საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

ტომი XII, № 4

ძირითადი ქართული გამოცემა

1951

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

შინაარსი

მათემატიკა

ასტროფიზიკა

ტექნიკა

ენერგეტიკა

ბოტანიკა

ენტომოლოგია

ანატომია

ფსიქოლოგია

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XII, № 4, 1951

მათემატიკა

ოთარ წერეთელი

ნახევრად დალაგებულ სივრცეთა თეორიის ერთი გამოყენების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 21.2.1951)

ამ სტატიაში ნახევრად დალაგებულ სივრცეთა თეორიის მეშვეობით ჩვენ ვამტკიცებთ შემდეგ თეორემას ზღვარზე გადასვლის შესახებ ლებეგის ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ.

ვთქვათ, ზომად E სიმრავლეზე მოცემულია ჯამად ფუნქციათა მიმდევრობა $\{x_n(t)\}$, რომელიც ზომით კრებადია $x(t)$ ფუნქციისაკენ. იმისათვის, რომ $x(t)$ იყოს ჯამადი და ნებისმიერი ზომადი სიმრავლისთვის $e \subset E$ ადგილი ჰქონდეს ტოლობას

$$\lim_{n\to\infty} \int_e x_n(t)\, dt = \int_e x(t)\, dt, \tag{1}$$

აუცილებელი და საკმარისია, რომ ყოველი ქვემიმდევრობისაგან $\{x_{n_k}(t)\}$ შესაძლებელი იყოს $\{x_{n_{k_i}}(t)\}$ მიმდევრობის გამოყოფა ისე, რომ

$$|x_{n_{k_i}}(t)| \leqq F(t) \qquad (i = 1, 2, \ldots),$$

სადაც $F(t)$ ჯამადია და, საზოგადოდ, დამოკიდებულია $\{x_{n_k}(t)\}$-ზე.

დამტკიცება ეყრდნობა K-სივრცის ნორმალურ ქვესივრცეთა თვისებებს, რომლებიც შესწავლილია მონოგრაფიაში [1].

უწინარეს ყოვლისა, მოვიყვანოთ ერთი თეორემის დამტკიცება, რომელიც დასახელებული მონოგრაფიის II თავში დამტკიცებული 1.27.d თეორემის ანალოგიურია.

ვთქვათ, მიმდევრობა $\{x_n\}$ (t)-კრებადია K-სივრცეში X რომელიღაც x ელემენტისაკენ და $x_n \in X_1$ $n = 1, 2, \ldots,$ სადაც X_1 — X სივრცის ნორმალური ქვესივრცეა. აუცილებელი და საკმარისი პირობა იმისათვის, რომ $x \in X_1$ და $x_n \xrightarrow{(t)} x$ X_1 სივრცეში, მდგომარეობს იმაში, რომ $\{x_n\}$ მიმდევრობის ყოველი $\{x_{n_k}\}$ ქვემიმდევრობიდან შესაძლებელი იყოს X_1-ში შემოსაზღვრული $\{x_{n_{k_i}}\}$ მიმდევრობის გამოყოფა.

დამტკიცება. რადგანაც ყოველი (o)-კრებადი მიმდევრობა შემოსაზღვრულია, ამიტომ პირობის აუცილებლობა ცხადია.

დავამტკიცოთ პირობის საკმარისობა. ვთქვათ, $\{x_{n_k}\}$ არის $\{x_n\}$ მიმდევრობის ნებისმიერი ქვემიმდევრობა. რადგან X სივრცეში $x_n \xrightarrow{(t)} x$, ამიტომ $\{x_{n_k}\}$-დან შეიძლება გამოიყოს (o)-კრებადი მიმდევრობა $\{x_{n_{k_i}}\}$. თეორემის პირობის თანახმად, $\{x_{n_{k_i}}\}$-დან შეიძლება გამოიყოს X_1-ში შემოსაზღვრული მიმდევრობა $\{x_{n_{k_{i_j}}}\}$. რადგან $x_{n_{k_{i_j}}} \xrightarrow{(o)} x$ X_1 სივრცეში და $\{x_{n_{k_{i_j}}}\}$ შემოსაზღვრულია X_1 სივრცეში, ამიტომ $x \in X_1$ და $x_{n_{k_{i_j}}} \xrightarrow{(o)} x$ X_1-ში. აქედან ცხადია, რომ $x_n \xrightarrow{(t)} x$ X_1-ში.

ვთქვათ, ახლა S არის K-სივრცე ზომადი და თითქმის ყველგან სასრული ფუნქციებისა, რომლებიც განსაზღვრულია დადებითი ზომის E სიმრავლეზე, ხოლო L — E სიმრავლეზე ჯამად ფუნქციათა სივრცე. როგორც ცნობილია, L არის S სივრცის ნორმალური ქვესივრცე. ამასთანავე, L არის KM-სივრცე, რომლის მეტრიკული ფუნქცია ასე განიმარტება:

$$\rho(x; E) = \int_E |x(t)|\, dt.$$

რადგან (t)-კრებადობა S-ში თანხვდება ზომით კრებადობას, ხოლო L-ში — მეტრიკულ კრებადობას, ამიტომ ვიღებთ დამტკიცებული თეორემის ასეთ შედეგს:

თუ E სიმრავლეზე ზომად და ჯამად ფუნქციათა მიმდევრობა $\{x_n(t)\}$ ზომით კრებადია $x(t)$ ფუნქციისაკენ, მაშინ იმისათვის, რომ $x(t)$ იყოს ჯამადი და

$$\lim_{n\to\infty} \int_E |x_n(t) - x(t)|\, dt = 0, \tag{2}$$

აუცილებელი და საკმარისია, რომ ყოველი $\{x_{n_k}(t)\}$ ქვემიმდევრობიდან შესაძლებელი იყოს $\{x_{n_{k_i}}(t)\}$-ს გამოყოფა ისე, რომ

$$|x_{n_{k_i}}(t)| \leqq F(t) \qquad (i = 1, 2, \ldots),$$

სადაც $F(t)$ ჯამადია E სიმრავლეზე და, საზოგადოდ, დამოკიდებულია $\{x_{n_k}(t)\}$-ზე.

გადავიდეთ ჩვენი თეორემის დამტკიცებაზე. თუ თეორემის პირობა შესრულებულია, მაშინ, ზემოაღნიშნულის თანახმად, $x(t)$ ჯამადია და ნებისმიერი სიმრავლისათვის $e \subset E$

$$\lim_{n \to \infty} \int_e |x_n(t) - x(t)| \, dt = 0,$$

აქედან კი გამომდინარეობს (1) დამოკიდებულება[1]. პირუკუ: თუ $x(t)$ ჯამადია და ნებისმიერი სიმრავლისათვის $e \subset E$ ადგილი აქვს (1) დამოკიდებულებას, მაშინ, ვიტალის თეორემის გამოყენებით, ადვილად დავასკვნით, რომ ადგილი აქვს (2), რომელიც, უკვე დამტკიცებულის თანახმად, თეორემის პირობის ტოლფასია[2].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 26.2.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. В. Канторович, Б. З. Вулих и А. Г. Пинскер. Функциональный анализ в полуупорядоченных пространствах. М.—Л., 1950.
2. Я. А. Тагамлицкий. ДАН СССР, т. LXII, 1947, № 1.

[1] თუმცა თეორემის პირობის საკმარისობა უშუალოდაც ადვილად მტკიცდება.

[2] სტატია უკვე აწყობილი იყო, როდესაც გავიგე, რომ აქ დამტკიცებული თეორემა ახალი არაა [2].

მათემატიკა

ა. ჯვარშეიშვილი

დანჟუა-ჭელიძის ორჯერადი ინტეგრალის შესახებ (1

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. კუპრაძემ 28.2.1951)

ვთქვათ, $R_0=[(a, b)\ (c, d)]$ არის ორგანზომილებიანი ინტერვალი და $\overline{R_0}$ მისი შეკვრა.

დანჟუა-ჭელიძის აზრით ინტეგრებად ფუნქციებს ვუწოდოთ $(D-T)$ ინტეგრებადი.

თეორემა 1. ვთქვათ, $f(x, y)$ არის $(D-T)$ ინტეგრებადი R_0 ინტერვალის ყოველ მკაცრად შიგა R ინტერვალზე.

თუ ყოველი დადებითი ε რიცხვისთვის მოიძებნება ისეთი რიცხვი $\eta>0$, რომ უტოლობებიდან

$$a<\alpha_1<\beta_1\leqq a+\eta, \quad c<\gamma_1<\delta_1\leqq c+\eta;$$
$$b-\eta\leqq\alpha_2<\beta_2<b, \quad d-\eta<\gamma_2<\delta_2<d$$

გამომდინარეობს უტოლობები

$$\left|\int_{\alpha_i}^{\beta_i}\int_{c'}^{d'} f(x, y)\, dx\, dy\right|<\varepsilon, \quad \left|\int_{a'}^{b'}\int_{\gamma_i}^{\delta_i} f(x, y)\, dx\, dy\right|<\varepsilon, \qquad (i=1, 2)$$

როგორიც არ უნდა იყოს ინტერვალები $(a', b')\subset(a, b)$ და $(c', d')\subset(c, d)$, მაშინ $f(x, y)$ იქნება $(D-T)$ ინტეგრებადი და

$$\iint_{a\,c}^{b\,d} f(x, y)\, dx\, dy=\lim_{\substack{\alpha\to a,\ \beta\to b\\ \gamma\to c,\ \delta\to d}}\iint_{\alpha\,\gamma}^{\beta\,\delta} f(x, y)\, dx\, dy \tag{1}$$

დამტკიცება. $\overline{R_0}$ სეგმენტზე განვსაზღვროთ $F(x, y)$ ფუნქცია შემდეგი გზით: $F(a, y)=F(x, c)=0$, როცა $a\leqq x\leqq b$, $c\leqq x\leqq d$;

$$F(x, y)=\lim_{\alpha\to a,\ \gamma\to c}\iint_{\alpha\,\gamma}^{x\,y} f(x, y)\, dx\, dy, \text{ როცა } a<x<b,\ c<y<d;$$

$$F(x, d)=\lim_{\substack{\alpha\to a,\ \gamma\to c\\ \delta\to d}}\iint_{\alpha\,\gamma}^{x\,\delta} f(x, y)\, dx\, dy, \text{ როცა } a<x<b;$$

$$F(b, y)=\lim_{\substack{\alpha\to a,\ \gamma\to c\\ \beta\to b}}\iint_{\alpha\,\gamma}^{\beta\,y} f(x, y)\, dx\, dy, \text{ როცა } c<y<d;$$

(1 აღნიშნული ინტეგრალის განსაზღვრა და მასთან დაკავშირებული ცნობები იხ. [1].

$$F(b,d)=\lim_{\substack{\alpha\to a,\ \gamma\to c\\ \beta\to b,\ \delta\to d}}\int_{\alpha}^{\beta}\int_{\gamma}^{\delta} f(x,y)\,dx\,dy.$$

თეორემის პირობის თანახმად, აღნიშნული ზღვრები არსებობს და ადვილი შესამჩნევია, რომ $F(x,y)$ ფუნქცია უწყვეტია $\overline{R}_0$-ზე.

ვთქვათ, r არის R_0 ინტერვალის შიგა ინტერვალი, მაშინ

$$\Delta(F,r)=\iint_r f(x,y)\,dx\,dy;$$

უკანასკნელი ტოლობის საშუალებით ვასკვნით, რომ $F(x,y)$ არის განზოგადებულად აბსოლუტურად უწყვეტი ჭელიძის აზრით R_0 ინტერვალზე და თითქმის ყველგან

$$D_{ap}F(x,y)=f(x,y).$$

მაშასადამე, $f(x,y)$ ფუნქცია არის $(D-T)$ ინტეგრებადი R_0-ზე და (1) სამართლიანია, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

$[A.B]$-თი აღვნიშნოთ A და B სიმრავლეების ტოპოლოგიური ნამრავლი. ვთქვათ, P და Q არის ჩაკეტილი სიმრავლეები, აღებული სათანადოდ (a,b) და (c,d) ინტერვალებიდან. ჩაკეტილი $E=[P(c,d)]+[Q(a,b)]$ სიმრავლის დამატებითი სიმრავლე შედგება თვლად რიცხვ ინტერვალებისაგან $r_{k,j}=[(\alpha_k,\beta_k)(\gamma_j,\delta_j)]$, სადაც (α_k,β_k) და (γ_j,δ_j) აღნიშნავს P და Q სიმრავლეების მოსაზღვრე ინტერვალებს. აღნიშნულ ინტერვალებს ვუწოდოთ E სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები და აღვნიშნოთ $\rho_k\ (k=1,2,\ldots)$ სიმბოლოთი.

ვთქვათ, $f(x,y)$ არის ჯამებადი E სიმრავლეზე, $(D-T)$ ინტეგრებადი ყოველ ρ_k ინტერვალზე და

$$\varphi(\rho)=\iint_{\rho} f(x,y)\,dx\,dy,$$

სადაც $\rho\leqq\rho_k$.

აღვნიშნოთ

$$\omega[\varphi,\rho_k]=\sup_{\rho}\{|\varphi(\rho)|\},$$

სადაც ρ არის მეორე გვარის ინტერვალი ρ_k ინტერვალის საზღვრის მიმართ. დავუშვათ, რომ მწკრივი

$$\sum_{k=1}^{\infty}\omega[\varphi,\rho_k]$$

კრებადია და შევადგინოთ ფუნქცია

$$\Phi(R)=(L)\iint_{RE} f(x,y)\,dx\,dy+\sum_{k=1}^{\infty}\iint_{R\rho_k} f(x,y)\,dx\,dy.$$

შევნიშნოთ, რომ მარჯვენა მხარეში მდგომი მწკრივი კრებადია, რადგან ყოველი R ინტერვალისთვის თანაკვეთა $R\rho_k\ (k=1,2,\ldots)$ იქნება მეორე გვარის ინტერვალი E სიმრავლის მიმართ, გარდა, შესაძლოა, ორისა.

თეორემა 2. თუ $\Phi(R)$ არის უწყვეტი R_0 ინტერვალზე და აბსოლუტურად უწყვეტი ჭელიძის აზრით E სიმრავლეზე, მაშინ $f(x,y)$ ფუნქცია იქნება $(D-T)$ ინტეგრებადი R_0-ზე და

$$\iint\limits_{R} f(x,y)\,dx\,dy=(L)\iint\limits_{RE} f(x,y)\,dx\,dy+\sum_{k=1}^{\infty}\iint\limits_{R\varrho_k} f(x,y)\,dx\,dy. \tag{2}$$

დამტკიცება. $\overline{R_0}$ სეგმენტზე განვსაზღვროთ $F(x,y)$ ფუნქცია შემდეგი გზით: $F(x,c)=F(a\,y)=0$, როცა $a\leqq x\leqq b,\ c\leqq y\leqq d$;

$$F(x,y)=(L)\iint\limits_{RE} f(x,y)\,dx\,dy+\sum_{k=1}^{\infty}\iint\limits_{R\varrho_k} f(x,y)\,dx\,dy,$$

სადაც $R=[(a,x)(c,y)]$. ვთქვათ, $r\leqq R_0$. განსაზღვრის თანახმად,

$$\Delta(F,r)=\Phi(r).$$

უკანასკნელი ტოლობის საშუალებით ვასკვნით, რომ $F(x,y)$ უწყვეტია $\overline{R_0}$-ზე, განზოგადებულად აბსოლუტურად უწყვეტია ჭელიძის აზრით R_0 ინტერვალზე და $\varrho_k\ (k=1,2,\ldots)$ ინტერვალის თითქმის ყველა წერტილზე

$$D_{ap}F(x,y)=f(x,y).$$

ვთქვათ, $p<q$ ნამდვილი რიცხვებია და აღვნიშნოთ

$$E_{p,q}=E\{D_{ap}F(x,y)>q>p>f(x,y);\ (x,y)\in F\}.$$

ცნობილია [1], რომ $E_{p,q}$ ზომადი სიმრავლეა.

პირობის ძალით, დადებითი ε რიცხვისთვის მოიძებნება ისეთი $\eta>0$ რიცხვი, რომ უტოლობიდან

$$\sum_{k=1}^{m}|r_k|<\eta,$$

სადაც r_k წყვილ-წყვილად თანაუკვეთი E სიმრავლის მიმართ მეორე გვარის ინტერვალებია, გამომდინარეობს უტოლობა

$$\sum_{k=1}^{m}|\Delta(F,r_k)|<\varepsilon.$$

შევარჩიოთ დადებითი რიცხვი δ ისე, რომ უტოლობიდან $|e|<\delta$, სადაც ზომადი სიმრავლე $e\subset E$, გამომდინარეობდეს უტოლობა

$$\Big|(L)\iint\limits_{e} f(x,y)\,dx\,dy\Big|<\varepsilon.$$

$E_{p,q}$ სიმრავლის ყოველი (x,y) წერტილისთვის მოიძებნება ისეთი რეგულარული ინტერვალთა $\{r\}$ მიმდევრობა, რომლის ბოლო წერტილები E სიმრავლეს ეკუთვნის და

$$\Delta(F,r)>q|r|. \tag{3}$$

ვთქვათ, ღია სიმრავლე $G\supset E_{p,q}$ და $|G-E_{p,q}|<\delta_0=\min(\delta,\eta)$. აღვნიშნოთ $\mathfrak{M}$-ით ოჯახი ისეთი რეგულარული ინტერვალების, რომლებიც აკმაყოფილებს (3) პირობას და ეკუთვნის G სიმრავლეს. ცხადია, რომ $\mathfrak{M}$ ოჯახი ფარავს E სიმრავლეს ვიტალის აზრით და ამიტომ [2] შეიძლება გამოვყოთ თვლადი რიცხვი ისეთი თანაუკვეთი $R_1, R_2, \ldots$ ინტერვალებისა, რომ

$|E_{p,q}-S|=0$, სადაც $S=\sum\limits_{k=1}^{\infty} R_k$. განსაზღვრის ძალით,

$$(L)\iint\limits_{R_kE} f(x,y)\,dx\,dy=\Delta(F,R_k)-\sum_{n=1}^{\infty}\iint\limits_{R_k\varrho_n} f(x,y)\,dx\,dy.$$

ავჯამოთ k-თი უკანასკნელი ტოლობა

$$(L)\iint\limits_{SE} f(x,y)\,dx\,dy=\sum_{k=1}^{\infty}\Delta(E,R_k)-\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\iint\limits_{R_k\varrho_n} f(x,y)\,dx\,dy\,. \tag{4}$$

შევნიშნოთ, რომ $|SE-SE_{p,q}|\leqq|S-SE_{p,q}|\leqq|G-E_{p,q}|<\delta_0$.

მაშასადამე,

$$\left|(L)\iint\limits_{SE} f(x,y)\,dx\,dy-(L)\iint\limits_{E_{p,q}} f(x,y)\,dx\,dy\right|<\varepsilon. \tag{5}$$

ცხადია, რომ ყველა ინტერვალი $R_k\varrho_n$ არის მეორე გვარის E სიმრავლის მიმართ და $\sum\limits_{k}\sum\limits_{n}|R_k\varrho_n|\leqq|G-E|<\delta_0$, ამიტომ

$$\sum_k\sum_n\left|\iint\limits_{R_k\varrho_n} f(x,y)\,dx\,dy\right|<\varepsilon. \tag{6}$$

თანახმად (3), (4), (5) და (6) თანადობობისა, ვღებულობთ

$$(L)\iint\limits_{E_{p,q}} f(x,y)\,dx\,dy\geqq q|S|-2\varepsilon>q|E_{p,q}|-2\varepsilon. \tag{7}$$

მეორე მხრივ,

$$(L)\iint\limits_{E_{p,q}} f(x,y)dx\,dy\leqq p|E_{p,q}|; \tag{8}$$

ვინაიდან ε რაგინდ მცირეა, ამიტომ (7) და (8) უტოლობების თანახმად ვღებულობთ

$$q|E_{p,q}|\leqq p|E_{p,q}|.$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ $|E_{p,q}|=0$.

ანალოგიური მსჯელობით შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

$$E_{p,q}=E\{f(x,y)>q>p>D_{ap}F(x,y);\ (x,y)\in E\,2_n\}$$

სიმრავლის ზომა ნულია.

მაშასადამე,

$$D_{ap}F(x,y)=f(x,y)$$

თითქმის ყველგან R_0-ზე და (2) უტოლობა სამართლიანია, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

ვთქვათ, $f(x,y)$ ფუნქცია არის $(D-T)$ ინტეგრებადი R_0 — ინტერვალზე და

$$\Phi(R)=\iint\limits_{R} f(x,y)\,dx\,dy.$$

თეორემა 3. თუ $\Phi(R)$ არის აბსოლუტურად უწყვეტი ჭელი-ძის აზრით ჩაკეტილ სიმრავლეზე $E=[P(c,d)]+[Q(a,b)]$, სადაც P და Q არის ჩაკეტილი სიმრავლეები, აღებული სათანადოდ (a,b) და (c,d) ინტერვალებიდან, მაშინ $f(x,y)$ იქნება ჯამება-დი E-ზე.

დამტკიცება. ვთქვათ,

$$\varphi(x, y=\begin{cases} f(x, y), & \text{როცა } (x, y) \in E, \\ 0, & \text{როცა } (x, y) \in cE, \end{cases}$$

და განვიხილოთ ფუნქცია $\theta(x,y)=f(x,y)-\varphi(x,y)$. ინტერვალის ფუნქცია

$$\psi(R)=\sum_{k=1}^{\infty} \iint_{R\rho_k} \theta(x,y)\, dx\, dy,$$

სადაც ρ_k $(k=1,2,\dots)$ არის E სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები, არის უწყვეტი.

მართლაც, რადგან მწკრივი

$$\sum_{k=1}^{\infty} \omega[F, \rho_k]$$

კრებადია, ამიტომ მოცემული $\varepsilon>0$ რიცხვისთვის მოიძებნება ისეთი მთელი დადებითი რიცხვი N, რომ თუ $m \geqq N$, მაშინ

$$\sum_{k=m}^{\infty} \omega[F, \rho_k]<\varepsilon.$$

მეორე მხრივ, ყველა ინტერვალი $R\rho_k$, გარდა, შესაძლოა, ორისა, იქნება მეორე გვარის, ამიტომ

$$|\psi(R)| \leqq \sum_{k=1}^{m} \omega[F, \rho_k]+\varepsilon+\left|\iint_{R\rho_{k_1}} f(x,y)\, dx\, dy\right|+\left|\iint_{R\rho_{k_2}} f(x,y)\, dx\, dy\right|,$$

მაშასადამე, $\psi(R)$ უწყვეტია.

