

524/
1957/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ ო ა მ ბ ე

გომი XII, № 10

ქირილური ქართული გამოცემა

1951

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- 1. გ. ა ლ ე ქ ს ა ნ დ რ ი ა. ჰაზემანის განზოგადებული ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის 585
- 2. მ. გ ა ნ ი ნ ი. სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა განზოგადებული სისტემების შესახებ 591

ბიოფიზიკა

- 3. ლ. ჭ ა ნ ტ უ რ ი შ ვ ი ლ ი. ერთგვაროვანი ელექტრული ველის დამახინჯება ოთხწახნაგა პრიზმისებრი ბურცობისა და საფეხურის მიერ 597

მეცნიერება

- 4. პ. შ ე ნ გ ე ლ ი ა. მდინარეთა ვარდნის რაციონალურ ბიფეხაღ დაყოფის საკითხისათვის მათი კასკადური სქემით გამოყენების დროს 605
- 5. გ. გ ო მ ე ლ ა უ რ ი. საქართველოს სსრ დაბალხარისხოვანი ნახშირების გამოყენების რაციონალური მიმართულების შესახებ 613

სელექცია

- 6. ფ. ბ ე რ ი შ ვ ი ლ ი. ვეგეტატიურ და ქიმიურ ნიშანთვისებათა ცვლილებები ჩაის ქეიწარის ზრდისა და განვითარების პროცესში 621

ფსიქოლოგია

- 7. რ. ნ ა თ ა ძ ე. ობიექტური სიტუაციის თვისებები, როგორც სივრცის მიმართულებებში უშუალო ორიენტაციის ფაქტორი 627

ენათმეცნიერება

- 8. გ. რ ო გ ა ვ ა. პ უ რ ფუძის საკითხისათვის 635

არქეოლოგია

- 9. გ. ლ ო შ თ ა თ ი ძ ე და ი. ც ი ც ი შ ვ ი ლ ი. ახალდმოჩენილი აკლდამა მკხეთაში 641

მათემატიკა

ბ. ალექსანდრია

**ჰაზიმანის განზოგადებული ამოცანა რამდენიმე
შტრომი ფუნქციისათვის**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 28.6.1951)

ვთქვათ, L აღნიშნავს კომპლექსური ცვლადის $z = x + iy$ სიბრტყეზე მარტივ გლუვ კონტურს. ვიგულისხმობთ, რომ L კონტურის წერტილებზე გავლუბული მხების მიერ რაიმე მუდმივ მიმართულებასთან შედგენილი კუთხე აკმაყოფილებს H (ჰელდერის) პირობას.

S^+ -ით აღვნიშნოთ სასრული არე, შემოსაზღვრული L კონტურით, ხოლო არე, რომელიც $(S^+ + L)$ -ს ავსებს მთელ სიბრტყემდე — S^- -ით. დადებით მიმართულებად L -ზე ავიღოთ ის, რომელიც S^+ არეს ტოვებს მარცხნივ. დავუშვათ აგრეთვე, რომ წერტილი $z = 0$ მდებარეობს S^+ არეში. $\alpha(t)$ -ით აღვნიშნოთ L კონტურის წერტილთა ისეთი ფუნქცია, რომელიც აკმაყოფილებს პირობებს:

1. $\alpha(t)$ -ს L კონტურის ყოველ წერტილზე გააჩნია ნულისაგან განსხვავებული წარმოებული, რომელიც აკმაყოფილებს H პირობას.

2. გადაჰყავს კონტური L თავის თავში ურთიერთცალსახად.

3. წერტილები t და $\alpha(t)$ შემოწერენ L -ს ერთისა და იმავე მიმართულებით. $\alpha(t)$ -ს შებრუნებული ფუნქცია აღვნიშნოთ $\beta(t)$ -ით.

$L(z)$ ფუნქციას ვუწოდებთ მერომორფულს S^+ არეში, თუ

1. $L(z)$ ჰოლომორფულია ყველგან S^+ -ში, გარდა სასრულო რაოდენობა წერტილებისა, სადაც მას შეიძლება ჰქონდეს პოლუსი.

2. ის უწყვეტად გავრძელებადია ყველგან L -ზე.

განვიხილოთ შემდეგი სასაზღვრო ამოცანა:

მოვინახოთ S^+ არეში მერომორფული ვექტორები

$$\varphi_1(z) = [\varphi_{11}(z), \varphi_{12}(z), \dots, \varphi_{1n}(z)], \varphi_2(z) = [\varphi_{21}(z), \varphi_{22}(z), \dots, \varphi_{2n}(z)]$$

შემდეგი სასაზღვრო პირობით:

$$\varphi_1^+[\alpha(t_0)] = G(t_0)\overline{\varphi_2^+(t_0)} + g(t_0), \quad (1) \quad (L\text{-ზე}),$$

სადაც $G(t_0) = \|G_{kj}(t_0)\|$ კონტურის წერტილთა მოცემული მატრიცია, $g(t_0) = [g_1(t_0), g_2(t_0), \dots, g_n(t_0)]$ კი მოცემული ვექტორი; $G(t_0)$ და $g(t_0)$ აკმაყოფილებენ H პირობას, $\varphi_1^+(t_0)$ და $\varphi_2^+(t_0)$ $\varphi_1(z)$ და $\varphi_2(z)$ ვექტორთა სასაზღვრო მნიშვნელობებია L -ზე. ვიგულისხმობთ, რომ $\det G(t) \neq 0$ ყველგან L -ზე.

განვიხილოთ ჯერჯერობით (I) ამოცანის შესაბამისი ერთგვაროვანი ამოცანა

$$\varphi_1^+[\alpha(t_0)] = G(t_0)\overline{\varphi_2^+(t_0)}.$$

(10)



(I_0) პირობა ასეც შეიძლება ჩაიწეროს:

$$\varphi_1^+[\alpha(t_0)] = \overline{G(t_0)} \varphi_2^+(t_0). \quad (I_0)$$

ვიგულისხმობთ ჯერჯერობით, რომ $\varphi_1^+(t)$ და $\varphi_2^+(t)$ აკმაყოფილებენ H პირობას.

კოქეათ, $\varphi_1(z)$ და $\varphi_2(z)$ (I_0) ამოცანის ამოხსნებია. ცხადია, ეს ვექტორები შეიძლება წარმოადგენილ იქნეს შემდეგნაირად:

$$\varphi_1(z) = f_1(z) + R_1(z); \quad \varphi_2(z) = f_2(z) + R_2(z),$$

სადაც $f_1(z)$, $f_2(z)$ S^+ -ში ჰოლომორფული ვექტორებია, რომლებიც უწყვეტად გაგრძელებადნი არიან L -ზე და აკმაყოფილებენ H პირობას მასზე, $R_1(z)$ და $R_2(z)$ კი სტანდარტული რაციონალური ვექტორებია. (I_0)-ის გათვალისწინებით ადვილად მივიღებთ:

$$\varphi_1(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{G[\beta(t)] \varphi_2^+[\beta(t)]}{t-z} dt + R_1(z), \quad (1)$$

$$\varphi_2(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\varphi_2^+(t) dt}{t-z} + R_2(z). \quad (2)$$

თუ ჩავსვამთ (1) და (2)-ს (I_0)-ში, მარტივი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \left\{ \frac{G(t)[\alpha(t)]'}{\alpha(t) - \alpha(t_0)} + \frac{G(t_0)}{t-t_0} \right\} \varphi_2^+(t) dt = \overline{R_1[\alpha(t_0)]} - G(t_0) R_2(t_0). \quad (3)$$

(3) გამოსახულება წარმოადგენს ნორმალური ტიპის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას. ამ სისტემის ინდექსი $x=0$ და, მაშასადამე, ძალაშია ფრედჰოლმის თეორემები [იხ. [3], გვ. 160].

განვიხილოთ (3)-ის მიკავშირებული სინგულარული განტოლება

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \left\{ \frac{G'(t_0)[\alpha(t_0)]'}{\alpha(t) - \alpha(t_0)} + \frac{G'(t)}{t-t_0} \right\} v(t) dt = 0 \quad (3')$$

და სასაზღვრო ამოცანა

$$\overline{\varphi_1^+[\alpha(t_0)]} = \frac{1}{[\alpha(t_0)]'} \overline{G^{-1}(t_0)} \varphi_2^+(t_0), \quad (I_0')$$

სადაც $G(t)$ $G(t)$ -ს ტრანსპონირებული მატრიცია.

(I_0')-ს ვუწოდოთ (I_0)-ის მიკავშირებული ამოცანა. ადვილი შესაძლებელია, რომ ვექტორები

$$\left. \begin{aligned} \psi_1(z) &= \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\nu[\beta(t)] dt}{[\beta(t)]'(t-z)}, \\ \psi_2(z) &= \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{G'(t) \nu(t) dt}{t-z}, \end{aligned} \right\} (4)$$

სადაც $\nu(t)$ ($3'$) განტოლების ამოხსნა, (I_0') ამოცანის ჰოლომორფულ ამოხსნებს წარმოადგენს.

თუ დავუშვებთ, რომ (I_0') ამოცანას არ გააჩნია ჰოლომორფული ამოხსნები, გვქმნება:

$$\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\nu[\beta(t)] dt}{[\beta'] (t-\zeta)} = 0; \quad \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{G'(t) \nu(t) dt}{t-\zeta} = 0, \quad (5)$$

ამიტომ

$$\frac{\nu[\beta(t)]}{[\beta']} = F_1(t); \quad \overline{G'(t) \nu(t)} = F_2(t), \quad (6)$$

საიდანაც

$$\nu(t_0) = [\alpha(t_0)]' F_1[\alpha(t)], \quad (7)$$

$$G'(t) \nu(t) = F_2(t), \quad (8)$$

სადაც $F_1(t_0)$ და $F_2(t_0)$ წარმოადგენენ S^- -ში ჰოლომორფულ და უსასრულოდობაში ქრობად ვექტორთა სასაზღვრო მნიშვნელობებს L -ზე.

როგორც ცნობილია, (3) განტოლების ამოხსნადობის აუცილებელ და საკმარის პირობას აქვს სახე:

$$\left\{ \int_L R_1[\alpha(t)] - \overline{G(t)} R_2(t) \right\} \nu(t) dt = 0 \text{ ან, რაც იგივეა,} \\ \int_L R_1[\alpha(t)] \nu(t) dt - \int_L R_2(t) \overline{G'(t)} \nu(t) dt = 0. \quad (9)$$

(7) და (8) ფორმულების ძალით ვღებულობთ:

$$\int_L R_1[\alpha(t)] \nu(t) dt = \int_L R_1[\alpha(t) [\alpha(t)]' F_1[\alpha(t)] dt = \int_L R_1[\alpha(t)] F_1[\alpha(t)] d\alpha(t) = 0 \quad (10)$$

და

$$\int_L R_2(t) \overline{G'(t) \nu(t)} dt = \int_L R_2(t) F_2(t) dt = 0. \quad (11)$$

(10) და (11) გვარწმუნებს (9) პირობის სამართლიანობაში და, მაშასადამე, (3) განტოლება ყოველთვის ამოხსნადია.

ამრიგად, გვაქვს:

თეორემა 1. თუ მიკავშირებულ ამოცანას არ გააჩნია ჰოლომორფული ამოხსნები, მაშინ ერთგვაროვან ამოცანას ყოველთვის აქვს მერომორფული ამოხსნები, რომლებიც მოიცემიან (1) და (2) ფორმულებით, სადაც $\varphi_2^+(t)$ (3) განტოლების ამოხსნაა.

ვექტორთა ერთობლიობას $\varphi_1(\zeta)$, $\varphi_2(\zeta)$ -ს ვუწოდოთ ბივექტორი და აღვნიშნოთ სიმბოლოთი $\varphi(\zeta) = [\varphi_1(\zeta), \varphi_2(\zeta)]$. ვიტყვი, რომ ბივექტორი $\varphi(\zeta) = [\varphi_1(\zeta), \varphi_2(\zeta)]$ წარმოადგენს (I_0) ამოცანის ამოხსნას, თუ $\varphi_1(\zeta)$ და $\varphi_2(\zeta)$ აკმაყოფილებენ (I_0) სასაზღვრო პირობას. შემდეგ, ვიტყვი, რომ $\varphi(\zeta)$ ბივექტორის რიგი რაიმე წერტილზე r -ის ტოლია, თუ ამავე რივისაა $\varphi_2(\zeta)$, როგორც არ უნდა იყოს $\varphi_1(\zeta)$ ვექტორის რიგი.

დავამტკიცოთ შემდეგი ლემები:

ლ ე მ ა I. (I_0) ამოცანის ნებისმიერი ამოხსნის ნულის რიგი $\chi=0$ წერტილზე შემოსაზღვრულია.

ლ ე მ ა 2. თუ k_1 და k_2 ისეთი მთელი რიცხვებია, რომ $k_1 < k_2$ და თუ არსებობს (I_0) ამოცანის ისეთი ამოხსნა, რომლის რიგი $\chi=0$ წერტილზე არის k_2 , მაშინ იარსებებს ამ ამოცანის ისეთი ამოხსნაც, რომლის რიგი იქნება k_1 .

ვთქვათ, $\varphi(\chi)=[\varphi_1(\chi), \varphi_2(\chi)]$ (I_0) ამოცანის ისეთი ამოხსნაა, რომლის რიგიც $\chi=0$ -ზე არის k_2 , მაშინ $\omega(\chi)=[\omega_1(\chi), \omega_2(\chi)]$ ბიექტორის რიგი იქნება k_1 -ის ტოლი, სადაც

$$\left. \begin{aligned} \omega_1(\chi) &= \varphi_1(\chi), \\ \omega_2(\chi) &= \chi^{k_1 - k_2} \varphi_2(\chi). \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

(12)-ის ძალით, $\omega(\chi)=[\omega_1(\chi), \omega_2(\chi)]$ იქნება ამოხსნა ამოცანისა

$$\omega_1 + [\alpha(t_0)] = G(t_0) \bar{r}^{k_1 - k_2} \omega_2 + (t_0). \quad (13)$$

ვთქვათ, ჰოლომორფული ფუნქციები $\eta_1(\chi)$ და $\eta_2(\chi)$ აკმაყოფილებენ სასაზღვრო პირობას

$$\eta_1 + [\alpha(t_0)] = \bar{r}_0^{k_1 - k_2} \eta_2 + (\bar{r}_0); \quad (14)$$

ამასთან $\eta_2(0) \neq 0$ (ასეთ ფუნქციათა არსებობის შესახებ იხ. [2], თავი II და III).

(13) და (14)-ის საფუძველზე ვასკენით, რომ ბიექტორი

$$\begin{aligned} \Omega(\chi) &= [\Omega_1(\chi), \Omega_2(\chi)], \text{ სადა} \\ \Omega_1(\chi) &= \omega_1(\chi) \eta_1(\chi) \text{ და } \Omega_2(\chi) = \omega_2(\chi) \eta_2(\chi), \end{aligned}$$

წარმოადგენს (I_0) ამოცანის ისეთ ამოხსნას, რომლის რიგი $\chi=0$ წერტილზე k_1 -ის ტოლია, რაც ამტკიცებს მე-2 ლემის სამართლიანობას. ამის შემდეგ 1 ლემის დამტკიცება არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს (იხ. [1]). ანალოგიური ლემები ძალაშია (I'_0) ამოცანისათვისაც.

გადავიდეთ ზოგადი შემთხვევის განხილვაზე, ე. ი. დავუშვათ, რომ (I_0) ამოცანას გააჩნია ჰოლომორფული ამოხსნები.

ვთქვათ,

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1(\chi) &= \varphi_1^*(\chi), \\ \varphi_2(\chi) &= \chi^{-r} \varphi_2^*(\chi). \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

(15)-ის ძალით (I_0) მოგვეცემს

$$\varphi_1^* + [\alpha(t_0)] = G(t_0) \bar{r}_0^{-r} \varphi_2^* + (t_0). \quad (I_0^*)$$

(I_0^*) ლემის გამოყენებით დამტკიცდება, რომ (I_0^*) ამოცანა აკმაყოფილებს 1 თეორემის პირობებს.

I თეორემის ძალით, (I_0^*) ამოცანის ამოხსნებს ექნებათ სახე:

$$\varphi_1^*(\chi) = -\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{G_0[\beta(t)] \varphi_2^*[\beta(t)]}{t-\chi} dt + R_1^*(\chi), \quad (16)$$

$$\varphi_2^*(\chi) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\varphi_2^*(t) dt}{t-\chi} + R_2^*(\chi), \quad (17)$$

სადაც $G_0(t_0) = \bar{t}_0 - r G(t_0)$, $R_1^*(z)$ და $R_2^*(z)$ სტანდარტული რაციონალური ვექტორებია, ხოლო $\varphi_2^*(t)$ წარმოდგენს შემდეგი განტოლების ამოხსნას:

$$2\pi i \int \left[\frac{\overline{G_0(t_0)} [\alpha(t)]'}{\alpha(t) - \alpha(t_0)} + \frac{\overline{G_0(t_0)}}{t-t_0} \right] \varphi_2^*(t) dt = \overline{R_1^*[\alpha(t_0)]} - \overline{G_0(t_0)} R_2^*(t_0). \quad (3^*)$$

(17), (16) და (15) ფორმულების საფუძველზე ადვილად ვრწმუნდებით შემდეგ თეორემათა სამართლიანობაში:

თეორემა 2. (I_0) სასაზღვრო ამოცანა ყოველთვის ამოხსნადია, მის ამოხსნებს აქვთ (15) სახე, სადაც $\varphi_1^*(z)$ და $\varphi_2^*(z)$ გამოისახებიან (16) და (17) ფორმულებით, $\varphi_1^*(t)$ კი (3*) განტოლების ამოხსნაა.

თეორემა 3. (I_0) ამოცანის ყველა ამოხსნა, რომელთა რიგი კოორდინატთა სათავეში არ აღემატება $-(r+1)$ -ს, წარმოიდგინება ფორმულით⁽¹⁾

$$\begin{aligned} \varphi_1(z) &= \gamma_1 \varphi_1(z) + \dots + \gamma_n \varphi_1(z) + \gamma_{n+1} \varphi_1(z) + \dots + \gamma_m \varphi_1(z), \\ \varphi_2(z) &= \bar{\gamma}_1 \varphi_2(z) + \dots + \bar{\gamma}_n \varphi_2(z) + \bar{\gamma}_{n+1} \varphi_2(z) + \dots + \bar{\gamma}_m \varphi_2(z), \end{aligned}$$

სადაც $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ ნებისმიერი მუდმივებია, $\varphi_1(z), \dots, \varphi_n(z)$, (I_0) ამოცანის ის კერძო ამოხსნებია, რომელთა რიგი $z=0$ -ზე ტოლია $-(r+1)$, $(r>0)$; $\varphi_{n+1}(z), \varphi_{n+2}(z), \dots, \varphi_m(z)$ კი ისეთი ამოხსნებია, რომელთა რიგი $z=0$ წერტილზე არ არის ნაკლები $-r$ -ზე.

3 თეორემის საფუძველზე, [1]-ში გამოყენებული მეთოდის განზოგადებით (იხ. [1], თავი (V), შეიძლება დამტკიცდეს ე. წ. ამოხსნათა კანონიკური სისტემის არსებობა, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს (I_0) ერთგვაროვანი და (I) არაერთგვაროვანი ამოცანის ყველა ამოხსნა.

(1) და (2)-ის მსგავსი წარმოდგენების გამოყენებით შეიძლება ამოხსნილ იქნეს სხვა სასაზღვრო ამოცანებიც:

$$\begin{aligned} \Phi_1^+[\alpha(t_0)] &= (G(t_0) \Phi_2^+(t_0) + g(t_0)) \\ \Phi_1^+[\alpha(t_0)] &= G(t_0) \Phi_2^+(t_0) + g(t_0), \end{aligned}$$

სადაც $\alpha(t)$ -ს გადაჰყავს კონტური თავის თავში მიმართულების შეცვლით. ეს ამოცანა უკვე ამოხსნილია ნ. ვეჟუას მიერ სხვა გზით.

სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (რედაქციას მოუვიდა 28.6.1951)

⁽¹⁾ აქ ისეთ ამოხსნებზეა ლაპარაკი, რომელთაც განსაკუთრებულება შეიძლება ჰქონდეთ მხოლოდ კოორდინატთა სათავეში.

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М.—Л., 1950.
2. Д. А. Квеселава. Некоторые граничные задачи теории функции. Труды Тбилисского мат. института, т. XVI, 1948.
3. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М.—Л., 1946.

სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა განზოგადებული სისტემის შემსახე¹

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 29.6.1951)

§ 1. ვთქვათ, S^+ $z = x + iy$ კომპლექსური ცალკის სიბრტყის $(m+1)$ ზმული სასრული არეა, შემოსაზღვრული გლუვი, შეკრული, ერთმანეთის არა-გადაშლადი წირებით L_0, L_1, \dots, L_m , რომელთაგანაც პირველი ყველა დანარჩენს მოიცავს.

აღნიშნოთ $\alpha(t)$ -თი ფუნქცია, რომელსაც $L = L_0 + L_1 + \dots + L_m$ კონტური ურთიერთცალსახად გადაჰყავს თავის თავში, ამასთან t და $\alpha(t)$ წერტილები მას ერთისა და იმავე მიმართულებით შემოწერენ. $\beta(t)$ -თი აღნიშნავთ $\alpha(t)$ -ს შებრუნებულ ფუნქციას და ვივლისხმებთ, რომ $\alpha(t), \beta(t)$ ფუნქციებს აქვთ ყველგან L -ზე ნულისაგან განსხვავებული წარმოებულები $\alpha'(t), \beta'(t)$, რომლებიც ჰელდერის პირობას აკმაყოფილებენ.

განვიხილოთ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა შემდეგი სახისა:

$$K\varphi(t) \equiv A(t)\varphi[\alpha(t)] + B(t)\varphi(t) + \frac{A(t)}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - \alpha(t)} - \frac{B(t)}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} + \int_L K(t, \tau)\varphi(\tau) d\tau = g(t), \quad (1)$$

სადაც $A(t), B(t), K(t, \tau)$ L -ზე მოცემული მატრიცებია, $g(t)$ — მოცემული, ხოლო $\varphi(t)$ საძიებელი ვექტორი. ივლისხმება, რომ $A(t), B(t)$ მატრიცები და $g(t)$ ვექტორი აკმაყოფილებენ L -ზე ჰელდერის პირობას, ხოლო

$$K(t, \tau) = \frac{K_1(t, \tau)}{|\tau - t|^\lambda} + \frac{K_2(t, \tau)}{|\tau - \alpha(t)|^\mu},$$

სადაც $K_1(t, \tau), K_2(t, \tau)$ მატრიცებია, რომლებიც ჰელდერის პირობას აკმაყოფილებენ ორივე ცვლადის მიმართ, $0 \leq \lambda < 1, 0 \leq \mu < 1$. ივლისხმება აგრეთვე, რომ $\det A(t) \neq 0, \det B(t) \neq 0$ ყველგან L -ზე.

სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ამგვარი სისტემა განხილულია ნ. ვექუას მონოგრაფიაში [1], სადაც რიმანის განზოგადებული ამოცანის²

¹ ავტორს ამ შრომის თემა მისცა ყაზანის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორმა ფ. გახოვამ.

² ამოცანების სახელწოდებებისათვის ჩვენ ვიყენებთ ფ. გახოვის ტერმინოლოგიას (იხ. [2]).

$$\Phi^+ [\alpha(t)] = G(t) \Phi^-(t) + F(t) \quad (2)$$

ამოხსნის გამოყენებით მოცემულია ამ სისტემის რეგულარიზაციის მე-
თოდი და დამტკიცებულია ნეტერის განზოგადებული თეორემები.

(1) სისტემის რეგულარიზაციის ამ ხერხის დროს წარმოიქმნება დიდი
სიძნელეები, რადგანაც ამ დროს ვცხდება (2) ამოცანის ამოხსნათა კანონი-
კური სისტემის აგება და ფრედჰოლმის ინტეგრალურ განტოლებათა სისტე-
მის ამოხსნა. რეგულარიზაციის შედეგად კი მიიღება ფრედჰოლმის ინტეგრა-
ლურ განტოლებათა სისტემა, რომელიც არაა ეკვივალენტური გამოსავალი
სისტემისა (1), რადგანაც მიღებული სისტემის ამოხსნები უნდა აკმაყოფი-
ლებდეს კიდევ ზოგიერთ დამატებით პირობას.

წინამდებარე ნაშრომში განიხილება (1) სისტემის ეკვივალენტურ სინგუ-
ლარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ჩვეულებრივ სისტემამდე მოყვანის სა-
კითხი და მოცემულია ნეტერის განზოგადებული თეორემების სხვა დამტკი-
ცება.

§ 2. განვიხილოთ დამხმარე ოპერატორი

$$P\omega(t) \equiv \beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] \omega [\beta(t)] + A^{-1}(t) \omega(t) + \frac{B^{-1} [\beta(t)]}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) d\tau}{\alpha(\tau) - t} - \frac{A^{-1}(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) d\tau}{\tau - t} \quad (3)$$

ადგილი საჩვენებელია უშუალო შემოწმებით, რომ განტოლება

$$PK\varphi(t) \equiv 2[\beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] A [\beta(t)] + A^{-1}(t) B(t)] \varphi(t) + 2[\beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] A [\beta(t)] - A^{-1}(t) B(t)] \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau)}{\tau - t} d\tau + \int_L P(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau = P\varphi(t) \quad (4)$$

წარმოადგენს სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ჩვეულებრივ სისტე-
მას, რომელშიაც

$$P(t, \tau) = \frac{P_1(t, \tau)}{|\tau - t|^\lambda} + \frac{P_2(t, \tau)}{|\tau - \alpha(t)|^\lambda} + \frac{P_3(t, \tau)}{|\tau - \beta(t)|^\lambda},$$

ამასთან $P_j(t, \tau)$ ($j=1, 2, 3$) მატრიცებია, რომლებიც ჰელდერის პირობას
აკმაყოფილებენ ორივე ცვლადის მიმართ, ხოლო $0 \leq \lambda_j < 1$ ($j=1, 2, 3$).

ახლა გარდავქმნათ $P\omega(t)$ ოპერატორი ისე, რომ ახალ ოპერატორს (1)
განზოგადებული სისტემა გადაჰყავდეს ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგ-
რალურ განტოლებათა სისტემაში.

ამისათვის შემოვიღოთ დამხმარე ოპერატორი⁽¹⁾

$$NF(t) \equiv EF(t) + \frac{E\gamma(t)}{\pi i} \int_L \frac{F(\tau)}{\tau - t} d\tau, \quad (5)$$

სადაც E ერთეულოვანი მატრიცია, $\gamma(t) = \frac{1 - \delta t^{-p}}{1 + \delta t^{-p}}$, ამასთან p მთელი და-

(1) ეს ოპერატორი გამოყენებულია ნ. ვეკუას მონოგრაფიაში [1].

დებითი რიცხვი ან ნულია, ხოლო $\delta \neq 0$ ისეთი მუდმივი, რომ გამოსახულება $1 + \delta t^{-p}$ განსხვავებული იყოს ნულისაგან ყველგან L -ზე.

შევადგინოთ ახალი ოპერატორი

$$\begin{aligned}
 NP \omega(t) &\equiv [1 + \gamma(t)] \beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] \omega[\beta(t)] + [1 - \gamma(t)] A^{-1}(t) \omega(t) \\
 &+ \frac{[1 + \gamma(t)] B^{-1} [\beta(t)]}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\alpha(\tau) - t} d\tau - \frac{[1 - \gamma(t)] A^{-1}(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\tau - t} d\tau \\
 &+ \int_L N(t, \tau) d\tau. \tag{6}
 \end{aligned}$$

ამ გამოსახულებაში $N(t, \tau)$ მატრიცი, როცა $t \neq \tau$, $t \neq \alpha(\tau)$ აკმაყოფილებს ჰელდერის პირობას ორივე ცვლადის მიმართ, ხოლო როცა $t = \tau$, $t = \alpha(\tau)$ შეიძლება გახდეს უსასრულოა ინტეგრებადი რიგისა.

განვიხილოთ განტოლება

$$\begin{aligned}
 (NP)^0 \omega(t) &\equiv [1 + \gamma(t)] \beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] + [1 - \gamma(t)] A^{-1}(t) \omega(t) \\
 &+ \frac{[1 + \gamma(t)] B^{-1} [\beta(t)]}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\alpha(\tau) - t} d\tau - \frac{[1 - \gamma(t)] A^{-1}(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau)}{\tau - t} d\tau = 0. \tag{7}
 \end{aligned}$$

ამ განტოლების ამოსახსნელად შემოვიღოთ უბან-უბან ჰოლომორფული ვექტორი

$$\Psi^+(\chi) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) d\tau}{\alpha(\tau) - \chi}, \quad \Psi^-(\chi) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\omega(\tau) d\tau}{\tau - \chi}. \tag{8}$$

აღვილი შესამჩნევია, რომ ამ ვექტორის საშუალებით (7) განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს ამგვარად:

$$\Psi^+(t) = \delta B [\beta(t)] A^{-1}(t) t^{-p} \Psi^-(t). \tag{9}$$

მივიღეთ რიმანის ჩეულებრივი ამოცანა ფუნქციათა n წყვილის სისტემისათვის.

თუ x_1, \dots, x_n -ით აღვნიშნავთ რიმანის ამოცანის

$$\Psi_1^+(t) = \delta B [\beta(t)] A^{-1}(t) \Psi_1^-(t)$$

კერძო ინდექსებს, მაშინ (9) ამოცანის კერძო ინდექსები იქნება

$$x_1 - p, \dots, x_n - p.$$

შევარჩევთ რა მიეთ p რიცხვს ისე, რომ ყველა ეს გამოსახულება არადადებითი იყოს, მივიღებთ, რომ (9) ამოცანას არ ექნება არატრივიალური ამოხსნები და ამიტომ

$$\Psi^+(\chi) \equiv 0, \quad \Psi^-(\chi) \equiv 0. \tag{10}$$

(8) და (10) თანაფარდობების ძალით, მოიძებნება ისეთი უსასრულოთაობა ვექტორი $\Omega(\chi)$, რომ

$$\beta'(\tau) \omega[\beta(\tau)] = \Omega^-(\tau), \quad \omega(\tau) = \Omega^+(\tau).$$

აქედან $\omega(\tau)$ ვექტორის გამორიცხვით მივიღებთ

$$\Omega^+[\beta(\tau)] = \frac{1}{\beta'(\tau)} \Omega^-(\tau).$$

მივიღეთ n ცალკეული რიმანის განზოგადებული ამოცანა. რადგან $Ind \beta'(\tau) = 0$, ამიტომ (იხ. [3])¹

$$\Omega^+(\chi) \equiv 0, \quad \Omega^-(\chi) \equiv 0$$

და $\omega(\tau) \equiv 0$, ე. ი. განტოლებას $(NP)^0 \omega(t) = 0$ არა აქვს არატრივიალური ამოხსნა.

(6) და (7) გამოსახულებების შედარებიდან დავასკვნით, რომ ადგილი აქვს შემდეგ ტოლობას:

$$(NP)^0 \omega(t) = NP \omega(t) - \int_L N(t, \tau) \omega(\tau) d\tau,$$

ამიტომ (1) სისტემა ეკვივალენტურია განტოლებისა

$$(NP)^0 K\varphi(t) \equiv N(PK)\varphi(t) - \int_L N(t, \tau) K\varphi(\tau) d\tau = (NP)^0 g(t). \quad (11)$$

(7) ტოლობის გათვალისწინებით ეს განტოლება კიდევ ასე შეიძლება გადაიწეროს:

$$\begin{aligned} (NP)^0 K\varphi(t) \equiv & 2 \{ [1 + \gamma(t)] \beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] A [\beta(t)] + [1 - \gamma(t)] A^{-1}(t) B(t) \} \varphi(t) \\ & + \{ [1 + \gamma(t)] \beta'(t) B^{-1} [\beta(t)] A [\beta(t)] - [1 - \gamma(t)] A^{-1}(t) B(t) \} \frac{2}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(\tau)}{\tau - t} d\tau \\ & + \int_L K_0(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau = (NP)^0 g(t). \quad (12) \end{aligned}$$

სადაც $K_0(t, \tau)$ საესებით განსაზღვრული მატრიცია, რომელსაც ისეთივე სახე აქვს, როგორც $P(t, \tau)$ მატრიცს.

მიღებული განტოლება წარმოადგენს ნორმალურ ტიპის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ჩვეულებრივ სისტემას, რომლისთვისაც გამოდგება ზოგადი თეორია (იხ. [1, 4]).

ამგვარად, $(NP)^0$ ოპერატორს (1) სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა განზოგადებული სისტემა გადაჰყავს მის ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა ჩვეულებრივ სისტემაში (12).

§ 3. ვაჩვენოთ, რომ ადგილი აქვს შემდეგ თეორემებს (იხ. [1]):

თეორემა 1. $K\varphi(t) = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვი სასრულია.

თეორემა 2. $K\varphi(t) = g(t)$ განტოლების ამოხსნადობისათვის აუცილებელი და საკმარისია, რომ

$$\int_L g(t) \psi_j(t) dt = 0 \quad (j=1, 2, \dots, k'),$$

სადაც $\psi_j(t)$ ($j=1, 2, \dots, k'$) მიკავშირებული ერთგვაროვანი $K'\psi(t) = 0$ განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა სრული სისტემაა.

თეორემა 3. თუ $K\varphi(t) = 0$ და $K'\psi(t) = 0$ განტოლებების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვებია k და k' , მაშინ

$$k - k' = \alpha,$$

სადაც α (1) განტოლების ჯამ-ინდექსია.

¹ დ. კვესელავას სტატიაში [3] ის ამოცანა ამოხსნილია მარტივადებული არეებისათვის, მაგრამ შედეგები მართებულია მრავლადებული არეებისათვისაც.

თეორემების დამტკიცებისათვის აღენიშნოთ k_0 და k'_0 -ით წრფივად და-
მოუკიდებელ ამოხსნათა რიცხვი $(NP)^0 K \Phi(t) = 0$ და $K'[(NP)^0]' \Psi(t) = 0$ გან-
ტოლებებისა.

რადგან $k = k_0$ (1) და (12) სისტემების ეკვივალენტობის ძალით, ამიტომ
1 თეორემა შეიძლება დამტკიცებულად ჩაითვალოს.

ვაჩვენოთ ახლა მე-2 თეორემის მართებულება. (12) განტოლების ამოხსნა-
ლობისათვის, ნეტერის II თეორემის (ჩვეულებრივი სისტემებისათვის) ძალით,
აუცილებელი და საკმარისია შესრულება შემდეგი ტოლობებისა:

$$\int_L (NP)^0 g(t) \Psi_l(t) dt = 0 \quad (l=1, 2, \dots, k'_0),$$

სადაც $\Psi_l(t)$ ($l=1, 2, \dots, k'_0$) $K'[(NP)^0]' \Psi(t) = 0$ განტოლების წრფივად და-
მოუკიდებელ ამოხსნათა სრული სისტემაა.

ეს ტოლობები შეიძლება კიდევ ასე ჩაიწეროს:

$$\int_L g(t) [(NP)^0]' \Psi_l(t) dt = 0 \quad (l=1, 2, \dots, k'_0).$$

მაგრამ ადვილი შესამჩნევია, რომ k' ვექტორი ვექტორებიდან $[(NP)^0]' \Psi_l(t)$
($l=1, 2, \dots, k'_0$) შეიძლება შეიცვალოს Ψ_j ($j=1, 2, \dots, k'$) ვექტორებით, ხოლო
დანარჩენი $k'_0 - k'$ იგივერად ნულის ტოლად შეიძლება ჩაითვალოს, რადგანაც
ისინი წარმოადგენენ $K' \psi(t) = 0$ განტოლების ამოხსნებს; ამიტომ (12) გან-
ტოლების და, მასასადამე, (1) განტოლების ამოხსნადობის აუცილებელი და
საკმარისი პირობები შეიძლება კიდევ ასე ჩაიწეროს:

$$\int_L g(t) \psi_j(t) dt = 0 \quad (j=1, 2, \dots, k').$$

თეორემა დამტკიცებულია.

ვაჩვენოთ 3 თეორემის მართებულება.

(12) სისტემის ჯამ-ინდექსი იქნება

$$\nu = \text{Ind det} \left\{ \frac{1-\gamma(t)}{1+\gamma(t)} \beta^{-1}(t) A^{-1}[\beta(t)] B[\beta(t)] A^{-1}(t) B(t) \right\} = -np + 2\alpha,$$

სადაც α —(1) სისტემის ჯამ-ინდექსია.

ნეტერის III თეორემის ძალით, (12) განტოლებისათვის გვაქვს
 $k - k'_0 = \nu = -np + 2\alpha$. $K'[(NP)^0]' \Psi(t) = 0$ განტოლობებიდან ვღებულობთ

$$[(NP)^0]' \Psi(t) = \sum_{j=1}^{k'} C_j \psi_j(t),$$

სადაც c_j ($j=1, 2, \dots, k'$) ნებისმიერი მუდმივებია.

ამ განტოლების ყველა კერძო ინდექსი არაუარყოფითია, ხოლო მისი
ჯამ-ინდექსი ტოლია $np - \alpha$, ამიტომ

$$\Psi(t) = \sum_{j=1}^{k'} C_j \psi_j(t) + \sum_{i=1}^{np-\alpha} C_j^0 \chi_j(t),$$

სადაც $C_j^0 (j=1, 2, \dots, np-x)$ ნებისმიერი მუდმივებია.

აქედან ჩანს, რომ $k'_0 = k' + np - x$, ამიტომ

$$k - k' = -np + 2x + np - x = x,$$

რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

ვ. ი. ულიანოვ-ლენინის სახელობის

ყაზანის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.6.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. П. Веква. Системы сингулярных интегральных уравнений. М.—Л., 1950.
2. Ф. Д. Гахов. Краевые задачи аналитических функций и сингулярные интегральные уравнения. Известия Каз. физ. мат. общества при КГУ им. В. И. Ульянова-Ленина, т. XVI, сер. 3. Казань, 1949.
3. Д. А. Квеселова. Решение одной граничной задачи теории функций. ДАН СССР, III, № 8, (1946), 683—686.
4. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М.—Л., 1946.

ბიოგრაფია

ლ. ზანტუროვილი

ერთგვაროვანი ელექტრული ველის დამახინჯება ოთხჯახანაბ
პრიზმისებრი ბურცობისა და საფხეშრის მიერ

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯემ 17. 4. 1951)

1. განვიხილოთ ერთგვაროვანი ელექტრული ველი კომპლექსური $z = x + iy$ სიბრტყის ქვედა ნახევარში, როდესაც OX ღერძი ძვეს გამყოფ ზედაპირზე და ემთხვევა დენის მიმართულებას, ხოლო OY მიმართულია ვერტიკალურად ქვევით.

დავუშვათ, რომ OX ღერძის $(-a, +a)$ შუალედში კონტური წარმოდგენილია H სიღრმის ტოლფერდა ტრაპეციის სახით (ხეობა).

შევისწავლოთ ამ ხეობით გამოწვეული ერთგვაროვანი ელექტრული ველის დაძაბულობის ცვლილება.

მოვახდინოთ კომფორმული გადასახვა ხსენებული კონტურით შექმნილ ვრული სიბრტყისა (Z სიბრტყე) W სიბრტყეზე და ვიგულისხმოთ, რომ წერტილები $Z = -a$ (ხეობის მარცხენა კიდე), $Z = -b + iH$ (მარცხენა კუთხე ფუძისა), $Z = iH$ (ხეობის ფუძის შუა წერტილი), $Z = b + iH$ (მარჯვენა კუთხე ფუძისა), $Z = a$ (ხეობის მარჯვენა კიდე) და $Z = \infty$ გადადიან, შესაბამისად, W სიბრტყის ნამდვილი ღერძის შემდეგ წერტილებში: $w = -m$, $w = -n$, $w = 0$, $w = n$, $w = m$ და $w = \infty$.

მაშინ კრისტოფელ-შვარცის ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$Z = - \int_0^w \left(\frac{t^2 - n^2}{t^2 - m^2} \right)^\gamma dt + iH,$$

სადაც γ ხეობის ფერდის დახრის კუთხეა. ცხადია,

$$b = - \int_0^n \left(\frac{t^2 - n^2}{t^2 - m^2} \right)^\gamma dt.$$

თუ ვაგწლით ინტეგრალქვეშა გამოსახულებას მწკრივად და დაკმაყოფილებით გაშლის მეორე წევრით, მივიღებთ:

$$b = - \int_0^n \left[1 + \gamma \frac{m^2 - n^2}{t^2 - m^2} \right] dt;$$

$$b = -n + \gamma \frac{m^2 - n^2}{2m} - \lg \frac{m+n}{m-n}$$

საიდანაც

$$\frac{m+n}{m-n} = l^{\frac{(b+n)2m}{\gamma(m^2-n^2)}}$$

აღვნიშნოთ

$$P = \frac{m+n}{m-n} \text{ და } q = l^{\frac{(b+n)2m}{\gamma(m^2-n^2)}}$$

მოვითხოვოთ ამასთანავე დამატებითი პირობა, სახელდობრ: წყვილ მნიშვნელობებს $(-m, +m)$ შეესაბამებოდეს ის წყვილი $(-K, +K)$ წერტილები, რომლებზედაც გადაისახებიან სამკუთხედამდე შეესებული ტრაპეციის კიდურა წერტილები (ნაგულისხმევია [1]-ში მიღებული პირობა გადასახვისა, განხორციელებული იქ მოყვანილი (1) ფორმულით). ეს უკანასკნელი მნიშვნელობები იოლად მოიძებნებიან ნებისმიერი h სიღრმეებისათვის [1]-ში მოყვანილი ცხრილებით. გარკვეული მოსაზრებების გამო ქვემოთ მოგვყავს ეს ცხრილები.

ცხრილი 1 (ხეობისათვის, როდესაც $h=1$)

$\pi\gamma$	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
K	2,72	2,32	2,03	1,84	1,67	1,55	1,44	1,34	1,26	1,20	1,14	1,09

ცხრილი 2 (ქედისათვის, როდესაც $h=1$)

$\pi\gamma$	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
K	1,14	1,19	1,26	1,33	1,42	1,54	1,68	1,84	2,06	2,32	2,72	3,27	4,26	6,12

ამრიგად, მოძებნილი m -ით შეგვიძლია ვიპოვოთ ის n , რომელიც შეესაბამება p და q მრუდების გადაკვეთის წერტილს. ელექტრული ველის დაძაბულობისათვის მივიღებთ:

$$E = E_0 \left| \frac{t^2 - z^2}{t^2 - m^2} \right| \gamma$$

სადაც E_0 ველის დაძაბულობაა, როდესაც $Z = \infty$ (პრაქტიკულად კიდიდან ხეობას დაშორებული არა უმეტეს $2a$ მანძილზე).

მსჯელობა ანალოგიურია ქედისთვისაც. ამ შემთხვევაში E -თვის მივიღებთ:

$$E = E_0 \left| \frac{t^2 - n_1^2}{t^2 - m_1^2} \right| \gamma_1$$

სადაც $\gamma_1 \pi$ კალთის დახრის კუთხეა.

2. დაემაყაროთ დამოკიდებულება ორი გარემოს გამყოფი კონტურის წერტილებს შორის Z და W სიბრტყეებისათვის.

O -დან n -მდე და m -დან ∞ -მდე გვექნება

$$X = - \int_0^u \left(\frac{n^2 - t^2}{m^2 - t^2} \right) \gamma dt;$$

n -დან m -მდე

$$X = - \cos \gamma \pi \int_0^u \left(\frac{t^2 - n^2}{m^2 - t^2} \right) \gamma dt.$$

ეს დამოკიდებულება, მისი პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით, დაკავშირებულია გარკვეულ სიძნელეებთან, რადგან დიდი მოცულობის გამოთვლითს სამუშაოებს მოითხოვს.

თუ l -ით აღვნიშნავთ სამკუთხედის ფერდის სიგრძეს, მაშინ ცხრილ 1-თვის $|K| - 1$ მნიშვნელობები კარგად შეესაბამება $\frac{h}{\sin \gamma \pi}$ მნიშვნელობებს, სადაც h ხეობის სიღრმეა; მე-2 ცხრილისათვის $\frac{h}{\cos \gamma \pi}$ მნიშვნელობებს, სადაც h ქედის სიმაღლეა. $|h|$ და l მნიშვნელობებს შორის განსხვავება 0,2-ის რიგისაა, როდესაც $h = 1$; 2-ის რიგისაა, როდესაც $h = 10$, და 20-სა, როდესაც $h = 100$.

სხვანაირად ეს ნიშნავს, რომ ხეობის ფერდი და ქედის ფერდის პროექცია გადაისახებიან Z სიბრტყიდან W სიბრტყეზე სიგრძის უმნიშვნელო დამახინჯებებით- მეორე მხრივ, გამოთვლითი სამუშაოები, რომლებიც შესრულებული იყო ჩვენ მიერ [1]-ში მოთავსებული თეორიული მრუდების აგებასთან დაკავშირებით, გვიჩვენებს თითქმის ხაზოვან დამოკიდებულებას x და u შორის (ამ დამოკიდებულების ერთგვარი დამახინჯებით $X = O$ -თვის). ამგვარად, უცვლელი რჩება არა მარტო გადასახვის მასშტაბი, არამედ თითქმის თანაბრად გადაისახება შუალედის ცალკეული უბნები. ამის საფუძველზე შეგვიძლია ვიფიქსირებოდეთ, რომ პრაქტიკულად მიზანშეწონილია გრაფიკული დამოკიდებულებების აგება არა $E = E(x)$, არამედ $E = E(u)$, ამასთანავე ადვილია იმის დადგენა, თუ (X) ღერძის გარკვეულ წერტილებს რა მნიშვნელობები $E = E(u)$ შეესაბამება, თუ ცნობილია ფერდის სიგრძის ცვლილებების მასშტაბი.

