძლევა. კარ-ფანჯრების მორთვის ამგვარი ხერხი X საუკ. მეორე ნახევარზე ადრე არ იყო მიღებული და სამკაულსაც არ ჰქონდა მინიჭებული ამდენად დიდი მნიშვნელობა ([1], გვ. 45). დასავლეთის სარკმლის ორმაგი ლილვი, რომელიც კედლის ზედაპირშია შეჭრილი, თითქოს XIII საუკ. შემდგომ ხანაზე მიგვითითებს, მაგრამ მისი გამოყენება წინა პერიოდშიაც არაა გამორიცხული (სურ. 5). თვით საპირის ჩუქურთმა—სამკუთხედებად

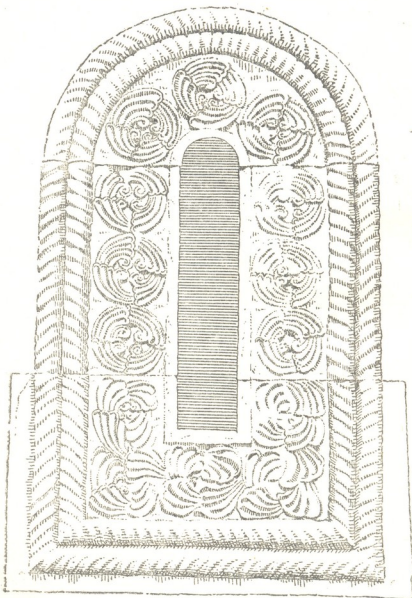


სურ. 5

დანაწევრებული რომბები—აშკარად ხის მოჩუქურთმების მოტივის ქვაზე გადატანის ნიმუშს წარმოადგენს. ასეთი შემთხვევები საკმაოდ ხშირია ქართულ ხუროთმოძღვრებაში და ეპიზოდურად გვხვდება როგორც აღრინდელ (ბოლნისის სიონი, თიანეთის სიონი, აკვანება, ატენი), ასევე შედარებით მოგვიანო ხანის ძეგლებშიაც. ამ მხრივ თვალსაჩინო ანალოგიას წარმოადგენს სოფ. ორმაშენის XI საუკ. ეკლესიის სარკმლის მორთულობა¹.

¹ ორმაშენის მაგალითზე მიგვითითა ზელოვებათმცოდნეობის კანდიდატმა ე. ცინცაძემ.

აღმოსავლეთის ფასადზე სარკმლის ჩუქურთმებანი არე მოჩარჩოებულია ორმაგი გრებილით (სურ. 6), რომელიც განსაკუთრებით გაგრცელებულია X საუკ. მეორე ნახევარსა და XI საუკ. დასაწყისში (ოშკი, ხახული, ხცისი, ნიკორწმინდა, იშხანი, ეხვევი). არშის ორნამენტაციის მოტივი წარმოადგენს ე. წ. S-ბრივი ჩუქურთმის წინამორბედს. ეს მოტივი, რომელიც X საუკ. შემოდის ხმარებაში, ხშირია XI საუკუნეში და დიდად გაგრცელებულია შემდგომი პერიოდის ძეგლებშიც ([2], გვ. 112). დრიანეთის ეკლესიაში ეს მოტივი მოცემუ-



სურ. 6

ლია ორი რედაქციით: არშის ქვედა ნაწილში იგი განშლადი ფურცლებისაგან შედგება და ინარჩუნებს ამ მოტივის პირვანდელ—მცენარეულ სახეს. ასეთი სახის ორნამენტულ მოტივს ბევრი პარალელი მოეპოვება საშუალოსაუკუნოებრივ ქართულ ძეგლებში (ბეღია, ზედა ვარძია, ხცისი, იშხანი). აღნიშ-

ნული ადრინდელი რედაქცია არსებობს მხოლოდ მოკლე დროის მანძილზე, X საუკ. ბოლოდან XI საუკ. 20-ან წლებამდე, როდესაც მის ცვლის უკვე განვითარებული, დასრულებული სახის ორნამენტი ([3], გვ. 61).