ვთქვათ, $r_1, r_2, \dots$ არის E სიმრავლის მიმართ მეორე გვარის ინტერ-ვალთა მიმდევრობა, მაშინ ყველა ინტერვალი $r_k \rho_n$ იქნება მეორე გვარის E სიმრავლის მიმართ, ამიტომ $\psi(R)$ ფუნქცია იქნება აბსოლუტურად უწყვეტი ჭელიძის აზრით E სიმრავლეზე. 2 თეორემის თანახმად, $\theta(x,y)$ ფუნქცია იქ-ნება $(D-T)$ ინტეგრებადი R_0-ზე და

$$\iint_R f(x,y)\, dx\, dy=\iint_R \theta(x, y)\, dx\, dy+\iint_R \varphi(x,y)\, dx\, dy.$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ ინტეგრალი

$$\iint_R \varphi(x,y)\, dx\, dy$$

იქნება აბსოლუტურად უწყვეტი ჭელიძის აზრით E სიმრავლეზე. შევნიშნოთ, რომ ყოველი ინტერვალი R, რომელიც შეიცავს E სიმრავლის წერტილებს, შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

$$R=\sum_{k=1}^{4} R'_k+\sum_{k=1}^{4} R_k,$$

სადაც R'_k $k=1, 2, \ldots 4$ ინტერვალები არ შეიცავს E სიმრავლის წერტილებს, ხოლო R_k არის მეორე გვარის ინტერვალი E სიმრავლის მიმართ.

უკანასკნელი შენიშვნის საშუალებით და იმის გამო, რომ $\varphi(x, y)=0$, როცა $(x, y) \ni cE$, გამომდინარეობს

$$\iint_R \varphi(x, y)\, dx\, dy$$

ინტეგრალის აბსოლუტურად უწყვეტობა R_0 ინტერვალზე.

მაშასადამე, $\varphi(x, y)$ ფუნქცია ჯამებადია [3] R_0 ინტერვალზე და ამიტომ $f(x, y)$ ჯამებადია E სიმრავლეზე, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

თეორემა 4. თუ $f(x,y)$ ფუნქცია $(D-T)$ ინტეგრებადია R_0-ზე, მაშინ ყოველი ჩაკეტილი სიმრავლე $E=[P\cdot(cd)]+[Q(a, b)]$, სადაც P და Q არის ჩაკეტილი სიმრავლეები, აღებული (a, b) და (c, d) ინტერვალებიდან, შეიცავს ისეთ პორციას $RE=F$, რომელზედაც $f(x,y)$ ჯამებადია და

$$\iint_R f(x, y)\, dx\, dy=(L)\iint_F f(x, y)\, dx\, dy+\sum_{k=1}^{\infty}\iint_{R\rho_k} f(x, y)\, dx\, dy,$$

სადაც ρ_k $(k=1, 2, \ldots)$ არის E სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები.

დამტკიცება. ცნობილია [1], რომ ჩაკეტილი სიმრავლე E შეიცავს ისეთ პორციას $\overline{RE}=F$, რომელზედაც ინტეგრალი

$$\iint_r f(x, y)\, dx\, dy$$

იქნება აბსოლუტურად უწყვეტი ჰელიძის აზრით. 2 და 3 თეორემების ძალით $f(x,y)$ ფუნქცია იქნება ჯამებადი F-ზე და

$$\iint_R f(x,y)\, dx\, dy=(L)\iint_F f(x, y)\, dx\, dy+\sum_{k=1}^{\infty}\iint_{R\rho_k} f(x, y)\, dx\, dy,$$

სადაც ρ_k $(k=1, 2, \ldots)$ არის E სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები.

სტალინის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 28.2.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Г. Челидзе. Двойные интегралы Данжуа. Труды Тбил. матем. инст. им. А. Размадзе, том XV, 1947.
2. В. Г. Челидзе. О производных числах функции от двух переменных. Труды Тбил. матем. инст. им. А. Размадзе, том. II, 1937.
3. С. Сакс. Теория интеграла. Москва, 1949.

ასტროფიზიკა

ნ. კალანდაძე

მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 10.3.1951)

სპექტრების ანალიზი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეები. აბსოლუტური სიდიდე ელემენტარულადაა დაკავშირებული ვარსკვლავის პარალაქსთან ცნობილი ფორმულით

$$M = m + 5 + 5 \lg \pi,$$

სადაც M ვარსკვლავის აბსოლუტური სიდიდეა, ჩვენს შემთხვევაში განსაზღვრული სპექტრული მეთოდით (სპექტრული აბსოლუტური სიდიდე), m ხილული ვარსკვლავიერი სიდიდეა, ხოლო π—ვარსკვლავის პარალაქსი. ამგვარად განსაზღვრულ პარალაქსს ეწოდება ვარსკვლავის სპექტრული პარალაქსი.

ვარსკვლავთ პარალაქსების განსაზღვრის ამ მეთოდმა უჩვენა დიდი უპირატესობა და შესაძლებლობა მისი ფართო გამოყენებისა ასტრონომიულ პრაქტიკაში.

პარალაქსების განსაზღვრას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სავარსკვლავო ასტრონომიაში. ვარსკვლავთ მანძილები, რომლებიც აგრეთვე ელემენტარულადაა პარალაქსებთან დაკავშირებული, სავარსკვლავო ასტრონომიის მთელი რიგი პრობლემების გაშუქებისა და ახსნის საშუალებას იძლევა. ამიტომ იყო, რომ ვარსკვლავთ პარალაქსების განსაზღვრის სპექტრულმა მეთოდმა დიდი გამოყენება ჰპოვა პრაქტიკაში.

ცნობილია სპექტრული აბსოლუტური სიდიდის, ანუ სპექტრული პარალაქსის განსაზღვრის სამი ძირითადი მეთოდი:

ა) მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ვარსკვლავთ სპექტრული ხაზების ინტენსივობაზე. ეს მეთოდი გამოიყენება ძირითადად გვიანი სპექტრული კლასების ვარსკვლავთ აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრისათვის.

ბ) მეთოდი, რომელიც დამყარებულია სპექტრული ხაზის ხასიათზე და რომელიც გამოყენებულია A და B ტიპის ვარსკვლავთ აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრისათვის.

გ) სპეციალური მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნეს საობიექტივო პრიზმი. ამ მეთოდთა სიზუსტე შედარებით ნაკლებია, მაგრამ მკრთალ ვარსკვლავთა პარალაქსების მასობრივი განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

1947—1948 წლებში აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში, პირველად საბჭოთა კავშირში, საფუძველი ჩაეყარა მკრთალ ვარსკვლავთა სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრას.

ამოცანა, რომელიც ითვალისწინებდა გვიანი სპექტრული G და K ტიპის მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრას საობიექტივო პრიზმით მიღებული მცირე დისპერსიის სპექტრების საფუძველზე, დამყარებული იყო უკვე ცნობილ, მაგრამ ობსერვატორიის შესაძლებლობებთან შეთანხმებულ მეთოდებზე. ამის შესაბამისად იყო შერჩეული აბსოლუტურ სიდიდეთა კრიტერიუმები და შემუშავებული მასალის მიღებისა და დამუშავების მეთოდიკა.

დაკვირვებითი მასალა მიღებული იყო ფოტოგრაფიულად აბასთუმნის ობსერვატორიის 40 სმ-იან რეფრაქტორზე მორგებულ 20 სმ-იან კამერაზე 16°-იანი საობიექტივო პრიზმით (კამერის შუქძალა 1 : 5-ია); საობიექივო პრიზმის დისპერსია ტოლია 115Å/მმ—H_γ-სთან.

განსაზღვრული იყო ქრომატული აბერაცია კამერის ობიექტივისათვის პრიზმასთან ერთად. გაზომვების შედეგად გამოირკვა, რომ სპექტრის λ 4000—λ 4400 უბანში, სადაც თავმოყრილია აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრის ჩვენ მიერ შერჩეული სპექტრული ხაზები, ქრომატული აბერაციის ცდომილების გავლენა უმნიშვნელოა.

დაკვირვებითი მასალის რეგულარული დაგროვება დაიწყო 1945 წლის ოქტომბერში და დღემდე გრძელდება.

აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო სპექტრული ხაზების ინტენსივობათა შეფარდების მეთოდი. ჩვენთვის ძირითად ამოცანას წარმოადგენდა ზუსტი სარედაქციო მრუდების მიღება, რომლებიც აიგება სტანდარტ ვარსკვლავთა ცნობილი აბსოლუტური სიდიდეებისა და სპექტრული ხაზების ინტენსივობათა ფარდობების საფუძველზე. ეს მოითხოვს აბსოლუტურ სიდიდეთა კრიტერიუმების გულდასმით შერჩევას და რაც შეიძლება მეტი სტანდარტი ვარსკვლავების (ცნობილი აბსოლუტური სიდიდეებით) გამოყენებას.

მთელი რიგი საცდელი გაზომვების შედეგად დავრწმუნდით, რომ ჩვენი აპარატურის მცირე დისპერსიის პირობებში სპექტრულ ხაზთა გაზომვებს არ შეუძლია მოგვცეს სარწმუნო შედეგები. ხაზთა ინტენსივობის ფარდობები იძლევა ნაკლებად საიმედო სარედუქციო მრუდებს წერტილთა მნიშვნელოვანი გაბნევით. პირველ ხანებში ნაწილ განსაზღვრებში სხვა კრიტერიუმებთან ერთად გამოვიყენეთ რკინის λ 4045 და λ 4063 ხაზების ინტენსივობათა შეფარდება სტრონციუმის λ 4077 ხაზის ინტენსივობასთან. მაგრამ შემდგომისათვის გადავწყვიტეთ ამ ფარდობებით არ გვესარგებლა ჩვენს განსაზღვრებში.

ამგვარად, ჩვენი განსაზღვრების ძირითად დასაყრდენს წარმოადგენს ციანის შთანთქმა სპექტრის λ 4144 —λ 4215 უბანში. სპექტრის ამ უბანში გაზომილი იყო ინტენსივობანი სამი ზოლისა—ცენტრებით $\lambda\lambda$ 4200, 4176, 4155 ხაზებზე. ამ ზოლთა ინტენსივობები შედარებული იყო λ 4215 —4226 უწყვეტი სპექტრის შედარებით უცვლელ ინტენსივობასთან.

ციანის ზოლები მკვეთრად მოჩანს დიდი აბსოლუტური სიდიდის ვარსკვლავთა სპექტრებში და უჩვენებს ინტენსივობის თვალსაჩინო შესუსტებას აბსოლუტური სიდიდის შემცირებასთან ერთად G და K ტიპის ვარსკვლავებში. ამ სამი კრიტერიუმის საფუძველზე აგებული მრუდები განსაზღვრის დროს იძლეოდა აბსოლუტურ სიდიდეთა საიმედო და ერთმანეთისაგან მცირედით განსხვავებულ მნიშვნელობებს.

გარდა ამისა, ვარსკვლავთ აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო λ 4215—λ 4226 და λ 4205—λ 4215 უბნებში უწყვეტ სპექტრთა ინტენსივობის ფარდობა. ამგვარად, აღებული იყო აბსოლუტურ სიდიდეთა ოთხი კრიტერიუმი.

სპექტრულ ხაზთა ინტენსივობის განსაზღვრისათვის აგებული იყო მახასიათებელი მრუდები (E, $\lg I$), სადაც E მიკროფოტომეტრის ანათვალია, ხოლო I--ხაზის ინტენსივობა. მახასიათებელი მრუდების ასაგებად გამოვიყენეთ მცირე სპექტროგრაფზე საფეხურებიანი ჭრილით გადაღებული სკალები. სკალის საფეხურების ინტენსივობანი გამოხატულია ფარდობითი ერთეულებით, ამიტომ სპექტრულ ხაზთა ინტენსივობანი მოიცემა ფარდობითი ერთეულებით.

მხედველობაში იყო მიღებული აგრეთვე შერჩევითი შთანთქმა დედამიწის ატმოსფეროში. ამ მიზნით სპექტრულ ხაზთა ყველა ინტენსივობა მიყვანილი იყო ზენიტზე. ამ ამოცანასთან დაკავშირებით განსაზღვრული იყო ატმოსფეროს გამჭვირვალობის კოეფიციენტი $P(\lambda)$ სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე მთა ყანობილისათვის.

სტანდარტ ვარსკვლავთა სპექტრული ხაზების ამგვარად განსაზღვრულ ინტენსივობათა ფარდობებისა და ცნობილი აბსოლუტური სიდიდეების საფუძველზე ავაგეთ აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრის სარედუქციო მრუდები G და K კლასებისათვის ცალ-ცალკე.

რაც შეეხება საპროგრამო ვარსკვლავებს, განზრახული იყო გვეწარმოებინა მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრა კაპტეინის არეებისათვის. სამუშაოს მიზანშეწონილი განხორციელების თვალსაზრისით ვამჯობინეთ განსაზღვრები მოგვეხდინა გალაქტიკის ზონების მიხედვით. პირველ რიგში მოვახდინეთ აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრა გალაქტიკის დაბალი ზონის არეებისათვის, კერძოდ $\pm$ 30°-ის სიგანეზე.

მთელი განსაზღვრები მოიცავს ორ პერიოდს. პირველი—საცდელი განსაზღვრები, რომლის მიზანი იყო დაედასტურებინა სამუშაოს დაყენების მიზანშეწონილობა ჩვენს პირობებში. ამ დროისათვის კაპტეინის 9 არეში განსაზღვრული იყო G და K ტიპის 120 ვარსკვლავის აბსოლუტური სიდიდეები [1].

აღნიშნულმა საცდელმა განსაზღვრებმა ცხადჰყო, რომ აბასთუმნის ობსერვატორიაში 20 სმ-იან კამერაზე საობიექტივო პრიზმით მიღებული მცირე დისპერსიის სპექტრების მიხედვით სავსებით შესაძლებელია განისაზღვროს მკრთალ ვარსკვლავთა ($8^m_,5$—$9^m_,0$) სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეები. მუშაობის პროცესში გამოვლინდა აუცილებლობა და შესაძლებლობა განსაზღვრათა მეთოდის გაუმჯობესებისა მიღებულ შედეგთა სიზუსტის გაზრდის თვალსაზრისით. პირველ ყოვლისა განვიზრახეთ მიკროფოტომეტრიული გა-

ზომვის ტექნიკის გაუმჯობესება, რაც გულისხმობს უფრო მეტად მიზანშეწონილი ჭვრიტიანი დიაფრაგმების გამოყენებას. გადავწყვიტეთ ფოტომეტრია, ნაცვლად ნიკონოვის სისტემის მიკროფოტომეტრისა, გვეწარმოებინა ე. წ. „სწრაფ“ ფოტომეტრზე, რომელიც ამ დროისათვის უკვე დადგმული იყო აბასთუმნის ობსერვატორიაში.

ამასთან ერთად განზრახული იყო კრიტერიუმების დაზუსტება და სტანდარტ ვარსკვლავთა რიცხვის გაზრდა. დაბოლოს განზრახული იყო მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრა გაგვევრცელებინა უფრო ადრინდელი F, A, B ტიპის ვარსკვლავებზე.

მეთოდის აღნიშნულ გაუმჯობესებათა განხორციელებამ შესაძლებლობა მოგვცა გაგვეგრძელებინა აღნიშნული სახის სამუშაო და მიგვეღწია განსაზღვრათა მნიშვნელოვანი სიზუსტისათვის.

ამან მოგვცა საფუძველი დაგვეწყო სისტემატური განსაზღვრები მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეებისა, რაც ინტენსიურად მიმდინარეობს აბასთუმნის ობსერვატორიაში. 1948—1949 წლებში დაგროვილი დაკვირვებითი მასალის საფუძველზე კაპტეინის 9 არეში განვსაზღვრეთ აბსოლუტური სიდიდეები G და K ტიპის 127 ვარსკვლავისათვის. ვინაიდან კაპტეინის არეებისათვის გვქონდა რამდენიმე ნეგატივი, ყოველი ვარსკვლავისთვის აბსოლუტური სიდიდე განსაზღვრული იყო 4—20-ჯერ ოთხი სარედუქციო მრუდიდან და შემდეგ ვიღებდით საშუალო მნიშვნელობას.

ცალკეულ განსაზღვრათა ალბათი ცდომილების საფუძველზე გამოთვლილია კატალოგური საშუალო ალბათი ცდომილება ფორმულით

$$\rho = \pm 0{,}674 \sqrt{\frac{|\eta\eta|}{n(n-1)}}.$$

საშუალო ალბათი ცდომილება 127 ვარსკვლავისთვის $\pm 0^{m}{,}19$-ის ტოლი აღმოჩნდა. წინა განსაზღვრებში 120 ვარსკვლავისთვის ეს ცდომილება აღწევდა $\pm 0^{m}{,}31$, ე. ი. ახალ განსაზღვრებში ცდომილება რამდენადმე შემცირდა, რაც მიუთითებს მეთოდის გაუმჯობესებასა და განსაზღვრათა სიზუსტის გაზრდაზე.

თუ მოვახდენთ ჩვენი შედეგების შედარებას 52 საერთო ვარკვლავისათვის ადამსის, ჯოის, ჰუმასონისა და ბრაიტონის 1935 წლის კატალოგთან [2], რომლის ალბათი ცდომილება $\pm 0^{m}{,}27$-ის ტოლია, საშუალო გადახრა M_{mW} M_{mK} (მთა ვილსონი მინუს მთა ყანობილი) ტოლია $\pm 1^{m}{,}1$, ხოლო სისტემატური გადახრა ამ სხვაობისათვის აღწევს $+0^{m}{,}04$.

მიუხედავად იმისა, რომ გაგვაჩნდა ძალიან მცირე რაოდენობა ვარსკვლავებისა ტრიგონომეტრიული პარალაქსებით, ჩვენ მაინც მოვახდინეთ ჩვენი შედეგების შედარება ტრიგონომეტრიულ მონაცემებთან. საშუალო და სისტემატური გადახრა $M_{tr}-M_{mK}$ 8 ვარსკვლავისათვის აღმოჩნდა ტოლი $\pm 0^{m}{,}9$ და $-0^{m}{,}5$ შესაბამისად.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ აღნიშნული 8 ვარსკვლავიდან სამს ნაკლებად საიმედო პარალაქსები აქვს მათი სიმცირის გამო ($0''003$, $0''003$, $0''006$), თუ ისინი არ შევიდოდნენ შედარებებში, მიღებული საშუალო სხვაობები ბევრად ნაკლები აღმოჩნდებოდა.

საინტერესოა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ 1949 წელს წარმატებით დაიწყო სისტემატური განსაზღვრა ადრინდელი A და B ტიპის ვარსკვლავთ აბსოლუტური სიდიდეებისა, სადაც მიღწეულია განსაზღვრათა მაღალი სიზუსტე ალბათი ცდომილებით $\pm 0^m.10$. ეს სამუშაო წარმოადგენს რ. ბართაიას სადისერტაციო ნაშრომს [3].

ამ რამოდენიმე ხნის წინათ მსგავსი სამუშაოები წამოწყებული იყო ყირიმის ობსერვატორიაში $\frac{400}{1600}$ მმ ასტროგრაფზე 7°-ანი საობიექტივო პრიზმით მიღებული მცირე დისპერსიის სპექტრების მიხედვით. ლ. გალკინის მიერ სპექტრულ ხაზთა ინტენსივობის ვიზუალური შეფასების მეთოდით განსაზღვრული იყო 996 $B-M$ ტიპის ვარსკვლავთ სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეები. ამ განსაზღვრათა კატალოგური ალბათი ცდომილება ტოლია $\pm 0^m.4$ [4].

დასასრულ საჭიროა აღინიშნოს, რომ მკრთალ ვარსკვლავთა სპექტრული აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრა ჩვენთან სრულიად მიზანშეწონილ საფუძველზეა დამყარებული, რაც ორგანულად უკავშირდება ობსერვატორიაში წარმოებულ მთელ რიგ ღირსშესანიშნავ სამუშაოებს, კერძოდ გალაქტიკაში სინათლის კოსმოსური შთანთქმის შესწავლის დარგში. მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრა კაპტეინის ამა თუ იმ არეებში მეტად საინტერესო ამოცანაა, ხოლო ასეთი სამუშაოების ერთდროულად განხორციელება ერთსა და იმავე ობსერვატორიაში და ერთსა და იმავე აპარატურაზე მეტად მნიშვნელოვან ფაქტს წარმოადგენს. ამგვარად, ამოცანის ასეთი მიზანდასახული დასმა საინტერესოა როგორც თავისთავად, ისე ობსერვატორიის საერთო საქმიანობისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
მთა ყანობილი

(რედაქციას მოუვიდა 12.3.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ნ. კალანდაძე. გვიანი სპექტრული კლასების (G და K) მკრთალი ვარსკვლავების აბსოლუტურ სიდიდეთა განსაზღვრა საობიექტივო პრიზმით მიღებული სპექტრების საშუალებით. აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ბიულეტენი, № 10, 1949.
2. W. S. Adams, A. H Joy, M. L. Humason, A. M. Brayton. The spectroscopic absolute magnitudes and parallaxes of 4179 stars. Astrophys. Journal, 81, p. 187, 1935.
3. Р. А. Бартая. Спектральные абсолютные величины и параллаксы слабых звезд типа B и A (საკანდიდატო დისერტაცია; ხელნაწერი), 1951.
4. Л. С. Талкин. Двухмерная классификация спектров, полученных с очень малой дисперсией (автореферат диссертации), 1950.

ტექნიკა

ლ. აბელიშვილი და გ. ლეჟავა

ქსელში ძაბვის მნიშვნელოვანი ვარდნისას მატარებლის სვლის დროის შესწორება

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულიძემ 19.12.1950)

ელექტრული მატარებლების საგადასარბენო სვლის დრო დამოკიდებულია ლოკომოტივის პანტოგრაფთან ძაბვის სიდიდეზე, რომელიც შეიძლება განსხვავდებოდეს, და მასთან საგრძნობლადაც, ნომინალური ძაბვისაგან. მატარებლის სვლის დროის განსაზღვრა ძაბვის ფაქტობრივი ცვლილების გათვალისწინებით თავისთავად წარმოადგენს აქტუალურ ამოცანას, რომელიც დაიყვანება წევის სპეციალურ ანგარიშებზე [1], მაგრამ ეს ანგარიშები საკმარისად დიდი და შრომატევადია.