3. ამოცხსნათ ახლა ამოცანა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ხეობის კონტური წარმოდგენილია არატოლფერდა ტრაპეციის სახით.

ჩვენი აზრით, ყველაზე უფრო რაციონალური იქნება ამ ამოცანის ამოხსნა ნაწილ-ნაწილ, სახელდობრ: E -ს ცვლილებების შესწავლისას ტრაპეციის ერთი ნახევრისათვის მხედველობაში არ უნდა მივიღოთ მეორე ნახევრის პირ-

ველისადმი არასიმეტრიულობა და ვიგულისხმობთ, თითქოს ისინი ურთიერთ-სიმეტრიულნი არიან. ტოლფერდა ტრაპეციის შემთხვევაში ამგვარად დაყვანილი ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას ზემოაღნიშნული წესით, ე. ი. აიგოს მრუდი ტრაპეციის პირველი ნახევრისათვის.

ანალოგიურად უნდა მოვიქცეთ ტრაპეციის მეორე ნახევრისათვის. ამ შემთხვევაში პირველი ნახევარი უნდა მივიჩნიოთ მეორისადმი სიმეტრიულად.

ცხადია, ასიმეტრიული მრუდის შეცვლა სიმეტრიულით შეიძლება გარკვეულ ზღვრამდე, რომლის დადგენაც დაკავშირებულია თეორიული ხასიათის მნიშვნელოვან სიძნელეებთან და განსაკუთრებულ შესწავლას მოითხოვს. როდესაც

$$X = 0,$$

$$E_0\left(\frac{m}{n}\right)^{2\gamma} \cong E_0\left(\frac{m^1}{n^1}\right)^{2\gamma^1},$$

ანუ სხვანაირად ორი მრუდი E დაბაბულობისა, აგებული ტრაპეციის ნახევრებისათვის ცალკე-ცალკე, თითქმის უნდა იკვროდეს კოორდინატთა სათავეში. ამიტომ უხეში გამოთვლების დროს შეიძლება ვისარგებლოთ დამოკიდებულებით

$$\left(\frac{m}{n}\right)^\gamma = \left(\frac{m^1}{n^1}\right)^{\gamma^1}.$$

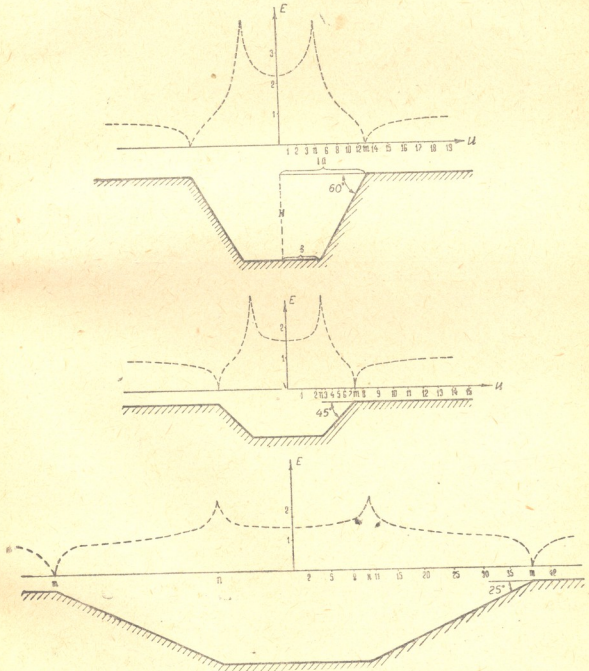
γ და γ^1 განსაზღვრა ადვილია ველზე; m და m^1 მიიღება 1 და 2 ცხრილებიდან. გამოვივლით რა n -ს, ადვილია n^1 -ის მონახვა ამ უკანასკნელი თანაფარდობიდან.

4. ნახ. 1-ზე მოცემულია გრაფიკები E -ს ცვლილებებისა X -თან დაკავშირებით სხვადასხვა კვეთის მქონე ხეობებისათვის. ისინი შემდეგნაირად იქნენ აგებული: პირველი ცხრილით m -ის განსაზღვრის შემდეგ მოიძებნა n -ის მნიშვნელობა ზემოაღნიშნული წესით. ორ შემთხვევაში (შუა და ქვედა ნახაზი) ერთმანეთს დაემთხვა n -ისა და b -ს რიცხობრივი მნიშვნელობები ($n=2,5$; $b=2,3$, $n=10$; $b=10$). ამიტომ სიგრძის ერთეული u ღერძზე გადაიზომებოდა n -მდე იმავე მასშტაბით, რაც მიღებული იყო ax ღერძისათვის. n -დან მასშტაბი იცვლებოდა შემდეგი ფორმულით: მასშტაბი $= \frac{cl}{m-n}$, სადაც l ტრაპეციის ფერ-

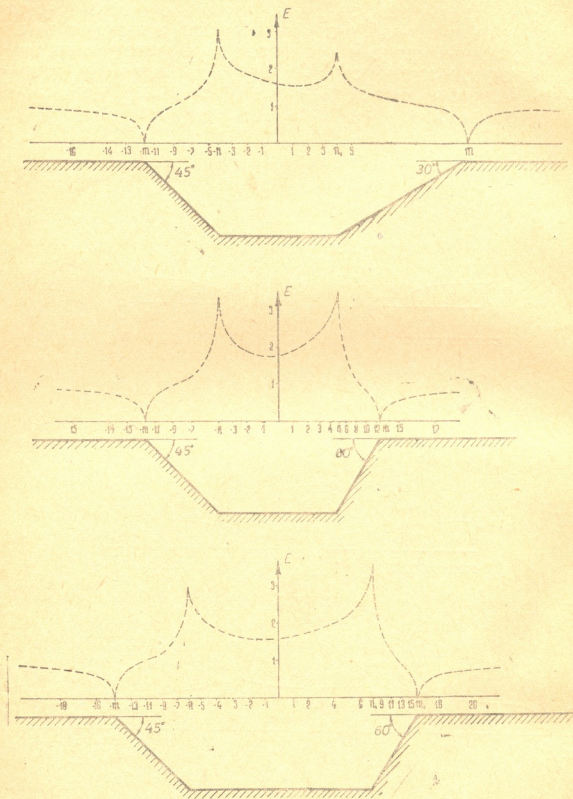
დის სიგრძეა. მათი პროექციები ax ღერძზე ამყარებდნენ მასშტაბურ ურთიერთდამოკიდებულებას u და ax ღერძთა ცვლადებს შორის. ცვლადის m მნიშვნელობიდან მიღებული იყო ორივე ღერძისათვის ერთი და იგივე სიგრძე. მასშტაბური დამოკიდებულების დამყარება საჭირო შეიქმნა ზემო ნახაზისათვის n და b შუალედებში, რადგან მიღებულ იქნა: $b=2,5$; $n=3,9$.

ნახ. 2-ზე მოცემულია E მრუდები ასიმეტრიული ხეობებისათვის. ყველა შემთხვევაში $H=4$. ადვილი შესაძენია, რომ ხეობის ფუძის შესაბამისი E -ის მნიშვნელობები მით უფრო მაღალია, რაც უფრო ვიწროა ეს უკანასკნელი. რადგან $x=0$ წერტილში მრუდების შტოები არ იკვრება, საჭიროა ინტერ-

პოლაცია მრუდისა ამაღლებული შტოდან, რაც შეესაბამება მეტად დაქანებულ ფერდს, დადაბლებულისაკენ, რაც შეესაბამება ნაკლებად დაქანებულ ფერდს. ეს შეუკვრელობა, როგორც ჩანს გამოთვლებიდან, დაახლოებით ერთი რიგისაა მსგავსი ტრაპეციებისათვის (0,3—ზემო, 0,2—შემდგომი ორი მრუდისათვის). მეტისმეტად მნიშვნელოვანია აღინიშნოს შემდეგი თავისებურება, რომელიც შენიშნულ იქნა E -ს პალეტკების აგებისას ნახატ 2-ზე.



ნახ. 1



ნახ. 2



თურმე ხეობის ფერდის შესაბამისი მრუდი E დაძაბულობის ერთისა და იმავე სახისა, თუ უცვლელია ხეობის სიღრმე და ფერდის დაქანების კუთხე. რაც უფრო განიერია ხეობა ხსენებული პარამეტრების შენარჩუნებით, მით უფრო დაბალი დონე აქვს E მრუდს ფუძის შუა ინტერვალში. ეს გარემოება იმდენად ნათელია, რომ შეიძლება ამით ხელმძღვანელობა გამოთვლითი მუშაობის წარმოებისას. ამრიგად, თუ მსგავსი ტრაპეციებისათვის აგებულ E მრუდებს მსგავსი სელა არ ახასიათებს, დაშვებულია შეცდომა გამოთვლითს მუშაობაში ან ერთი, ან მეორე მრუდის აგებისას.

უნდა აღინიშნოს, რომ n -ის გამოთვლა არ მოითხოვს ბევრ დროს, თუ p -ს და q -ს მნიშვნელობები მოიძებნება $n = -b$ -თვის და $n < -b$ -თვის (საკმა-რისია სამი წერტილი).

5. თუ $\frac{H}{2b} \rightarrow 0$, მაშინ $E \rightarrow E_0$, რაც სხვანაირად ნიშნავს, რომ ერთგვარო-

ვანი ელექტრული ველის დაძაბულობის დამახინჯება ხეობით მით უფრო სუსტია, რაც უფრო განიერია ეს უკანასკნელი. აქედან გამომდინარე უთუოდ სწორი უნდა იყოს შემდეგი მსჯელობა.

წარმოვიდგინოთ H სიმაღლის საფეხური. ზედა ჰორიზონტული დონე, ვთქვათ, უკავშირდება ქვედა გარკვეული დაქანების მქონე l სიგრძის ფერდით.

ფერდის ქვედა ფუძიდან ქვედა დონეზე გადავზომოთ $3l$ მანძილი და მიღებულ წერტილში აღვმართოთ პერპენდიკულარი.

მის გასწვრივ ავილოთ ay ღერძი. კოორდინატთა სათავე მოათავსდება მიღებული წერტილიდან H მანძილზე ზედა დონისაკენ. შევესოთ ტეხილი სიმეტრიულ ტრაპეციამდე, რომლის ფუძე, ცხადია, n l იქნება. ერთი მხარე ამ ტრაპეციისა დამავალ, ხოლო მეორე აღმავალ საფეხურს წარმოადგენს. ეს უკანასკნელი ჩვენს შემთხვევაში ფიქტიურია. მიღებული ხეობისათვის შეიძლება აიგოს E მრუდი.

მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ამ უკანასკნელის ის შტო, რომელიც შეესაბამება რეალურად არსებულ საფეხურს.

ამჟამად გრძელდება საცდელი სამუშაოები მოდელურ დანადგარებზე ქვიშიან ყუთში. მსგავსად აღრე ჩატარებულ მუშაობისა ([1], [2], [3]), სრული სიცხადით ირკვევა, რომ ამობურცულობა უფრო ამახინჯებს ელექტრული ველის ნორმალური განაწილების სახეს, ვიდრე ჩალრმავება. ზემოთ მოყვანილი ამოხსნა ამოცანისა პრინციპულად უცვლელია ხეობისა და ქედის მიმართ. ამიტომ ცხადია, რომ თეორიულად მიღებული ფორმულის ექსპერიმენტული შემოწმება უფრო ეფექტური იქნება ქედის შემთხვევაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15. 4. 1951)

დავით აღმაშენებლის ლიტერატურა

1. ლ. ჭ ა ნ ტ უ რ ი შ ვ ი ლ ი. ეროვნობის ელექტრული ველის დაქანის შესახებ სამუშაო პრიზმისებრი ბურცობის მიერ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. X, № 6, თბილისი, 1949.
2. ა. ბ უ ხ ნ ი კ ა შ ვ ი ლ ი. ელექტრულ ველზე ტოპოგრაფიული ზედაპირის უსწორზასწორების გაკლების ექსპერიმენტალური გამოკვლევები მუდმივი დენებით ელექტროძიების დროს. ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, VII, თბილისი, 1941.
3. В. М. Запорожен. Влияние рельефа на результаты замеров сопротивления (по работам С. Г. Комарова и Л. П. Горбенко), Электрер, Информационная тетрадь № 3—4, Москва, 1938.

პ. შ ე ნ ბ ე ლ ი ა

მდინარეთა ვარდნის რაციონალურ ბიფეხვად დაყოფის საკითხი-
სათვის მათი კასკადური სქემით გამოყენების დროს

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულიძემ 16.1.2951)

მდინარეთა კასკადური გამოყენების დროს საფეხურების ბიფეხვის სწორად დადგენა, ვარდნის რაციონალურად გამოყენების თვალსაზრისით, რთულს და ამივე დროს პასუხსაგებ ამოცანას წარმოადგენს. მიუხედავად ამისა, ეს ფრიად მნიშვნელოვანი საკითხი დღემდე არაა სათანადოდ დამუშავებული.

იმ დროს, როდესაც მიმდევრო შეტბორვების ბიფეხვის საკითხი, შეტბორვათა მრულდობით გამოწვეული დაწნევის დაკარგვის თვალსაზრისით, ცოტად თუ ბევრად განხილულია ტექნიკურ ლიტერატურაში [1, 2, 3], მეორე მეტად მნიშვნელოვანი საკითხი — იმ დაწნევის გამოყენების შესახებ, რომელიც წყალსაცავების დონის ცვალებადობის დროს იკარგება, რამდენადაც ჩვენთვის ცნობილია, ფართოდ არ დასმულა არც ჩვენს, არც უცხოეთის ლიტერატურაში.

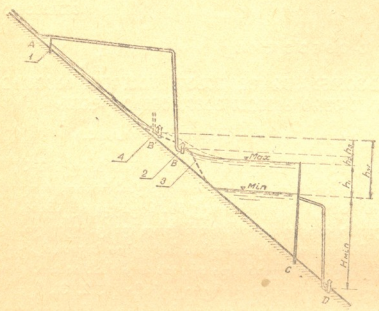
ქვემოთ მოკლედ მოგვყავს ჩვენ მიერ 1935 და 1949 წწ. აღნიშნული საკითხის გამოკვლევის ძირითადი შედეგები [4, 5].

მდინარეთა ენერჯის კასკადური გამოყენების დროს, როდესაც საფეხურების რიცხვი შედის წყალსაცავიანი ჰიდროელსადგური, ზედა საფეხურის სადგურის შენობას ჩვეულებრივ ათავსებენ ქვემო საფეხურის კაშხლის მიერ შექმნილი წყალსაცავის ბოლოში, მოსალოდნელი წყალსაცავის დინამიკური ჰორიზონტის ნიშნულზე (ნახ. 1). ამის შედეგად შეტბორილ ბიფეხში ადგილი აქვს დაწნევის დანაკარგებს, რომლებიც გამოწვეულია:

- ა) წყალსაცავის დონის ცვალებადობით— h_1 ;
- ბ) შეტბორილი დონის სიმრუდის შეტბორვის ბოლოში მკვეთრად გადიდებით— h_2 ;
- გ) დაღეჭვის შედეგად მდინარის კალაპოტის ფსკერის შეტბორვის სტატიკურ ჰორიზონტს ზევით ამაღლებით— h_3 .

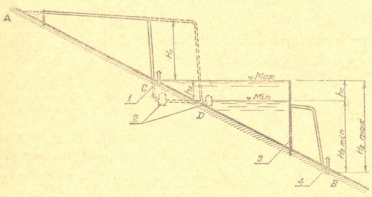
საკითხის გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ წყალსაცავის დონის ცვალებადობით გამოწვეული ენერჯის დანაკარგი ცალკეულ შემთხვევებში ჰიდროელსადგურის მთლიანი გამომუშავების 25—30%-ს შეადგენს. ამიტომ წყალსაცავის შექმნით თუ, ერთი მხრით, მდინარის ხარჯის რეგულაციის გამო იზრდება მდინარის ჩამონადენის გამოყენების ფარგლები, მეორე მხრით, წყალსაცავის დონის ცვალებადობის გამო, მცირდება დაწნევის სრული გამოყენების შესაძლებლობა. ამიტომ, ცალკეულ შემთხვევებში, წყალსაცავის შექმნა მდინარის

საერთო პორენციური შესაძლებლობის გამოყენების შემცირებას იწვევს. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ამ შემთხვევაში ენერგიის ხარისხის გაუმჯობესება მისი როდენობის შემცირების ხარჯზე ხდება.



სურ. 1. 1—წყალამღები კშხალი; 2—მეორე საფეხურის ჰესის შენობა; 3—მსხვილი ფრაქციების დაღეჟის ხაზი; 4—ზედა საფეხურის ჰიდროსადგურის შენობა, დაღეჟის ხონის გარეშე მოთავსებული

გურია, ხოლო მეორე შერეული ტიპისა (ნახ. 2). როგორც ჩვეულებრივ მიღებულია, ზედა ჰიდროელსადგურის სატურბინო შენობას ქვედა ჰიდროელსადგურის წყალსაცავის ბოლოში ათავსებენ.



სურ. 2. 1—ჩვეულებრივი ტიპის ჰესის შენობა; 2—ჩაღრმავებული ტიპის ჰესის შენობა

საკითხის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წყალსაცავის დონის ცვალებადობით გამოწვეული დაწნევის დანაკარგის მნიშვნელოვანი ნაწილის გამოყენება რიგ შემთხვევაში ტექნიკურად შესაძლოა და ეკონომიურადც მიზანშეწონილი. განვიხილოთ მდინარეთა გამოყენების რამდენიმე შემთხვევა.

I შემთხვევა. მდინარის A—B უბანი ორსაფეხურიანი კასკადით გამოიყენება. მათ შორის პირველი საფეხური დერივაციული ტიპის ჰიდროელსადგურის წყალსაცავის ბოლოში ათავსებენ. რეგულაციის მთელი ციკლის განმავლობაში წყალსაცავის დონე ცვალებადობას განიცდის, რაც იწვევს ჰიდროელსადგურის დაწნევის ცვალებადობასაც H_{min} -ისა და H_{max} -ის ფარგლებში, ე. ი. ჰიდროელსადგურის მაქსიმალური დაწნევის შემცირება ხდება სი-

დიდით, რომელიც ნულიდან h_{max} -მდე იცვლება (დაწნევის სხვა დანაკარგების მხედველობაში მიუღებლად). სიმძლავრე, რომელიც წყალსაცავის

დონის დაწევის რომელიმე h_e სიდიდეს შეესაბამება, შემდეგი ფორმულით გამოიხატება:

$$\Delta N = 9,81 \eta Q_2 h_e \quad (1)$$

ეს სიმძლავრე ჩვეულებრივი სქემებით მდინარეთა ვარდნის საფეხურებად დაყოფის შემთხვევაში გამოუყენებელი რჩება. სათანადოდ რომელიმე T შუალედში დაკარგული ენერგია უდრის

$$\Delta \Theta = 9,81 \int_0^T \eta_2 Q_2 h_e dT \quad (2)$$

აქ η_2 ქვედა საფეხურის ტურბინისა და გენერატორის მარგქმედების ჯამური კოეფიციენტი, Q_2 —ამავე საფეხურის ხარჯი, ხოლო h_e წყალსაცავის დონის დაწევის სიდიდეა.

ჰიდროელსადგურის ხარჯის, დაწევისა და სიმძლავრის ცვალებადობა სეზონური რეგულაციის დროს ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე, სადაც სიმძლავრეთა გრაფიკზე ნაჩვენებია დაშტრბული ფართობი გამოხატავს იმ ენერგიას, რაც წყალსაცავის დონის ცვალებადობის გამო იკარგება.

ამ გრაფიკიდან აგრეთვე ჩანს, რომ ეს დაკარგული ენერგია, ამავე სადგურის მიმართ, მარეგულირებელ ენერგიას წარმოადგენს.

დანაკარგი დაწევის გამოყენება ამ შემთხვევაში შესაძლოა ორი საშუალებით (ნახ. 2). წერტილ C -ში მოთავსებულ ზედა საფეხურის ჰიდროელსადგურის სატურბინო შენობის ჩაღრმავებით h_e სიღრმეზე და გამყვანი გვირაბის მოწყობით, ან ზედა საფეხურის დერივაციის გავრცელებით და D პუნქტში ჩაღრმავებული ტიპის ჰიდროელსადგურის სატურბინო შენობის მოწყობით, რომლისაგანაც ვადაშუშავებული წყალი მოკლე გვირაბით გაიყვანება წყალსაცავში.

ორივე ამ შემთხვევაში ტურბინები იმუშავენ უკუწევის არსებობის პირობებში და გამოიყენებენ დაწევას, რომელიც საწნეო აუზსა და წყალსაცავში წყლის დონეების ნიშნულების სხვაობას შეესაბამება.

მაშასადამე, ქვედა საფეხურას დაწევის შემცირების დროს სათანადოდ გადიდდება ზედა საფეხურის დაწევა, ანუ, სხვანაირად რომ ვთქვათ, ზედა საფეხურზე აღდგომა ექნება ქვედა საფეხურზე დანაკარგი დაწევის რეკუპერაციას.

ჰიდროელსადგურის შენობები, რომელნიც ქვედა ბიფის შედარებით დიდი ცვალებადობის პირობებში მუშაობენ, კონსტრუქციულად დიდ სიროულეს არ წარმოადგენენ. ასეთი შენობები, ქვედა ბიფის დაახლოებით 20 მეტრის ფარგლებში ცვალებადობით, უკვე განხორციელებულია ჰიდროაკუმულატორისა და ჰიდროსადგურების დანადგარებში.