საგულისხმოა, რომ რელიეფის ქრის მანერაც მოწმობს მის ზემოაღნიშნულ თარიღს. ჩუქურთმა ოდნავ სცილდება ფონს, ძლიერ გაუბედავია, „გრაფიკული ხასიათისაა და უფრო ნახატის შთაბეჭდილებას სტოვებს, ვიდრე რელიეფისას“ ([4], გვ. 84). ამ მხრივ იგი ძლიერ ჩამორჩება XI საუკ. შუა წლების ძეგლებს, სადაც არის საეყე და პლასტიკური ფორმები, შუქ-ჩრდილის ეფექტები და საერთოდ ორნამენტაცია უკვე სავსებით მომწიფებული და ჩამოყალიბებულია. არშის ზემო ნაწილში იგივე მოტივი მოცემულია ცალკეული შეკრული წრეების სახით, რომლებიც ჯერ კიდევ არაა ერთმანეთთან დაკავშირებული (სურ. 7). ამ სახით იგი, თუმცა იშვიათად, მაგრამ მაინც გვხვდება ზოგ ძეგლებზე, მაგალითად, სამღერეთში აღმოსავლეთის სარკმელზე და საორბისის ეკლესიაში დაცულ ერთ-ერთ ფრაგმენტზე ([5], ტაბ. 6). სახის განვითარების ორივე აღნიშნული ვარიანტი უდავოდ მცენარეული მოტივის გეომეტრიულში გადასვლის გარკვეული საფეხურების მაჩვენებელია.

ამგვარად, ირკვევა, რომ დრიანეთის ეკლესია აგებულია VIII—IX საუკუნეთა მიჯნაზე (იმ დროს, როდესაც შენდება მის მახლობლად მდებარე სამშვილდის სიონი, ახალშენის ეკლესია და წინწყაროს „დედა ღვთისა“), მისი ფასდები კი აღდგენილია X საუკ. ბოლოს ან XI საუკ. პირველ ათეულ წლებში. ძეგლის ფასადების გადაკეთებას XI საუკ. გემოვნებასთან შეფარდებით მოწმობს სხვა ფაქტებიც, კერძოდ, სამხრეთის ფასადის წყობა და სარკმლები, აღმოსავლეთის ფასადზე შემთხვევით მოთავსებული ქვა მასში გამოკრილი სარკმლით და სხვ.



სურ. 7

დრიანეთის ეკლესია ძველი ქართული ხუროთმოძღვრების საყურადღებო ნიმუშს წარმოადგენს. მისი დეკორაციული მორთულობა მოწმობს, რომ აღნიშნული რაიონიც სათანადო პერიოდებში, საქართველოს სხვა კულტურული ცენტრების მსგავსად, დაწინაურებული ყოფილა. XI—XIII საუკუნეებში ისტორიული ქვემო ქართლის პოლიტიკური როლისა და მაღალი ეკონომიური დონის მაჩვენებელია აგრეთვე აღნიშნულ პერიოდში მისი მჭიდრო დასახლება და მეფეთა რეზიდენციების არსებობა (ნადარბაზევი, გულარჯიხი). დრიანეთი საგულისხმოა როგორც ერთ-ერთი იმ რამდენიმე ათეულ ოდესლაც ხალხმრავალ და შემდგომ კი მონგოლთა, სპარსელების, თურქთა თუ ლეკების ურიცხვ თავდასხმათა შედეგად გაუდაბურებულ სოფელთა შორის, რომლებიც ნანგრევების სახით შემოგვინახა საქართველოს ამ კუთხეში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ივ ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.2.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ვ. ბერიძე. ვხვევის ტაძარი „დედა ღვთისა“. ქართული ხელოვნება, I, 1942.
2. ვ. ბერიძე. სავანე. ქართული ხელოვნება, I, 1942.
3. Р. Шмерлинг. Самтавро—памятник XI века. ქართული ხელოვნება, I, 1942.
4. ზ. ჩუბინაშვილი და ნ. სევეროვი. ქართული არქიტექტურის გზები. თბილისი, 1936.
5. Г. Чубинов. Саорбическая церковь. Христианский Восток, т. IV, 1915.



პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ს. ციციშვილი

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

ანაწყოების ზომა 7×11

საბეჭდო ფორმათა რაოდ. 4

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.5.1951

სააღრ. ფორმათა რაოდ. 5

შეკვ. № 684

უგ 02376

ტირაჟი 1500



დაცხვლება „საბარტმელის სსრ მცენიერებათა აკადემიის მონაგბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სარედაქციო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესტეტიკო გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაავტორი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოუშვებელი ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: სატირა აღნიშნოს გურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოუშვებელია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოუშვებელი ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით, ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაიხვეწები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასაშლი კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო რჩებზე დასაბეჭდება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც წესდებულა ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაფიოდ განსაზღვრული ვადით (ხელულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქცია 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.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, ძეგლძეძის ქ. 8.