ამიტომ ძაბვის დიდი ვარდნის შემთხვევაში განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს სვლის დროის მიახლოებული განსაზღვრა, რაიმე შესწორების სახით იმ დროისაგან, რომელიც გამოთვლილია ნომინალური ძაბვისათვის.

ასეთი შესწორებები მოცემული იყო სხვა ავტორების მიერ, მაგრამ მან ვერ პოვა გავრცელება.

მოცემულ ნაშრომში წამოყენებულია სვლის დროის შესასწორებელი ფორმულა შემცირებული ძაბვის შემთხვევისთვის და მოყვანილია ამ ფორმულის შემოწმება.

§ 1. მატარებლის სვლის დრო U ნომინალური ძაბვის დროს აღვნიშნოთ $t=t_1+t_2$-ით, t'-ით კი დრო $U'<U$ შემთხვევაში.

მაშინ t და t' შორის დამოკიდებულება—შესწორების ფორმულა—შეიძლება წარმოგვიდგეს შემდეგი სახით[1]:

$$t'=\frac{t'}{1-e}+(1-e)\,t_2, \tag{1}$$

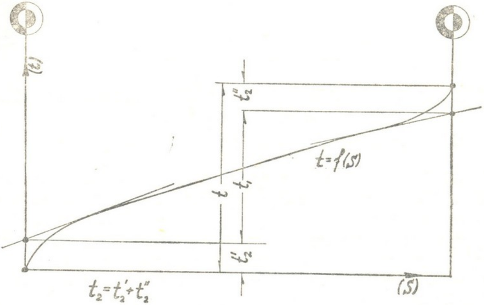
სადაც t_1 და t_2, t-ეს მდგენელები გამოხატავს სათანადოდ „სუფთა“ სვლისა და აჩქარება-შენელებაზე დახარჯულ დროს, ხოლო e კოეფიციენტია, დაახლოებით ძაბვის შეფარდებითი საშუალო ვარდნის ტოლი.

(1) ფორმულა აგებულია იმ პირობაზე, რომ ძაბვა მოქმედებს მხოლოდ „სუფთა“ სვლის დროზე, ხოლო აჩქარება და შენელება არ არის დამოკიდებული ძაბვის სიდიდეზე.

§ 2. t_1 და t_2 მდგენელების გამოყოფა საერთო სვლის დროიდან შეიძლება მოხდეს მხების გავლებით სვლის დროის $t=f(s)$ მრუდზე, როგორც ეს

[1] ფორმულა (1) განსხვავდება კ. მ ა რ კ ვ ა რ დ ტ ი ს მიერ [2] რეკომენდებული ფორმულისაგან t_2-თან $(1-e)$ მამრავლით.

ნაჩვენებია 1 სურათზე. მხებების გავლება არ წარმოადგენს სირთულეს, რამდენადაც $t=f(s)$ მრუდი ქორდებით იგება.



სურ. 1. აჩქარება-შენელებაზე დროის t_2 შესწორების გამოყოფა

§ 3. კოეფიციენტი e უმეტეს შემთხვევაში შეიძლება მიღებულ იქნეს მოცემულ გადასარბენზე $\Delta U_{\text{საშ}} : U$ შეფარდებითი საშუალო ვარდნის ტოლი. გამონაკლისს წარმოადგენს მცირე წონის მატარებლები და იოლი პროფილის გადასარბენები, დაახლოებით ნულოვანი საშუალო ქანობით.

ამ შემთხვევაში კოეფიციენტი e შეიძლება აღებულ იქნეს დამყარებული სიჩქარეების შეფარდებიდან:

$$1 - e = \frac{V'}{V}, \qquad (2)$$

რომელთა მნიშვნელობები ადვილად მიიღება ლოკომოტივის წევის მახასიათებლებისა და მოძრაობის სრული წინაღობების W მიხედვით, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-2 სურათზე.

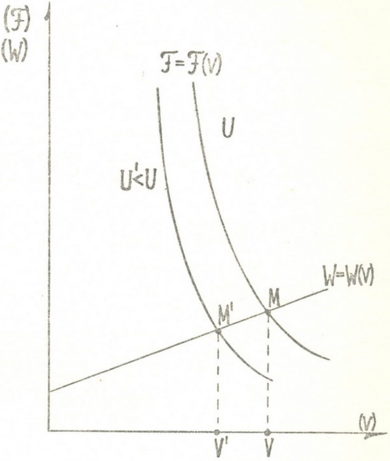
§ 4. მოყვანილი (1) ფორმულის შესამოწმებლად ჩატარდა მთელი რიგი ზუსტი წევის ანგარიშები, მატარებლების სხვადასხვა წონის, პროფილისა და ძაბვების შემთხვევებში, $ВЛ-22^{м}$ ელექტრომავლისა და შემადგენლობისათვის საშუალო-შეწონილი ხვედრითი წინაღობით, რომელიც გამოთვლილია ფორმულით:

$$w = 1{,}4 + 0{,}03\,V \ \text{კგ/ტნ};$$

სულ გაანგარიშებული იყო 200-ზე მეტი შემთხვევა. ანგარიშები წარმოებდა 830, 1000, 1500, 2000, 2500 და 3000 ტონის წონის მატარებლებისათვის. ამასთან საშუალო ძაბვები პანტოგრაფზე აღებული იყო: 1500, 1800, 2100, 2400, 2700, 3000 და 3300 ვოლტისა.

ძირითად ძაბვად, რომლისთვისაც გამოთვლილ დროს ედრებოდა სხვა ძაბვის დროები, მიღებული იყო 3000 ვოლტი [1].

გადასარბენის პროფილი მიღებული იყო იმ სქემით, რომელიც ნაჩვენებია მე-3 სურათზე, სადაც i-ს ეძლეოდა შემდეგი მნიშვნელობები: $-5{,}0$, $+5$, $+10$, $+15$, $+20$, $+25$ და $+30‰$.



სურ. 2

პროცენტობით გამოსახული განსხვავება (1) ფორმულით ნაანგარიშები შედეგებისა ფაქტობრივ დროებთან შედარებით მოცემულია ცხრილში.

§ 5. (1) ფორმულის შედეგების შედარებიდან ზუსტი ანგარიშების შედეგებთან შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

ა) ფორმულა გამოსადეგია მატარებლის დენით სვლისათვის, როდესაც სიჩქარე არ იზღუდება ძაბვაზე დამოუკიდებელი პირობებით (მუხრუჭები, ლიანდაგი, კონსტრუქცია). იმ შემთხვევაში, როცა სიჩქარე შეზღუდულია, ძაბვის როლი გადადის მეორე რიგზე, ხოლო გრძელ დაღმართებზე ძაბვის გავლენა სვლის დროზე სრულიად უმნიშვნელო ხდება.

[1] ტექსტში და სურათზე მიღებულ აღნიშვნას $U' < U = 3000$ ვ აქვს პირობითი ხასიათი და არ ეხება $U = 3300$-ს. უფრო სწორად რომ ვთქვათ, საჭიროა დაწერილიყო $U' \neq U$.

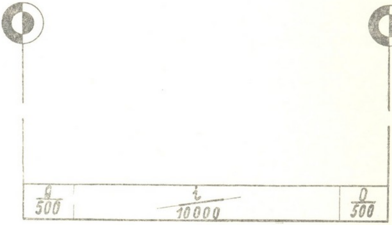
e-ს სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის (1) ფორმულით განსაზღვრული სვლის დრო, გამოხატული პროცენტობით ზუსტი ანგარიშით მიღებულ სვლის დროსთან შედარებით

$P+Q$ ტ	i ‰	$U'=1500$ ვ $1-e=\frac{U'}{U}$	$U'=1500$ ვ $1-e=\frac{V'}{V}$	$U'=1800$ ვ $1-e=\frac{U'}{U}$	$U'=1800$ ვ $1-e=\frac{V'}{V}$	$U'=2100$ ვ $1-e=\frac{U'}{U}$	$U'=2100$ ვ $1-e=\frac{V'}{V}$	$U'=2400$ ვ $1-e=\frac{U'}{U}$	$U'=2400$ ვ $1-e=\frac{V'}{V}$	$U'=2700$ ვ $1-e=\frac{U'}{U}$	$U'=2700$ ვ $1-e=\frac{V'}{V}$	$U'=3000$ ვ $1-e=\frac{U'}{U}$	$U'=3000$ ვ $1-e=\frac{V'}{V}$
830	+5	105	102,5	102,5	101.6	102,3	100,6	103,4	103,1	101	101,8	99,5	100,1
	+10	98,5	93,3	99,8	99,6	98,6	98,5	99	98,9	98.5	98	99,1	100,1
	+20	99,5	103,2	98,6	101	99	99,9	99,5	100,2	98,9	99,5	96,7	97
	+30	107	110	105	101	101,7	102	100,1	100,1	99	99	99,6	98
1000	+5	103	104,8	102,5	100,2	102	99,6	101	99,8	99.6	99,2	98,2	98,9
	+10	101,5	101,6	99,5	99,8	99,4	98,8	99,3	99,3	100,6	100,2	100,2	100,8
	+20	98,6	102,3	97,2	100,1	99,5	100,8	98,8	99,6	99,4	99,5	99,3	99
	+25	93,4	96,5	96	100,2	101	102,1	100,2	101,6	99,9	101,5	99,3	99
1500	+0	114,5	103	108,8	102,4	105,6	101,3	103	101,4	100,5	99,3	99,4	100,1
	+5	100,8	98,9	96,8	99	99,3	99,2	100 5	99,8	99,5	99.4	99,2	99,2
	+10	99,5	102,1	99,7	101,5	100,4	101	100,6	101,3	100,5	101,1	99,6	99,6
	+15	96	96,6	98,6	101.8	98,8	100,3	100,1	101,5	99,4	100,1	99,4	98,6
2000	0	113	103,7	108,5	102,5	105,1	101,2	103	101,7	101,1	99,8	99,5	99,8
	+5	101,1	102,8	101,5	101,5	101	101	101,5	101,5	100,8	100,1	98,9	99,2
	+10	98,5	102	98,1	98,6	100,4	101,2	101,4	102,3	100	100,1	99,2	99,3
2500	0	112,7	105,8	108	102,5	104,5	100,7	102,8	100,4	101,8	101,9	98,5	99,4
	+5	100,4	102	101	102,2	103,2	102,5	102,4	102	102,1	102,2	97,0	97
3000	0	111,5	104,4	108,5	103,2	105	101	103,5	101,4	101,6	100,6	99,1	100,1
	+5	97,8	100,4	101,5	103,5	103	102,9	100,1	100,5	100,1	100,8	98,7	99,4

შეზღუდული სიჩქარით ხანგრძლივად სვლის შემთხვევაში დროის შემცირებულ ძაბვებზე შესწორება წარმოადგენს დამოუკიდებელ ამოცანას, რომელიც ვერ თავსდება (1) ფორმულაში.

ბ) ქანობებისათვის $i=0\div 30\,^0/_{00}$ ფორმულისა და ზუსტი ანგარიშების მონაცემებს შორის განსხვავება არ აღემატება $\pm 3{,}5\,^0/_0$. გამონაკლისს წარმოადგენს 4 შემთხვევა. 114-დან, როდესაც განსხვავება აღწევს $4{,}4\div 7\,^0/_0$.

გ) მსუბუქი პროფილის დროს (1) ფორმულით უფრო სწორ შესწორებას ვღებულობთ მასში (2) ფორმულიდან გამოთვლილი e კოეფიციენტის ჩასმით.



სურ. 3

მძიმე $i_{საშ} \geqq 4\,^0/_{00}$ ქანობების შემთხვევაში კოეფიციენტი e შეიძლება მივიღოთ მოცემულ გადასარბენზე ძაბვის შეფარდებითი საშუალო ვარდნის ტოლი ($\Delta U_{საშ} : U$).

§ 6. ანგარიშების წარმოების წესი შემდეგნაირია: სვლის ძირითადი დროიდან გამოიყოფა „სუფთა" სვლის t_1 დრო და t_2 დრო, დაკარგული აჩქარება-შენელებაზე, როგორც ეს ნაჩვენებია 1 სურათზე.

(1) ფორმულაში ჩასმული e კოეფიციენტი [$i_{საშ} \geqq 4\,^0/_{00}$ ქანობებისთვის მიიღება $\Delta U_{საშ} : U$-ს ტოლი, უფრო მცირე ქანობებისათვის e გაიგება მე-2 სურათის თანახმად, სახელდობრ: ჯერ გაიგება საშუალო სიჩქარე როგორც $V=l:t$, სადაც l გადასარბენის სიგრძეა, ხოლო ამ სიჩქარის მიხედვით წევის ძალის $F=F(V)$ მრუდზე მოიძებნება წერტილი M.

M-ზე ტარდება მოძრაობის წინაღობის ხაზი, MM' ნულოვანი ქანობის წინაღობის ხაზის პარალელური.

ძაბვა $U' < U$-ის შესაბამის $F=F(V)$ წევის ძალის მრუდზე გადაკვეთის შედეგად მოინახება M' წერტილი, რომლის პროექცია იძლევა სიჩქარეს V'.

V და V'-ის ჩასმით (2) ფორმულაში ვღებულობთ e-ს მნიშვნელობას.

ვ. ი. ლენინის სახელობის რკინიგზის
ტრანსპორტის ინჟინერთა თბილისის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.12.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ლ. აბელიშვილი. მატარებლის სვლის დროის განსაზღვრა ქსელში მნიშვნელოვანი და ცვალებადი ძაბვის ვარდნის შემთხვევაში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, № 3, 1949.

2. К. Г. Марквардт. Энергоснабжение электрифицированных железных дорог. Москва, 1948.

ენერგეტიკა

ბ. ლორთქიფანიძე

განშტოებული უკუწრედის პირობებში ელექტროდრენაჟების მუშაობის გამოკვლევის მეთოდისა და მათი გათვლის გზების შესახებ

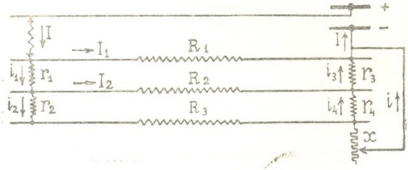
(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულიძემ 20.2.1951)

ელექტროწევის მოხეტიალე დენებისაგან ელექტროდრენაჟის საშუალებით მიწისქვეშა ლითონის ნაგებობათა დაცვის ფართო გავრცელება [1] საჭიროდ ხდის ელექტროდრენაჟების მუშაობის გამოკვლევის მეთოდების შემდგომ გაუმჯობესებას და მათი ელემენტების ინჟინრული გათვლის ხერხების გამოძებნას [2].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტში დამუშავებულია ელექტროდრენაჟის გათვლის მეთოდი, რომელიც გამოსადეგია იმ შემთხვევისათვის, როდესაც დასაცავი ნაგებობა ელექტროწევის არაგანშტოებული უბნის პარალელურადაა გაყოლებული [3]. ეს მეთოდი დამყარებულია სამწრედა უკუწრედში დენის განაწილების თეორიაზე [4], რაც იწვევს ისეთი გათვლების წარმოებას, რომელიც ბევრ დროს თხოულობს და ხანდახან ართულებს მგეგმარის მუშაობას.

მიუხედავად ამისა, ელექტროდრენაჟული დაცვის გამარტივებული და საინჟინრო თვალსაზრისით მისაღები გათვლა რთული განშტოებული სისტემის პირობებში შესაძლოა, თუკი ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში წინდაწინვე იქნება ჩატარებული ზოგი მარტივი გამოკვლევა.

გადავიდეთ თვით მეთოდის აღწერაზე.



ნახ. 1

ელექტროდრენაჟიანი ყოველი უკუწრედი, მიუხედავად მისი სირთულისა, შეიძლება საკმაო სიზუსტით დაყვანილ იქნეს, მოცემული შემწოვი ფიდერის მოქმედების ზონაში, ნახ. 1-ზე გამოსახულ ეკვივალენტურ სქემამდე.

შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები:

x—ელექტროდრენაჟის წინაღობა.

R_2, R_2, R_3—რელსების, მიწის (ელექტროდრენაჟით დაუცავ ნაგებობათა ჩათვლით) და ელექტროდრენაჟთან მიერთებულ ნაგებობათა ჯგუფის დროის მიხედვით საშუალო ეკვივალენტური წინაღობები;

r_1, r_3—რელსებსა და მიწას (ელექტროდრენაჟით დაუცავ ნაგებობათა ჩათვლით) შორის დროის მიხედვით საშუალო გარდამავალი წინაღობები დენის რელსებიდან გამოსვლისა და რელსებში შესვლის ზონებში;

r_2, r_4—მიწის (ელექტროდრენაჟით დაუცავ ნაგებობათა ჩათვლით) და ელექტროდრენაჟთან მიერთებულ ნაგებობათა ჯგუფს შორის დროის მიხედვით საშუალო გარდამავალი წინაღობები დენის ამ ჯგუფში შესვლისა და მისგან გამოსვლის ზონებში;

I—შემწოვ ფიდერში დენის დროის მიხედვით საშუალო მნიშვნელობა;

i—ელექტროდრენაჟში დენის დროის მიხედვით საშუალო მნიშვნელობა;

i_4—r_4 წინაღობაზე გამავალი დენის დროის მიხედვით საშუალო მნიშვნელობა (ელექტროდრენაჟთან შეერთებულ ნაგებობათა ჯგუფიდან გაჟონვის დენის ან ამ ჯგუფში შედინების დენის მნიშვნელობა).

ზემოთ მოყვანილი სიდიდეები განხილულია როგორც საშუალონი დროის მიხედვით, ვინაიდან დროის გარკვეული მონაკვეთის განმავლობაში ისინი, ცალკეულ დატვირთვათა ადგილმდებარეობის, რაოდენობისა და სიდიდეების ცვლილებასთან დაკავშირებით, განიცდიან რხევას რომელიმე საშუალო სათანადო სიდიდეების ირგვლივ. მიწისქვეშა ნაგებობების ელექტროკოროზიის თვალსაზრისით საინტერესოა სწორედ ეს საშუალო სიდიდეები.

თუ ვისარგებლებთ კვანძიან და კონტურებიან წრედებში დენის განაწილების ცნობილი წესებით, შეგვიძლია მივიღოთ:

$$i = \frac{A}{B - x}, \tag{1}$$

$$i_4 = \frac{-C + Dx}{B + x}, \tag{2}$$

სადაც

$$A = \frac{IR_1\left[r_3(r_2+r_4+R_2+R_3)+r_4R_2\right]}{(r_1+r_3+R_1)(r_2+r_4+R_2+R_3)+R_2(r_2+r_4+R_3)},$$

$$B = \frac{r_3\left[(r_1+R_1)(r_2+r_4+R_2+R_3)+R_2(r_2+R_3)\right]+r_4\left[R_2(r_3+R_1)+(r_2+R_2+R_3)(r_1+r_3+R_1+R_3)\right]}{(r_1+r_3+R_1)(r_2+r_4+R_2+R_3)+R_2(r_2+r_4+R_3)},$$

$$C = \frac{Ir_3R_1(r_2+r_3)}{(r_1+r_3+R_1)(r_2+r_4+R_2+R_3)+R_2(r_2+r_4+R_3)},$$

$$D = \frac{IR_1R_2}{(r_1+r_3+R_1)(r_2+r_4+R_2+R_3)+R_2(r_2+r_4+R_3)}.$$

(2) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ დაცულ ნაგებობათა ჯგუფის დროის მიხედვით საშუალო პოტენციალი მიწის მიმართ დრენაჟის ადგილას ტოლია

$$v = ki_4r_4 = \frac{-kr_4C + kr_4Dx}{B+x} = \frac{-C' + D'x}{B+x}, \tag{3}$$

სადაც k პროპორციობის რომელიმე კოეფიციენტია.

v სიდიდის მიხედვით მსჯელობენ ხოლმე ნაგებობიდან მიწაში დენის გაჟონვის ხასიათის შესახებ. ამ მიზნით ნაგებობაზე აწყობენ საკონტროლო წერტს, სადაც გამოყვანილია ორი იზოლირებული სადენი, რომელთაგან ერთი გამოდის ნაგებობის კორპუსიდან, მეორე კი იქვე მყოფი დამმიწებლისაგან. თუ ხსენებულ სადენთა შორის ჩავრთავთ მაღალწინაღობიან ვოლტმეტრს (პლიუსს—ნაგებობაზე, მინუსს—დამმიწებელზე), შესაძლო ხდება დროის მიხედვით საშუალო რომელიმე u პოტენციალის გაზომვა დამმიწებლის მიმართ. ჩვეულებრივ u სიდიდე ახლოა v სიდიდესთან.

განსხვავება u და v სიდიდეთა შორის მით აიხსნება, რომ v სიდიდეს ხშირად ემატება შებრუნებული ნიშნით დროის მიხედვით საშუალო რაღაც $E \gtrless 0$ პოტენციალი, რომელიც ჩვეულებრივ შედგება:

ა) „დამმიწებელი—მიწა“ წყვილისა გალვანური პოტენციალისაგან,

ბ) „ნაგებობა—მიწა“ წყვილისა გალვანური პოტენციალისაგან,

გ) იმ პოტენციალისაგან, რომელიც იქმნება რომელიმე ახლო მდებარე მუდმივი დენის წყაროს დამიწებული ნაწილით.

ამგვარად, ვოლტმეტრი გაზომავს შემდეგ სიდიდეს:

$$u = v + E = \frac{-C' + D'x}{B+x} + E = \frac{(EB - C') + (E + D')x}{B+x} = \frac{P + Qx}{B+x}, \tag{4}$$

სადაც, საერთოდ რომ ვთქვათ, P და Q კოეფიციენტები შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი, თუმცა ჩვეულებრივად $P<0$ და $Q>0$. საჭიროა აღინიშნოს, რომ შემთხვევა $P \geqq 0$ გვიჩვენებს E სიდიდის არანორმალურად დიდ აბსოლუტურ მნიშვნელობას, როდესაც უკვე აღარ ხდება საკმარისი დავკმაყოფილდეთ მარტო დრენაჟის საშუალებით დაცვით.

ამგვარად, საქმე გვაქვს (1) და (4) განტოლებებთან და ამოცანა დგება A, B, P, Q კოეფიციენტების ცდის საშუალებით გამოძებნის შესახებ.

A და B კოეფიციენტები შესაძლოა გამოძებნილ იქნეს i დენის გაზომვით ორი, ერთმანეთისაგან შესამჩნევად განსხვავებული, x-ის მნიშვნელობის დროს. დავუშვათ, რომ

$$i_a = \frac{A}{B + x_a}, \qquad i_b = \frac{A}{B + x_b},$$

მაშინ

$$A = \frac{i_a\, i_b\,(x_b - x_a)}{i_a - i_b}, \tag{5}$$

$$B = \frac{i_b x_b - i_a x_a}{i_a - i_b}. \tag{6}$$

P და Q კოეფიციენტებიც (თუკი B უკვე ცნობილია) გამოიძებნება u პოტენციალის გაზომვით x-ის ორი სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს.