დამატებითი სიმძლავრე, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ზემოაღნიშნული საშუალებით, შემდეგი ფორმულით გამოიხატება:

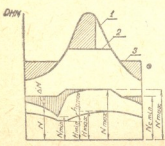
$$\Delta N_1 = 9,81 \eta_1 \cdot Q_1 \cdot (h_{e2} - h_m) \quad (3)$$

სათანადოდ ენერგიის გამოსახულება, რომელიც დამატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, დროის T შუალედის განმავლობაში იქნება

$$\Delta\Theta_1 = 9,81 \int_0^T \eta_1 Q_1 (h_{e2} - h_{\text{შ}}) dt, \quad (4)$$

სადაც

η_1 ზედა საფეხურის აგრეგატების მარგქმედების კოეფიციენტი,



სურ. 3. 1—მდინარის ხარჯი; 2—ჰესის მაქსიმალური ხარჯი; 3—ჰესის მინიმალური ხარჯი

Q_1 —ზედა ჰიდროელსადგურის ხარჯი, h_{e2} —ქვედა საფეხური სწყალსაცავის დონის დაწვევა, $h_{\text{შ}}$ —დაწნევის დანაკარგები ზედა საფეხურის დერივაციის, საწნეო მილსადენსა და გამყვანი გვირაბის დაგრძელებულ ნაწილებში. ვინაიდან (4) გამოსახულების ინტეგრება საერთო შემთხვევაში შეუძლებელია პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად, შეიძლება ის წარმოდგენილ იქნეს როგორც ჯამი სისრულო სიდიდეებისა

$$\Delta\Theta_1 = \sum_1^m \Delta N_1 \Delta t = 9,81 \sum_1^m \eta_1 Q_1 (h_{e2} - h_{\text{შ}}) \Delta t, \quad (5)$$

სადაც Δt დროის მონაკვეთია, რომლის განმავლობაში η_1 , Q_1 , h_{e2} და $h_{\text{შ}}$ უცვლელადაა მიღებული, და m დროის ასეთი მონაკვეთების რიცხვია განსახილველ T პერიოდში. $h_{\text{შ}}$ სიდიდე შეიძლება ჰიდროელსადგურისა და საწნეო მილსადენის ხარჯების საშუალებით შემდგენიარად იქნეს გამოსახული:

$$h_{\text{შ}} = a Q_{1\text{ჰესი}}^2 + b Q_{1\text{მიც}}^2,$$

სადაც a და b მუდმივი კოეფიციენტებია, რომლებიც დამოკიდებულია სადერივაციო და გამყვანი გვირაბისა და საწნეო მილსადენის დიამეტრზე, სიგრძეზე, ხორკლიანობის კოეფიციენტსა და ადგილობრივი დანაკარგების ჯამურ კოეფიციენტზე [6], ხოლო $Q_{1\text{ჰესი}}$ და $Q_{1\text{მიც}}$ ზედა საფეხურის ჰიდროელსადგურისა და თითოეული მილსადენის ხარჯებია, წყალსაცავის დონის დაწვევის შესაბამისი.

ზემოაღნიშნულის მხედველობაში მიღებით (5) გამოსახულება შეიძლება შემდგენიარად დაიწეროს:

$$\Delta\Theta_1 = 9,81 \sum_1^m \eta_1 Q_{1\text{ჰესი}} (h_{e2} - a Q_{1\text{ჰესი}}^2 - b Q_{1\text{მიც}}^2) \Delta t \quad (6)$$

თუ ფორმულაში (4), (5) და (6) h_{e2} -ის ცვალებადობას ნულიდან $h_{e\text{max}}$ -მდე განვიხილავთ, მაშინ ისინი გამოხატავენ იმ ენერგიის მაქსიმალურ რა-

ოდენობას, რომელიც ტექნიკურად შესაძლოა დამატებით იქნეს გამოყენებული. ეკონომიური თვალსაზრისით კი შესაძლოა ამ ენერჯის მთლიანად გამოყენება არ აღმოჩნდეს ხელსაყრელი. ამიტომ წყალსაცავის დონის დაწევის გამოყენების ოპტიმალური მნიშვნელობა $h_c opt$ სათანადო ენერგო-ეკონომიური ანგარიშების ჩატარებით უნდა იქნეს დადგენილი. ანალოგიური ამოცანების გადაწყვეტას საფუძვლად უდებენ პრინციპს ენერგოსისტემაში ყოველწლიური ხარჯების მინიმუმისას, რომელიც საერთო სახით შემდეგნაირად დაიწერება:

$$H_s = H_3 + H_2 + H_e = \min, \quad (7)$$

სადაც

H_s — ენერგოსისტემის მთლიანი ყოველწლიური ხარჯებია,

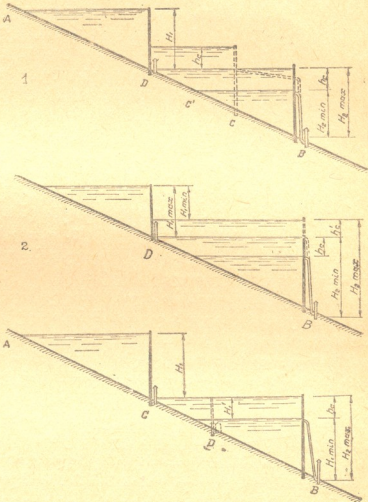
H_3 — იგივე განსახილველი ჰიდროელსადგურისათვის,

ჩივი

H_2 — იგივე იმ შემცველი ჰიდროელსადგურისათვის, რომლის ხარჯები იცვლება განსახილველი ჰიდროელსადგურის პარამეტრების ცვლელადობასთან ერთად,

H_e — იგივე დანარჩენ ჰიდროელსადგურებზე, რომელთა ხარჯები არ არის დამოკიდებული განსახილველი ჰიდროელსადგურის პარამეტრების ცვლელადობაზე.

წყალსაცავების დონის ცვლელადობით გამოწვეული დაწევის გამოყენება მოითხოვს სათანადო ცვლილებათა შეტანას ჰიდროელსადგურისა და მისი ცალკეული ელემენტების პარამეტრების დადგენასთან დაკავშირებულ ჰიდროენერგეტიკულ და ენერგოეკონომიურ ანგარიშებში.



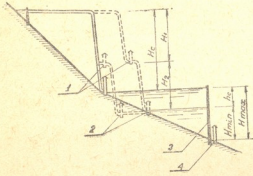
სურ. 4. დანაკარგი დაწევის გამოყენების ვარიანტები: 1—B წერტილში მოთავსებული კაშხლის C წერტილში გადაადგილებით; 2) B წერტილში მოთავსებული კაშხლის სიმაღლის h_c -ით გაზრდით; 3) D წერტილში დამატებით კაშხლისა და ჰესის აშენებით



II შემთხვევა. მდინარის $A-B$ უბანი გამოიყენება ორ კაშხალთან მდებარე დანადგარით (საფეხური შეიძლება იყოს შერეული ტიპისა).

1. ზედა საფეხურის კაშხლისა და ჰიდროელსადგურის შენობის ადგილმდებარეობა უცვლელია.

დანიკარგი დაწნევის გამოსაყენებლად ქვედა საფეხურის კაშხალი სადგურთან ერთად გადატანილ უნდა იქნეს C წერტილში (ნახ. 4,1). კაშხლის სიმაღლე ამ შემთხვევაში ისეთი უნდა იყოს, რომელიც, უზრუნველყოფს რა საჭირო მოცულობის შექმნის, ზედა საფეხურის შენობას შეტბორავს h_c სიმაღლეზე. თუ ქვედა საფეხურის ჰიდროელსადგურის შენობის ადგილმდებარეობაც უცვლელია, C წერტილში მოთავსებული კაშხლიდან ჰიდროელსადგურამდე წყალი დერივაციით მიიყვანება.



სურ. 5.

- 1—აქტიური ტურბინები; 2—რეაქტიული ტურბინები; 3—ქვედა საფეხურის კაშხალი; 4—ქვედა საფეხურის ჰესი

2. ქვედა საფეხურის კაშხლის ადგილმდებარეობა უცვლელია.

საკითხის გადასაწყვეტად საკმარისია ზედა საფეხურის კაშხალი გადაადგილებულ იქნეს $D-B$ უბანზე C წერტილში (ნახ. 4,1).

3. ორივე საფეხურის კაშხლების ადგილმდებარეობა უცვლელია. აქ შესაძ-

ლოა საკითხის შემდეგი გადაწყვეტა:

ა) ქვედა საფეხურის კაშხლის სიმაღლე დიდდება იმ ვარაუდით, რომ ზედა საფეხურის ჰიდროელსადგურის შენობა შეტბორილ იქნეს h'_c სიმაღლეზე (ნახ. 4,2).

ბ) ქვედა და ზედა საფეხურების კაშხლებს შორის D წერტილში აიგება მესამე კაშხალი ჰიდროელსადგურით. ქვედა საფეხურის წყალსაცავის დონის დაწვეის დროს ეს სადგური გამოიყენებს დაწნევას, რომელიც უდრის D და B კაშხლების წინ წყლის დონის ნიშნულების სხვაობას H'_1 (ნახ. 4,3).

გ) ზედა საფეხურის ჰიდროელსადგურის დერივაცია გაგრძელდება D წერტილამდე და აქ მოეწყობა ჩაღრმავებული ტიპის შენობა ან C წერტილში მოეწყობა ჩაღრმავებული ტიპის შენობა, რომლისაგანაც წყალი გვირავით მიიყვანება D წერტილამდე. საკითხის ასეთი გადაწყვეტა ემთხვევა ზემოთ განხილულ I შემთხვევას (ნახ. 2).

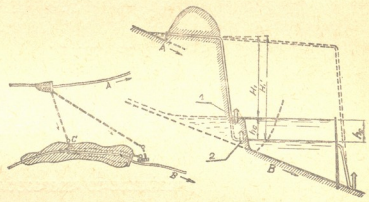
დ) საკითხის გადაწყვეტა შეიძლება ნაწილობრივ ქვედა საფეხურის კაშხლის სიმაღლის აწევით და ნაწილობრივ ზედა საფეხურის ძალური შენობის ქვემოთ, მდინარის დინების მიმართულებით, გადაადგილებით, ე. ი. ამოკანა წყდება ზემოთ, ა) და ბ) პუნქტებში, განხილული სქემების კომბინირებულად გამოყენებით.

ყველა აქ განხილულ შემთხვევაში, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, წყალსაცავის დონის დაწვევის ის სიდიდე h_c , რომელიც დამატებით უნდა იქ-

ნეს გამოყენებული, დადგენილი უნდა იქნეს სათანადო ენერგო-ეკონომიური ანგარიშებით.

III შემთხვევა. მდინარის $A-B$ უბანი ორი საფეხურით გამოიყენება, რომელთაგან ქვედა საფეხური კაშხალთან მდებარე (ან შერეული) ტიპის ჰიდროელსადგურია, ხოლო ზედა დერივაციული ტიპისა, რომელშიც აქტიური ტურბინებია დადგმული (ნახ. 5). იმ დაწნევის გამოსაყენებლად, რომელიც ქვედა საფეხურის წყალსაცავის დონის დაწევის დროს იკარგება, შესაძლოა I შემთხვევისათვის განხილული პრინციპული სქემის მიღება იმ განსხვავებით, რომ ზედა საფეხურის დაწნევა H_0 გაყოფილი უნდა იქნეს ორ ნაწილად ისეთი ვარაუდით, რომ დაწნევის $H_2 + h_c$ გამოყენება შესაძლო იყოს რეაქტიული ტურბინის საშუალებით.

IV შემთხვევა. ერთი მდინარის მეორეში გადადდება, როდესაც მეორე მდინარის უახლოესი უბანი შეტბორილია მარეგულირებელი წყალსაცავით (ნახ. 6).



სურ. 6. ერთი მდინარის მეორეში გადადების სქემები.
1—ჩვეულებრივი ღია ტიპის ჰიდროელსადგურის შენობა;
2—ჩალრმავებული ტიპის ჰიდროელსადგურის შენობა

ჩვეულებრივი სქემით იმ ჰიდროელსადგურის შენობას, რომელმაც გადადებული წყალი უნდა გამოიყენოს, ათავსებენ უახლოეს წერტილ C -ში, წყალსაცავის წყლის მაქსიმალურ დონეზე, რის გამო წყალსაცავის დონის დაწევის დროს ადგილი აქვს დაწნევის დაკარგვას. ან თუ წყალსაცავის კაშხალი შედარებით ახლოსაა, დაწნევის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად დერივაციას აგრძელებენ და ჰიდროელსადგურს D წერტილში, ქვედა ბიფეის დონეზე ათავსებენ.

ზემოთ განხილული მეთოდის მიხედვით იმ დაწნევის გამოსაყენებლად, რომელიც დონის ცვალებადობის გამო იკარგება, ჰიდროელსადგური შეიძლება დაიდგას უახლოეს C წერტილში (ან წყალსაცავის მინიმალური დონის ბოლოში), რომლის ძალური შენობა კეთდება ჩალრმავებული ტიპის, მოკლე გამყვანი გვირაბით.

ჩვენ აქ განვიხილეთ ჰიდროელსადგურის სქემების ძირითადი შემთხვევები, რომლებიც, რა თქმა უნდა, არ ამოწურავენ სქემების ყველა შესაძლო ვარიანტს. დანარჩენ შემთხვევაში იმ დაწნევის გამოყენება, რომელიც წყალსაცავის დონის ცვალებადობის გამო იკარგება, შესაძლოა რომელიმე განხილული პრინციპული სქემის ან მათი ამა თუ იმ კომბინაციის მიყენებით.

ზემომოყვანილი მეთოდი შეიძლება ეფექტურად იქნეს გამოყენებული ჩვენი ქვეყნის მძლავრ მდინარეთა ენერგეტიკულად გამოყენების პრაქტიკულ შემთხვევებში. მაგალითად, ჩვენ მიერ ჩატარებული ანგარიშით იმ 700 მილიონი კილოვატსაათიდან, რომლებიც შუა რიონის რამდენიმე ჰიდროელსადგურზე უნდა დაიკარგოს წყალსაცავების დონის ცვალებადობის გამო, შესაძლოა აღნიშნული მეთოდის მეოხებით გამოყენებულ იქნეს 500 მილიონი კილოვატსაათი.

ცალკეულ შემთხვევაში ამ ენერჯის მიღება შესაძლოა მეტად ეფექტურად, შედარებით მარტივ ღონისძიებათა ჩატარებით.

აღწერილი მეთოდი საშუალებას იძლევა აგრეთვე გამოვიყენოთ დაწვევის ის დანაკარგებიც (ნახ.1), რომლებიც გამოწვეულია შეტბორვის ზედაპირის ბოლო ნაწილში შეტბორვის სიმრუდის მკვეთრად გადიდებით— h_2 და მდინარის კალაპოტის ფსკერის დაღეჭვის შედეგად შეტბორვის სტატიკურ პორიზონტს ზევით ამიღლებით— h_3 (ნახ. 1).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენერგეტიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.1.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Н. Мелик-Пашаев. Использование напора при полворных гидроустановках. 1935.
2. М. А. Мостков. Основы теории гидроэнергетического проектирования. 1948.
3. Ф. Ф. Губин. Использование водной энергии. 1936.
4. П. Г. Шенгелия. К вопросу о полноте использования водной энергии рек. Москва, 1935.
5. П. Г. Шенгелия. Использование ваноров, теряемых при сработке водохранилищ и бассейнов суточного регулирования. 1949.
6. პ. შენგელია. ჰიდროელსადგურების წყალმიყვან ნაგებობათა ეკონომიური ანგარიშები. სსრ მეცნ. აკად. ენერგეტიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VI, 1951.

მეცნიერება

3. გომელაური

საქართველოს სსრ დაბალხარისხოვანი ნახშირბადის ბამოქემიის
რაციონალური მიმართულების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზავრიევა 7.5.1951)

საქართველოს სსრ მრეწველობის ახალი აღმავლობა ომისშემდგომ პერიოდში მნიშვნელოვან ოდენობითა და თვისობრივ ცვლილებებს განაპირობებს რესპუბლიკის სათბობის ბალანსში.

მრეწველობის ახალი დარგების მოთხოვნილებათა შესაბამისად განხორციელდება საქართველოს ქვანახშირების გამდიდრება. გამდიდრების ნარჩენები, რომელთაც სახალხო მეურნეობა რიგითი ქვანახშირის ნაცვლად მიიღებს, არსებითად ახალი სახის დაბალხარისხოვან სათბობს წარმოადგენს. გარდა გამდიდრების ნარჩენებისა, სახალხო მეურნეობაში ფართოდ დაინერგება საქართველოს მურა ნახშირი. ეს უკანასკნელი, ისევე, როგორც გამდიდრების ნარჩენები, რესპუბლიკის ახალი სახის დაბალხარისხოვან სათბობთა რიცხვს ეკუთვნის.

როგორც ეს ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, საქართველოს ქვანახშირების გამდიდრების ნარჩენებსა და საქართველოს მურა ნახშირს შორის საკმაოდ დიდი განსხვავება არსებობს; გარდა ამისა, რესპუბლიკის თბურ დანადგართა შესაძლებლობანი ამა თუ იმ თვისებების მქონე სათბობების ათვისების თვალსაზრისით, ცხადია, სხვადასხვაგვარია. ვინაიდან როგორც სათბობების თავისებურებათა, ისე დანადგართა ტექნიკურ შესაძლებლობათა სწორად გათვალისწინებას ახალი სათბობების წარმატებით ათვისებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს, გამდიდრების ნარჩენებისა და მურა ნახშირის გამოყენების რაციონალური მიმართულების დადგენის საკითხი სპეციალურ განხილვას მოითხოვს და დიდი აქტუალობით ხასიათდება.

როგორც ცნობილია, საქართველოს ქვანახშირთა საწვავი მასების შედგენილობა საკმაოდ ზუსტადაა შესწავლილი [1]. ვინაიდან გამდიდრების ნარჩენების საწვავი მასის ელემენტური შედგენილობა საერთოდ უმნიშვნელოდ განსხვავდება რიგითი ქვანახშირის საწვავი მასის ელემენტური შედგენილობისაგან, საქართველოს ქვანახშირთა გამდიდრების ნარჩენების საწვავი მასის დასახასიათებლად შეგვიძლია დავყვარდნოთ ზოგიერთ წყაროში მოყვანილ წინასწარ მონაცემებს [1, 2].

რაც შეეხება საქართველოს მურა ნახშირს, მისი საწვავი მასის ელემენტური შედგენილობა თანდათანობით ზუსტდება [2, 3]. კერძოდ, ამჟამად ეს უკანასკნელი შეიძლება დახასიათდეს იმ მონაცემთა მიხედვით, რომლებიც და-

გროვილ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის მიერ ეკრანებულ საცეცხლიან მძლავრ ქვაბდანადგარში მურა ნახშირის დაწვის ცდების ჩატარების პროცესში [2]; ხსენებული ქვაბდანადგარის წარმადობა შეადგენდა 90/110 ტ/საათში. აქ საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ ზემოხსენებული სამუშაოს შესრულების ინიციატორი იყო კომბინატი „საქნახშირი“. ცდების წარმოებასთან დაკავშირებით მურა ნახშირის ქიმიური ანალიზები შეასრულა დოც. პ. ცისკარი შვილმა.

განსახილავ სათბობთა საწვავი მასების ელემენტური შედგენილობა მოცემულია ბირველ ცხრილში. ამავე ცხრილში შეტანილია აქროლად ნივთიერებათა შეცულობა თითოეული სათბობის საწვავ მასაში.

ცხრილი 1

№ რიგზე	სათბობთა დასახელება	საწვავი მასის ელემენტური შედგენილობა %/მ-ით					აქროლად ნივთიერებანი %/მ-ით V _r
		C _r	H _r	S _r ¹	N _r ²	O _r	
1	Γ მარკის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენები .	75,5	5,8	2,4	1,5	12,8	40,0
2	ΠЖ მარკის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენები	79,0	6,0	3,3	1,6	11,1	43,0
3	მურა ნახშირი	67,8	5,2	1,7	1,0	24,3	46,5

საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრიანობა და ტენიანობა საკმაოდ ზუსტად იქნა დადგენილი ენერგეტიკის ინსტიტუტის მიერ ზემოხსენებული ცდების ჩატარებასთან დაკავშირებით (იხ. ცხრილი 2); იმავე ცხრილში შეტანილია აგრეთვე ხსენებულ სათბობთა ნაცრების დარბილების ტემპერატურები; კერძოდ, საქართველოს მურა ნახშირისათვის ეს ტემპერატურა აღებულია საკავშირო თბოტექნიკური ინსტიტუტის მონაცემთა მიხედვით.

ცხრილი 2

№ რიგზე	სათბობთა დასახელება	სამუშაო სა- თბობის ნა- ციანობა	შზალის სა- თბობის ნა- ციანობა	სა- მუშაო სა- თბობის ნა- ციანობა	სა- მუშაო სა- თბობის ნა- ციანობა	სა- მუშაო სა- თბობის ნა- ციანობა	სა- მუშაო სა- თბობის ნა- ციანობა	ნაცრის და- რბილების ტემპერატ.
		A _p %	A ^c %	$\frac{10^3 A_p}{Q_H^D}$	Q_H^D კკა/სა	W _p %	t ^c C	
1	Γ მარკის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენები .	47,0	53,0	15,1	3078	12,0	1500	
2	ΠЖ მარკის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენები .	36,0	40,0	9,0	3990	10,0	1450	
3	მურა ნახშირი	43,0	53,0	17,9	2400	19,0	1400	

ვინაიდან 1 და 2 ცხრილში მოყვანილ სიდიდეთა მნიშვნელობანი დადგენილია საკმაოდ მრავალრიცხოვან შემოწმებათა საფუძველზე, გამართლებული ოქნება მათი გამოყენება ხსენებული სათბობით მომუშავე დანადგართა თბოტექნიკური გაანგარიშების ჩასატარებლად. ზოგიერთი მონაცემის მიხედვით, I მარკის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენების ნაცრიანობა ნაკლები უნდა აღმოჩნდეს, ვიდრე ეს ცხრილშია ნაჩვენები.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის დარბილების ტემპერატურა დიდად არის დამოკიდებული ამ სათბობის დაწვის მეთოდებზე და ცხრილში მოყვანილ მნიშვნელობას მხოლოდ წვის კამერული მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში აღწევს. ამ საკითხის ექსპერიმენტული შესწავლით გამოჩვეულია, რომ როგორც ეკრანიან, ისე უეკრანო კამერულ საცეცხლებში საქართველოს მურა ნახშირის ნაცარი დარბილების საკმარისად მაღალი ტემპერატურით ხასიათდება [2,4]. ამასთან ერთად დოკ. ა. ხიდაშელის მიერ ჩატარებული ცდების საფუძველზე დადგენილია, რომ ფენურ საცეცხლებში საქართველოს მურა ნახშირის ნაცარი ინტენსიურად დნება, რაც წვის პროცესის სრულ დარღვევას იწვევს [3]. ვინაიდან საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის თერმული თვისებების ზემოსწენებული ცვალებლობის მიზეზების ანალიზი ცალკე გვაქვს მოცემული [5], აქ ამ საკითხზე არ შეგჩერდებით. ხსენებული ანალიზი უფლებას გვაძლევს ჩავთვალოთ, რომ ცხრილში მოყვანილი საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის დარბილების ტემპერატურა დადგენილია დამყანგავი ატმოსფეროს პირობებში [6] და ამიტომ იგი შეიძლება საფუძვლად დაედოს მხოლოდ კამერული საცეცხლების გაანგარიშებას; ფენური საცეცხლების შემთხვევაში აღნიშნული ტემპერატურა მიღებული უნდა იყოს 1100—1150°C-ის ტოლად [3]. უნდა აღინიშნოს, რომ ფენურ საცეცხლეთა ძირეული რეკონსტრუქციაც კი არ იძლევა სასვებით დამაკმაყოფილებელ შედეგებს. ფენურ საცეცხლებში ნაცრის ინტენსიური დნობის გამო მურა ნახშირის წვის მდგრადი პროცესის განხორციელება არ მოხერხდა საჩხრეკი თამასიანი მექანიზებული ფენური საცეცხლის გამოყენების შემთხვევაშიც.