თუ ამ დროს

$$u_a = \frac{P + Qx_a}{B + x_a}, \quad u_b = \frac{P + Qx_b}{B + x_b},$$

მაშინ

$$P = \frac{u_a i_b x_b + u_b i_a x_a}{i_a - i_b}, \tag{7}$$

$$Q = \frac{u_b i_a - u_a i_b}{i_a - i_b}. \tag{8}$$

A, B, P, Q სიდიდეთა განსაზღვრა უნდა ხდებოდეს შემდეგი გასათვლელი სქემით: ვთქვათ, გვაქვს შემდეგი რიგით ჩატარებული $n + 1$ გაზომვა,

როდესაც

$$\begin{array}{ll} x = x_0 & i = i_0,\ u = u_0, \\ x = x_1 & i = i_1,\ u = u_1, \\ \cdots & \cdots\cdots \\ \cdots & \cdots\cdots \\ x = x_n & i = i_n,\ u = u_n. \end{array}$$

(x_0, x_1), (x_0, x_2), ... (x_0, x_n) n წყვილ-წყვილად აღებულ მნიშვნელობათა მიხედვით და (5)—(8) განტოლებათა საშუალებით მივიღებთ თვითეული საპოვნელი კოეფიციენტისათვის შემდეგ n მნიშვნელობას:

$$\begin{array}{c} A_1,\ B_1,\ P_1,\ Q_1 \\ A_2,\ B_2,\ P_2,\ Q_2 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \\ A_n,\ B_n,\ P_n,\ Q_n \end{array}$$

ამ კოეფიციენტების საანგარიშო მნიშვნელობისთვის შეგვიძლია მივიღოთ შემდეგი სიდიდენი:

$$A = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} A_k,\ B = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} B_k,\ P = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} P_k, \quad Q = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} Q_k.$$

აქ ცალკეული შესაკრებნი ჯამის ნიშნის ქვეშ, ჩვეულებრივ, მცირედ განირჩევიან ერთმანეთისაგან, რის გამო საკმაოა მივიღოთ $n = 5$. მოხერხებული იქნება, თუ x_0 მაგივრად მივიღებთ $x_0 = 0$ (მოკლედ ჩართული ელექტროდრენაჟი), მაგრამ იმ პირობით, თუ ეს საფრთხეს არ გამოიწვევს დასაცავი ან მეზობელი ნაგებობების მიმართ.

(1) და (4) განტოლებებიდან შეგვიძლია მივიღოთ კიდევ ერთი ელექტროდრენაჟის დამახასიათებელი შემდეგი განტოლება:

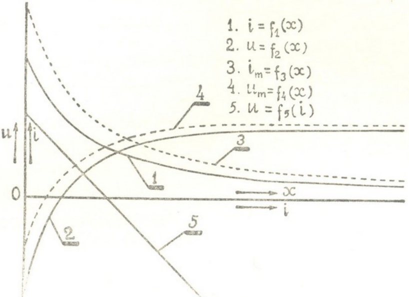
$$u = Q - \frac{QB - P}{A}\, i. \tag{9}$$

(1), (4) და (9) განტოლებებით გამოხატულ დამოკიდებულებებს შესაბამისად ვუწოდოთ (იხ. ნახ. 2):

ა) ელექტროდრენაჟის დენური მახასიათებელი (მრუდი 1);

ბ) ელექტროდრენაჟის პოტენციალური მახასიათებელი (მრუდი 2);

გ) ელექტროდრენაჟის ვოლტამპერული მახასიათებელი (მრუდი 5).



ნახ. 2

თუკი ვიცით დენური მახასიათებელი, შეგვიძლია ავაგოთ მრუდთა შემდეგი ოჯახი:

$$i_p = \frac{A}{B - p + x}\,, \tag{10}$$

სადაც p ცვლადი პარამეტრია, რომელიც ახასიათებს დენური მახასიათებლის x-თა ღერძის გასწვრივ გადაადგილებას (მარჯვნივ—თუ $p<0$, და მარცხნივ—თუ $p>0$). მივიღოთ, რომ ყოველი ასეთი გადაადგილება შეესაბამება ყოველ ცალკეულ განაზომს i_p დენის მყისური მნიშვნელობისა, რომელიც განირჩევა დროის მიხედვით საშუალო i დენის მნიშვნელობიდან შემდეგი სიდიდით:

$$\Delta i = \frac{A}{B - p + x} - \frac{A}{B + x}\,.$$

დრენაჟში დენის მყისური მნიშვნელობის შედარებით გადახრა მასში მოკლე ჩართვის დროის მიხედვით საშუალო i_0 დენთან შეფარდებით შეიძლება მოძებნილ იქნეს უშუალოდ განაზომებიდან. იგი ტოლია

$$\delta = \frac{\Delta i}{i_0} = \frac{B\Delta i}{A} = \frac{pB}{(B - p + x)\,(B + x)}\,.$$

ელექტროდრენაჟის ელემენტების გასათვლელად ინტერესს წარმოადგენს δ-ს უდიდესი რიცხობრივი მნიშვნელობა, როდესაც

$$x = 0, \ \delta = \delta_m = \frac{p}{B-p}, \ \text{ე. ი., როდესაც} \ p = \frac{\delta_m B}{1+\delta_m},$$

რასთან დაკავშირებით (10) განტოლებიდან მივიღებთ გასათვლელ მაქსიმალურ მყისურ დენს:

$$i_m = \frac{A(1+\delta_m)}{B+x+\delta_m x} = \frac{1+\delta_m}{1+\dfrac{\delta_m x}{B+x}}\, i\,. \tag{11}$$

(11) მრუდს ვუწოდოთ მაქსიმალურპარამეტრიანი დენური მახასიათებელი, რომლითაც შეგვიძლია ვისარგებლოთ ელექტროდრენაჟის წინაღობის ცალკეულ სექციათა კვეთის ამოსარჩევად.

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია ხსენებული მახასიათებელი (მრუდი 3).

თუკი ვიცით პოტენციალური მახასიათებელი, შეგვიძლია ავაგოთ მრუდთა შემდეგი ოჯახი:

$$u_q = \frac{P+Q(x-q)}{B-q+x}, \tag{12}$$

სადაც q ცვლადი პარამეტრია, რომელიც ახასიათებს პოტენციალური მახასიათებლის x-თა ღერძის გასწვრივ გადაადგილებას (მარჯვნივ — თუ $q<0$, და მარცხნივ — თუ $q>0$). მივიღოთ, რომ ყოველი ასეთი გადაადგილება შეესაბამება ყოველ ცალკეულ განაზომს u_q პოტენციალის მყისებური მნიშვნელობისა, რომელიც განირჩევა დროის მიხედვით საშუალო u პოტენციალის მნიშვნელობისგან შემდეგი სიდიდით:

$$\Delta u = \frac{P+Q(x-q)}{B-q+x} - \frac{P+Qx}{B+x}.$$

ნაგებობის პოტენციალის მყისური მნიშვნელობის შედარებითი გადახრა გამოთიშული დრენაჟის შემთხვევაში დროის მიხედვით საშუალო u_∞ პოტენციალთან შედარებით შეიძლება მოძებნილ იქნეს უშუალოდ განაზომებიდან. იგი ტოლია

$$\varepsilon = \frac{\Delta u}{u_\infty} = \frac{\Delta u}{Q} = -\frac{q(BQ-P)}{Q(B-q+x)(B+x)}.$$

ელექტროდრენაჟის ელემენტების გათვლისათვის ინტერესს წარმოადგენს ε-ის უდიდესი რიცხობრივი მნიშვნელობა, როდესაც

$$x = 0, \ \varepsilon = \varepsilon_m = -\frac{q(QB-P)}{QB(B-q)},$$

ე. ი. როდესაც

$$q = -\frac{\varepsilon_m B^2 Q}{BQ(1-\varepsilon_m)-P},$$

რასთან დაკავშირებით (12) განტოლებიდან მივიღებთ გასათვლელ მაქსიმალურ მყისურ პოტენციალს

$$u_m = \frac{1-\dfrac{Qq}{P+Qx}}{1-\dfrac{q}{B+x}} = \frac{BQ(1-\varepsilon_m)-P+\dfrac{\varepsilon_m B^2 Q^2}{P+Qx}}{BQ(1-\varepsilon_m)-P+\dfrac{\varepsilon_m B^2 Q}{B+x}}\, u. \tag{13}$$

(13) მრუდს ვუწოდოთ მაქსიმალურპარამეტრიანი პოტენციალური მახასიათებელი, რომლითაც შეგვიძლია ვისარგებლოთ ელექტროდრენაჟის წინაღობის ოპტიმალური სიდიდის წინდაწინ დასადგენად (ეს სიდიდე უნდა ჰქონდეს ერთ-ერთ შუალედ სექციას).

ეს ოპტიმალური x_m მნიშვნელობა გამოინახება პირობიდან: $u = 0$, საიდანაც (4) და (13) თანახმად

$$x_m = -\frac{B^2 Q}{BQ(1-\varepsilon_m) - P} - \frac{P}{Q}. \tag{14}$$

ნახ. **2**-ზე ნაჩვენებია პოტენციალური მახასიათებელი (მრუდი 4).

ვოლტამპერული მახასიათებელი შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით:

$$u = u_\infty - \frac{u_\infty - u_0}{i_0}\, i, \tag{15}$$

სადაც $u_\infty = Q$ და $u_0 = \dfrac{P}{B}$ წარმოადგენენ გამოთიშულ და მოკლედ ჩართულ ელექტროდრენაჟის შემთხვევაში მიწისქვეშა ნაგებობის პოტენციალებს, $i_0 = \dfrac{A}{B}$ კი არის მოკლედ ჩართულ ელექტროდრენაჟში გამავალი დენი. (15) განტოლებიდან პირდაპირ ვღებულობთ:

$$\frac{\Delta u}{u_\infty} = -\left[1 - \frac{u_0}{u_\infty}\right]\frac{\Delta i}{i_0}, \text{ ანუ } \varepsilon_m = -\frac{BQ - P}{BQ}\,\delta_m;$$

თუ აქ ჩავსვამთ ε_m-ისა და δ_m-ის მნიშვნელობებს, მივიღებთ:

$$p = q. \tag{16}$$

მაშ, წინა ფორმულებში შეიძლება q პარამეტრი შევცვალოთ p პარამეტრით, რის გამო ადვილად მივიღებთ:

$$u_p = \frac{P + Q(x - p)}{A}\; i_p. \tag{17}$$

ვინაიდან x-თან შედარებით p ჩვეულებრივ მცირეა, ამიტომ (17) განტოლების მიხედვით შეიძლება ითქვას, რომ, თუ x საკმაოდ დიდია, ელექტროდრენაჟის მოცემული წინაღობის დროს დრენაჟში გამავალი დენისა და ნაგებობის პოტენციალის მყისურ მნიშვნელობათა ცვლილება ერთმანეთის დაახლოებით პროპორციულია.

შეიძლება აგრეთვე შეინიშნოს, რომ ელექტროდრენაჟის ნაგებობის პოტენციალზე ზეგავლენის შესაფასებელი კრიტერიუმი

$$k = \frac{\Delta u}{i} = \frac{QB - P}{B + x}\;\Delta x$$

დამოკიდებულია x-ზე და, ცხადია, არ შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც მუდმივი, ელექტროდრენაჟის წინაღობაზე დამოუკიდებელი, სიდიდე, რის გამოც არ გვაქვს საფუძველი მოხერხებულად შერჩეულად ჩავთვალოთ ეს კრიტერიუმი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენერგეტიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.3.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. М. Ершов. Защита подземных сооружений от коррозии, вызываемой блуждающими токами. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, выпуск 21, 1948.
2. Аз ВНИТОЭ и АзИИ им. Азизбекова. Резолюция научно-технического совещания 21—23 ноября 1949 года по защите трубопроводов и кабелей от коррозии. Баку, 1949.
3. Б. Г. Лорткипанидзе. Принципы расчета электродренажей на тяговых подстанциях электрических железных дорог (рукопись в Энергетическом институте АН Груз. ССР), 1949.
4. ბ. ლორთქიფანიძე. მიწისქვეშა გამტარის მქონე ელექტრული რკინიგზების უკუწრედში დენების განაწილება და მოდელირების საკითხები. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემია, ენერგეტიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. V, 1950.

ბოტანიკა

გ. ნაცვლიშვილი

ზოგიერთი ჯიშის ქართული ვაზისა და საძირე ჰიბრიდების დაფესვიანების უნარიანობა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. ყანჩაველმა 29.9.1950)

როგორც ცნობილია, საქართველოში მევენახეობას უხსოვარი დროიდან მისდევენ და ის სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთ წამყვან დარგს წარმოადგენს.

ვაზს ძირითადად რქების საშუალებით ამრავლებდნენ, რითაც, მთელ რიგ დადებით თვისებებთან ერთად, მიღებული ახალი მცენარე მკვიდრად ინარჩუნებდა თავისი მშობლის ნიშანთვისებებს. აღნიშნული წესი ამჟამადაც ფართოდ არის გამოყენებული მევენახეობის პრაქტიკაში [2]. მაგრამ მის შემდეგ, რაც ფილოქსერის გავრცელების შედეგად დაიწყო ვენახების განადგურება, ხელი მიჰყვეს ვაზის მყნობით გამრავლებას. საძირედ იღება ფილოქსერის გამძლე ამერიკული ვაზის ჰიბრიდები [1]: რიპარია×რუპესტრის 3309, 101—14, 3306; ბერლანდიერი×რიპარია 420-ა, 5-ბბ; შასლა×ბერლანდიერი 41-ბ და სხვა.

მაღალხარისხოვანი ნამყენების მიღება, მთელი რიგი ფაქტორების გარდა, საძირის დაფესვიანების უნარზედაც დიდადაა დამოკიდებული, საძირეები კი არაერთნაირად ფესვიანდებიან და მათი არასწორი შერჩევის შედეგად (ადაპტაცია) პირველხარისხოვანი ნამყენების პროცენტული გამოსავლიანობა კლებულობს. მიუხედავად ამისა, მევენახეობის აღდგენა-განვითარების საქმეში ნამყენის წარმოება მაინც ძირითად საშუალებადაა მიჩნეული.

ამასთანავე არის მონაცემები [2, 4] იმის შესახებ, რომ ფილოქსერისადმი გამძლე ადგილობრივი ვაზის ჯიშების შერჩევით და სათანადო აგროტექნიკის გამოყენებით შესაძლებელია მევენახეობის განვითარებაში საკუთარფესვიანი ვაზებიც ფართოდ იქნეს გამოყენებული (რქაწითელი, ჩინური, ციცქა, ალექსანდრეული და სხვა), რომლებსაც დაფესვიანების უნარი ასევე განსხვავებული აქვთ.

არის საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოსა და ცენტრალური კომიტეტის 1948 წლის 17 თებერვლის დადგენილება, სადაც მევენახეობის განვითარებისთვის ერთ-ერთ ღონისძიებად გათვალისწინებულია ქართული ვაზის ზოგიერთი ჯიშის საკუთარ ფესვებზე გაშენება 500 ჰექტარის რაოდენობით. ანალოგიური ღონისძიებები ტარდება მოლდავეთის სს რესპუბლიკაშიაც [3].

ვაზის ამა თუ იმ ჯიშის დაფესვიანების უნარიანობაზე, განსაკუთრებით ქართული ვაზის ჯიშებზე, მონაცემები ჯერ კიდევ მცირე რაოდენობითაა ლიტერატურაში, თანაც არსებული ცნობები ხშირად ერთიმეორეს არ ეთანხმება.

წინამდებარე გამოკვლევა ეხება როგორც ქართული ვაზის ჯიშების, ისე ზოგიერთი საძირე ჰიბრიდის შედარებითი დაფესვიანების უნარიანობის გარკვევას. ცდები ტარდებოდა თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილებაში განყოფილების გამგის ლ. ჯაფარიძის წინადადებით. საცდელ ობიექტებად აღებული გვქონდა: ქართლური ვაზის 11 ჯიში, დასავლეთ საქართველოს 13 ჯიში და ამერიკული საძირე ჰიბრიდების 5 ჯიში. მასალა აღებული იყო 1947 წლის შემოდგომაზე და ზამთრის განმავლობაში ინახებოდა სილაში (სარდაფის პირობებში). 1948 წლის გაზაფხულზე (აპრილში) კალმები, რომელთა სიმსხო მერყეობდა 0,6—1,0 სმ-მდე, დაიჭრა 3—3 მუხლზე, გაეცალა ყველა კვირტი, გარდა ზედა კვირტებისა, და მორფოლოგიურად ქვედა მხარით ჩაიწყო წყალში 2—3 სმ სიღრმეზე. კალმების ასეთი დალბობა გრძელდებოდა ქართლური ვაზის ჯიშებისთვის 18 საათი, ხოლო დასავლეთ საქ. ვაზებისა და საძირე ჰიბრიდებისთვის—20 საათი. ამის შემდეგ ვაზის კალმები თავსდებოდა სათბურში სველნახერხიანი ყუთებით, სათბურში, სადაც ტემპერატურა 26—27°·იყო, ქართლური ვაზის კალმებმა დაჰყო 16 დღე-ღამე, ხოლო დანარჩენებმა 14 დღე-ღამე. სათბურის პერიოდის გავლის შემდეგ ჩატარებული აღრიცხვის მასალები მოყვანილია ცხრილებში 1, 2, 3. 1-ლი ცხრილით ირკვევა, რომ ქართლური ვაზის ჯიშებიდან ყველაზე კარგი დაფესვიანების უნარი ჰქონია თითას, აბისულას, ხარისთვალას, ჩინურს და ფრანგულას. დანარჩენი ვაზის ჯიშები დაფესვიანებას იძლევიან 29%-დან 7%-მდე. სამაგიეროდ ამ ჯიშებზე კალუსის განვითარების მაღალი პროცენტი იქნა მიღებული. თუმცა, როგორც ცნობილია, კალუსების ეფექტიანი განვითარება ყოველთვის არ იძლევა შემდგომ დაფესვიანებას.

ცხრილი 1

აღმოსავლეთ საქართველოს ვაზი (მონაცემები პროცენტობით)

ვაზის ჯიშები	დაფესვიანება			კვირტების მდგომარეობა		
	ფესვებით	კალუსით	უფესვო	გაშლილი	გაუშლელი	მკვდარი
თითა	78	22	0	75	22	3
აბისულა	66	34	0	10	52	38
ხარისთვალა	65	32	3	—	—	—
ჩინური	55	45	0	17	55	28
ფრანგულა	55	45	0	3	17	80
გორულა მწვანე	29	71	0	38	12	50
საფერავი (მეჯვრისხეული)	20	80	0	—	—	—
ბუდეშური	16	80	4	32	12	56
ქიწნურა	16	76	8	—	—	—
დანახარული	15	85	0	—	—	—
გორულა	7	91	2	36	60	4

ასეთივე განსხვავებული დაფესვიანების უნარიანობა გამოამჟღავნეს დასავლეთ საქართველოს ვაზის ჯიშებმაც (იხ. ცხრ. 2.).

ამ ცხრილის განხილვიდან ირკვევა, რომ დაფესვიანების ყველაზე კარგი უნარი ჰქონია წულუკიძის თეთრას, შემდეგ ალიგოტეს, ენდელაძის შავს,

ცხრილი 2

დასავლეთ საქართველოს ვაზი (მონაცემები პროცენტობით)

ვაზის ჯიშები	დაფესვიანება			კვირტების მდგომარეობა		
	ფესვებით	კალუსით	უფესვო	გაშლილი	გაუშლელი	მკვდარი
წულუკიძის თეთრა	75	25	0	100	0	0
ალიგოტე	67	25	8	83	0	17
ენდელაძის შავი	60	40	0	80	0	20
მგალობლიშვილი	60	40	0	80	0	20
ციცქა	58	33	9	25	67	8
ქვიშხური	55	45	0	73	0	27
ნაკუთვნეული	42	58	0	42	25	33
ალექსანდრეული	27	73	0	73	0	27
უსახელაური	27	64	9	55	0	45
ცოლიკაური	11	67	22	11	89	0
არგვეთული საფერე	0	100	0	79	11	10
მუჯურეთული	0	100	0	78	22	0
ოცხანური საფერე	0	64	36	90	0	10

მგალობლიშვილს, ციცქას, ქვიშხურს და ა. შ. დაფესვიანების სუსტი უნარი აღმოაჩნდათ ჩვენი ცდის პირობებში მუჯურეთულის კალმებს, აგრეთვე არგვეთული საფერისა და ოცხანური საფერის კალმებს.

ვაზის საძირე ჰიბრიდების დაფესვიანებაზე წარმოდგენას იძლევა მე-3 ცხრილი.

ცხრილი 3

საძირე ჰიბრიდები (მონაცემები პროცენტობით)

საძირე ჰიბრიდები	დაფესვიანება			კვირტების მდგომარეობა		
	ფესვებით	კალუსით	უფესვო	გაშლილი	გაუშლელი	მკვდარი
არამონ×რუპესტრის გ. № 1	62	38	0	92	8	0
რიპ.×რუპესტრის 3306	61	39	0	47	53	0
ბერლანდიერი×რიპ. 5-ბბ	25	56	19	69	0	31
ბერლანდიერი×რიპ. 420-ც	9	91	0	9	36	55
შასლა×ბერლანდიერი 41-ბ	0	36	64	54	46	0

როგორც ეს მონაცემები გვიჩვენებს, არამონ×რუპესტრის გ. № 1 და რიპარია×რუპესტრის 3306 დაფესვიანების უნარიანობა დაახლოებით ერთნაირი ყოფილა, ამათთან შედარებით ბერლანდიერის ჰიბრიდებმა დაფესვიანების გაცილებით სუსტი უნარი გამოამჟღავნა.

არა ნაკლებად მკაფიოა ჯიშური სხვადასხვაობა კვირტების განვითარების მხრივაც. ცხრილების ბოლო სვეტში მოყვანილი მკვდარი კვირტების პროცენტი ცდებში აღებული მასალის ხარისხის მაჩვენებელია. ზოგიერთი ჯიშის მასალის ვარგისიანობა, როგორც ჩანს, მეტად დაბალი აღმოჩნდა, რასაც ვითვალისწინებთ დაფესვიანების შედეგების შეფასებისას.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ზემოაღწერილი წინასწარი ხასიათის დაკვირვებები მოწმობს, რომ რეგენერაციული უნარიანობა და, კერძოდ, ფესვთა აღდგენის

უნარიანობა მეტად ცვალებადობს ჯიშების მიხედვით. რამდენადაც ყველა ჯიში შედარებული გვაქვს სავსებით მსგავს პირობებში, მევენახეობის განვითარებისთვის აუცილებელია საქართველოს ვაზის ჯიშების რეგენერაციული უნარიანობის გეგმაზომიერი შესწავლა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი
თბილისი

ნ. ბარათაშვილის სახელობის
გორის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.10.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. მევენახეობის აგროწესები. თბილისი, 1948.
2. ვ. ქანთარია და მ. რამიშვილი. მევენახეობის სახელმძღვანელო. თბილისი, 1948
3. Я. И. Принц и П. В. Иванов. Корнесобственная культура европейского винограда в Молдавии. Кишинев, 1948.
4. А. И. Церцвадзе. Материалы к обоснованию возможности культуры на собственных корнях некоторых сортов винограда. Тбилиси, 1936.

ენტომოლოგია

ა. ჯიბლაძე

ახალი სახეობა *MYZUS CHAENOMELIS*, SP. N. (ოჯ. *APHIDIDAE*) საქართველოდან

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცევმა 13.2.1951)

აჭარაში შეგროვებულ აფიდოლოგიურ მასალაში ჩემ მიერ აღმოჩენილია ახალი სახეობა, რომელიც ნაპოვნია იაპონურ კომშზე (*Chaenomeles japonica* Lindl). 1949—50 წლებში ვატარებდი დაკვირვებებს ამ სახეობის ბიოლოგიის შესასწავლად.

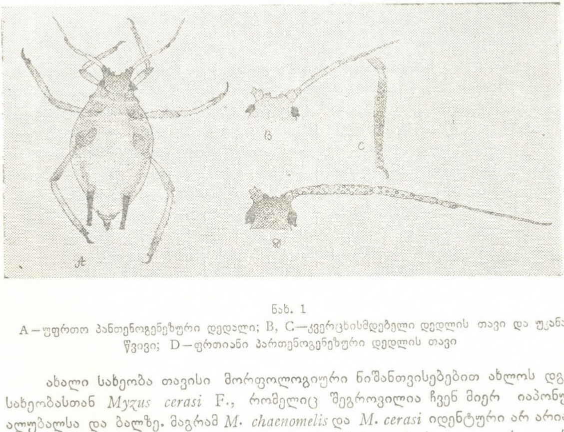
აღწერა

უფრთო პართენოგენეზური დედალი. სხეულის ფორმა კვერცხისებრია. სხეულის შეფერილობა მწვანე ფერიდან მუქ მწვანემდე; თავი და მკერდი უფრო მუქია; ულვაშების I, II ნაწევარი, V ნაწევრის ბოლო და VI ნაწევრის ფუძე მუქია; საწვნე მილები შავია (დამახასიათებელი განმასხვავებელი ნიშანი); კუდი მწვანეა ან მუქი. სხეული დაფარულია ცვილის თხელი ფიფქით. ანტენური ბორცვები საშუალო სიმაღლისაა, გამობურცული და ერთმანეთის პარალელურია. შუბლის ღარი ძალიან ღრმა არ არის (მისი სიღრმე ანტენათაშორისი მანძილის $^{1}/_{4}$—$^{1}/_{5}$-ს შეადგენს). ანტენების სიგრძე რამოდენიმედ აღემატება სხეულის სიგრძის ნახევარს; მათი III ნაწევარი ოდნავ მოკლეა VI ნაწევრის წვეტზე და უფრო გრძელია, ვიდრე IV ნაწევარი; წვეტი 3—4-ჯერ უფრო გრძელია ამავე ნაწევრის ფუძეზე. წინა მკერდზე და მუცლის პირველ სეგმენტზე საკმაოდ მსხვილი მარგინალური ბორცვებია, ხოლო მუცლის 2—5 სეგმენტებზე ისინი უფრო წვრილია, საწვნე მილები ცილინდრულია, ოდნავაა გაფართოებული ფუძეში და კრამიტისებრი სკულპტურა აქვთ; მათი სიგრძე 2 და მეტჯერ აღემატება კუდის სიგრძეს. კუდი კონუსურია და გვერდებზე 3 წყვილი ბეწვი აქვს. ხორთუმი უკანა მკერდამდე აღწევს. სხეულის სიგრძე 1,38—1,97 მმ, სიგანე 0,76—1,04 მმ.

ფრთიანი პართენოგენეზური დედალი. თავი და მკერდი შავია; ულვაშები მთლიანად მუქია; მუცლის თითოეულ ნაწევარზე არის მუქი მწვანე განივი ზოლები, რომლებიც III, IV, V სეგმენტებზე ერთდებიან ერთ მთლიან ლაქად; მუცლის გვერდებზე არის მარგინალური ლაქები; საწვნე მილები და კუდი მუქია (უფრო ბაცია, ვიდრე უფრთო ფორმებისა) შუბლის ღარი ნაკლები სიღრმისაა უფრთო ფორმასთან შედარებით. შუბლის შუა ბორცვი კარგადაა გამოხატული, ულვაშები სხეულთან შედარებით უფრო გრძე-

ლია, ვიდრე უფრთო ფორმებში; ულვაშების III ნაწევარზე 20—27 მრგვალი რინარიაა, რომლებიც რამდენიმე რიგადაა განლაგებული ნაწევრის მთელ სიგრძეზე; IV ნაწევარზე 6—8 რინარიაა, V ნაწევარზე—1—2. საწვნე მილები კუდზე 2-ჯერ გრძელია. ფრთების ძარღვიანობა ნორმალურია. სხვა ნიშანთვისებებით ისეთივეა, როგორც უფრთო პართენოგენეზური დედალი. სხეულის სიგრძე 1,31—1,56 მმ, სიგანე 0,53—0, 66 მმ.

კვერცხისმდებელი უფრთო დედალი. თავისი მორფოლოგიური ნიშანთვისებებით ახლოს დგას უფრთო ცოცხალმშობიარე დედალთან; განსხვავდება შემდეგი ნიშანთვისებებით: სხეულის შეფერილობა მუქი მწვანეა; საწვნე მილები მოშავოა; ულვაშები 5-ნაწევრიანია, ამასთან მისი III ნაწევრის სიგრძე აღემატება VI ნაწევრის მთელ სიგრძეს. უკანა კიდურების წვივები მუქია, მათზე განვითარებულია რინარიები, რიცხვით 35—45. სხეულის სიგრძე 1,21—1,48, მმ, სიგანე 0,66—0,81 მმ.



ნახ. 1

A—უფრთო პანთენოგენეზური დედალი; B, C—კვერცხისმდებელი დედლის თავი და უკანა წვივი; D—ფრთიანი პართენოგენეზური დედლის თავი

ახალი სახეობა თავისი მორფოლოგიური ნიშანთვისებებით ახლოს დგას სახეობასთან *Myzus cerasi* F., რომელიც შეგროვილია ჩვენ მიერ იაპონურ ალუბალსა და ბალზე. მაგრამ *M. chaenomelis* და *M. cerasi* იდენტური არ არიან; ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მარტო მორფოლოგიურად, არამედ ბიოლოგიითაც. ეს ორი სახეობა ერთმანეთისაგან განსხვავდება შემდეგი მორფოლოგიური ნიშანთვისებებით: 1) *M. cerasi* გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე *M. chaenomelis*; 2) *M. Grasi*-ის უფრთო ეგზემპლარების როგორც მთელი სხეული, ისე საწვნე მილები შავია, ხოლო *M. chaenomelis* საწვნე მილები შავია და მკვეთრად ჩანს სხეულის მწვანე ფონზე (დამახასიათებელი განმასხვა-

ვებელი ნიშანი). 3) *M. cerasi*-ის ფრთიან ეგზემპლარებს მეორადი რინარიები აქვთ ულვაშების მხოლოდ III ნაწევარზე, რიცხვით 15—20, ამასთან რინარიები განლაგებულია ერთ რიგად ნაწევრის მთელ სიგრძეზე, ხოლო *M. chaenomelis*-ს მეორადი რინარიები აქვს ულვაშების არა მარტო III ნაწევარზე, არამედ IV ნაწევარზეც და ზოგჯერ V ნაწევარზეც კი (III ნაწევარზე 20—27 რინარიაა, რომლებიც რამდენიმე რიგადაა განლაგებული, IV ნაწევარზე 6—8 რინარიაა, V ნაწევარზე—1—2).

განაზომები მოცემულია შეფარდებით სიდიდეებში (ოკულარ-მიკრომეტრის დანაყოფებში).

უფრთო პართენოგენეზული დედალი

ეგზემპლარები	შუბლი (1	ანტენა	საწვნე მილი	კუდი	სხეული
1	2 : 8 : 4	4:3:11,5:8:6:4+13	17:[illegible]:2	8:6:3	104:55
2	2 : 8 : 4	3 : 2 : 5 : 13 : 7 : 5 : 3,5 + 14	16:3:2	8:5:3	92:50
3	1,5 : 7 : 3,5	4:3:11:7:4,5:3+12	16:3:1,5	7:5:2	86:42
4	1,5 : 7 : 4,5	3:3:10:6:4:3+11	15:3:2	6:5:2	73:40
		ფრთიანი პართენოგენეზური დედალი			
1	1:6,5:3,5	3:3:17:10:7:4+21	13:2:1	6:4:1	69:28
2	1:7:3	4:3:19:10:8:4+23	13:2:1,5	6:4:1	77:32
3	1:6:3	4:3:20:11:7:4+23	13:2:1,5	6:5:1	82:35
4	1:6:4	4:3:19:11:7:4+22	12:2:1,5	6:4:1	74:32
		კვერცხისმდებელი უფრთო დედალი			
1	2:7:3	3:2:15:5:3+10	13,5:3:1,5	6:5:2	78:43
2	1,5:7:3	3:2:17:4:3+1[illegible]	12:3:2	5:4:1	64:35
3	1,8:7:3	3:2:16:4:4+12	13:3:1,5	6:5:1	65:35
4	1,5:7:3	3:2:17:5:4+12	13:2:1,5	5,5:4:1,5	71:37

ბიოლოგია

Myzus chaenomelis წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მავნებელს აჭარაში; ის ძლიერ აზიანებს იაპონურ კომშს (*Chaenomeles japonica* Lindl.). ეს უკანასკნელი სუბტროპიკული დეკორატიული მცენარეა, წარმოადგენს საკმაოდ მაღალ ბუჩქს და ყვავილობას იწყებს ადრე გაზაფხულზე; ფართოდ არის გავრცელებული აჭარის მთელ სანაპიროზე.

Myzus chaenomelis აზიანებს ამ მცენარის ფოთლებს. ტილები დიდი კოლონიების სახით განლაგებულია ფოთლის ქვემო მხარეზე. მათი წოვისაგან ფოთლებზე ჯერ მოყვითალო ფერის წერტილები ჩნდება, რომლებიც შემდგომ ერთდებიან დიდ ლაქებად. ამავე დროს ფოთლები კიდეებით იღუნება ქვემოთ და ძლიერ იხვევა. დახვეულ ფოთლებში მოთავსებული კოლონიები გარედან შეუმჩნეველია. ძლიერი დაზიანების შემთხვევაში კომშის მთელი ფოთლები ხმება და

(1 შუბლის ფორმულა შედგება: შუბლის ღარის სიღრმისაგან, ანტენური ბორცვების მწვერვალებს შორის მანძილისაგან და ანტენური ბორცვების ფუძეთა შორის მანძილისაგან.

ცვივა. განსაკუთრებით ზიანდება ახალგაზრდა ნერგები, რომლებიც მთლიანად ხმება, რაც ჩვენ მიერ აღნიშნულია ბათუმში 1950 წელს.

Myzus chaenomelis გვხვდება მხოლოდ და მხოლოდ იაპონურ კომშზე, რომელზეც გაივლის მთელ თავის სასიცოცხლო ციკლს. სხვა ხეზე ან ბალახეულ მცენარეებზე ჩვენ მიერ ნახული არაა, მიუხედავად გულმოდგინე ძებნისა. ამგვარად, ეს სახეობა არ ახდენს მიგრაციას.

ზამთრობს კვერცხების სახით, რომლებიც იდება კომშის ტოტებზე. მარტის ბოლო რიცხვებში კვერცხებიდან იჩეკებიან ფუძემდებლები, რომლებიც დასაბამს აძლევენ მთელ რიგ პართენოგენეზურ თაობებს. აპრილში უკვე ჩნდება მრავალრიცხოვანი კოლონიები, რომლებიც შედგება უფრო პართენოგენეზური დედლებისაგან და სხვადასხვა ხნოვანების მატლებისაგან. ფრთიანი ფორმები, რომელთა საშუალებით ხდება ამ მავნებლის გავრცელება სხვა ბუჩქებზე, ჩნდება კოლონიებში აპრილის ბოლო რიცხვებში.

მთელი სეზონის განმავლობაში წარმოებს პართენოგენეზური გამრავლება. როგორც ჩვენი დაკვირვებებიდან გამოირკვა, ცოცხალმშობიარე დედალი ცოცხლობს 35—45 დღეს და საშუალოდ მთელი თავისი სიცოცხლის განმავლობაში ბადებს 70—100 მატლს.

მატლები კანს იცვლიან 3-ჯერ და განვითარებას ამთავრებენ 6—10 დღეში. მატლის სტადიის ხანგრძლიობა მუდმივი არაა, არამედ იცვლება წელიწადის სხვადასხვა სეზონში. ზაფხულში მატლი განვითარებას ამთავრებს 6—7 დღეში, გაზაფხულზე (აპრილი, მაისი) და შემოდგომაზე (სექტემბერი, ოქტომბერი) კი მათი განვითარებისთვის საჭიროა 9—10 დღე, ხოლო ნოემბერში 13—14 დღე.

ვინაიდან მატლები განვითარებას ადრე ამთავრებენ, ამიტომ ეს სახეობა აპრილიდან ნოემბრის ბოლომდე იძლევა მრავალ თაობას. ლაბორატორიულ პირობებში 1949 წლის 5 სექტემბრიდან ნოემბრის ბოლომდე ჩვენ მიერ აღნიშნულია 7 გენერაცია, ხოლო 1950 წლის 18 აპრილიდან ამავე წლის ივლისის ბოლომდე აღნიშნულია 12 გენერაცია, ე. ი. სულ ამ ხნის განმავლობაში ჩვენ მიერ აღნიშნულია 19 გენერაცია. თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ გენერაციების რიცხვზე დაკვირვებანი ჩემ მიერ არ იყო ჩატარებული აპრილის შუა რიცხვებამდე და აგვისტოში, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ *M. chaenomelis* მთელი წლის განმავლობაში 20-ზე მეტ გენერაციას იძლევა.

ლაბორატორიულ პირობებში ჩემ მიერ მიღებულ თაობათა რიცხვი დაახლოებით ემთხვევა თაობათა რიცხვს ბუნებრივ პირობებში.

ზაფხულში (ივლისი, აგვისტო) ტილების კოლონიები იაპონურ კომშზე ძლიერ მცირდება, რაც გამოწვეულია მტაცებლისა და პარაზიტების მოქმედებით. მტაცებლებიდან ჩემ მიერ აღნიშნულია შემდეგი: ოქროსთვალას (*Chrysopa perla* L.) მატლები, ჭიამაიების 2 სახეობის (*Adonia 2—punctata* L. ab. *6—pustulata* L. და *Caccinella 7—punctata* L.) მატლები და ზრდასრული ფორმები. აღნიშნული მტაცებლებიდან ტილებს ყველაზე მეტად ანადგურებდნენ ოქროსთვა-

ლას მატლები, რომლებიც თავიანთი ძლიერი ყბებით იჭერდნენ ტილებს და სწოვდნენ მთლიანად ისე, რომ მათგან მხოლოდ კანი რჩებოდა.

შემოდგომით (სექტემბრიდან) კოლონიების რიცხვი იაპონურ კომშზე მატულობდა. ნოემბრის მეორე ნახევარში კოლონიებში დიდი რაოდენობით გაჩნდნენ კვერცხისმდებელი დედლები, რომლებიც დებდნენ მოზამთრე კვერცხებს.

გამოურკვეველია, განაყოფიერებულია თუ არა მოზამთრე კვერცხი, ვინაიდან მამლები მე არ შემხვედრია.

შესაძლებელია, რომ ეს სახეობა შემოტანილია აჭარაში მის საკვებ მცენარესთან ერთად.

ნახ. 2. *Myzus chaenomelis*-საგან დაზიანებული იაპონური კომშის ტოტი

იაპონური კომში აჭარის გარდა გავრცელებულია შავი ზღვის სანაპიროს სხვა რაიონებში, მაგრამ ამ რაიონებში გამოკვლევა ვერ ჩავატარეთ.

გარდა *M. chaenomelis*-ისა, იაპონურ კომშს აზიანებენ ტილების სხვა სახეობანიც, როგორიცაა, მაგალ., *Aphis pomi* Degeer (რომელიც ვაშლიდან გადმოდის) და *Aphis fabae* Scop., მაგრამ ამ ორი სახეობის მიერ მიყენებული ზარალი უმნიშვნელოა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.2.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. К. Мордвилко. *Aphidodea*—Тли или растительные вши—в „Определителе насекомых Европейской части СССР". М.—Л., 1948, стр. 215.
2. A. Baiashowsky. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris, 1936, p. 341—343.

ანატომია

ლ. ნათაძე

რეპტილიების ხრტილოვანი ჩონჩხის განვითარების სინქრონულობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ნათიშვილმა 15.7.1950)

კუდიანი ამფიბიების ხრტილოვანი ჩონჩხისა და, კერძოდ, ქალას განვითარების შესწავლისას ჩვენ მიერ ზოგი ჰეტეროქრონიის არსებობა იქნა დადგენილი და აღნიშნულ იქნა მთელი ხრტილოვანი ჩონჩხის განვითარების მნიშვნელოვანი ასინქრონულობა [2]. მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე ჩვენ დავასკვენით ჩონჩხის ელემენტთა ჩანერგვის დროისა და განვითარების სისწრაფის დამოკიდებულება ფუნქციონირების დაწყების დროისა და, შესაბამისად, განვითარების პირობათაგან.

ჩვენი დასკვნის დასაბუთებისთვის აუცილებელი იყო ჩაგვეტარებინა ანალოგიური დაკვირვება ხერხემლიანთა სხვა რომელიმე ისეთი ჯგუფის ჩონჩხისა და, კერძოდ, ქალას განვითარებაზე, რომელიც თავისი განვითარების პირობებით მკვეთრად განსხვავდება ამფიბიებისაგან. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებით საინტერესოა რეპტილიები, რომელნიც, წინააღმდეგ ამფიბიებისა, უაღრესად ხანგრძლივი ემბრიონული პერიოდითა და ლარვული პერიოდის სრული უქონლობით ხასიათდებიან.

ჩვენ ვვარაუდობდით, რომ, რაკი რეპტილიები თავისი განვითარების პირობებით ესოდენ მკვეთრად განსხვავდებიან ამფიბიებისაგან, ამ ორი ჯგუფის ჩონჩხის განვითარებაც ფრიად მკაფიოდ უნდა ყოფილიყო განსხვავებული.

ჩვენ ხელთ გვქონდა შემდეგი მასალა:

გეკონის (*Tarentola mauritanica*) ემბრიონები—

I (1,82 მმ.), II (2,54 მმ); III (?), IV (3,27 მმ), V (?), VI (?), VII (?), VIII (?);

სეფსის (*Chalcides tridactylus*) ემბრიონები—

I (1,86 მმ), II (2,6 მმ), III (2,86 მმ), IV (4,5 მმ);

ხვლიკის (*Lacerta sp.*) ემბრიონები—

I (1,22 მმ), II (?), III (3,34 მმ), IV (4,25 მმ), V (5,5 მმ) [1].

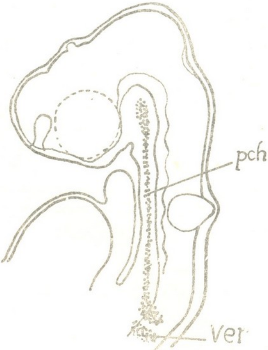
[1] მასალა მიღებული იყო პროფ. ბ. მატვეევისაგან მოსკოვის სახ. უნივერსიტეტის ხერხემლიანთა ზოოლოგიისა და შედარებითი ანატომიის კათედრის კოლექციებიდან, ნაწილობრივ კი გამოყენებულ იქნა მზა პრეპარატები აკად. ა. სევერცოვისა და პროფ. ს. ემელიანოვის კოლექციებიდან. გამოყენებულ მზა პრეპარატებზე ზომები აღნიშნული არ იყო, რის გამოც პირობითი ნუმერაციის შემოღება მოგვიხდა, დანარჩენ შემთხვევებში კი იზომებოდა თავის სიგრძე დინგის ბოლოდან თხემის ბორცვამდე.

მასალის დამუშავება შედარებითი ემბრიოლოგიური გამოკვლევებისათვის ჩვეულებრივი გზით წარმოებდა. ჩახატვას აბეს სახატავი აპარატისა და ედინგერის სახატავი საპროექციო აპარატის დახმარებით ვახდენდით.

ჩვენმა მასალამ გვაჩვენა, რომ რეპტილიების ჩვენ მიერ შესწავლილი სამივე წარმომადგენლის ხრტილოვანი ჩონჩხის განვითარება ძირითადად მსგავსად მიმდინარეობს.

ქალას ყველა ელემენტზე ადრე პარაქორდალიები (*pch*) ინერგება. ხვლიკის გაჩვითარების I სტადიაზე (სურ. 1) ისინი უკვე ნაზი მეზენქიმოვანი ფირფიტითაა წარმოდგენილი, ვისცერალური ჩონჩხისა და ტრაბეკულების ნერგი კი ჯერ კიდევ არაა. მალე ჩნდება ყბის ჩონჩხის ნერგიც; ტრაბეკულები სულ ბოლოს ინერგება: გეკონის განვითარების II სტადიაზე (სურ. 2) ტრაბეკულები ჯერ კიდევ არ ჩანერგილა, ყბის ჩონჩხის ნერგი კი უკვე ნათლადაა გამოსახული (*md*). დაახლოებით ასევეა სეფსის განვითარების I სტადიაზე.