მურა ნახშირისაგან განსხვავებით, საქართველოს ქვანახშირების გამდიდრების ნარჩენების ნაცრები, დაწვის მეთოდის მიუხედავად, ხასიათდება მე-2 ცხრილში მოყვანილი დნობის მაღალი ტემპერატურებით, რის გამოც მათი ფენურ საცეცხლში დაწვის შემთხვევაში გამოირიცხულია საცეცხლეთა მოწიდვის შესაძლებლობა. ვინაიდან, გარდა ამისა, გამდიდრების ნარჩენების თბოუნარიანობა სქარბობს 3000 $\frac{43^\circ\text{C}}{38}$, მოსალოდნელია, რომ ამ სათბობის მსგავსი კლასების დაწვა ფენურ საცეცხლებში დამაკმაყოფილებელ შედეგებს მოგვცემს. კერძოდ, გამდიდრების ნარჩენების გამოყენების შემთხვევაში საჭირო აღარ ვახდება ფენურ საცეცხლეთა ძირეული რეკონსტრუქციის ჩატარება, ხოლო ამ დანადგართა მარჯი ქმედების კოეფიციენტი ალბათ 60—65%-ის ფარგლებში აღმოჩნდება. მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული ისიც, რომ ფენურსაცეცხლებიანი ქვანადანადგარების გამდიდრების ნარჩენებით მომარაგების შემთხვევაში შესაძლებელი ვახდება სახალხო მეურნეობაში მექანიზე-

ბული ფენური საცეცხლეების ფართოდ დანერგვა, რაც რესპუბლიკაში არსებულ თბურ დანადგართა მოდერნიზაციის ყველაზე უფრო რეალურ გზად უნდა ჩაითვალოს.

ცნობილია, რომ როგორც ქვანახშირითა გამდიდრების ნარჩენების, ისე მურა ნახშირის დაწვის ყველაზე უფრო ეფექტიან მეთოდს მათი დაფქვილი სახით დაწვა წარმოადგენს, მაგრამ ყოველივე იმის საფუძველზე, რაც ზემოთ იყო ნათქვამი, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენს პირობებში ამ მხრივ უპირატესობა მურა ნახშირს უნდა მიეცეს; რაც შეეხება გამდიდრების ნარჩენებს, შეიძლება ისინი ფართოდ გამოვიყენოთ არა მარტო კამერულ, არამედ ფენურ საცეცხლეებშიც. ამასთან კამერულ საცეცხლეებში მიზანშეწონილი იქნება წვრილი კლასის ნარჩენების დაწვა.

ყურადღება უნდა მიექცეს საქართველოს მურა ნახშირის ხვედრით ნაცრიანობას, რომელიც მე-2 ცხრილშია მოყვანილი; აღსანიშნავია, რომ საბჭოთა კავშირის არც ერთი ნახშიარი არ ხასიათდება ასეთი დიდი ნაცრიანობით [1]; აღნიშნულ გარემოებასთან დაკავშირებით საჭიროა განხორციელდეს ამ სათბობის ნაცრიანობის ხელოვნური შემცირება.

საქართველოს მურა ნახშირის გამდიდრება ისეთი სქემის მიხედვით, რომელიც მცირენაცრიანი კონცენტრაციისა და შუალედი პროდუქტების მიღებას ითვალისწინებს, პრაქტიკულად განუხორციელებელი და არარენტაბელურია. სამაგიეროდ სავსებით მიზანშეწონილია მისი, როგორც ენერგეტიკული სათბობის, გამდიდრება გამარტივებული სქემის მიხედვით. მართლაც, ი. გოგოტიძის მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევამ ნათელყო, რომ საქართველოს მურა ნახშირის ამგვარი გამდიდრება დამაკმაყოფილებელ შედეგებს მოგვცემს, თუ-კი სადემარკაციო ხვედრით წონად მიღებული იქნება $\gamma = 1,8$. აღნიშნული ღონისძიება უზრუნველყოფს საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრიანობის შემცირებას $A^c = 32-35\%$ -მდე, რაც სავსებით ნორმალურია ენერგეტიკული სათბობებისათვის. გამდიდრების გარეშე დანადგართა ექსპლოატაცია საქართველოს მურა ნახშირით დაკავშირებული იქნება ხურების ზედამართა ინტენსიურ გაცვეთასთან ვანატაცი ნაცრით, დიდძალი ბლასტის გადაზიდვასთან, ელექტროენერჯის დამატებით ხარჯთან სათბობის მომზადების პროცესში და სხვა. ნათქვამთან დაკავშირებით, საჭიროდ უნდა ჩაითვალოს უახლოეს ხანში საქართველოს მურა ნახშირის გამდიდრების საკითხის საბოლოოდ გადაჭრა.

საერთოდ, ტენიანი და ნაცრის მცირე რაოდენობით შემცველი მურა ნახშირების ხარისხის ხელოვნური გაუმჯობესების მიზნით ხშირად წარმატებით მიმართავენ მათ დაბრიკეტებას. მაგრამ შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს, რომ საქართველოს მურა ნახშირის მიმართ ეს მეთოდი ვერ მოგვცემს ხელსაყრელ შედეგებს, მიუხედავად იმისა, რომ ტექნ. მეცნ. კანდიდატ მ. მერაბიშვილის დეტალური გამოკვლევით დადგენილია 1000 ატმ. წნევისას, შემჭიდის გამოუყენებლად, ამ სათბობის დაბრიკეტების სრული შესაძლებლობა.

მართლაც, თუმცა დაბრიკეტება უზრუნველყოფს სათბობის გაფანტვით გამოწვეული დანაკარგების შემცირებას, იგი მაინც არ იძლევა საქართველოს

მურა ნახშირის ძირითადი ნაკლის, ფენურ საცეცხლეებში მისი ნაცრის დნობის, თავიდან აცილების საშუალებას და არ ამცირებს წვის პროცესის შრომატევადობას. გარდა ამისა, თვით დაბრიკეტება დაკავშირებულია სათბობისა და ელექტროენერჯის დიდი რაოდენობის ხარჯვასთან, ხოლო საქართველოს მურა ნახშირიდან მიღებული ბრიკეტები არ ხასიათდება ტენმდევლობით. აღსანიშნავია აგრეთვე ის, რომ საბრიკეტო წარმოება ვაცილებით უფრო მნიშვნელოვან კაპიტალურ დაბანდებებს მოითხოვს, ვიდრე გამარტივებული სქემით მომუშავე სათანადო წარმადობის გამამდიდრებელი ფაბრიკა.

ზემოხსენებული ფაქტორები განაპირობებს ბრიკეტების თვითღირებულების ისეთ ზრდას, რომელიც არ გაამართლებს მათ გამოყენებას სამრეწველო მიზნებისათვის, მით უმეტეს, რომ დაბრიკეტების შედგად მიღებული სათბობი, რომელიც 45% მდე ნაცარს შეიცავს, მეტად დაბალი ხარისხისაა. ამ უკანასკნელი მიზეზის გამო გამორიცხულია აგრეთვე ხსენებული ბრიკეტების ფართო და ეფექტიანი ათვისება კომუნალურ ენერგეტიკაში. რამდენადაც ვიცით, საკითხი საქართველოს მურა ნახშირის დაბრიკეტების არარაციონალურობის შესახებ პირველად ტრესტ „საქნახშირის“ მიერ იქნა დასმული.

გაუმართლებელია აგრეთვე საქართველოს მურა ნახშირის გამოყენება ენერგოქიმიური გადამუშავების მასალად, პირველად ყოვლისა იმიტომ, რომ იგი, როგორც ეს გამოჩვენებულია დოკ. პ. ცისკარიშვილის მიერ, უმნიშვნელო რაოდენობით იძლევა პირველად ფისს; გარდა ამისა, ცნობილია, რომ საერთოდ წერილნაპროვანი და ნაცრის დიდი რაოდენობით შემცველი სათბობების გაზიფიკაციის პრობლემა განსაკუთრებული სირთულით ხასიათდება.

ზემოაღნიშნულთან დაკავშირებით საფუძველი გვაქვს ვიფიქროთ, რომ მურა ნახშირთან შედარებით უკეთეს შედეგებს გამოიღებს გამდიდრების ნარჩენების ენერგოქიმიური გადამუშავება, თუ-კი გარკვეულ პირობებში ეს საჭირო აღმოჩნდება. ცხადია, რომ უკანასკნელი მოსაზრება სათანადო ექსპერიმენტულ შემოწმებას საჭიროებს.

როგორც ეს ზემოთ უკვე იყო აღნიშნული, საქართველოს მურა ნახშირისა და ქვანახშირთა გამდიდრების ნარჩენების დაფკვლი სახით დაწვის შედარებითი ეფექტიანობის დადგენის მიზნით საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის მიერ საქართველოს მურა ნახშირის დაწვის საკითხი ექსპერიმენტულად იქნა შესწავლილი.

ექსპერიმენტების ჩასატარებლად გამოყენებულ იქნა დანადგარი, რომელიც დაპროექტებულია I მარკის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენებზე სამუშაოდ. ძირითადი ვაზომებები და ქვადანადგარის საბალანსო გამოცდები ჩატარდა მურა ნახშირისა და I მარკის რიგითი ქვანახშირის ნარევებით მუშაობის პირობებში.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ქვადანადგარის მუშაობის რეჟიმი განსაზღვრული იყო ენერგოსისტემის მოთხოვნილებებით, ხოლო საკუთრივ მურა ნახშირის წვის მდგარი პროცესის დამყარების დროს ადგილი ჰქონდა წვის პროცესის შეწყვეტას, საბალანსო გამოცდების ჩატარება საკუთრივ მურა ნახშირით მუშაობის პირობებში არ იქნა ცნობილი მიზანშეწონილად. მაგრამ ნა-

რეგებით ჩატარებულმა ცდებმა ეპეგარეშე დააყენა ხსენებულ დანადგარზე ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენებთან ერთად ან მათ ნაცვლად გამდიდრებული მურა ნახშირის გამოყენების მიზანშეწონილობა.

საბალანსო გამოცდების შედეგებმა ნათელყო, რომ Γ მარკის ქვანახშირში 25⁰/₆-ის რაოდენობით მურა ნახშირის შერევის შემდეგ ქვაბდანადგარის მარგი ქმედების კოეფიციენტი $\eta_{\text{მ.}}$ Γ მარკის ქვანახშირით მუშაობის პირობებთან შედარებით, მცირდება საშუალოდ 1,5⁰/₆-ით, ხოლო ამავე სათბობების თანასწორი რაოდენობის შერევის შემდეგ მარგი ქმედების კოეფიციენტის შემცირება 2,5—3,0⁰/₆ არ აღემატება; ქვაბდანადგარის მარგი ქმედების კოეფიციენტი ამ დროს 84⁰/₆-ს აღწევდა.

აქ საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ 1948 წელს საკავშირო ტრესტმა „ენერტექსტილმა“, დოც. ა. ხიდაშელის მონაწილეობით, მოსკოვის ოლქში ჩაატარა საქართველოს მურა ნახშირის საცდელი დაწვა შახტიანი წისქვილით მოწყობილ ჟეკრანო ქვაბდანადგარში, რომლის წარმადობა უდრიდა 12 $\frac{\text{ტ}}{\text{ს.}}$; ამ ცდების მონაცემები ამტკიცებს საქართველოს მურა ნახშირით მომუშავე სამრეწველო ქვაბდანადგარებში შახტიანი წისქვილების მქონე საცეცხლეების გამოყენების შესაძლებლობას [4].

დასასრულ მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული აგრეთვე ის გარემოება, რომ საქართველოს მურა ნახშირი ატმოსფერული მოვლენების ზეგავლენით სულ მოკლე ხნის განმავლობაში წვრილმანდება და ინტენსიურ გამოქარვას განიცდის [2, 3]. ცხადია, რომ გაფანტვითა და გამოქარვით გამოწვეული დანაკარგები მინიმალური იქნება ამ სათბობის ცენტრალიზებულად მოხმარების პირობებში და, პირიქით, ეს დანაკარგები ფრიალ საგრძნობი აღმოჩნდება იმ შემთხვევაში, თუ საქართველოს მურა ნახშირი განკუთვნილი იქნება რესპუბლიკაში გაფანტული და პრიმიტიული სასაწყობო მეურნეობით აღჭურვილი წვრილი წარმოებებისათვის.

ყოველივე ზემოხსენებული უფლებას გვაძლევს ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი ძირითადი დასკვნები, რომელთა რეალიზაციამ, ჩვენი აზრით, უნდა უზრუნველყოს საქართველოს სსრ დაბალხარისხოვანი ნახშირების რაციონალური გამოყენება:

1. უნდა განხორციელდეს საქართველოს მურა ნახშირის, როგორც ენერგეტიკული სათბობის, გამდიდრება. ამ მიზნით საბალანსო უნდა აგებულ იქნეს გამარტივებული სქემით მომუშავე გამამდიდრებელი ფაბრიკა, რომელიც მოგვეცემს მურა ნახშირის ნაცრიანობის 12—15⁰/₆-ით შემცირების საშუალებას.

2. ვინაიდან საქართველოს მურა ნახშირის დაბრკელება არ იძლევა სასურველ შედეგებს, ხსენებული სათბობის ხარისხის ხელოვნური გაუმჯობესების ეს მეთოდი საეჭვოდ უნდა იქნეს ცნობილი.

3. საქართველოს მურა ნახშირი მთლიანად აღმოსავლეთ საქართველოში უნდა იქნეს ათვისებული, სადაც სათბობი გამოყენებულ უნდა იქნეს დაფქვილი ნახშირით მომუშავე მძლავრ ენერგეტიკულ ქვაბდანადგარებში.

4. საქართველოს მურა ნახშირის დაწვა ფენურ საცეცხლეებში, თვით ამ სათბობის მოპოვების რაიონს გარდა, არარაციონალურად უნდა ჩაითვალოს.

5. საქართველოს ქვანახშირთა გამდიდრების ნარჩენების მსხვილი ფრაქციები ფართოდ უნდა დაინერგოს, როგორც სათბობი, ფენურსაცეცხლეებიანი ქვაბდანადგარებისათვის.

6. საქიროა თანდათანობით განხორციელდეს ღონისძიებანი სახალხო მეურნეობაში ხელით მომსახურების ფენური საცეცხლეების ნაცვლად უმარტივესი მექანიზებული ფენური საცეცხლეების, კერძოდ, საჩხრეკეთამასიანი საცეცხლეების დასანერგავად. გამდიდრების ნარჩენებით მუშაობის პირობებში ამ საცეცხლეების გამოყენება უზრუნველყოფს თბურ დანადგართა ეკონომიურობის შესამჩნევ გადიდებას.

საქართველოს სსრ მკინიერებათა აკადემია

ა. დადეჯიძის სახელობის ენერგეტიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.5.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Центральный научно-исследовательский котлотурбинный институт. Нормы теплового расчёта котельного агрегата. Москва—Свердловск, 1945.
2. ვ. გ. მელაური და დ. ნ. ბ. ი. ე. ი. ქ. საქართველოს მურა ნახშირის შემცველი ნარჩენების დაქვილ მდგომარეობაში დაწვის ცდები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VI, 1951.
3. ა. ხ. ი. და შ. ე. ი. მითითებები ახალციხის ნახშირის სამრეწველო საცეცხლეებში და ლუმბლემში დაწვის შესახებ. თბილისი, 1948.
4. ა. ხ. ი. და შ. ე. ი. შახტა წისკილიან საცეცხლეში ახალციხის ნახშირის დაწვის შედეგები. საქართველოს სსრ ენერგეტიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VI, 1951.
5. ვ. გ. მელაური. საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის ერთი არსებითი თავისებურების შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მთაბე, ტ. XII, № 7, 1951.
6. Т. А. Зикеев и А. Н. Корелин. Анализ энергетического топлива. Москва, 1948.

სწავლვა

ფ. ბერიშვილი

მეგობრების და ძმების ნიშანდობისათვის ცვლილებები ჩანის
მიცნობის წარდგინა და განმარტების პროცესში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ტ. კვარაცხელიამ 3.7.1951)

აკადემიკოს ტ. ლისენკოს მიერ დამუშავებული მიცნობის სტადიური განმარტების თეორიის თანახმად, ერთისა და იმავე მიცნობის ქვედა და ზედა ქსოვილები და ტოტები ხარისხობრივად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ერთისა და იმავე მიცნობის სხვადასხვანაირი ტოტების ზრდა-განვითარების თავისებურების მეცნიერულ დასაბუთებასა და ცოდნას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს გასხვლის სიმადლის დადგენისა და ბუჩქების ყველა სახის გაახალგაზრდაებისათვის. აღდგენის რაიონის კოლმეურნეობების ჩანის პლანტაციებში ტოტების ზრდის ენერჯის ჰორიზონტალური მიმართულებით განსაზღვრისათვის ორი წლის განმავლობაში წარმოებდა ცენტრალური, საშუალო და პერიფერიული ტოტების წლიური ნაზარდების გაზომვა.

ტოტების ზრდის ენერჯის შესწავლა წარმოებდა სათესლეებში, რომლებიც გაზრდილი იყვნენ სხვადასხვანაირი მინერალური კვების პირობებში (იხ. ცხრილი 1 და 2).

ცხრილი 1

ჩანის სათესლეების ტოტების ზრდის ენერჯია კოლმეურნეობებში „პირველი მაისი“ და „სოციალიზმისაკენ“ (სანტიმეტრობით)

ბუჩქების ჯგუფები	სასუქების ვარიანტები	„პირველი მაისი“						„სოციალიზმისაკენ“					
		1939 წელი			1940 წელი			1939 წელი			1940 წელი		
		პერიფ.	საშუალო	ცენტ.	პერიფ.	საშუალო	ცენტ.	პერიფ.	საშუალო	ცენტ.	პერიფ.	საშუალო	ცენტ.
უხემოსავ- *ლიანი	კონტ.	8	11	13	8	9	12	7	9	10	6	8	9
	N	10	12	14	9	10	13	8	12	13	7	10	12
	NP	10	12	14	9	11	13	8	13	13	7	11	12
	NPK	10	13	14	9	11	14	9	13	14	8	11	13
	N ₂ PK	11	16	18	10	12	16	10	15	16	9	13	14

ბუჩქების ჯგუფები	სასუქების ვარიანტები	„პირველი მაისი“						„სოციალიზმისაკენ“					
		1939 წელი			1940 წელი			1939 წელი			1940 წელი		
		პერიფ.	საშუალო	ცენტ.	პერიფ.	საშუალო	ცენტ.	პერიფ.	საშუალო	ცენტ.	პერიფ.	საშუალო	ცენტ.
საშუალომოსავ- ლიანი	კონტ.	7	8	11	7	8	10	6	8	9	5	7	8
	N	9	9	12	8	9	11	7	10	10	6	8	9
	NP	9	9	12	8	9	11	7	10	10	6	8	9
	NPK	9	10	12	9	10	11	7	11	11	7	9	10
	N ₂ PK	10	12	14	9	10	12	8	13	13	8	10	11
დაბალმოსავ- ლიანი	კონტ.	3	4	6	2	3	5	3	4	5	2	3	4
	N	4	6	8	3	5	7	4	5	6	3	4	5
	NP	4	6	8	3	5	7	4	5	6	3	4	5
	NPK	5	7	9	4	6	8	5	6	7	3	5	6
	N ₂ PK	5	9	10	5	7	9	6	8	8	4	7	7

ცხრილი 2

ჩაის სათესლეების ტოტების ზრდის ენერჯია კოლმეურნობაში „სოციალიზმისაკენ“

სასუქ. ვარიანტ.	ბუჩქების ჯგუფები	1939 წელი			1940 წელი		
		ცენტ.	საშუალო	პერიფ.	ცენტ.	საშუალო	პერიფ.
კონტ.	უხვმოსავლ.	10	9	7	9	8	6
	საშუალომოს.	9	8	6	8	7	5
	დაბალმოს.	5	4	3	4	3	2
N	უხვმოსავლ.	13	12	8	12	10	7
	საშუალომოს.	10	10	7	9	8	6
	დაბალმოს.	6	5	4	5	4	3
NP	უხვმოსავლ.	13	13	8	12	11	7
	საშუალომოს.	10	10	7	9	8	6
	დაბალმოს.	6	5	4	5	4	3
NPK	უხვმოსავლ.	14	13	9	13	11	8
	საშუალომოს.	11	11	7	10	9	7
	დაბალმოს.	7	6	5	6	5	3
N ₂ PK	უხვმოსავლ.	16	15	14	14	13	9
	საშუალომოს.	13	13	8	11	10	8
	დაბალმოს.	8	8	6	7	7	4

ცხრილი 1 და 2 გვიჩვენებს, რომ ტოტების ზრდის ენერჯია დიდდება საკონტროლო ვარიანტიდან N₂PK-საკენ, პერიფერიული ტოტებიდან ცენტრალურისაკენ და დაბალმოსავლიანი ჯგუფებიდან უხვმოსავლიანისაკენ. აქედან ნათელია, რომ ტოტების ზრდაზე გავლენას ახდენენ არა მარტო აგრო-

ტექნიკური, აგროქიმიური და სელექციური ღონისძიებანი, არამედ მათი ადგილმდებარეობაც მცენარის ვარჯში. იგივე შეიძლება ითქვას ახალგაზრდა ტოტების ღუყების წონაზე.

ცხრილი 3

ჩაის ფოთლის ღუყების წონა (გრამაზით) ბუჩქების სიმაღლეზე გასხვლასთან დაკავშირებით (სანტიმეტრებით).

(ლ. ბერიას სახ. წალენჯიხის ჩაის საბჭოთა მუშურნეობის საცდელი განყოფილების მონაცემები)

თ ვ ე ბ ი	25		35		50	
	ცენტ.	პერიფ.	ცენტ.	პერიფ.	ცენტ.	პერიფ.
მაისი	0,52	5,48	0,5	0,47	0,47	0,40
ივნისი	0,51	0,46	0,48	0,47	0,46	0,38
ივლისი	0,48	0,45	0,46	0,43	0,45	0,36
აგვისტო	0,46	0,44	0,44	0,42	0,44	0,35
სექტემბერი	0,40	34	0,38	0,30	0,26	0,20

მე-3 ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ღუყებსა წონა დიდდება გასხვლის სიმაღლის შემცირებით; გარდა ამისა, ის დიდდება პერიფერიული ტოტებიდან ცენტრალურისაკენ. მაშასადამე, ტოტების როგორც ჰორიზონტალურად, ისე ვერტიკალურად ზრდის ენერგია დამოკიდებულია მცენარის ჯიშზე, შეტანილი მინერალური სასუქების ზოზებსა და კომბინაციაზე და ტოტების ადგილმდებარეობაზე ვარჯში.

მაქსიმალური ზრდის ენერგია აღმოჩნდა N_2PK შეტანილი უხვმოსავლიანი სათესლეების ჯგუფების ცენტრალურ ტოტებში, ხოლო მინიმალური ზრდის ენერგია დაბალმოსავლიანი, სასუქმეუტანილი სათესლეების პერიფერიულ ტოტებში. ვეგეტატიურ ნიშანთვისებათა განვითარება, განსაკუთრებით ტოტების ზრდის ენერგია, განსაზღვრულ ურთიერთობაშია მათში არსებულ ქიმიურ ნივთიერებებთან. ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების სრულიად საკავშირო კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემებით, ჩაის ბუჩქების ჯიშები „იაპონური“, „ჩინური“ და „ინდოჩინური“, აგრეთვე სხვადასხვანაირი ფოთლები ერთისა და იმავე ტოტებისა ერთმანეთისაგან განსხვავდება ქიმიური შედგენილობით. მით უმეტეს უფრო უნდა განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან ტოტები, განლაგებული ბუჩქის ცენტრალურ, შუალედ და პერიფერიულ ნაწილში. ჰორიზონტალური მიმართულებით მცენარის ტოტების ქიმიური შედგენილობის შესწავლის მიზნით სოქის საცდელი სადგურის ფიზიოლოგი ბოქიმიკოსმა ა. სამარკისიმ ჩვენი დავალებით გამოარკვია ქიმიური შედგენილობა სხვადასხვა ჯგუფის ჩაის მცენარეების ცენტრალური, შუალედი და პერიფერიული ტოტების ღუყებისა, რომლებიც მინერალური კვების სხვადასხვანაირ პირობებში იმყოფებოდნენ.

შესწავლილ იქნა კოლმეურნეობა „პირველი მაისის“ ფოთოლსაკრევი სასუქმეტანილი პლანტაციები (იხ. ცხრილი 4). როგორც მე 4 ცხრილიდან ჩანს, NPK სასუქების შეტანით ტანინი, კოფეინი და ექსტრაქტული ნივთიერებათა შედგენილობა დიდდება, N_2PK სასუქების შეტანით კი მცირდება. მა-

შასადამე, მინერალური სასუქების დოზების გადიდებით ჩაის ხარისხი (რაც დამოკიდებულია ქიმიური ელემენტების შედგენილობაზე) შეიძლება გაუმჯობესდეს მხოლოდ განსაზღვრულ დონემდე, მინერალური სასუქების დოზების შემდეგი გადიდება კი აფუჭებს ხარისხს. იგივე მონაცემები ამჟღავნებს, რომ უხვმოსავლიანი მცენარეების ღუეები უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავენ ტანინს, კოფეინს და სხვ., ვიდრე დაბალმოსავლიანი მცენარეების ღუეები.

ზემოთ მოყვანილი ცხრილების მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ყველა ჯგუფის მცენარეებში და სასუქის შეტანის ვარიანტებში ცენტრალური ტოტების ღუეები უფრო მძიმეა, ვიდრე პერიფერიული ტოტების ღუეები, და უფრო მეტ ექსტრაქტულ ნივთიერებებს, ტანინსა და კოფეინს შეიცავენ. ღუეების ქიმიური შედგენილობა იცვლება ბუჩქის სიმაღლის (იხ. ცხრილი 5) მიხედვით.

ცხრილი 4

კომლურნობა „პირველი მაისის“ ჩაის ფოთლების ქიმიური შედგენილობა
1938 წელს (პროცენტებით)

ბუჩქების ჯგუფები	სასუქების ვარიანტები	ბუჩქის ცენტ. ნაწილი			ბუჩქის პერიფ. ნაწილი		
		ექსტრ. ნივთ.	ტანინი	კოფეინი	ექსტრ. ნივთ.	ტანინი	კოფეინი
უხვ-მოსავლიანი	კონტროლი	45,13	19,06	2,84	44,34	18,87	2,34
	NPK	46,06	19,57	3,16	45,17	19,10	2,89
	N ₂ PK	44,16	18,23	2,49	43,49	18,83	2,43
საშუალო-მოსავლიანი	კონტროლი	44,11	18,79	2,53	43,13	18,17	2,25
	NPK	45,23	19,13	2,95	44,25	18,95	2,78
	N ₂ PK	43,34	18,15	2,84	43,27	18,09	2,37
დაბალ-მოსავლიანი	კონტროლი	43,48	18,31	2,25	42,38	18,04	2,17
	NPK	44,63	19,03	2,68	43,17	18,75	2,64
	N ₂ PK	43,14	18,19	2,35	42,19	18,02	2,20

ცხრილი 5

ჩაის ფოთლის ქიმიური შედგენილობა ბუჩქების სხვადასხვა სიმაღლეზე გასხვლის დროს (პროცენტებით აბს. შშრ ნივთ.)

ჩაის საცდელი სადგურის 1940 წლის მონაცემები

გასხვლის სიმაღლე სმ	ბუჩქის რომელი ნაწილიდან	ექსტრაქტული ნივთიერ.	ტანინი	კოფეინი
15	ცენტრალ.	46,07	17,06	3,04
	საშუალო	45,09	16,43	3,02
	პერიფ.	44,09	16,11	3,00
25	ცენტრ.	46,80	19,49	2,89
	საშუალო	46,17	18,45	2,78
	პერიფ.	45,73	18,14	2,29
35	ცენტრ.	47,92	19,81	2,97
	საშუალო	47,80	19,44	2,90
	პერიფ.	46,05	19,09	2,81

მე-5 ცხრილიდან ჩანს, რომ თუმცა ოთხწლიანი 15 სმ სიმაღლეზე გასხლული პლანტაციები უფრო უხვმოსავლიანია, ვიდრე 25—35 სმ სიმაღლეზე გასხლული, უკანასკნელთა დუყები შეიცავენ უფრო მეტ იმ ქიმიურ ნივთიერებებს, რომელნიც განსაზღვრავენ ჩაის ხარისხს.

ყველაზე უფრო მეტად ამ ნივთიერებებს შეიცავენ ცენტრალური ტოტების დუყები 35 სმ სიმაღლეზე გასხვლისას.

დასკვნა

1. ერთნაირ გარემო პირობებში ყველა ჯგუფის ჩაის სათესლეების ტოტების ზრდის ენერგია საკონტროლო ვარიანტიდან მატულობს N_2PK -საკენ და პერიფერიული ტოტებიდან ცენტრალურისაკენ.

2. დუყის წონა პირდაპირ მაჩვენებელია ტოტების ზრდის ენერგიისა, დიდდება ბუჩქების გასხვლის სიმაღლის შემცირებასთან ერთად და აგრეთვე პერიფერიული ნაწილებიდან ვარჯის ცენტრისაკენ.

სასარგებლო ქიმიურ ნივთიერებათა ცვალებადობა ფოთლებში ხასიათდება ასეთივე კანონზომიერებით, იმ განსხვავებით, რომ ისინი მცირდებათ N_2PK -ს ვარიანტისაკენ.

წალენჯიხის ჩაის საბჭოთა მეურნეობა

(რედაქციას მოუვიდა 3.7.1951).

ფსიქოლოგია

პროფ. რ. ნათაძე

ობიექტური სიტუაციის თვისებები, როგორც სივრცის
მიმართულუბებში უშუალო ორიენტაციის ფაქტორი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 15.4.1951)

1. საკითხის დაყენება

სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების უშუალო აღქმის ფაქტორთა ექსპერიმენტული ძიებით ჩვენ მივიღეთ გარკვეული შედეგი, რის თანახმად აღნიშნულ მიმართულებათა უშუალო აღქმის წამყვან ფაქტორს ადამიანის ხელი წარმოადგენს [1, 2].

მაგრამ ხელი წამყვანია სივრცის სათანადო მიმართულებათა აღქმის სუბიექტურ ფაქტორთა შორის, ე. ი. იმ ფაქტორთა შორის, რომელნიც, ასე ვთქვათ, საკუთრივ სუბიექტურია მოცემული, როგორც სხეულის ორი სიმეტრიული ნახევარი, ხელები და ა. შ.

მაგრამ ნუთუ სივრცის ამ ორ მიმართულებაში უშუალო ორიენტაცია მხოლოდ ამ სუბიექტურ ფაქტორთა საფუძველზე ხდება? ნუთუ თვით ობიექტური სივრცითი სიტუაციის თვისებები ამ შემთხვევაში არ თამაშობენ როლს სუბიექტის სივრცითს ორიენტაციაში?

სივრცის აღქმის ტრადიციულ ბურჟუაზიულ ფსიქოლოგიაში გაბატონებული კონცეფციის მიხედვით ეს ასეც უნდა ითვლებოდეს: მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების აღქმა, ამ გაგების თანახმად, დაიყვანება საკუთარი სხეულის სივრცის (Eigenraum) ფაქტორებზე; მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების განმსაზღვრელია სუბიექტი. სუბიექტის თვალსაზრისის გარეშე მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებები არც არსებობს.

მაგრამ ჩვენ ვსვამთ საკითხს სათანადო მიმართულებებში უშუალო, გაუცნობიერებელი (განწყობილებული) ორიენტაციის შესახებ, რომელსაც ყოველდღიურ ცხოვრებაში ყოველ ნაბიჯზე აქვს ადგილი, და ამ კონტექსტში ექვი შეგვაჩვენა იმაში, რომ სივრცის მიმართულებებში ასეთი უშუალო ორიენტაცია მხოლოდ სუბიექტურ ფაქტორებზე დაყრდნობით ხდებოდა; ჩვენ ვფიქრობთ, რომ გარკვეულ პირობებში სივრცის ობიექტური სიტუაციის თვისებებიც განსაზღვრავენ უშუალო ორიენტაციას სივრცის მიმართულებებში, და ვსვამთ საკითხს: ხომ არა აქვს მნიშვნელობა სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებაში უშუალო გაუცნობიერებელი ორიენტაციისათვის, სუბიექტურ ფაქტორთა გარდა, თვით ობიექტური სივრცითი სი-

ტუაციის თვისებებს, და თუ აქვს, რა სიტუაციაში, რა პირობებში და რა სახით იჩენენ თავს ეს თვისებები?

ჩვენ შევეცადეთ ამ კითხვაზე ექსპერიმენტული პასუხი გავგვეცა. ამავდროულად მოსაზრებით, რომლითაც სივრცის მიმართულებათა უშუალო აღქმის სუბიექტურ ფაქტორთა კვლევისას ვიყენებდით ფიქსირებული განწყობის კვლევის ძირითადი მეთოდის სხვადასხვა სპეციფიკურ ვარიანტს, დასმული საკითხის საკვლევადაც გამოვიყენეთ იგივე მეთოდი ორ სპეციფიკურ ვარიანტში.

2. ცდის პირველი ვარიანტი

ცდისპირი ზის მაგიდასთან მის ერთ მხარეს (ვეწოდეთ ამას მხარე), ხოლო ცდის ხელმძღვანელი ზის მაგიდასთან ცდისპირის პირდაპირ მაგიდის მოწინააღმდეგე მხარესთან (მხარესთან). საწყო მაგიდის ჩვეულებრივ მოწყობილობის გარდა, მაგიდაზე დევს ორი კოლოფი: ერთი—მოგვლი, ცისფერი, თუნუქის კოლოფი, რომელსაც აქვს ყვითელი არშია და ყვითელივე ძირი, მეორე კი გრძელი, ოთხკუთხედის ფორმის, ფიცრის შეფუბვაზე ყვითი. ორივე დევს გვერდზე ძირებით მიბრუნებული ცდისპირისაკენ.

კოლოფში ცდის დასაწყისში დევს ცდის საგანწყობო ბურთები—დიდი და პატარა. ცდისპირი უყურებს კოლოფებს, მაგრამ ბურთებს ვერ ხედავს, რადგანაც კოლოფები ძირებითაა მობრუნებული მისკენ. ცდის ხელმძღვანელი ოდნავ დახრის კოლოფებს ცდისპირისაკენ ისე, რომ უკანასკნელს თავისუფლად შეუძლია მათში ხელების ერთდროულად ჩაყოფა.

ცდისპირს ევალება სწრაფად ჩაყოს ხელები ერთდროულად ორივე კოლოფში, მოჰკიდოს ხელი ბურთებს, შეადაროს ისინი ერთმანეთს სიდიდით და ხმაშემატა თქვას, მარჯვენა თუ მარცხენა ბურთია უფრო დიდი.

ამ საგანწყობო ცდის 15-ჯერ გამოკრების შემდეგ გადავივიარო კრიტიკულ ცდაზე: ცდისპირი და ცდის ხელმძღვანელი სწრაფად გაუცვლიან ერთმანეთს ადგილებს ისე, რომ ცდის ხელმძღვანელი ჯდება ცდისპირის სკამზე, ცდისპირი კი ცდის ხელმძღვანელის სკამზე, პირთი მაგიდისკენ (მაგიდის მხარეზე). ისე რომ ცდისპირი სივრცეში მობრუნებულია 180°-ით. ცდისპირს ევალება ისევ სასწრაფოდ ჩაყოს ხელები კოლოფებში, მოჰკიდოს მათში მოთავსებულ ბურთებს ხელი და ერთმანეთს შეადაროს ისინი სიდიდით. საგანწყობო ცდის შედეგად ცდისპირი ახლა, როგორც წესი, აღიქვამს ბურთებს ილუზიურად,—ერთ-ერთი უფრო დიდად ეჩვენება. რომელი?

სწორედ ამან უნდა გადაწყვიტოს, რომელი ფაქტორის მიხედვით განწყობა ცდისპირი საგანწყობო ცდებში ბურთების მიმართ: მარჯვენა-მარცხენა „ეგოცენტრული“ მიმართულებით, თუ ობიექტურად განსხვავებულ საგანთა მიმართ „აბსოლუტური“ თვალსაზრისით.

საქმე ისაა, რომ ცდისპირის სივრცითი დამოკიდებულება ცდის საგნების მიმართ 180°-ით შეიცვალა: თუ, მაგალითად, მრგვალი კოლოფი საგანწყობო ცდებში მარცხნივ იყო ცდისპირისაკენ, ახლა, პირიქით, იგი მარჯვნივ აღმოჩნდება. ხოლო რადგანაც ჩვეულებრივ ცდებში თავს იჩენს, როგორც წესი, კონტრასტული ილუზია (ასიმეტრიული ილუზია მხოლოდ ერთეულ შემთხვევებში ვლინდება), ამიტომ უნდა ვიგულისხმეთ, რომ, რა მიმართულებითაც გამოვლინდება კონტრასტული ილუზია, იმ მიმართულებითაა ორიენტირებული (განწყობილი) ცდისპირი: თუ კონტრასტული ილუზია გამოვლინდა საგნების მიმართ (დიდად ეჩვენება ბურთი იმ კოლოფში, სადაც საგანწყობო ცდაში პატარა ბურთი იყო), მაშინ ცდისპირი „აბსოლუ-

ტუაციის თვისებებს, და თუ აქვს, რა სიტუაციაში, რა პირობებში და რა სახით იჩენენ თავს ეს თვისებები?

ჩვენ შეეცადეთ ამ კითხვაზე ექსპერიმენტული პასუხი გაგვეცა. ამივე მოსაზრებით, რომლითაც სივრცის მიმართულებათა უშუალო აღქმის სუბიექტურ ფაქტორთა კვლევისას ვიყენებდით ფიქსირებული განწყობის კვლევის ძირითადი მეთოდის სხვადასხვა სპეციფიკურ ვარიანტს, დასაშული საკითხის საკვლევადაც გამოვიყენეთ იგივე მეთოდი ორ სპეციფიკურ ვარიანტში.

2. ცდის პირველი ვარიანტი

ცდისპირი ზის მაგიდასთან მის ერთ მხარეს (ვეწოდით ამას მხარე), ხოლო ცდის ხელმძღვანელი ზის მაგიდასთან ცდისპირის პირდაპირ მაგიდის მოწინააღმდეგე მხარესთან (მხარესთან). საწუი მაგიდის ჩვეულებრივ მოწყობილობის გარდა, მაგიდაზე დევს ორი კოლოფი: ერთი—მრგვალი, ცისფერი, თუნუქის კოლოფი, რომელსაც აქვს ყვითელი ანუ შავი და ყვითელივე ძირი, მეორე კი გრძელი, ოთხკუთხედის ფორმის, ფიცრის შეუღებაზე ყვითი. ორივე დევს გვერდზე ძირებით მიბრუნებული ცდისპირისაკენ.

კოლოფებში ცდის დასაწყისში დევს ცდის საგანწყობო ბურთები—დიდი და პატარა. ცდისპირი უფრებს კოლოფებს, მაგრამ ბურთებს ვერ ხედავს. რადგანაც კოლოფები ძირებითაა მიბრუნებული მისკენ. ცდის ხელმძღვანელი ოდნავ დახრის კოლოფებს ცდისპირისაკენ ისე, რომ უკანასკნელს თავისუფლად შეუძლია მათში ხელების ერთდროულად ჩაყოფა.

ცდისპირს ივალბა სწრაფად ჩაყოს ხელები ერთდროულად ორივე კოლოფში, მოკიდოს ხელი ბურთებს, შეადაროს ისინი ერთმანეთს სიდიდით და ხამაღლა თქვას, მარჯვენა თუ მარცხენა ბურთია უფრო დიდი.

ამ საგანწყობო ცდის 15-ჯერ გამეორების შემდეგ გადავდივართ კრიტიკულ ცდაზე: ცდისპირი და ცდის ხელმძღვანელი სწრაფად გაუცვლიან ერთმანეთს ადგილებს ისე, რომ ცდის ხელმძღვანელი ვდება ცდისპირის სკამზე, ცდისპირი კი ცდის ხელმძღვანელის სკამზე, პირით მაგადისკენ (მაგიდის მხარეზე). ისე რომ ცდისპირი სივრცეში მიბრუნებულია 180°-ით. ცდისპირს ევალება ისევ სასწრაფოდ ჩაყოს ხელები კოლოფებში, მოკიდოს მათში მოთავსებულ ბურთებს ხელი და ერთმანეთს შეადაროს ისინი სიდიდით. საგანწყობო ცდის შედეგად ცდისპირი ახლა, როგორც წესი, აღიქვამს ბურთებს ილუზიურად,—ერთ-ერთი უფრო დიდად ეჩვენება. რომელი?

სწორედ ამან უნდა გადაწყვიტოს, რომელი ფაქტორის მიხედვით განწყობა ცდისპირი საგანწყობო ცდებში ბურთების მიმართ: მარჯვენა-მარცხენა „ეგოცენტრული“ მიმართულებით, თუ ობიექტურად განსხვავებულ საგანთა მიმართ „აბსოლუტური“ თვალსაზრისით.

საქმე ისაა, რომ ცდისპირის სივრცითი დამოკიდებულება ცდის საგნების მიმართ 180°-ით შეიცვალა: თუ, მაგალითად, მრგვალი კოლოფი საგანწყობო ცდებში მარცხნივ იყო ცდისპირისაგან, ახლა, პირიქით, იგი მარჯვნივ აღმოჩნდება. ხოლო რადგანაც ჩვეულებრივ ცდებში თავს იჩენს, როგორც წესი, კონტრასტული ილუზია (ასიმეტრიული ილუზია მხოლოდ ერთეულ შემთხვევებში ვლინდება), ამიტომ უნდა ვივლუისხმოთ, რომ, რა მიმართულებითაც გამოვლინდება კონტრასტული ილუზია, იმ მიმართულებითაა ორიენტირებული (განწყობილი) ცდისპირი: თუ კონტრასტული ილუზია გამოვლინდა საგნების მიმართ (დიდად ეჩვენება ბურთი იმ კოლოფში, სადაც საგანწყობო ცდაში პატარა ბურთი იყო), მაშინ ცდისპირი „აბსოლუ-

ობიექტური სიტუაციის თვისებები, როგორც სივრცის მიმართულ. უშ. ორიენტ. ფაქტ.

ტური“ (ობიექტური) თვალსაზრისით იყო ორიენტირებული—განწყობის ფიქსაცია მოხდა „აბსოლუტური“ თვალსაზრისით საგნების ობიექტური განლაგების მიხედვით, თუ, პირიქით, კონტრასტულმა ილუზიამ თავი იჩინა, ცდისპირის შემობრუნებასთან ერთად, 180° შებრუნებულად, ე. ი. მხარის მიხედვით (ცდისპირს მარჯვნივ ეჩვენება ბურთი ღიდად, რადგანაც საგანწყობო ცდებში პატარა ეჩვენებოდა მარჯვენა ბურთი), მაშასადამე, საგანწყობო ცდებში ორიენტაცია მოხდა „ეგოცენტრული“ თვალსაზრისით—სუბიექტის მარჯვენა-მარცხენა მხარის მიხედვით: ცდისპირი შემობრუნდა 180°-ით და ილუზიაც, ასე ვთქვათ, თან გაჰყვა, მიუხედავად იმისა, რომ საგნების ობიექტური განლაგება სივრცეში არ შეცვლილა.

3. პირველი ცდის შედეგები

ცდა ჩატარებული იყო 6 ცდისპირზე. ცდისპირთა დიდი უმრავლესობა ხშირად მონაწილეობდა განწყობის სხვა ცდებში და, როგორც წესი, კონტრასტულ ილუზიას იძლეოდა.

ცდის შედეგები მოგვყავს 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ადგილმდებარეობა	დებორიენტაცია	კონტრასტული ილუზიის მგოცენტრული თვალსაზრისით	კონტრასტული ილუზიის „აბსოლუტური“ თვალსაზრისით	კონტრასტული ილუზიის ჯერ „აბსოლუტური“, მერე „ეგოცენტრული“ თვალსაზრისით	კონტრასტული ილუზიის „აბსოლუტური“, თვალსაზრისით	ცდისპირთა რაოდენობა	
ცდისპირთა რაოდენობა	3	6	41	6	4	66	
%/0-ით	4,5	9,1	9,1	62,1	9,1	6,1	100

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ცდისპირთა 4,5%-თან განწყობისეულმა ილუზიამ სულ არ იჩინა თავი; უნდა ვივულისხმოთ, რომ ეს არის ცდისპირის ადგილის გადანაცვლების შედეგი, რადგანაც ანალოგიური ცდა ჰაპტურ არეში, ადგილის გადანაცვლების გარეშე, ჩვეულებრივ ილუზიას 100% იძლევა, ისიც თითქმის ყოველთვის კონტრასტულ ილუზიას.