ქალას ელემენტების ნერგების შემდგომი დიფერენცირება თანაბრად მიმდინარეობს და მათი გახრტილების თანამიმდევრობა შეესაბამება ჩანერგვის თანამიმდევრობას. ასე, სეფსის განვითარების II სტადიაზე (სურ. 3) პარაქორდალიები (ძირითადი ფირფიტა) უკვე გახრტილებულია, ყბის ჩონჩხი ეს-ესაა იწყებს გახრტილებას, ტრაბეკულების ნერგი კი (*tr*) ჯერ კიდევ მკვრივი მეზენქიმისაგან შედგება. ასევეა გეკონის V სტ. და ხვლიკის II სტ.



სურ. 1. ხვლიკი, I (1,22 მმ); თავის ორგანოთა სქემატიზებული რეკონსტრუქცია საგიტალური ჭრილების მიხედვით. *pch*-პარაქორდალიების ნერგი, *ver*—მალის ნერგი

ამრიგად, ჩვენ მიერ შესწავლილ ხვლიკისებრ რეპტილიებს შერჩენიათ ხრტილოვანი ქალას ჩანერგვისა და გახრტილების თანამიმდევრობა, რომელიც ტიპობრივია ყბიანი ხერხემლიანებისათვის [2].

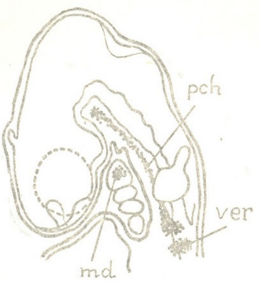
იმ სტადიებზე, როდესაც ქალას ელემენტები ეს-ესაა იწყებს ჩანერგვას, უკვე არსებობს მალების ელემენტთა და კიდურთა ჩონჩხის მეზენქიმოვანი ნერგები (ხვლიკი, სტადია I; გეკონი, სტადია I; სეფსი, სტადია I). მალები და კიდურთა ჩონჩხი გახრტილებასაც ქალას ელემენტებზე ოდნავ უფრო ადრე იწყებს. გეკონის V სტადიაზე, სეფსის II სტადიაზე და ხვლიკის II სტადიაზე მალებისა და კიდურთა ჩონჩხის ელემენტთა ნერგები უკვე შეიცავს ახალგაზრდა ხრტილს, ქალას ელემენტების ნერგები კი ჯერ ისევ მკვრივმეზენქიმოვანია.

ინტერვალები ქალას ცალკეული ელემენტების ჩანერგვის დროს შორის და აგრეთვე ქალასა და მალების და ორივე წყვილი კიდურის ჩანერგვის

დროს შორის ფრიად უმნიშვნელოა. გახრტილებაც ასეთივე უმნიშვნელო ინტერვალებით ხდება. ამრიგად, შეიძლება ვილაპარაკოთ რეპტილიების მთელი ხრტილოვანი ჩონჩხის განვითარების ფარდობითი სინქრონულობის შესახებ.

ჩვენი მონაცემების ლიტერატურულ ცნობებთან შედარებამ დაგვანახა, რომ რეპტილიების ყველა გამოკვლეულ წარმომადგენელს [3, 4, 5, 7] ქალასა და აგრეთვე მთელი ხრტილოვანი ჩონჩხის ელემენტთა ჩანერგვისა და გახრტილების ისეთივე თანამიმდევრობა ახასიათებს, როგორიც გეკონს, სეფსსა და ხვლიკსა აქვს [1].

რეპტილიების კვერცხი უაღრესად მდიდარია ყვითრით და მათ მეტად ხანგრძლივი ემბრიონული პერიოდი და, ამავე დროს, ლარვული პერიოდის სრული უქონლობა ახასიათებს. ისინი მეტად გვიან იჩეკებიან და აქტიურ დამოუკიდებელ ცხოვრებას, კერძოდ, აქტიურ დამოუკიდებელ კვებას, უაღრესად გვიან იწყებენ. მთელი ჩონჩხი ფუნქციონირებას ერთდროულად — გამოჩეკის შემდეგ — იწყებს, რის გამოც ჩონჩხის ამა თუ იმ ნაწილის სხვაზე ადრე განვითარებაც არაა აუცილებელი. სწორედ ამით აიხსნება რეპტილიების ჩონჩხის განვითარების სინქრონულობა.



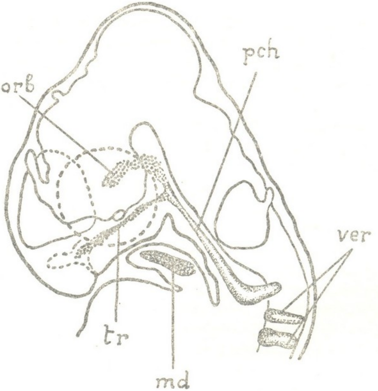
სურ. 2. გეკონი, I (1,82 მმ); თავის ორგანოთა სქემატიზებული რეკონსტრუქცია საგიტალური ანათლების მიხედვით. *pch*—პარაქორდალიების ნერგი, *md*—ყბის ჩონჩხის ნერგი, *ver*—მალის ნერგი

გვიანი გამოჩეკა და, შესაბამისად, საკვების აქტიურ მოპოვებაზე გვიანი გადასვლა და აქედან გამომდინარე არსებობა ყბის აპარატის ადრე განვითარების აუცილებლობისა, განაპირობებს ამფიბიებისათვის დამახასიათებელი ჰეტეროქრონული ძვრების [2] არარსებობასა და რეპტილიების ქალას ელემენტების ჩანერგვასა და გახრტილებას ყბიანი ხერხემლიანებისათვის ტიპობრივი თანამიმდევრობით.

რეპტილიების ხრტილოვანი ჩონჩხისა და, კერძოდ, ქალას განვითარების ხასიათის ჩვენ მიერ მოცემულ ახსნას ისიც ადასტურებს, რომ ფრინველებს, რომელნიც თავისი განვითარების პირობებით ძალიან გვანან რეპტილიებს, და ძუძუმწოვრებს, რომელნიც დედის ორგანიზმში ვითარდებიან, ხრტილოვანი ჩონჩხი და, კერძოდ, ქალა რეპტილიების მსგავსად უვითარდება. გარდა ამისა, ზვიგენებთან, რომელთა კვერცხი ფრიად მდიდარია ყვითრით

[1] დე ბირის [6] ცნობა იმის თაობაზე, რომ *Lacerta*-ს ვისცერალური ქალა ნეირალურზე ადრე ვითარდება, არ შეესაბამება მისსავე მონაცემებს და არ დასტურდება ფაქტობრივი მასალით.

და რომელთა განვითარების ტიპი ბევრითა ჰგავს ამნიონიანებისას, სხვაობა ქალასა და ხერხემლის განვითარების დროში, უამნიონოთა უმრავლესობისაგან განსხვავებით, დიდი არაა [1].



სურ. 3. სეფსი, II (2,6 მმ); თავის ორგანოების სქემატიზებული რეკონსტრუქცია საგიტალური ანათლების მიხედვით. *pch*—ხრტილოვანი პარაქორდალური ფირფიტა, *ver*—მალების ხრტილოვანი რკალები, *md*—ყბის ჩონჩხის ნერგი, რომელიც გახრტილებას იწყებს, *tr*—მეზენქიმოვანი ტრაბეკულები, *orb*—მეზენქიმოვანი ორბიტალიები

ყოველივე ზემოთქმული კიდევ ერთხელ ადასტურებს იმ თვალსაზრისს, რომ ორგანოთა ჩანერგვის დრო და განვითარების სისწრაფე დამოკიდებულია მათი ფუნქციონირების დაწყების დროზე და, ამრიგად, გვაჩვენებს განვითარებაში გარემოს პირობათა წამყვან მნიშვნელობას.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. С. Матвеев. Строение эмбрионального осевого черепа низших рыб. Бюлл. Моск. о-ва исп. прир., т. 34, 1925.
2. ლ. ნათაძე. ჰეტეროქრონიების შესახებ კუდიანი ამფიბიების ხრტილოვანი ქალას განვითარებაში. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XI, № 10, 1950.
3. А. Н. Северцов. Zur Entwicklungsgeschichte von *Ascalabotes fascicularis*. Anat. Anz. Bd XVIII, H. 1., 1900.
4. О. В. Чекановская. Развитие черепа ужа (*Tropidonotus natrix*). Арх. анат., гист. и эмбр., т. XV, № 3, 1936.
5. K. Bäckström. Reconstructionsbilder zur Ontogenie des Kopfskeletts von *Tropidonotus natrix*. Acta Zool, v. XII, 1931.
6. G. R. de Beer. The development of the vertebrate skull. Oxford, 1937.
7. K. Peter. Normentafel zur Entwicklungsgeschichte der Zauneidechse. Keibel's Normentafeln, H. 4, 1904.

ფსიქოლოგია

რ. ნათაძე

ხელის ფაქტორის როლისათვის სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებათა უშუალო აღქმაში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 25.11.1950)

ცდების ჩატარების შედეგად ჩვენ დავასკვენით ხელის ფაქტორის წამყვანი როლის შესახებ ადამიანის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებით უშუალო ორიენტაციის შემთხვევაში [1], მაგრამ ყველა ცდაში სუბიექტის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებით ორიენტაციის ფიქსაცია ხდებოდა ჰაპტური აღქმის სფეროში, ე. ი. ხელების მეოხებით, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ექვი—ცენტრალური ხასიათისაა თუ არა მიღებული ილუზიები და ვარაუდი, რომ ხელის ფაქტორის წამყვანი როლი აიხსნება იმ გარემოებით, რომ სივრცეში ორიენტაციის ფიქსაციის ცდები ხელების მეოხებით ხდებოდა.

საკითხის გამოსარკვევად ცდა ისე უნდა იყოს დაყენებული, რომ მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებაში ორიენტაცია და მისი ფიქსაცია ხდებოდეს ხელების ფაქტორისა და საზოგადოდ ჰაპტური აღქმის სრული გამორიცხვით, ხოლო კრიტიკულ ცდაში ხელის ფაქტორი უნდა დაუპირისპირდეს მხარის (სხეულის მედიანის) ფაქტორს. ჩვენ ჩავატარეთ ცდების ორი ახალი ვარიანტი (მეორე სერია).

პირველი ცდა (მეთოდის მესამე ვარიანტი).

1. საგანწყობო ცდაში ექსპერიმენტატორი უჩვენებს ცდისპირს შესადარებლად ორ ხის ბურთს (დიდსა და პატარას), რომლებსაც, რაც შეუძლია მოკლე ექსპოზიციით, ერთდროულად ასწევს მაგიდის ზევით და ისევ დამალავს მაგიდის ქვეშ. ცხადია, ამ ბურთების ექსპოზიცია ტაქისტოსკოპურზე უფრო ხანგრძლივი გამოდის, მაგრამ მაინც საკმაოდ სწრაფია: ბურთებს აქვს ხის ტარები, რაც გვაძლევს მათი ძალიან სწრაფი ჩვენებისა და დამალვის შესაძლებლობას.

ამრიგად, საგანწყობო აღქმა ოპტიკური მოდალობის სფეროში მიმდინარეობს. 15 ასეთი საგანწყობო ექსპოზიციის შემდეგ ცდისპირს ევალება თვალების დახუჭვა და გადაჯვარედინებული ხელებით ექსპერიმენტატორის მიერ მიწოდებული კრიტიკული ბურთების (ცხადია, ტოლების) ჰაპტური შედარება.

ცდა ჩატარებული გვქონდა სხვადასხვა დროს 223 ცდისპირზე, ნაწილზე 1947 წ. [2], ნაწილზე 1950 წ. ხაზგასასმელია, რომ, როგორც ეს ცდისპირების დიდი უმრავლესობის გამოკითხვიდან გამოირკვა, ცდისპირებს საგანწყობო ცდაში ფიქრადაც არ მოსვლიათ, რომ მათ რაიმე მანიპულაციებს მო-

სთხოვდნენ ხელებით; მხოლოდ ერთმა ცდისპირმა აღნიშნა — მეგონა, რომ ბურთებს ხელში მომცემდნენო.

ამრიგად, საგანწყობო ცდაში ცდისპირს უფიქსირდება მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების განწყობა ოპტიკური აღქმის არეში, ხოლო კრიტიკულ ცდაში შესადარებელი ობიექტების აღქმა ხდება გადაჯვარედინებული ხელებით და, მაშასადამე, ხელის ფაქტორი ისევ უპირისპირდება მხარის (მედიანის) ფაქტორს, წინა ცდასთან იმ განსხვავებით, რომ ახლა ხელი არავითარ მონაწილეობას არ ღებულობს საგანწყობო აღქმაში.

ცდის შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

დეზორიენტაციის მოვლენა. ცხრილის განხილვამდე არ შეიძლება არ აღინიშნოს ისევ მეტად ძლიერი დეზორიენტაციის ფაქტი, რომელიც ამ ცდაში კიდევ უფრო ცხადად ვლინდება, ვიდრე წინა ცდაში. პირველ მომენტებში აშკარა შეფერხებას ყველა ცდისპირი იძლევა, ვისთანაც კი იჩენს თავს განწყობისეული ილუზია; ეს შეფერხება ეხება მიმართულებას: ცდისპირები აშკარად გრძნობენ, რომ ერთ-ერთი ბურთი უფრო დიდია, მაგრამ ვერ ამბობენ ხოლმე, სახელდობრ რომელია დიდი — მარჯვენა თუ მარცხენა, ხელით გვანიშნებენ, რომ „ესაა" უფრო დიდი. ცდისპირების დიდი ნაწილი თავდაპირველად ამასაც ვერ ახერხებს — ერთ-ერთი დიდია, მაგრამ რომელი — არ იციან და თითქოს სინჯავენ — მორიგეობით ამოძრავებენ თვითეულ ხელს ბურთით, რომ გამოარკვიონ, რომელ ხელშია უფრო დიდი ბურთი. პირველ ცდაში ზოგიერთი ცდისპირი ვერ ახერხებს ამ დეზორიენტაციიდან ამოსვლას, სანამ ილუზია გაქრებოდეს და ორივე ბურთი ტოლად აღიქმებოდეს. ამ ცდისპირებთან მხოლოდ ცდის გამეორებისას მოხერხდა საბოლოო გარკვევა, თუ რომელ ხელში ან რომელ მხარეს ეჩვენებოდათ მათ ბურთი უფრო დიდად. უნდა ითქვას, რომ ზოგიერთ ცდისპირთან ეს შეფერხება დეზორიენტაციის გამო პირდაპირ უცნაურ შთაბეჭდილებას სტოვებს მაყურებელზე.

ცდის მიმდინარეობაში დადასტურდა რამდენიმე შემთხვევა, როდესაც ცდისპირი სიტყვიერად აღნიშნავდა სხვა მიმართულებას, ვიდრე თვითონ გულისხმობდა, მაგ., თვითონ ამბობს მარცხენა მხარეს დიდიაო, ხოლო ცდის შემდეგ ან ცდის მიმდინარეობაში უცბად დაიძახებს „შემეშალა, უნდა მეთქვა, რომ მარჯვენა (resp. მარცხენა, რ. ნ.) მხარეს დიდია, რადგანაც დიდი ის იყო, რომელიც ამ ხელში (მარჯვენა ხელში, რ. ნ.) მეჭირა".

ამ ძლიერი დეზორიენტაციის ფაქტი მეტად დემონსტრატიულად მიგვითითებს ისევ ხელის ფაქტორის მეტად დიდ როლზე მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების აღქმაში. როდესაც ცდისპირი შესატყვისი ხელით აღიქვამს მარჯვენა ან მარცხენა ბურთს როგორც დიდს, არავითარ სიძნელეს ამ ბურთის მიმართულების დასახელებაში და საზოგადოდ არავითარ დეზორიენტაცია სივრცის მიმართულებებში ადგილი არა აქვს (იხ. ქვემოთ ცდის მეოთხე ვარიანტის შედეგები), მაგრამ საკმარისია ადამიანმა მარცხენა ხელით აღიქვას მარჯვნივ მოთავსებული საგანი და მარჯვენა ხელით მარცხნივ მოთავ-

სებული, რომ მას, პირველ მომენტში მაინც, დაეკარგოს ორიენტაცია ამ მიმართულებებში. მ ა შ ა ს ა დ ა მ ე, ხ ე ლ ი ს ა კ მ ა ო დ ძ ლ ი ე რ ა დ წ ა რ მ ო მ ა დ გ ე ნ ლ ო ბ ს ს უ ბ ი ე ქ ტ ი ს ა თ ვ ი ს ს ი ვ რ ც ი ს ს ა თ ა ნ ა დ ო მ ი მ ა რ თ უ ლ ე ბ ა ს .

ცხრილი 1

პირველი ექსპერიმენტის რიცხობრივი მონაცემები

	ადეკვ. აღქმა	ბუნებრივი ასიმეტრია	დეზორიენტაცია ბოლომდე	ჯერ დეზორიენტაცია, მერე ხელის მიხედვით კონტრასტ. ილუზ.	ხელის მიხედვით კონტრასტული ილუზია	ხელის მიხედვით ასიმილაციური ილუზია	მხარის მიხედვით კონტრასტული ილუზია	სულ ილუზია ხელის მიმართ	სულ ცდისპირთა რაოდენობა
ცდისპირთა რაოდენობა	21	24	9	36	114	4 [1]	15	154	223
პროცენტობით	9,4	10,8	4,0	16,1	51,2	1,8	6,7	69,2	100

პირველ რიგში აღსანიშნავია, რომ, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო, რამდენადაც ამ ცდაში ილუზიის ტრანსპოზიცია სხვა მოდალობაზე ხდება, ილუზიათა პროცენტმა დაიკლო, სახელდობრ, ცდისპირების 9,4% კრიტიკულ ცდაში იძლევა ადეკვატურ აღქმას. ამას გარდა, ცდისპირების 10,8% გამოამჟღავნა მათთვის ბუნებრივი ასიმეტრიის ილუზია სიდიდეთა გადაფასებაში ერთ-ერთი მიმართულებით (როგორც ჩანს, წინა ცდებში ილუზია იმდენად ძლიერი იყო, რომ ფარავდა ამ ბუნებრივ ასიმეტრიას). ცხადია, რომ ცდისპირების ეს 10,8%-ც უნდა მიეკუთვნოს განწყობისეული ილუზიის უქონლობის შემთხვევებს. რაც შეეხება მესამე რუბრიკას, აქ მოხვდნენ ის პირები, რომელნიც თუმცა ამჟღავნებდნენ ილუზიას (უნდა ვიგულისხმოთ—განწყობისეულს), მაგრამ ისეთს დეზორიენტაციას იჩენდნენ ამ ილუზიის სივრცითს მიმართულებაში, რომ შეუძლებელი გახდა გამორკვევა, რომელ მხარეს ან რომელ ხელში ეჩვენებოდათ მათ ბურთი უფრო დიდად ან პატარად. ამიტომ ცდისპირის ეს 4%-იც უნდა გამოვაკლოთ გარკვეულ განწყობისეულ ილუზიათა საერთო რაოდენობას. მაშასადამე, გარკვეულ განწყობისეულ ილუზიათა პროცენტი შეადგენს სულ 75,6%-ს, ე. ი. 223 პირიდან ვლინდება მხოლოდ 169 ცდისპირთან. ამ 169 ცდისპირიდან 150-თან დადასტურდა კონტრასტული ილუზია ხ ე ლ ი ს მიხედვით, რაც შეადგენს გარკვეულ განწყობისეულ ილუზიათა 169 შ ე მ თ ხ ვ ე ვ ი დ ა ნ 88,8%-ს.

ოთხ ცდისპირთან დადასტურებული ასიმილაციური ილუზია ხელის მიმართ არ უნდა მიეკუთვნოს მხარის მიხედვით კონტრასტულ ილუზიას, რადგანაც ამ ოთხ ცდისპირს სხვა ცდაშიც, სადაც ხელის ფაქტორი არ უპირისპირდება, არამედ ემთხვევა მხარის ფაქტორს, დაუდასტურდა მაინც ასიმილა-

[1] ამ რუბრიკაში შეტანილია მხოლოდ იმ ოთხი პირის პასუხი, რომლებზედაც ასიმილაციური ილუზია დადასტურდა ცდაში, სადაც ხელი არ ყოფილა დაპირისპირებული მხარესთან.

ციური ილუზია, ე. ი., როგორც ჩანს, ამ ოთხი ცდისპირისათვის დამახასიათებელი ყოფილა საზოგადოდ ასიმილაციური ილუზია. თუ ამ 4 ცდისპირის ილუზიებსაც მივუმატებთ საზოგადოდ ხ ე ლ ი ს მიხედვით მიღებულ ილუზიათა რიცხვს, ამ უკანასკნელი კატეგორიის შემთხვევათა პროცენტი გაიზრდება 91,1%-მდის (გარკვეულ ილუზიათა შემთხვევების მიმართ).

დაბოლოს, მ ხ ა რ ი ს მიხედვით კონტრასტულ ილუზიათა რაოდენობა შეადგენს 15-ს, რაც გარკვეულ ილუზიათა მთელი რაოდენობიდან (169) 8,88%-ს შეადგენს.

ამრიგად, მოცემული ცხრილიდანაც სავსებით ცხადია ი ს ე ვ ხ ე ლ ი ს ფ ა ქ ტ ო რ ი ს ს რ უ ლ ი დ ო მ ი ნ ი რ ე ბ ა მ ხ ა რ ი ს ფ ა ქ ტ ო რ ზ ე ი მ შ ე მ თ ხ ვ ე ვ ა შ ი ც, რ ო დ ე ს ა ც მ ხ ა რ ი ს მ ი მ ა რ თ გ ა ნ წ ყ ო ბ ა ფ ი ქ ს ი რ დ ე ბ ო დ ა ხ ე ლ ი ს ფ ა ქ ტ ო რ ი ს გ ა რ ე შ ე—წ მ ი ნ დ ა ო პ ტ ი კ უ რ ა რ ე შ ი.

რაც შეეხება იმ 15 შემთხვევას (8,88%-ს), რომელშიაც თავი იჩინა კონტრასტულმა ილუზიამ მხარის მიმართ, სიფრთხილე მოითხოვს აღვნიშნოთ, რომ ამ ოდენობის ნაწილიც უეჭველად ცდისპირის დეზორიენტაციის შედეგია. ცდისპირი სიტყვიერად აღნიშნავს ერთს მიმართულებას, სინამდვილეში კი მეორე მიმართულებას განიცდის.