საგულისხმოა ცხრილის მეორე რუბრიკაში მოთავსებული შედეგი: 6 ცდისპირი (9,1%), 180°-ით შებრუნების გამო, იმდენად დებორიენტირებული აღმოჩნდა სივრცის მიმართულეებში, რომ, თუმცა თითოეული მათგანი გარკვეულად განიცდიდა, რომ ერთ-ერთ კოლოფში ხელს ჰკიდებს უფრო ღიდად ბურთას, ვერ ამბობს, რომელ კოლოფშია ან რომელი მხარესა ეს ღიდად ბურთი, ანდა (დებორიენტაციის მეორე სახე) ხან ერთ ბურთს და ხან მეორე ეჩვენება უფრო ღიდად და ამიტომ საბოლოოდ ვერ გადაუწყვეტია, რო-

მელია სინამდვილეში უფრო დიდი. როგორც ჩანს, ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ორი ასპექტის (ორი ფაქტორის) შეჯახებასთან: ობიექტური სივრცის „აბსოლუტური“ თვალსაზრისის და „ეგოცენტრული“ ასპექტისა. საგულსხმოა, რომ კიდევ უფრო ძლიერ დეზორიენტაციას ჩვენს ცდებში ჰქონდა ადგილი ბურთების გადაჯვარედინებული ხელებით აღქმისას [1, 2].

ყველა დანარჩენ შემთხვევაში, ე. ი. შემთხვევათა 86,4⁰/₀-ში, როგორც ცხრილიდან ვხედავთ, განწყობისეული ილუზია იჩენს თავს, მაგრამ როგორ? არის შემთხვევები, რომ ილუზიის მიმართულება ირხევა: იგი იჩენს თავს ჯერ ერთი მიმართულებით, მერე მეორე მიმართულებით. ასეთია სულ 10 შემთხვევა, რაც 15,1⁰/₀-ს უდრის. თუ ამ შემთხვევებსაც გამოვრიცხავთ, როგორც არა საესებით გარკვეულს, გვრჩება ორი მთავარი რუბრიკა, სადაც აღრიცხულია გარკვეულად მიმართული განწყობისეული კონტრასტული ილუზიები: ეს არის სულ 47 შემთხვევა; აქედან 41 შემთხვევა კონტრასტული ილუზიისაა, — „აბსოლუტური“ თვალსაზრისით, ე. ი. ილუზიისაა კოლოფის მიხედვით, რაც გარკვეული მიმართულებით გამოვლინებულ ილუზიათა 47 შემთხვევიდან 87,3⁰/₀-ს უდრის, ხოლო ყველა ცდის 62,1⁰/₀-ს, როგორც ეს ცხრილიდანაც ჩანს, მაგრამ „ეგოცენტრული“ თვალსაზრისით გარკვეული კონტრასტული ილუზიები, ე. ი. ილუზიები სუბიექტის მარჯვენა-მარცხენა მხარის მიხედვით, სულ 6 შემთხვევაში დასტურდება, რაც ყველა ცდის 9,1⁰/₀-ს შეადგენს, ხოლო გარკვეული მიმართულებით გამოვლინებულ ილუზიათა 47 შემთხვევიდან 12,7⁰/₀-ს შეადგენს.

ეს არის პირველი ცხრილის მთავარი შედეგი: 62,1⁰/₀ და 9,1⁰/₀, ანუ გარკვეულ ილუზიათა ყველა შემთხვევიდან 87,3⁰/₀ და 12,7⁰/₀.

მაშასადამე, ცდისპირთა დიდ უმრავლესობასთან განწყობისეულმა ილუზიამ თავი იჩინა არა მარჯვენა-მარცხენა მიმართულების მიხედვით, ე. ი. არა ეგოცენტრული თვალსაზრისით, არამედ საგანთა სივრცეში აბსოლუტური განლაგების მიხედვით: დიდად ეჩვენებათ ბურთი იმ კოლოფში, სადაც საგანწყობო ცდებში პატარა აღიქმებოდა; ეს ხდება მიუხედავად იმისა, თუ თვითონ ცდისპირი რა მხრიდან უდგება ამ კოლოფებს, მარჯვენა მისთვის ეს კოლოფი თუ მარცხენა, მიუხედავად იმისა, რომ ცდისპირის პოზიცია კოლოფების მიმართ 180⁰-ითაა შეცვლილი. ერთი სიტყვით, მიღებული შედეგი აშკარად ამჟღავნებს პირველი ცდის პირობებში მეტად დიდ პრიორიტეტს ობიექტური სივრცის „აბსოლუტური“ თვალსაზრისისა და ეგოცენტრულ თვალსაზრისზე.

4. ცდის მეორე ვარიანტი

ჩვენ გამოვავლინეთ ცდისპირის უშუალო ორიენტაცია იმ შემთხვევაში, როდესაც ორიენტაცია ხდება მეტად დიფერენცირებულ სივრცით სიტუაციაში: საგანწყობო საგნები მოცემულია მეტად განსხვავებულ კოლოფებში, ისიც მაგადაზე, რომელზედაც მრავალი სხვადასხვა ნივთი დევს და, რაც მთავარია, ამ კოლოფებისა და სხვა ნივთების განლაგება სივრ-

ცეში უცვლელი რჩება: ცდისპირი გადაჯდება, მაგრამ ნივთები ყველა უძრავად რჩება მაგიდაზე.

როგორი იქნება ცდისპირთა ორიენტაცია სივრცეში იმ შემთხვევაში, თუ საგანწყობო ობიექტები აღიქმება არა დიფერენცირებული, შედარებით ჰომოგენური ობიექტური სივრცის ფონზე, როდესაც, მაშასადამე, სიტუაციის დიფერენცირებულობის ფაქტორი გამოირიცხება ცდისპირობებიდან?

ამ კითხვაზე პასუხს ცდის მეორე ვარიანტი იძლევა.

იგივე მაგიდა განთავსდებულია ყველა ნივთისაგან. მაგიდაზე დგას შავი, ჰომოგენური შირმა, დაახლოებით ერთი კვადრატული მეტრის სიდიდისა. ცდისპირი დგას შირმის წინ მაგიდის ა მხარესთან, ცდის ხელმძღვანელი კი მოპირდაპირე მხარეზე დგას. ცდისპირი უფროებს შავი შირმის კედელს, ხოლო ორივე ხელს ერთდროულად გადაყოფს შირმის იქით (ხევიდან) და ორივე ხელთ ერთდროულად სინჯავს ცდის ხელმძღვანელის მიერ მიწოდებულ ხის ბურთებს⁽¹⁾—დიდსა და პატარას, ერთმანეთს ადარებს მათ სიდიდით და ისევ, როგორც პირველ ცდაში, ხმაშემა ამათს მარჯვნივა თუ მარცხნივ დიდი ბურთი.

საგანწყობო ცდის 15-ჯერ გამოცდების შემდეგ გადავდივართ კრიტიკულ ცდაზე. ცდისპირი და ცდის ხელმძღვანელი სწრაფად გადაუნაცვლებენ ერთმანეთს ადგილებს ისე, რომ ცდისპირი დგება შირმასთან მაგიდის ბ მხარეს, სადაც იდგა ცდის ხელმძღვანელი, ხოლო ცდის ხელმძღვანელი დგება მაგიდის ა მხარეს და ისევ აწვედის შირმის უკან ბურთებს შესადარებლად. ცდისპირი ისევ გადაყოფს ხელებს და ერთმანეთს ადარებს უხილავ (ობიექტურად ტოლს) კრიტიკულ ბურთებს სიდიდის მიხედვით.

5. ცდის მეორე ვარიანტის შედეგები

ცდა ჩატარებული იყო სულ 72 ცდისპირზე. ამათგან 65 მონაწილეობდა ცდის პირველ ვარიანტში. აღსანიშნავია, რომ ცდისპირების უმრავლესობაზე ცდა ბევრჯერ იყო გამეორებული სხვადასხვა დროს. პირველი ცდები ჩატარდა 1946 წ.⁽²⁾

ყველა ცდის შედეგები თავმოყრილია მე-2 ცხრილში

ცხრილი 2

	ადეკვატური აღქმა	დებოლორენტაცია	კონტრასტული ილუზია აბსოლუტური თვალსაზრისით	კონტრასტული ილუზია "მწვინტრული" თვალსაზრისით	კონტრასტული, აგრ. აბსოლუტული; მეფე "მწვინტრული" თვალსაზრისით	კონტრასტული, აგრ. "მწვინტრული"; მეფე "აბსოლუტური" თვალსაზრისით	სულ ცდისპირების რაოდენობა
ცდისპირების რაოდენობა	5	6	0	56	2	3	72
%/0-ით	7	8,3	0	77,7	2,8	4,2	100

⁽¹⁾ ცდაში ვიყენებდით ტარიან ბურთებს: ტარებს ცდისპირი ვერ აღიქვამს, ხოლო ცდის ხელმძღვანელი უფრო იოლად აწვედის ბურთებს ისე, რომ ცდისპირი მის ხელებს არ ეხება.

⁽²⁾ მოხსენებული იყო მეცნ. აკადემიის ფსიქოლოგიის ინსტიტუტის სესიაზე 1950 წლის აპრილში [3].

როგორც ცხრილიდან ვხედავთ, აქაც სუბიექტის გადანაცვლებამ 180°-ით გამოიწვია რამდენიმე შემთხვევაში ილუზიის მოსპობა (აღდგურად აღქმა 7%). ცდისპირების საგრძნობ ნაწილში ამ გადანაცვლებამ გამოიწვია დეზორიენტაცია ისეთივე ბუნებისა, როგორც ცდის პირველ ვარიანტში (8,3%), რაც აქაც მიუთითებს ორი ასპექტის ინტერფერენციაზე. რამდენიმე ცდისპირთან (6,8%) ადგილი აქვს მერყეობას ილუზიის მიმართულებათა შორის. სიფრფხილე მოითხოვს, რომ ამ ცდისპირების პასუხები არა სავსებით გარკვეულად ჩაითვალოს.

ამრიგად, როგორც პირველ ცხრილში, აქაც ძირითადი საკითხისათვის გადამწყვეტი შედეგები მოცემულია ცხრილის მესამე და მეოთხე რუბრიკაში. ერთი გარკვეული მიმართულებით განწყობისეული ილუზია, როგორც ვხედავთ, თავს იჩენს სულ 5 ნ შემთხვევაში და ყველა ეს 5 ნ შემთხვევა, ე. ი. გარკვეულ ილუზიათა შემთხვევების 100%, თავს იჩენს ეგოცენტრული თვალსაზრისით კონტრასტული ილუზიის სახით¹ და არც ერთხელ არა აქვს ადგილი კონტრასტულ ილუზიას „აბსოლუტური თვალსაზრისით. საოცარი სხვაობაა (გავიხსენოთ, რომ ცდის პირველ ვარიანტში კონტრასტული ილუზია „აბსოლუტური“ თვალსაზრისით გარკვეულ ილუზიათა 87,3%-ს უდრიდა, ხოლო „ეგოცენტრული“ ილუზიათა შემთხვევები 12,7%-ს).

დასკვნა

ზემოთ მიღებული შედეგები გვარწმუნებს, რომ როდესაც ცდისპირი ახდენს უშუალო (განწყობისეულ) ორიენტაციას ჰომოგენურ სივრცეში განლაგებულ საგანთა მიმართ, წამყვანი არის სუბიექტური, „ეგოცენტრული“ ფაქტორები (ხოლო ჩვენი წინა გამოკვლევის თანახმად ამ სუბიექტური ფაქტორთა შორის წამყვანია ხელის ფაქტორი); სუბიექტი განწყობა ამ საგნების მიმართ ეგოცენტრული თვალსაზრისით, ისე რომ მისი გადანაცვლება სივრცეში მისი თვალსაზრისის გადანაცვლებასაც იწვევს: ცდისპირი ორიენტირებულია თავისთვის მარჯვენა და მარცხენა მიმართულებებით და არა ობიექტური სივრცის საგნების აბსოლუტური მდგომარეობის მიხედვით.

მაგრამ როდესაც ობიექტური სივრცითი სიტუაცია დიფერენცირებულია, მაშინ, პირიქით, სუბიექტთა უდიდესი უმრავლესობა უშუალო (განწყობისეულ) ორიენტაციას ახდენს „აბსოლუტური“, ობიექტური სივრცის თვალსაზრისით, საგანთა ობიექტური განლაგებ-

¹ ამ ცდების დროს აუცილებლად უნდა იყოს მიღებული მხედველობაში, რომ დეზორიენტაციის გამო ზოგიერთი ცდისპირი მექანიკურ პასუხს იძლევა: ერთ-ერთი მიმართულებით აღნიშნავს დიდ ბურთს, სინამდვილეში კი გრძნობს, რომ ერთ-ერთი დიდი, მაგრამ არც ის რა მიმართულებით. ასეთი შემთხვევები უნდა იყოს გამოვლინებული. ჩვენს ცდაში ასეთი შემთხვევის გამოვლინებისას ცდა მეორედობა მანამდის, სანამ ცდისპირი გარკვეულად არ აღიქვამდა დიდი ბურთის მიმართულებას.

ობიექტური სიტუაციის თვისებები, როგორც სივრცის მიმართულ. უშ. ორიენტ. ფაქტ. 633

ბის მიხედვით, მიუხედავად თავისთავის სივრცითი მდგომარეობისა. უკანასკნელ შემთხვევაში სივრცითი ორიენტაციისათვის წამყვანი აღმოჩნდა ობიექტური ფაქტორი — სივრცითი სიტუაციის ლიფერენციაციის სახით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
დ. უხნაძის სახელობის ფსიქოლოგიის
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 17.4.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. რ. ნათაძე. სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებების უშუალო აღქმის ფაქტორთა საკითხისათვის. საქ. მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XII, № 3, 1951.
2. რ. ნათაძე. ხელის ფაქტორის როლისათვის სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებათა უშუალო აღქმაში. საქ. მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XII, № 4, 1951.
3. ფსიქოლოგიის ინსტიტუტის IX სამეცნიერო სესია. მუშაობის გეგმა და მოხსენებათა თეზისები. 1950 წ. აპრილი.

ენათმეცნიერება

ბ. რობაზა

პური ფუძის საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა არნ. ჩიქობავამ 28.9.1951)

„საქართველო ხორბლის ძველი კულტურის ქვეყანა“.

ლ. ბერია

სიტყვა პური გვხვდება უძველეს ქართულ ძეგლებში გამომცხვარი პურის მნიშვნელობით:

... მაშინ მივიღე მცირედ ღუნოა და პური დავალზე და მცირედ გემოა იხილა ([1], VI. 23).

... გუეც ჩუენ პური იგი ყოველსა ჟამსა ([2], ი. 6.34.C).

პრქუა მათ იესუ: რაოდენი პური გაქუს აქა? ([2], მ. 15.34. DE).

პური ზოგს კონტექსტში როგორც ძველს, ისე ახალ ქართულში იხმარება გადატანითი მნიშვნელობითაც:

ღლეს მე და ჯოჯიკ და ცოლმან მისმან ერთად პური ვჭამოთ, ხოლო სხუასა ნუ ვის უფლიედ ჩუენ თანა შემოსლვად ([1], VI. 2).

და ვითარ მოიწია ჟამი პურისაჲ, შემოვიდეს ჯოჯიკ და ცოლი მისი წინაშე წმიდისა შუშანიკისა, რაჲთამცა მასცა აჭამეს პური ([1], VI.6).

შდრ. ქართულის აღმოსავლურ კილოებში გამოთქმა: პურსა სჭამს— „საქმელს ჭამს“, „სადილობს“...

უფრო გვიანდელ ძეგლებში პური ხორბლეულის მნიშვნელობითაც იხმარება. ახალ ქართულში პურს აქვს როგორც გამომცხვარი პურის (პურს აცხობს), ისე ხორბლის (პურს თესავს) მნიშვნელობა.

უნდა ვივარაუდოთ, რომ პური თავიდანვე აღნიშნავდა რომელიმე ერთ-ერთი ხორბლის ჯიშს.

ქართულ პურ ფუძეს უკავშირებენ ინდო-ევროპული ენების ფუძეს, პირველ რიგში მხედველობაში აქვთ ბერძნული *πυρα* „ხორბალი“ (ა. გლეივი, ი. კარსტი...).

ამ საკითხის შესახებ ივ. ჯავახიშვილი წერს: „რადგან ბერძნულში *πυρα* და *πυρι* არსებობს, რომელიც ჰომეროსის დროს ცხენის საკვებს ჰნიშნავდა, შემდეგ კი იფქლის მნიშვნელობა მიენიჭა და რაკი ქართული „პური“ და ბერძნული *πυρα* ერთიმეორეს გასაოცრად მიაგვანან, ამიტომ ბუნებრივად იბადება საკითხი, რომ ერთი მათგანი ნასესხები უნდა იყოსო ([3], გვ. 331).

ინდოევროპულ ენებში ეს ფუძე ცნობილია აგრეთვე სლავურსა და ბალტურ ენებში: ლიტვიური pūrai (მრ. რიცხვში) „შემოდგომის ნათესი ხორბალი“, ლატვიური pūri „ხორბალი“, ძველ-პრუსიული pure „ქვევისებრი შვრიელა“, ძველ-სლავური pyro—miliun, სერბიული pir „ხორბალი (ხორბლის ერთ ერთი ჯიში)“, სლოვენური pira „ფეტვი“ (пшеница), ჩეხური pyr „ჭანგა“, რუსული pyrej; „ჭანგა“ [4].

ბუაზაკი ამავე ფუძეს უკავშირებს ინგლისურ-საქსურის furs—lolium „კონდარი“ და სანსკრიტის pūrah „ხაჭაპური“ სიტყვებს (4).

ა. გლვიე ქართულ პურ ფუძეს თვლის ინდოევროპული ენებიდან შეთვისებულად ([5], გვ. 16).

ი. კარსტის ვარაუდით, ქართული პური პელასგურიდან შემოსული სიტყვაა ([6], გვ. 597).

არაა ანგარიშგასაწევი ნ. მარის მოსაზრება ქართული პურ ფუძის შესახებ, რამდენადაც ამ ფუძეს ის განიხილავს ელემენტების მიხედვით: პურ ფუძე (ბერ ელემენტი) ნ. მარს დაკავშირებული აქვს „ფუნქციონალური სემანტიკის“ საფუძველზე ბერძნულ bal-an-os „რკო“, ქართულ მუ-ხა, რუსულ хале-н, ქართულ ხორ-ბალ, ჩინურ mu „ხე“ და სხვა ფუძეებთან ([7], გვ. 104).

ქართველურ ენათა მონაცემების გათვალისწინების საფუძველზე ირკვევა, რომ ფუძე პურ ქართული წარმოშობისაა.

სპეციალურ ლიტერატურაში ცნობილია, რომ ქართველურ ენებში -ლ (-ალ, -ელ, -ილ...) სუფიქსს წეესატყვისება -შ (-აშ, -ეშ, იშ...) სუფიქსი: ქართ. ძვ-ელ-ი, მეგრ. ჯვ-ეშ-ი „ძველი“:

„ ტ-ილ-ი, სვან. ტ-იშ „მკბენარი“, მეგრ. ტ-იშ (ტიშონუა „მოხილვა“ [8], გვ. 116).

„ ას-ულ-ი, სვან. ჰა-ს-უშ „ასული“ ([9], გვ. 42).

ა.ეთი შესატყვისობა შეიმჩნევა სხვა ფუძეებშიც: ქართ. ახ-ალი, მეგრ. ახ-აშ-ო „ახლად“; მეგრ. ც-ალი „შტო“ || ც-აშ (დოცაშუა „ხის ტოტის მიწაში ჩაფლვა, რომ შერე ფესვი გაიკეთოს“ [8], გვ. 135).

ქართ. ხვ-ელ, ძვ. ქართ. გვ-ელ (ახველებს), სვან. ხვ-აშ || გვ-აშ „ხველება“.

მეგრულში ჯგვილ (ჯგვილუნს „ცუდად, უხეშად კერავს“, „დიდ ნემსს არკობს“) ფუძის პარალელურად იხმარება ჯგვიშ (ჯგვიშუნს=ჯგვილუნს). ჯგვიშ ფუძე დადასტურებულია ქვემოიმერულშიც ([10], გვ. 75). ჯგვილ || ჯგვიშ ფუძე ქართული ჯილ (გურულის—ჯილავს „ცუდად, უხეშად კერავს“) ფუძის ზანური ვარიანტია.

ქართ. წ-ულ-ი, სვან. კ-უშ (სვან. კუშ-გეხალ „ვაქიშვილი“)¹.

წარმოდგენილი შესატყვისობა ლ:შ მორფოლოგიური ხასიათისაა. -შ აფიქსი (წინამავალი ხმოვნებითურთ -ა(შ), -ე(შ), -ი(შ)...) ისეთივე სუფიქს-

¹ უნდა ვივარაუდოთ, რომ წულ || კუშ ფუძის ერთ-ერთი ვარიანტია გურაში გავრცელებული მამაკაცის სახელი კოლა (ხანური წარმოშობისა), აქედან უნდა იყოს გვარები: კოლა-ძე (შდრ. წულა-ძი, წულა-ია.), კოლაკავა. (შდრ. წულტკიძე...).

ამვე წულ || კუშ ფუძეს უკავშირდება ადიღური კალნ „ყმაწვილი“.

დეტერმინანტია, როგორცაა -ლ (-ალ, -ელ, -ილ...). განხილული მასალის მიხედვით შეიძლება დაეასკვნათ, რომ -შ (-აშ, -ეშ, -იშ...) სუფიქსი ქართველურ ენათა შინაა ჯგუფის—ზანურისა თუ სვანურის—კუთვნილებაა. -შ სუფიქსი წარმოადგენს ქართული -ხ (ახ, -ეხ, -იხ...) სუფიქსის ფონეტიკურ ვარიანტს.

ასეთი -ხ დეტერმინანტი დასტურდება ქართულში მთელ რიგ ფუძეებში, მაგ., ქართ. მწყემსი ← მწყეხი, მეგრ. ჭყეშ-ი შდრ. ([8], გვ. 96).

ეგვე ზანურ-სვანური სუფიქსი -შ (-აშ, -ეშ, -იშ...) იხმარება სიტყვაწარმოებაში:

1. მეგრ. ორჩხეშ-ი „ქვევრის სარეცხი იარაღი, ბლის ქერქისაგან გაკეთებული, ზმნისაგან ორჩხუნს რეცხავს“, შდრ. ამავე ზმნის მიმღობებს ფორმა—ორჩხალ-ი „გასარეცხი“.

მეგრ. ოფეთაშ-ე „საჩეჩი“—ზმნისაგან ფეთუნს „ჩეჩს“, შდრ. ამავე ზმნის მიმღობა—ოფეთალ-ი „საჩეჩი“.