ა მ გ ვ ა რ ა დ, მ ე ს ა მ ე ც დ ი ს შ ე დ ე გ ე ბ ი ა ბ ა თ ი ლ ე ბ ს ზ ე მ ო თ ა ღ ნ ი შ ნ უ ლ ე ჭ ვ ს პ ი რ ვ ე ლ ო რ ც დ ა შ ი ხ ე ლ ი ს ლ ო კ ა ლ უ რ ი შ თ ა ბ ე ჭ დ ი ლ ე ბ ი ს მ ნ ი შ ვ ნ ე ლ ო ბ ი ს შ ე ს ა ხ ე ბ: ხელის ფაქტორის როლი წამყვანია მაშინაც, როდესაც ცდისპირებს სივრცის მიმართულების განწყობა შეუმუშავდათ ხ ე ლ ი ს მ ო ნ ა წ ი ლ ე ო ბ ი ს გ ა რ ე შ ე ო პ ტ ი კ უ რ აღქმათა არეში.

მ ე ო რ ე ც დ ა (მეთოდის მეოთხე ვარიანტი).

იმისთვის, რომ ხელის ფაქტორის მხარის ფაქტორთან დაპირისპირების ეფექტი უფრო თვალსაჩინო იყოს, ვაყენებთ სპეციალურ ცდას, ანალოგიურს ამას წინათ განხილულ ცდასთან, იმ განსხვავებით, რომ კ რ ი ტ ი კ უ ლ ც დ ა შ ი ხ ე ლ ი ს ფ ა ქ ტ ო რ ი ა ღ ა რ უ პ ი რ ი ს პ ი რ დ ე ბ ა მ ხ ა რ ი ს ფ ა ქ ტ ო რ ს, ე. ი. ბურთების მოსინჯვა კრიტიკულ ცდაში პარალელურად გაწეული ხელებით ხდება, საგანწყობო ცდებში კი განსხვავებული ბურთები ისევ ოპტიკურად ეძლევა ცდისპირს, როგორც წინა ცდაში.

ამ ცდის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

	ადეკვატური აღქმა	ბუნებრვი ასიმეტრია	კონტრასტ. ილუზია	ასიმილაც. ილუზია	სულ ცდისპირთა რაოდენობა
ცდისპირთა რაოდენობა	3	1	55	1	60
პროცენტობით	5	1,7	91,6	1,7	100

ცხრილის მონაცემებიდან ყურადღებას იქცევს შემდეგი:

1. განწყობისეულ ილუზიათა რაოდენობა ამ ცდაში მეტია, ვიდრე წინა ცდაში (გადაჯვარედინებული ხელებით). ცხადია, ხელების გადაჯვარედინება ასუსტებს ილუზიას.

2. აღნიშნულ შედეგს ადასტურებს ცდისპირების სუბიექტური ჩვენებები. ამ ცდაში სიდიდის განსხვავების ილუზია ბევრად უფრო მკვეთრია, ვიდრე წინა ცდაში: წინა ცდაში ცდისპირები ხშირად ლაპარაკობენ კრიტიკულ ცდაში „ოდნავი" ან „ოდნავ შესამჩნევი" განსხვავების შესახებ, მეოთხე ცდაში კი ხაზს უსვამენ, რომ განსხვავება ბევრად მეტია, ვიდრე წინა ცდაში იყო.

3. ასიმილაციურ ილუზიათა პროცენტი მცირეა; როგორც წესი, ილუზია კონტრასტის სახით იჩენს თავს, რაც კიდევ ერთხელ ამართლებს ჩვენს მეთოდს, სახელდობრ: კონტრასტული ილუზიის მიმართულების ფიქსირებული განწყობის სათანადო მიმართულების კრიტერიუმად აღებას.

4. ცდის როგორც მეოთხე, ისე მესამე ვარიანტში განსაკუთრებით ყურადღებას იქცევს ილუზიის ტრანსპოზიციის მეტად დიდი პროცენტი: ხელების გადაჯვარედინების შემთხვევაში ოპტიკურ არეში შექმნილი განწყობის საფუძველზე სხვა მოდალობაში (ჰაპტურ არეში) გარკვეულმა ილუზიამ იჩინა თავი 75,6%-ის შემთხვევაში და თუ ამას დავუმატებთ დეზორიენტაციის შემთხვევებს, მაშინ 90%-ის, უკანასკნელ ცდაში კი 93,3%-ის შემთხვევაში. ამ ფაქტს აღვნიშნავთ, რადგანაც იგი მეტად განსხვავდება განწყობის ირადიაციის სპეციალურ გამოკვლევებში მოცემული ილუზიის ტრანსპოზიციის რიცხვებისაგან[1]. შესაძლებელია ილუზიის ტრანსპოზიციას ჩვენს ცდაში ხელს უწყობს ის გარემოება, რომ ორივე მოდალობაში ცდისპირს ეძლევა რეალური ხის ბურთები (ჩვეულებრივ ტრანსპოზიციას იკვლევენ წრეების აღქმიდან რეალურ ბურთებზე).

საკონტროლო ცდა

1. იმისთვის, რომ ჩვენს ცდაში მოცემული ტრანსპოზიციის ფაქტორის გავლენა ცდის შედეგზე შედარებით თვალსაჩინოდ გამოჩნდეს, დავაყენეთ შემდეგი საკონტროლო ცდა 21 ცდისპირზე: საგანწყობო ცდები ტარდება ზუსტად ისე, ოპტიკურ არეში, როგორც წინა ცდაში, ოღონდ კრიტიკული ცდა ტარდება ისევ ოპტიკურ არეში (ტრანსპოზიციის გარეშე), ისევ ხის ბურთების მიწოდებით. ამ ცდის შედეგები მოცემული გვაქვს მე-3 ცხრილში.

საკონტროლო ცდა — ცხრილი 3

	ადეკვატ. აღქმა	კონტრასტ. ილუზია	ასიმილაც. ილუზია	სულ ცდისპირთა რაოდენობა
ცდისპირთა რაოდენობა	1	20	0	21
პროცენტობით	4,8	95,2	0	

ამრიგად, როგორც მეორე და მესამე ცხრილების შედარებიდან ჩანს, წინა ცდაში მოცემული ილუზიის ტრანსპოზიციამ ოპტიკური არიდან ჰაპტურზე ვერ მოახდინა მნიშვნელოვანი გავლენა ილუზიის შესუსტების მიმართულებით. იმავე ოპტიკურ არეში ილუზიათა 95,2% იჩინა თავი, ხოლო ტრანს-

[1] იხ. ნ. ადამაშვილი. განწყობის ილუზიის ინტერმოდალური ტრანსპოზიცია. უნივერსიტეტის შრომები, ტ. XVII.

პოზიციის შემთხვევაში 93,3%, იმ განსხვავებით, რომ უკანასკნელ პროცენტში შედის ასიმილაციური ილუზიის 1,7%. ცხადია, ილუზიათა ტრანსპოზიციის საკითხის საბოლოო გამორკვევა დამატებით კვლევას გულისხმობს.

მ ე ს ა მ ე ც დ ა (მეთოდის მეხუთე ვარიანტი).

ამრიგად, ჩვენ დავრწმუნდით ხელის ფაქტორის წამყვან როლში მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებით უშუალო (განწყობისეულ) ორიენტაციისას მაშინაც, როდესაც სათანადო მიმართულებით განწყობის ფიქსაცია ხდება ხელის მონაწილეობის გარეშე—ოპტიკური აღქმის მეშვეობით.

დგება საკითხი: ითამაშებს თუ არა ხელის ფაქტორი რაიმე როლს მაშინ, როდესაც მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების განწყობის ფიქსაცია მოხდება ს ა ზ ო გ ა დ ო დ პ ე რ ი ფ ე რ ი უ ლ ი ა ღ ქ მ ი ს გ ა რ ე შ ე, რ ო დ ე ს ა ც ე ს გ ა ნ წ ყ ო ბ ა გ ა რ ე შ ე ს ი ტ უ ა ც ი ი თ კ ი ა რ ა, ა რ ა მ ე დ თ ვ ი თ ო ნ ს უ ბ ი ე ქ ტ ი ს წ ა რ მ ო დ გ ე ნ ი თ, ასე ვთქვათ, „შიგნიდან“ ს პ ო ნ ტ ა ნ უ რ ა დ ი ქ ნ ე ბ ა გ ა მ ო წ ვ ე უ ლ ი?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად 1946 წ. ჩატარებული გვქონდა 31 ცდისპირზე ცდის მეხუთე ვარიანტი. ეს ცდისპირები სპეციალურად არიან შერჩეულნი: ეს ის პირებია, ვინც, როგორც ეს ჩვენი სხვა ცდებიდან გამოირკვა, ადვილად იმუშავებენ ფიქსირებულ განწყობას წარმოსახვის გზით.

საგანწყობო ცდა იმაში მდგომარეობს, რომ ჩვენ ვავალებთ ცდისპირებს რაც შეუძლიათ ნათლად და თვალსაჩინოდ წარმოიდგინონ მათ წინ დადებულ ცარიელ კოლოფებში ხის ბურთები—ერთში დიდი ბურთი, მეორეში—სულ პატარა და შეადარონ ეს წარმოდგენილი ბურთები ურთიერთს სიდიდით. ამ განცდის 15-ჯერ განმეორების შემდეგ კრიტიკულ ცდაში ევალება ცდისპირს გ ა დ ა ჯ ვ ა რ ე დ ი ნ ე ბ უ ლ ი ხელებით კოლოფში ჩადებული კრიტიკული ბურთების რეალური შედარება.

შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

	ადეკვატ. აღქმა	მხარის მიხედვ. კონტრასტული ილუზია	ხელის მიხედვით კონტრასტული ილუზია	ჯერ ხელის, მერე მხარის მიხ. კონტრასტული ილუზია	ჯერ მხარის, მერე ხელის მიხ. კონტრასტ. ილუზია	დეზორიენტაცია	სულ ცდისპირთა რაოდენობა
ცდისპირთა რაოდენობა	2	9	16	2	1	1	31
პროცენტობით	6,5	29	51,6	6,5	3,2	3,2	100

ცხრილის მონაცემები უეჭველად ისევ ამჟღავნებს ხელის ფაქტორის როლს და ისიც მხარის ფაქტორზე უფრო მეტ როლს მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებით უშუალო ორიენტაციაში მაშინაც, როდესაც ამ მიმართულებებით სუბიექტი სპონტანურად, თავისი წარმოდგენის საფუძველზე განეწყობა. მართლაც, ხელის ამ როლის შესახებ ცხრილის ყველა რუბრიკა ლაპარაკობს:

ჯერ ერთი, ხელების გადაჯვარედინებამ, ე. ი. ხელის ფაქტორის დაპირისპირებამ მხარის ფაქტორისათვის, გამოიწვია ორ შემთხვევაში განწყობისეულ ილუზიათა დარღვევა: 2 ცდისპირნი, რომელნიც ჩვეულებრივი წარმოდგენის საფუძველზე ანალოგიურ ცდაში იძლეოდნენ განწყობისეულ ილუზიას, როდესაც კრიტიკულ ცდაში საგნებს პარალელურად გაწეული ხელებით აღიქვამენ, ამ ცდაში ადეკვატურ აღქმას იძლევიან.

ამის გარდა, ცხრილის სამივე უკანასკნელი რუბრიკა გვიჩვენებს, რომ ხელების გადაჯვარედინებამ, ე. ი. ხელის ფაქტორის დაპირისპირებამ მხარის ფაქტორისთვის, გამოიწვია ცდისპირებში დეზორიენტაცია სივრცის აღნიშნულ მიმართულებებში.

დაბოლოს, ცხრილის ორი მთავარი რუბრიკა—მეორე და მესამე—გვიჩვენებს, რომ გარკვეულად განწყობისეულ ილუზიათა 25 შემთხვევიდან 16 შემთხვევაში, ე. ი. 64%-ში, კონტრასტული ილუზია იჩენს თავს ხ ე ლ ი ს მიხედვით და მხოლოდ 36%-ის (9 ცდისპირი) შემთხვევაში იჩენს თავს კონტრასტული ილუზია მ ხ ა რ ი ს მიხედვით.

ცხადია, ეს რიცხვები მხოლოდ მიახლოებითია: 25 ცდისპირი არ არის საკმარისი იმისათვის, რომ საბოლოო დასკვნა გამოვიტანოთ ორი ფაქტორის ზუსტი ურთიერთმიმართების შესახებ, მაგრამ ამ რიცხვებიდან ის მაინც ცხადია, რომ ხელის ფაქტორი ამ ცდებში უფრო ძლიერი აღმოჩნდა, ვიდრე მხარის (მედიანის) ფაქტორი, თუმცა ეს პრიორიტეტი ნაკლებია, ვიდრე იმ ცდებში, სადაც სუბიექტი მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებით განეწყობა გარე სიტუაციის აღქმის საფუძველზე. მეხუთე ცხრილში შეჯერებულია ყველა ძირითადი ცდის შედეგები.

ცხრილი 5

ყველა ცდის შედარებითი მონაცემი	კონტრასტული ილუზია ხელის მიმართ	კონტრასტული ილუზია მხარის მიმართ
I ვარიანტი. ჰაპტური აღქმა საგანწყობო ცდებში გადაჯვარედინებული ხელებით, ხოლო კრიტიკულში პარალელურად გაწეული ხელებით.	100%	0
II ვარიანტი. ჰაპტური აღქმა საგანწყობო ცდებში პარალელურად გაწეული ხელებით, ხოლო კრიტიკულში გადაჯვარედინებული ხელებით.	100%	0
III ვარიანტი. ოპტიკური აღქმა განმაწყობელ ცდებში, ხოლო კრიტიკულ ცდებში ჰაპტური აღქმა გადაჯვარედინებული ხელებით.	88,8%	8,8%
V ვარიანტი. საგანწყობო ცდებში ობიექტთა მხოლოდ წარმოდგენა, ხოლო კრიტიკულ ცდაში ჰაპტური აღქმა გადაჯვარედინებული ხელებით.	64%	36%

დამატება

მიღებული შედეგები ლაპარაკობს ხელის ფაქტორის პრიორიტეტზე მხარის ფაქტორთან შედარებით, მაგრამ არ უარყოფს ამ უკანასკნელი ფაქტორის როლსაც მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უშუალო აღქმაში.

უკანასკნელის როლი დადასტურებული გვაქვს სპეციალურ ექსპერიმენტებში, რომელშიაც ცდისპირებს ევალებათ მარჯვნივ და მარცხნივ მოთავსე-

ბული საგანწყობო ბურთების სუქცესიური შედარება ცალი ხელით, რის გამოც ორი ხელის ფაქტორი სრულიად გამორიცხულია ცდიდან. მიუხედავად ამისა, მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების განწყობა სუბიექტს მაინც უმუშავდება. სპეციალურად ამ ცდებზე აქ ვერ შევჩერდებით, აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ცდისპირების დიდი ნაწილი ბურთების ცალი ხელითაც სუქცესიური შედარებისას იმუშავებს მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების ფიქსირებულ განწყობას [3].

დასკვნა

ზემოთ განხილული ცდებიდან ირკვევა, რომ სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უშუალო განცდის წამყვან ფაქტორს ხელი წარმოადგენს და არა ის წარმოსახული მედიანა, რომელიც ყოფს ჩვენს სხეულს ვერტიკალური მიმართულებით ორ სიმეტრიულ ნახევრად, როგორც ეს არის მიღებული ტრადიციულ ბურჟუაზიულ მეცნიერებაში. მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უშუალო განცდა სათანადო ხელთან არის დაკავშირებული და ამიტომ ამ მიმართულებებით უშუალო ორიენტაცია სივრცეში დაკავშირებულია ხელების დიფერენციაციასთან.

ეს ექსპერიმენტალური შედეგი ღრმა თეორიულ დასაბუთებას პოულობს ენგელსის დებულებაში ხელის მნიშვნელობის შესახებ ადამიანის ჩამოყალიბების პროცესში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.11.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. რ. ნათაძე. სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უშუალო აღქმის ფაქტორთა საკითხისათვის. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XII, № 2, 1951.
2. სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწ. უნივერსიტეტის სამეცნიერო სესიის თეზისები. თბილისი, 1948.
3. რ. ნათაძე. ობიექტური სიტუაციის თვისებები, როგორც სივრცის მიმართულებათა აღქმის ფაქტი (ხელნაწერი მეცნ. აკადემიის დ. უზნაძის სახელობის ფსიქოლოგიის ინსტიტუტში, 1949).

ხელოვნების ისტორია

გ. გაფრინდაშვილი

უცნობი წარწერა ვარძიაში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 26.1.1951)

ვარძიის ღვთისმშობლის მიძინების ეკლესიის კედლის მხატვრობაში[1] თვალსაჩინო ადგილი აქვს დათმობილი აღმშენებელთა სურათებს. ჩრდილო კედლის აღმოსავლეთ ნიშში თამარ მეფისა და გიორგი III-ის პორტრეტებია, ხოლო იმავე კედლის დასავლეთ ნიშში—დღემდის უცნობი ისტორიული პირის პორტრეტი. პირველი ორი გამოსახულების წარწერები, ისევე, როგორც ეკლესიის სხვა მრავალი წარწერა, დაღუპვას გადაურჩა და მათი ტექსტიც საკმაოდ ნათლად იკითხება, ხოლო მესამე პორტრეტის წარწერა, რომელიც ყველაზე ვრცელ ტექსტს შეიცავს და სხვებზე არა ნაკლებ საინტერესოა, ვიღაცის ხელით ამოფხაჭნილია იმდენად, რომ საღებავი შერჩენილია მხოლოდ რამდენიმე ადგილას.

ვინაიდან საღებავი გადაფხეკილი იყო, გადაწყდა წარწერის აღდგენა ქიმიური ხსნარით, რადგან ამ მხრივ წარწერას საშიშროება არ მოელოდა. ხსნარის მოქმედების შემდეგ ასოების ნაკვალევი ფონთან შედარებით გამუქდა; ამის შემდეგ შესაძლებელი შეიქნა წარწერის ამოკითხვა და გაშიფრვა[2].

უცნობი პირის პორტრეტი (სურ. 1) გამოსახულია ჩრდილო კედლის დასავლეთის ნიშის შუა სარკმლის მარცხნივ და უჭირავს ნიშის მთელი სიმაღლე ამ ადგილას, დანარჩენი ადგილი კი დათმობილი აქვს წმინდანების პორტრეტებს (ნიშში ორი ვიწრო სარკმელია, რომელთაგან ერთი ნიშის ცენტრშია, ხოლო მეორე—მის აღმოსავლეთ ნაწილში). უცნობი პირი ოდნავ შემობრუნებულია და ვედრების მდგომარეობაში ხელები აქვს გაწვდილი ღვთისმშობლისაკენ. ტანზე აცვია წელში გამოყვანილი მოწითალო-მოყავისფრო კაბა, რომელიც მუხლებამდის ეშვება, ხოლო თავზე ახურავს მაღალი ქუდი. მარჯვენა მკლავზე აქვს განიერი სამკლავე აქეთ-იქით თითო ზოლით. მუხლებს ქვემოთ გამოსახულება მთლიანად დაზიანებულია.

---

[1] 1950 წლის ზაფხულში ეკლესიის ჩრ. კედლის იმ ნაწილში, სადაც აღმშენებლებია გამოსახული, კედლის მხატვრობა გაიწმინდა. გაწმენდაზე მუშაობდნენ: ქალაქთმშენებლობის სამინისტროსთან არსებული სარესტავრაციო სახელოსნოების მხატვარ-რესტავრატორი ე. დ ო მ ბ რ ო ვ ს კ ა ი ა (ხელმძღვანელი), საქართველოს სსრ ხელოვნების სახელმწიფო მუზეუმის მხატვარ-რესტავრატორი მ. მ ღ ე ბ რ ი შ ვ ი ლ ი და ამ სტატიის ავტორი.

[2] წარწერის აღდგენაზე მუშაობდა ამ სტატიის ავტორი და საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ქიმიური ლაბორატორიის გამგე რ. ბ ა ხ ტ ა ძ ე, რომელმაც დაამზადა ქიმიური ხსნარი.

ამ ისტორიული პირის წინ, ცენტრალური სარკმლის მარჯვენა მხარეს, დაბალ ბაზისზე დგას ღვთისმშობელი, რომელსაც მარჯვენა ფეხი გვერდზე აქვს გადგმული; იგი მთელი ტანითაა გამოსახული, მარცხენა მკლავზე ყრმა იესო უზის, ხოლო მარჯვენა გაშვერილი აქვს უცნობისაკენ. მას აცვია გრძელი ღია ლურჯი კაბა და წამოსხმული აქვს მოვარდისფრო მაფორიუმი. ყრმას მარცხენა ხელში გრაგნილი უჭირავს, ხოლო მარჯვენა ხელი წინ აქვს გაშვერილი.

უცნობი პირისა და ღვთისმშობლის ფიგურებს შორის მოთავსებულია 8-სტრიქონიანი წარწერა. წარწერის აღდგენის შემდეგ, გარდა პირველი და მეორე სტრიქონის ბოლო სიტყვებისა, თითქმის ყველა სტრიქონი ბოლომდის გამოჩნდა. პირველი სტრიქონის შერჩენილი ნაწილის სიგრძე 54,5 სმ-ია, მეორის—74,5 სმ, მესამის—80,8 სმ, მეოთხის—81 სმ, მეხუთის—77,4 სმ, მეექვსის—

სურ. 1

56 სმ; მეშვიდის—47,5 სმ, მერვესი კი—68,5 სმ. წარწერის საერთო სიმაღლე 61 სმ-ია. ასოების სიმაღლე 1,5—6 სმ-დის აღწევს, ასოთა უმრავლესობის სიმაღლე კი 5 სმ-ია.

წარწერა ასომთავრულია და შესრულებულია ფუნჯით (ბეწვის კალმით), ტყვიის თეთრათი მუქ ლურჯ ფონზე[1]. ამჟამად შერჩენილ საღებავს ასოებზე,

[1] ანალიზი გაუკეთდა საღებავს, რომელიც მხოლოდ რამდენსამე ასოს ჰქონდა შერჩენილი. ანალიზი ჩაატარა რ. ბახტაძემ საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ქიმიურ ლაბორატორიაში.

საუკუნეების მანძილზე ბოლისა და ჭვარტლის მოქმედებით[1], მოყავისფრო-მოშავო ფერი მიუღია და ოდნავ მბზინვარეა.

მხატვარს წინასწარ გაუვლია ჰორიზონტალური ხაზები ასოების ჰორიზონტალობის დასაცავად, მაგრამ წერის დროს გადაუხვევია გავლებული ხაზებისაგან და სრულიად თავისუფალი ხელით გაუგრძელებია წერა.

მხატვარი ფუნჯს მეტად მოხდენილად ხმარობს; ასოების შვეული ნაწილები გამოყვანილია ფუნჯის სიბრტყეზე დაწვენით, თარაზული ნაწილები კი— ფუნჯის წვერით. ამიტომ პირველ შემთხვევაში ასოების მსხვილი ნაწილები მიუღია, მეორე შემთხვევაში კი—წვრილი ნაწილები. ასოების შვეულ ნაწილებს თავზე თარაზული ხაზები აქვს; ამის გარდა, ასოებს სხვადასხვა ნაწილში დამატებით შემამკობელ ხაზებს უმატებს: სტრიქონთა ფარგლები დარღვეულია ბუნის ქვემო წაწვეტებული კიდეების ჩამოშვებით და ასოების ერთმანეთში შეწიაღებით. სიტყვების შემდეგ ნახმარია სიმაღლეზე მოთავსებული ორი ან სამი წერტილი. წარწერის საერთო თავნიშნად კი 8-ქიმიანი ვარსკვლავია დასმული.

წარწერა ოსტატურად არის შესრულებული და მოხდენილად არის ჩართული სურათის მთლიან კომპოზიციაში. წარწერის შესრულებაში, როგორც ვხედავთ, მჟღავნდება მისწრაფება დეკორატიულობისადმი. თავისი ხასიათით იგი სავსებით ემთხვევა ვარძიის ეკლესიის სხვა წარწერებს.

წარწერის ამოკითხვა უმთავრესად მისი წმენდის პროცესში მიმდინარეობდა (ვინაიდან ხსნარის მოქმედების დროს ასოები გარკვევით ჩანდა, გაწმენდის შემდეგ კი წარწერა შედარებით გამკრთალდა, რაც მის ამოკითხვას აძნელებს). ამრიგად, წარწერამ (სურ. 2) შემდეგი სახე მიიღო.

* Ⴢ Ⴖ~ႧႨႱႠ ႣႤႣႠႭ: Ⴋ[Ⴈ]ႨႧႥႠ[Ⴊ] ------------[2]
ႫႱႠ႞ႭႰႤ~ႡႢ: ႹႤႫ~Ⴐ: ႫႭႬႨႱႠ: Ⴘ Ⴌ[Ⴈ]ႱႠ: ႰႠ-----------
[Ⴊ]- -Ⴀ ႣႠ [Ⴕ]ႠႰႧႪႨႱႠ ႤႰႨႱႧႥႨႱႠႢႬ: [Ⴐ]Ⴌ: ႥႨႢႭႪႱႫႭ
ႣႢႨႬႤ: ႣႠ ႫႭ႞ႠႲႥႨႧ: ႠႶ[Ⴅ]ႠႫႩႥႤ: Ⴜ~Ⴢ ႤႱႤ ႲႻ~ႰႨ ႣႡႨ~ႱႠ
Ⴘ~ႬႨႱႠႢ: ႣႠႬႠ[ႺႥ]ႠႪ ႫႠႢ[Ⴄ] Ⴜ~Ⴄ ႻႤႱႠ: Ⴘ~ႬႱႠ: ႣႠ Ⴖ~Ⴀ
Ⴙ~ႬႱႠ ႣႶႤႱႠ: Ⴋ~Ⴑ ႣႨႣႱႠ ႱႠ- [ႿႤ]Ⴊ[Ⴈ]ႱႠႱ
ႣႠ ႠႫႠႱ ႱႭႴႪႱႠ: Ⴘ~Ⴀ ႻႤႧႠ
ႹႫ~ႧႠ: [Ⴇ] ~ႬႠ: Ⴋ[Ⴚ]- -Ⴃ[Ⴀ] ႣႠ ႫႴႠႰႥႤႪႫႤ[Ⴕ]ႫႤႬ:

* ჲ ღ~თისა დედაო: მ[ი] ითვა[ლ]-------------
მსახორე~ბჲ: ჩემ~რ: მონისა: შნ[ი]სა: რა----------
[ლ]- -ა და [ქ]ართლისა ერისთვისაგნ: [რ] ნ: ვიგოლსმო
დგინე: და მოხატვით: აღ[ვ]ამკვე: წ~ჲ ესე ტძ~რი დბი~სა
შ~ნისაჲ: დანა[ცვ]ალ მაგ[ე] წ~ე ძესა: შ~ნსა: და ღ~ა
ჩ~ნსა დღესა: მ~ს დიდსა სა- [ჯე]ლ[ი]სას
და ამას სოფლსა: შ~ა ძეთა
ჩმ~თა: [თ] ~ნა: მ[ც]- -დ[ა] და მფარველმე[ქ]მენ:

[1] სალებავები ალბათ უნდა დაზიანებულიყო ხანძრისაგან შაჰ-თამაზის შემოსევის დროს (XVI საუკ.), აგრეთვე სანთლებისაგან, რომლებსაც ყოველდღიურად ანთებდნენ აქ მლოცველები.

[2] წყვეტილი ხაზებით აღნიშნულია ჩვენ მიერ დაშვებული დაღუპული ასოების დაახლოებითი რაოდენობა.

წარწერაში სრულიად გადაფხეკილია (როგორც ჩანს, განგებ) პირველი და მეორე სტრიქონების ბოლო სიტყვები. პირველი სტრიქონის ბოლო სიტყვაში ასო Ⴡ-ს მუცელში შეწიაღებული ასო Ⴆ-ის თავია შერჩენილი. მეორე

სურ. 2

სტრიქონის ბოლო სიტყვაში მხოლოდ პირველი ორი ასო ႩႼ ჩანს. ამავე სიტყვის შემდეგი ორი ასოს მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილია შერჩენილი. მომდევნო სიტყვიდან კი მხოლოდ დასაწყისი ორი ასოს ნაწყვეტები ჩანს; აქ ოთხი ასო მაინც არის სრულიად გადაფხეკილი, ბოლოში კი კვლავ ორი ასოს ნაწყვეტებია ძალზე მკრთალად. ამ სიტყვის ნაწილი გადადის მესამე სტრიქონში, სადაც, როგორც ჩანს, ის იწყება ასო Ⴆ-ით და თავდება ასოთი Ⴡ; მათ შორის მოთავსებული ასოების დადგენა არ მოხერხდა. მეექვსე სტრიქონში გაუგებარი იყო ბოლო სიტყვა, მაგრამ გაწმენდით მოხერხდა ყველა ასოს გარჩევა, გარდა იმ სიტყვის მესამე ასოსი, რომელიც გადაფხეკილია, მაგრამ, სიტყვის მიხედვით, აქ უნდა ყოფილიყო ასო Ⴘ.

ბოლო მერვე სტრიქონის მესამე სიტყვაში მეორე ასო Ⴚ უნდა იყოს, მომდევნო ორი ასოს ამოკითხვა კი არ მოხერხდა, ეს სიტყვა ალბათ არის „მცველადა“. დანარჩენ სტრიქონებში მდგომარეობა უკეთესია, თუმცა აღდგენის შემდეგ ასოები ყველა ერთი სიძლიერით არ გამოჩნდა.

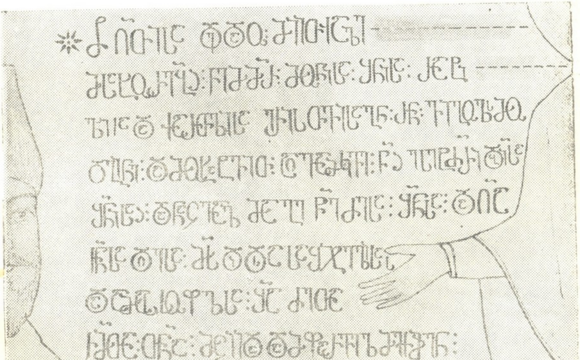
მეორე სტრიქონის ბოლო სიტყვა, სადაც ორი პირველი ასო ႩႼ არის შერჩენილი, უეჭველია, ერისთვის სახელს უნდა გამოხატავდეს; საკუთარი სახელისთვის მთელ წარწერაში სხვა ადგილი არსადაა, ეს სახელი კი რატი უნ-

და იყოს; მართლაც, მესამე ასოს, რომელიც ჩვენი აზრით Ⴒ არის, შერჩენილი აქვს მუცლის მარჯვენა ნაწილი და ფეხის დასაწყისი, მის ტანში კი შეწიაღებული Ⴈ-ს თავისა და ბუნის ნაწყვეტი ნაწილები ჩანს.

სახელი რატის მატარებელი კი თამარის დროს ერთადერთია: რატი სურამელი, რომელსაც თამარ მეფემ ქართლის ერისთაობა უბოძა ([1], გვ. 79). ჩვენს წარწერაშიც ხომ უცნობი პირი სწორედ ქართლის ერისთავად მოიხსენება. წარწერაში ქართლის ერისთვის წინ დასმულია კავშირი ႣႠ («...და ქართლისა ერისთვისაგან . . »), რომლის წინ, უნდა ვიფიქროთ, რატის მეორე თანამდებობაა აღნიშნული, მაგრამ, წარწერის გადაფხეკის გამო, ეს თანამდებობა, რომელიც, შესაძლებელია, რატის ჯავახეთთან დამოკიდებულებას გამოხატავდა, გამოურკვეველი რჩება.

საბოლოოდ, ქარაგმების გახსნით, წარწერა შემდეგნაირად იკითხება:

ჵ ღმრთისა დედაო: მიითუალე- - - - - - - - - - - -
მსახურებაჲ⁝ ჩემ მიერ: მონისა: შენისა: რატი- - - - - - - - - -
. . . . და ქართლისა ერისთვისაგან: რომელმან: ვიგულსმო
დგინე⁝ და მოხატვით: აღვამკვე⁝ წმიდაჲ ესე ტაძარი დიდებისა
შენისაჲ⁝ და ნაცვალ მაგე წინაშე ძესა⁝ შენსა⁝ და ღმერთსა
ჩუენსა დღესა: მას დიდსა საშჯელისას[ა]
და ამას სოფელსა⁝ შინა ძეთა
ჩემთა: თანა⁝ მც[ველი] და და მფარველ მექმენ⁝ (სურ. 3).



სურ. 3. ვარძია, რატის წარწერის აღდგენის ცდა

საინტერესოა, თუ რა დამოკიდებულება ჰქონდა ქართლის ერისთავს რატი სურამელს ჯავახეთთან.

სურამელები არიან ფავნელთა გვარის შთამომავლები ([2], გვ. 96). ფავნელთა გვარი ალბათ მომდინარეობს სოფ. ფავნისიდან, რომელიც თეძმის ხეობაში მდებარეობს ([3], გვ. 197). ფავნელები ისტორიულ საბუთებში მეათე საუკუნეში მოიხსენებიან ([4], გვ. 87—88), შემდეგ კი მათი ერთი შტო გადასულა სურამში; სურამელები საქართველოს ისტორიის ასპარეზზე მეთორმეტე საუკუნიდან ჩანან. ბექა სურამელი, რომელსაც გიორგი მესამის დროს სპასპეტის თანამდებობა უჭირავს, მეფის გვერდით ჩანს 1161 წელს ანისისათვის ბრძოლაში; იგი გიორგი მესამის ბრწყინვალე გამარჯვების ერთ-ერთი სახელოვანი მონაწილეა ([5], გვ. 230).

გიორგი III-ის დროს ქართლს ერისთაობდა სუმბატის ძე ლიპარიტი ([5], გვ. 240—243), რომელმაც 1177 წელს მეფის წინააღმდეგ შეთქმულებაში მიიღო მონაწილეობა. 1178 წლის ახლო დაწერილ გუჯარში ერისთავთ-ერისთავად და ქართლის ერისთვად მოიხსენებიან უკვე რატი და სულა სურამელები ([4], გვ. 266); როგორც ჩანს, მოღალატე მოხელის მაგივრად გიორგი III-ს ქართლის ერისთაობა რატისა და მისი შვილის სულა სურამელებისთვის უბოძებია. რატის, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თამარმა გამეფების შემდეგაც იგივე თანამდებობა ჩააბარა. სურამელების მოღვაწეობას საქართველოში XIII საუკუნის ბოლომდის გაედევნება თვალი, მაგრამ ჯავახეთთან მათი კავშირი არსად არ მოიხსენება.

განხილულ წარწერაში რატი სურამელს რამდენიმე შვილი (ორი ან მეტი) ჰყავს მოხსენებული, ისტორიულ საბუთებში კი მხოლოდ ერთი შვილი— სულა სურამელი—ჩანს თავისი მემკვიდრეებით. რაც შეეხება რატის სხვა შვილს, არსად არ არის საბუთებში აღნიშნული.

როგორც ისტორიული წყაროებიდან ჩანს, ქართლის ერისთავის რატის დედა ყოფილა ცნობილი მანდილოსანი ხუაშაქ ცოქალი ([1], გვ. 78), ხოლო თუ ვისი ძე იყო რატი სურამელი, საბუთებში არ ჩანს[1]; შესაძლებელია, რატის მამა სწორედ გიორგი III-ის თანამედროვე ზემოხსენებული ბექა სურამელი იყო.

ზემოთქმულის მიხედვით ჩვენ შეგვეძლო დაგვესკვნა, რომ რატი სურამელი, ძე ფრიად ცნობილი, საპატიო მანდილოსნის ხუაშაქ ცოქალისა, ერისთავთ-ერისთავი და ქართლის ერისთავი, თავის ერთგულებით მეფისა და ეკლესიისადმი ღებულობს უფლებას მოხატოს და შეამკოს ვარძიის დიდებული ტაძარი და მეფეთა გვერდით თავის თავიც დაახატვინოს. მაგრამ თუ ჩვენ განვიხილავთ იმ წარწერის ფრაგმენტს, რომელიც ივ. როსტომაშვილს უნახავს ახალქალაქში ([7], გვ. 37—38) და სადაც რატი მოიხსენება, მაშინ დავინახავთ, რომ რატი სურამელის კავშირი ჯავახეთთან შემთხვევითი არ უნდა ყოფილიყო. ამ წარწერის ჩვენთვის საინტერესო ადგილი ლ. მუსხელიშვილის მიერ შემდეგნაირად იქნა აღდგენილი:

„ქ აღვაშენე ესე წმიდაი [მეფობასა თამარი] სსა და ამირ-სპ[ასალარისა] გამრეკელისა ძეთა [და ქართლის ერისთავის]ა რატის პატრონობასა შინა“.

---

[1] მ. ჯანაშვილს საეკლესიო მუზეუმში უნახავს რატი სურამელის ტყავის სიგელი, რომლის ტექსტი თავის პალეოგრაფიულ ალბომში გადმოუწერია ([6], გვ. 55), მაგრამ ვერც რატის სიგელი და ვერც პალეოგრაფიული ალბომი ვერ აღმოვაჩინეთ.

ეს წარწერა შესრულებულია 1190/91 წლების შემდეგ, როდესაც ჯავახეთს დიდი გამრეკელის შვილები პატრონობდნენ ([8], გვ. 64).

ამგვარად, რატი ახალქალაქში პატრონად მოიხსენება. შესაძლებელია ამ წარწერაშიც რატის თანამდებობა ქართლის ერისთავი კი არ იყოს, არამედ სხვა, სწორედ ის თანამდედობა, რომელიც ვარძიის წარწერაშიც უნდა ყოფილიყო მოხსენებული. მაგრამ, საუბედუროდ, ორივე წარწერაში ეს მეტად საინტერესო ადგილია დაზიანებული. ეს ორი წარწერა, რატის მოხსენებით, აშკარად მოწმობს, რომ რატი სურამელს რაღაც მჭიდრო კავშირი ჰქონდა ჯავახეთთან. ლ. მუსხელიშვილის აზრით, რატის „...ხელი ამ დროს ეგებ ჯავახეთსაც მისწვდებოდა, ან კიდევ მას შეიძლება მიწები ჰქონდა ახალქალაქის რაიონში...“ ([8], გვ. 56—60).

მართლაც, ფეოდალიზმის პირობებში დიდგვარიანთა შორის ერთმანეთზე ძალზე დაშორებული მიწების მფლობელობა მიღებული იყო, ამიტომ ადვილი წარმოსადგენია, რომ ქართლის ერისთავს რატი სურამელს მიწები ჰქონოდა ჯავახეთში; უფრო მეტიც, ამ ორი წარწერის არსებობა ჯავახეთში გვაფიქრებინებს, რომ შესაძლებელია რატი სურამელს ჯავახეთის ნაწილი საგამგებოდაც ებარა თორელებისა და თმოგველების გვერდით; ვინაიდან ჯავახეთს დიდი როლი ეკირებოდა საქართველოს ძლიერებაში და რადგან ჯავახეთის დაკარგვით უშუალო საფრთხე მოელოდა ქართლს—საქართველოს ცენტრალურ ნაწილს, ამიტომ, შესაძლებელია, თამარ მეფემ ჯავახეთის ადგილობრივ დიდგვარიან მოხელეთა შორის ჯავახეთის მონაპირეობა რატი სურამელსაც დაავალა.

თამარ მეფის შეგნებული პოლიტიკა იყო, რომ სამხედრო-ადმინისტრაციული ოლქები მას ჩაბარებული ჰქონდა არა ერთი რომელიმე ერისთავისთვის, არამედ თვითეულში რამდენიმე, როგორც ჩანს თანასწორუფლებიანი, მეთაური იყო, რომლებიც ერთმანეთს, ცხადია, კონტროლს უწევდნენ ([8], გვ. 64).

ვარძიის ტაძრის კედლის მხატვრობა და წარწერების დათარიღება შესაძლებელია ტაძრის ჩრდილო კედლის აღმოსავლეთ ნიშში მეფე გიორგი III-ისა და თამარ მეფის ფრესკაზე მოთავსებული წარწერებისა და თამარ მეფის პორტრეტის განხილვით.

როგორც ამ წარწერების შინაარსიდან ჩანს, ტაძრის ფრესკა და წარწერა თამარ მეფის სიცოცხლეში არის შესრულებული, გიორგი III კი ამ დროს გარდაცვლილი ყოფილა ([9], გვ. 70).

თუ თამარ მეფის პორტრეტულ გამოსახულებას დავაკვირდებით, შევამჩნევთ, რომ იგი შესრულებულია მის ქალიშვილობაში, მისი მეფობის პირველ წლებში, როდესაც თამარ მეფეს ჯერ არა ჰყავდა პირველი ქმარი შერთული. ეს ჩანს თამარ მეფის თავსამკაულებიდან, ვინაიდან მას არა აქვს მარგალიტებით შემზადებული აცმულა და ნიკაპის ქვეშ ასაკრავი, რასაც მხოლოდ ქმრიანი ქალები ატარებდნენ. თამარ მეფის დანარჩენ (ბეთანიის, ყინცვისის, ბერთუბნის) პორტრეტულ გამოსახულებას კი მარგალიტების აცმულა და ნიკაპის ქვეშ ასაკრავი აქვს. ამის შესახებ ვახუშტი ბატონიშვილი ამბობს:

„...თავი ქალწულთა კავნი თვისისავე თმისა
ლაწვთა ზედა და ქუდი ანუ ლეჩაქი; არამედ
ქმროანთა კავსა ზედა ლაწვს აძესთ თმა შეწნული
მსხვილი, იმიერ და ამიერ; და თმას ქვეშ მარ-
გალიტით შემზადებულსა ამოიღებენ და თხემთა
ზედა შეიკვრნენ და ჰბურავთ მას ზედ ლეჩაქი“
([10], გვ. 27).

ამრიგად, ვარძიის ტაძრის წარწერების შესრულების თარიღი თავსდება მეფე გიორგი III-ის გარდაცვალებასა და თამარ მეფის პირველ გათხოვებას შორის, ე. ი. 1184 ([5], გვ. 244) წელსა და 1185—86 ([11], გვ. 206) წელს შორის.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თავისი ხასიათით ვარძიის ტაძრის წარწერები სავსებით ემთხვევა ერთმანეთს და ერთი ოსტატის ხელს ამჟღავნებს; ამიტომ ეჭვს გარეშეა, რომ ვარძიის ტაძრის წარწერები, მათ შორის რატი სურამელის წარწერაც, შესრულებულია 1184/86 წელს[1].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ვარძიის მუზეუმი—ნაკრძალი

(რედაქციას მოუვიდა 26,1.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი. აკად. კორნ. კეკელიძის რედაქციითა და გამოკვლევით. თბილისი, 1941.
2. თ. ჟორდანია. ქრონიკები, ტ. II, ტფილისი, 1897.
3. ვახუშტი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა. თბილისი, 1941.
4. თ. ჟორდანია. ქრონიკები, ტ. I, ტფილისი, 1897.
5. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია, წიგნი მეორე, თბილისი, 1948.
6. М. Г. Джанашвили. Царица Тамара. Тифлис, 1900.
7. И. П. Ростомов. Ахалкалакский уезд в археологическом отношении. СМОМПК, вып. XXV, 1898.
8. ლ. მუსხელიშვილი. არქეოლოგიური ექსკურსიები. თბილისი, 1941.
9. ც. გაბაშვილი. ვარძია, გზამკვლელი, თბილისი, 1948.
10. ვახუშტი. საქართველოს ისტორია (აღწერა სამეფოსა საქართველოსა), დიმ. ბაქრაძის გამოცემა, თბილისი, 1885.
11. ნ. ბერძენიშვილი, ივ. ჯავახიშვილი, ს. ჯანაშია. საქართველოს ისტორია, ნაწ. I, 1948.
12. Ш. Я. Амиранашвили. История грузинского искусства, том 1, Москва, 1950.

[1] პროფ. შ. ამირანიშვილი, იღებს რა ლაშა გიორგის დაბადების თარიღად 1183 წელს, წერს, რომ ვარძიის ეკლესიის მხატვრობა უდავოდ 1183 წლამდე არის შესრულებული ([12], გვ. 193).

ჯერ ერთი, ლაშა გიორგი დაბადებულია 1192/93 წელს ([5], გვ. 265) და არა 1183 წელს, მეორეც—როგორც ეს უკვე დამტკიცებულია [9], გიორგი III გარდაცვალებამდე, ე. ი. 1184 წლამდე, ვარძიის ეკლესიის მხატვრობა არ შეიძლება შესრულებული ყოფილიყო, ამიტომ აღნიშნულ მოსაზრებას ვერ დავეთანხმებით.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ს. ჭილაია

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

ანაწყობის ზომა 7×11 | საბეჭდ ფორმათა რაოდ. 4
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 22.4.1951 | სააღრ. ფორმათა რაოდ. 5
შეკვ. № 620 | უე 01878 | ტირაჟი 1500

52/89

ფასი 5 მან.

დამტკიცებულია
საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის" 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 საერთო კრება.

3. „მოამბე" გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა—ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.

5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის" რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის" ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძერჟინსკის ქ., 8.

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР. т. XII, № 4, 1951

Основное, грузинское издание