მეგრ. ოჭვაშ-ე „ხის სახვრეტი „შამფური“, ზმნისაგან ჭუნს „წვავს“, შდრ. მიმღობა ამავე ზმნისა—ოჭვალ-ი „დასაწვავი“.

მეგრ. ო(მ)ბარეშ-ი „საბერველი“ (სამქედლოსი), ზმნისაგან უ(მ)ბარს „უბერავს“, შდრ. მიმღობა ამავე ზმნისა—ო(მ)ბარალ-ი „საბერველი“.

ამ მაგალითებში -აშ, -ეშ გაქვევებული აფიქსია. მიმღობებს სუბსტანტივის მნიშვნელობა აქვს.

2. მეგრ. უდიდაშ-ი (ქართ. უდიდესი) „უდიდესი“.

„ უმაღალაშ-ი (ქართ. უმაღლესი) „უმაღლესი“ და სხვა...

ეგვე -შ ნათესაობითი ბრუნვის აფიქსია: მეგრ. კონაშ, სვან. მარემიშ, ქართ. კაცის...

დადასტურებულია ერთი შემთხვევა, როცა ზანურ-სვანურ სუფიქს-დეტერმინანტს ქართულში მორფოლოგიურად შეესატყვისება -ვ (-ევ): მეგრ. კიშ (გეკიშაფა „დაწევა“) ქართ. წევ (დაწევა [8], გვ. 404).

გარდა -ლ (-ალ, -ელ, -ილ...) და ვ (-ევ) სუფიქს-დეტერმინანტებისა, ზანურ-სვანური -შ (-აშ, -ეშ, -იშ...) სუფიქს-დეტერმინანტის მორფოლოგიური შესატყვისიარ (-არ, -ერ, -იარ...) სუფიქს-დეტერმინანტი:

ქართ. კერ-ი (კერატი), მეგრ. კეშ-ი || კერ-ი „მამალი ღორი“, კერატი“.

კეშ-ი, უთუოდ ზანურიდან შეთვისებული, იხმარება გურულში ([11], გვ. 34).

ქართული კერატ-ის ვარიანტია ძველი ქართულის კოლტი „ღორის ჯოგი“ (საბა).

და იყო მათგან შორს კოლტი ღორთაჲ მძოვარი ([2], მ. 8. 20 DE). კოლტ ფუძეში ორი სუფიქსია: ოლ და ტ. ოლ-ის მორფოლოგიური ეკვივალენტებია -ერ (კ-ერ) და -ეშ (კ-ეშ): კოლტ, კერ-ატ, კეშ.

ქართ. კე-ერ-ი, მეგრ. კე-არ-ი „კვერი“, სვან. კე-აშ „მქალი“ ([12], გვ. 215).

ქართ. ტ-არ-ი „პეშვი“; „ცენის წინა ფეხები“, ლეჩხუმური ტ-ო შ-ი „ტორი“ ([13], გვ. 155).

შესაძლებელია, რომ ტორ ფუძის ვარიანტი იყოს ქართ. ტ არ-ი, შდრ. რუს. *пука*→*пучка*→*пучок* (ქართ. ტაში || ტუში?!).

მეგრ. ოს-ურ-ი „ქალი“, ქართ. ას-ულ-ი, სვან. ას-უშ || ჰა-სე-იშ „ქალიშვილი“.

უკანასკნელ შემთხვევაში ძირისეული ელემენტი ხ გაფორმებულია სამი -ურ, -ულ და -უშ სუფიქსით.

მეგრ. ჭ-ი (მიონქირინუანს „მიადწევს“), ჭ-იშ (მიოქიშუანს „დაეწევა“), ქართ. წ-ევ (მიადწევს).

ამ მორფოლოგიურ შესატყვისობათა გათვალისწინების შედეგად, ვფიქრობთ, შესაძლებელი ხდება პურ ფუძის გაანალიზება.

ქართულ პურ ფუძეს ქართველურ ენებში გააჩნია შესატყვისი ვარიანტები. ერთ-ერთ ასეთ ვარიანტად ჩვენ ვთვლით ნ. კეცხოველის მიერ ზემო ქართლში დადასტურებულ (ხორბლეულის ერთ-ერთი ჯიშის სახელწოდებას—პოშოლას) ამის შესახებ ივ. ჯავახიშვილი წერს: „დოლის პურის ქვესახეობა, რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოშიც და დასავლეთშიც არის გავრცელებული ენგურის, რიონის, ყვირილისა და ლიახვის ხეობებში, ნ. კეცხოველის ცნობით, სვანეთში „კვეცენად“ იწოდება, ქართლში „უფხო პურის“ სახელით არის ცნობილი, ზემო ქართლში „პოშოლასა“ და „ხუხალას“ ქართლსა და რაქაში ეძახიანო ([3], გვ. 335).

პოშოლა ცნობილია აგრეთვე ლეჩხუმშიც: პოშოლა—მახა, პურის ჯიში, გრძელი და ბრტყელი თავთავი აქვს“ ([13], გვ. 153).

ეგვევ სიტყვა დადასტურებულია ქიზიყშიც: პოშოლა, პროშოლა „პურის ჯიშია...“ ([14], გვ. 145).

პოშოლა ფუძეში -ოლა- კნინობითობის აფიქსია, შდრ. [15]; პოშ უკავშირდება პურ ფუძეს, სადაც ძირად გამოიყოფა პ, -ურ და -ოშ შესატყვისი (მორფოლოგიურად) სუფიქს-დეტერმინანტებია.

მაშასადამე, -შ (-ოშ) სუფიქსის მიხედვით პოშ ზანურ-სვანური ვარიანტი ჩანს ქართული პურ ფუძისა.

ყურადღებას იქცევს ის ფაქტი, რომ -ოშ სუფიქსიანი ზანურ-სვანური წარმოშობის პოშ (პოშოლა) ფუძე შემონახულია დასავლეთ საქართველოში სწორედ ლეჩხუმში. ცნობილია, რომ ქართული ენის ლეჩხუმურ კილოში შეინიშნება ზანურ-სვანური ლექსიკური ფენა (შდრ. ლეჩხ. ტ-ოშ-ი: ტ-არ-ი...)

პოშოლა აღმოსავლეთ საქართველოში ქართული ენის დასავლური კილოებიდან უნდა იყოს შემოსული.

ქიზიყურ ვარიანტში პროშოლა რ ფონეტიკური ჩანართი უნდა იყოს. შდრ. მეგრულში რუსულიდან შესული სიტყვა პოლი || პროლი „იატაკი“, რუს. пол.

პურ ფუძის მეორე ვარიანტი, ამავე ზანურ-სვანური წარმოშობისა, უნდა იყოს სვანური პაშან „პატარა ზეინი ხორბლისა ყანაში“ ([16], გვ. 27). პა-

შან ფუძეში ძირისეული პ გაფორმებულია ორი -აშ და -ან სუფიქსით. (შდრ. სვან. ჯ.გ.-ინ-ელ „ძველი“—ინ და -ელ სუფიქსებით გაფორმებული).

ამგვარად, არ უნდა იყოს საეჭვო, რომ სიტყვა პური ქართული წარმოშობისაა და არა ინდოევროპული ენებიდან შეთვისებული, როგორც ამას ფიქრობენ ა. გლეიე და ი. კარსტი...

წარმოდგენილი მოსაზრება, რომ პური ქართული წარმოშობის სიტყვაა, უფრო სარწმუნო ვახდება, თუ გავითვალისწინებთ საერთოდ ხორბლულის კულტურული სახის წარმოშობის ისტორიას.

ცნობილია, რომ საქართველო წარმოადგენს ხორბლის კულტურის უძველეს ქვეყანას (ლ. ბერია) [17]. „საქართველო ხასიათდება მსოფლიოში არსებულ ხორბლეულის კულტურულ სახეთა ყველაზე მეტი რიცხვით“ ([18], გვ. 916). საქართველოს ტერიტორიაზე (ლენხუმში) დღესტურებულია კულტურული ხორბლეულის ამოსავალი ტიპი—მახა (triticum macha). კულტურული ხორბლის ეს წინასახეობა უძველეს ეპოქაში (ნეოლითის ბოლოს) გავრცელებული ყოფილა საქართველოს ტერიტორიაზე. ვ. მენაბდე მ როგორც მახა, ისე სხვა ჯიშის ხორბლეული გამაგვინა კოლხიდის (ზუგდიდის რაიონი, დიხა გუძუბა) არქეოლოგიური განთხარების ობიექტებში ([19], გვ. 8). ვ. მენაბდისა და სხვა ტრიტიკოლოგების ცნობით, არც ერთ ხალხს, არც ერთ ქვეყანას არ გააჩნია ქართული მახას ტიპის ხორბალი.

დასკვნები

1. სიტყვა პური-ი უძველეს ქართულ ძეგლებში იხმარება გამომცხვარი პურის მნიშვნელობით. უნდა ვივარაუდოთ, რომ უფრო ადრინდელ პერიოდში ეს სიტყვა გამოხატავდა ხორბლის ერთ-ერთ ჯიშს.

2. ქართულ პურ ფუძეს უკავშირებენ ინდოევროპულ სიტყვას—ბერძ. *πυρρον*—„ხორბალი“, ძვ.-სლავ. *пыро*—miliun, ლათინ. *purī* „ხორბალი... (ა. გლეიე, ი. კარსტი...).

3. ქართული პურ ფუძე არ დგას იზოლირებულად: რ და შ აფიქსთა შესატყვისობის გათვალისწინებით (ქართ. კ-ერ-ატ-ი, მეგრ. კ-ეშ-ი „მამალი ღორი“; ქართ. ტ-ორ-ი, ტ-ოშ-ი [ლენხ.] „პეშვი“) მას მოეპოვება პარალელური ფუძეც.

4. პურ ფუძის ერთი ვარიანტია პ-ოშ (პოშოლა პურის ჯიში ლენხუმში, ზემო ქართლში...). პურ ქ პ-ოშ ფუძის ძირია პ, -ურ და -ოშ სუფიქს-დეტერმინანტებია.

5. პოშ—ზანურ-სვანური წარმოშობისაა, შ (-აშ, -ეშ...) ზანურ-სვანური სუფიქსია, ქართულის -ხ (-ახ, -ეხ...) სუფიქსის ფონეტიკური ვარიანტი.

6. პურ ფუძის მეორე ვარიანტი უნდა იყოს სვანური პაშ (სვან. პაშან „პურის პატარა ზეინი მინდვრად“), შდრ. ქართ. პ-ურ, პ-ოშ, სვან. პა-შ.

7. როგორც ჩანს, პურ ფუძე ქართული წარმოშობის ფუძეა და არა ინდოევროპული ენებიდან შეთვისებული, როგორც ამას ვარაუდობენ ა. გლეიე, ი. კარსტი...

მ. ეს დებულება უფრო სარწმუნო ხდება პურის კულტურული სახის ისტორიის გათვალისწინების საფუძველზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ენათმეცნიერების ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.10.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. იაკობ ცურტაველი. მარტულობა შუშანიკისი. გამ. ილ. აბულაძისა, თბილისი, 1938.
2. ქართული ოთხთავის ორი ძველი რედაქცია სამი შატბერდული ხელნაწერის მიხედვით. გამ. აკაკი შანიძისა, თბილისი, 1945.
3. ივ. ჯავახიშვილი, საქართველოს ეკონომიური ისტორია. წ. I, თბილისი, 1930.
4. É. Boisacq. Dictionnaire étymologique de la langue grecque. Paris, 1938.
5. А. Глейс. Арио-европейские, а в частности иллирийские элементы в грузинском языке. СМОМПК, გამ. XXXI, განყ. IV, 1902.
6. I. Karst. Die vorgeschichtlichen Mittelmeervölker. Heidelberg, 1931.
- ✓ 7. Н. Я. Марр. Китайский язык и палеонтология речи. Избр. работы, т. IV.
8. არბ. ჩიქობავა. ჰანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
9. არბ. ჩიქობავა. სახელის ფუძის უძველესი აგებულება ქართველურ ენებში. თბილისი, 1942.
10. ვ. ბერიძე. სიტყვის კონა იმერულ და რაქულ თქმათა. პეტერბურგი, 1912.
11. გ. შარაშიძე. გურული ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
- ✓ 12. Н. Я. Марр. Яфетические зори на украинском хуторе. Избр. работы, т. VI.
13. მ. ალავიძე. ლენხუმური ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
14. ს. მენთეაშვილი. კიზიყური ლექსიკონი. ვ. თოფურისა რედაქციით, თბილისი, 1943.
15. ვ. თოფურია, ქართველურ ენათა სიტყვაწარმოებიდან. V. კინობითი ქართველურ ენებში. საქ. მეცნ. აკადემიის ენის ინსტიტუტის III სამეცნიერო სესია (თეზისები).
16. Н. Я. Марр. Извлечение из сванско-русского словаря. Петроград, 1922.
17. ~~სიტყვა~~ სიტყვა თბილისის სტალინის საარჩევნო ოლქის ამომრჩეველთა წინასაარჩევნო კრებაზე 1950 წ. 9 მარტს. გაზ. „კომუნისტი“, № 53 (8613).
18. Л. Л. Декапрелевич. Роль Грузии в происхождении пшеницы. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. II, № 10, 1941.
19. В. Менабдс. Пшеницы Грузии. Тбилиси, 1948.

არქეოლოგია

ბ. ლომთათიძე და ი. ციციშვილი

ახალალმოგინილი აკლდამა მცხეთაში

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 18.9.1951)

საქართველოს ძველი დედაქალაქის მცხეთის მიწაში ბოლო ათი წლის განმავლობაში მრავალი მნიშვნელოვანი არქეოლოგიური ძეგლი აღმოჩენილი. 1951 წლის ივნისის შუა რიცხვებში იქ თავი იჩინა კიდევ ერთმა შესანიშნავმა ძეგლმა — კარგად შემონახულმა დიდმა, მავზოლეუმის ტიპის აკლდამამ I.

ეს აკლდამა მდებარეობს რკინიგზის სადგ. მცხეთის აღმოსავლეთით, 300-ოდ მეტრის მანძილზე, კლდოვანი მთის ციცაბო კალთის ძირას. ამ ადგილას ადრეცაა მცხეთის ექსპედიციის მიერ გათხრილი სამარხი ნაგებობანი — ახ. წ. I—III საუკუნეთა ლარიბული ინვენტარის შემცველი, კრამიტით აშენებული. ამრიგად, აქ შეგვიძლია აღნიშნული დროის სამაროვანი ვივარაუდოთ.

აკლდამა ჩადგმულია ფერდობზე სავანეობდ ამოჭრილ, სწორკუთხოვან ქვაბულში (9,10×4,85 მ), რომელიც შემოზღუდულია ნატეხა ქვითა და თიხით, ყორულად ამოყვანილი და შიგნიდან თიხაღესილი კედლებით. კედლების სიმაღლე 1,6—2,1 მეტრს აღწევს. ჩრდილო კედელში დატოვებულია ფართო (1,60 მ) შესასვლელი. აქ ალბათ მიწაში გამოკვეთილი ან ქვით მოფენილი საფეხურები ჩადიოდა აკლდამისაკენ. შესასვლელი ქვით იყო ამოქოლილი — საფეხურებელია, მიცვალებულის დაკრძალვის შემდეგ.

აკლდამა დამხრობილია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. მას უკავია შემოზღუდულის დასავლეთი მხარე, საერთო ფართობის ნახევარზე ნაკლები, ასე რომ აკლდამის წინ არის საკმაოდ ვრცელი (5,23×4,50 მ) ეზო, რომელიც, ეტყობა, წინასწარ ყოფილა განკუთვნილი დაკრძალვის ცერემონიალისათვის. ამ ეზოში მიწა დატკეპნილი თიხითაა მოფენილი.

აკლდამა წარმოდგენს სწორკუთხოვან მოყვანილობის სამარხავ სენაკს, რომელსაც კარი აღმოსავლეთ კედელში აქვს დატანებული. ამ სენაკის სიგრძე 2,33 და 2,37 მ უდრის, სიგანე — 1,75 და 1,80 მ, კედლების სიმაღლე კამარის ქუსლამდე — 0,93 მ, ხოლო თხემამდე — 1,90 მ.

კედლები აგებულია ქვიშაქვის დიდრონი თლილი ფილებით, უღუღაბოდ და, ეტყობა, გადასაბმელი სამაგრების გამოუყენებლივ. ამგვარივე ქვებითაა გამოყვანილი ნახევარწრიული კამარა, რომლითაც გადახურულია აკლდამა.

ფილები ერთმიმორზე მჭიდროდ მორგებული და კარგად შერწყმულია, მაგრამ წყობის სისტემას სიმკაცრე არ ეტყობა. აკლდამის ყველა კედელი, კარის წირთხლები და კამარა სქლად (1,5—3,0 სმ) შეღესილია. ნაღესობა მშვენიერია. მას მოწითალო ფერი გადაპკრავს კირში სინესტისგამძლეობის მისანიჭებლად დანაყილი კერამიკის შერევის გამო.

(I აკლდამა ვახობრა და შესისწავლა ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის ექსპედიციამ (ხელმძღვანელი — მეცნ. კანდ. გ. ლომთათიძე; მონაწილენი: მეცნ. კანდ. ი. ციციშვილი, გ. ცქიტიშვილი, თ. ლამბაშიძე, კ. კვეციანი და ე. კვეციანი). თხრა წარმოდგა 1951 წ. 15-დან 30 ივნისამდე.

(II უდაგლოვანის გამო აკლდამის ნახაზებს აქ ვერ ვათავსებთ. ისინი დაბეჭდვბა უფრო ვრცელ მონოგრაფიაში, რომელიც მალე უნდა გამოქვეყნდეს.

(III კედლების დაურღვევლად ეს დანამდვილებით ვერ გაირკვეოდა.



(იატკად დაგებულია სხვადასხვა ზომის სწორკუთხოვანი ფილები) რომელთა სისქე 20 სმ აქნევს. იმისთვის, რომ ფილები უფრო მჭიდროდ ყოფილიყო დაწყობილი, მიწაზე წინასწარ მოყრილია ღორღი და ქვიშა.

ჩრდილოეთის, დასავლეთისა და სამხრეთის კედლები (რომლებიც თითქმის უშუალოდ ესე-ა ვალაენს), შიდაპირისაგან განსხვავებით, უსწორმასწოროდ ნაწყობი ქვებითაა აშოყვანილი. აკლდამის აღმოსავლეთის ფასადი შემოსილია მოყვითალო ქვიშაქვის სხვადასხვა ზომის ალიო კვადრებით. ეს კედელი დავს დაბალ. ერთსაფეხურიან ცოკოლზე და ზემოთ თავდება ფრონტონით, რომელიც დავეირგვინებულია მარტავი, მოხდენილი პროფილის მქონე ლავარდ-ნით. ფასადს ნაპირები უსწორმასწორო აქვს, ვინაიდან გვერდის კედლები ფრონტონის მიმარ-თულებით თანდათან, საფეხურთა სახით ვიწროვდება. შუაში არის კარი, რომელსაც დაბა-ლი ზღურბლი და შავფიო-პროფილიანი საპირე აქვს. კარში მჭიდროდ იყო გაკეცილი დიდი (1,03×0,68×0,20 მ) სწორკუთხოვანი ლოდი, გამოჭრილი კირქვიანი ქვიშაქვისაგან.

მიუხედავად იმისა, რომ ფასადის კვადრები გულდასმითაა ერთიმეორეზე მორგებული, აქა-ეკ სიმწყობრე დარღვეულია (ჩამოტეხილი კუთხეები, მეტად ფართო ნაწიბურები) და ასეთი ადგილები კირითაა ამოლესილი. კარს აქეთ-იქით წყობაში ჩანს რკალისებრი ნაკერები, რომ-ლებიც შეესაბამებიან კამარის მოხაზულობას. ყურადღებას იქცევს აგრეთვე ფრონტონის ლავ-გარდანთა დამაგრების ხერხი: ორივე მხარეზე ქვედა კუთხე და ფრონტონის ტიშანის ქვეშ მდებ-რე კვადრი ერთისა და იმავე დიდი ქვისგანაა გამოჭრილი, ასე რომ ეს კუთხის ქვები გვერ-დიდან ამაგრებენ ფრონტონის შუა ნაწილს.

პერანგის ქვებს ემჩნევა ქვისთლელის ხუთი სხვადასხვაგვარი ხელსაწყოს კვალი. ეს უნდა აყოს ბერძნის, წალკარის, სათლელის, სარანგელისა და კბილანებიანი ეკოს ტიპის იარაღები. აკლდამის ორკალთიანი სახურავი დახურულია ორი სახის დიდრონი კრამიტით. სახურა-ვის მიუღ ზედაპირს ფარავს ფართო და ბრტყელი, გვერდებზეაეცილი, ხოლო მათ ნაწიბუ-რებს უფრო ვიწრო, ღარისებრი კრამიტები. ასეთი კრამიტი ძალზე გავრცელებულია ძვე-ლი მცხეთის ნაგებობათა შორის [1].

სახურავი ყოველ მხარეს დიდად სცილდება კედლებს. ზედ აკლდამაზე კრამიტები უშუ-ალოდ კარის თხელ ფენაზე აწყვეა ქვის კამარის კედლებზე. კედლებს გარეთ კი ისინი დანდო-ბილი ყოფილა ხის ლარტყებზე, რომელთა ზედა ბოლოები, ჩანს, აკლდამის კიდზე იდია, ხო-ლო ქვედა — აკლდამის გრძივი კედლების გასწვრივ ამოყვანილი ყოფი-ნეკედლებზე.

კრამიტი, ისევე როგორც საერთოდ მცხეთის ძველი კრამიტი, ვარვად გამოამწვარი და წით-ლიდ შედგებილია. თითქმის ყველას აქვს ხელოსნის ნიშნები. საყურადღებოა, რომ ყველა ბრტყელ კრამიტზე ერთი და იგივე ნიშანია გამოყვანილი, ხოლო ღარისებრი კრამიტებზე — შეიღნაირი. ძნელია გაღებრით პასუხის გაცემა ერთ ხაქითხზე: თავის დროზე ამ აკლდამას თავზე მიწა აყარა, თუ იგი ჩანდა მიწის ზედაპირზე, თუნდაც ნაწილობრივ?

პირველ ვარიანტს მხარს უჭერს რამდენიმე გარემოება: ქვაბული არ შეპფერის მიწისზე-და მიგზობლეუმი; ვალაენის კარი ბოჭოლილია; ფასადის პერანგის კვადრები ყოველთვის არა-საკმაოდ ბეჭითად თლილი; ვალაენის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კუთხეში იატაკის ღონეზე აღ-მონიშნა ტხენის მთლიანი ჩონჩხი; თხრისას ჩანდა, რომ აკლდამის ირგვლივ მიწა ხელოვნრად უნდა ყოფილიყო დაყრილი; არ აღმოჩენილა არავითარი წარწერა, ხოლო (მცხეთის ძველთა შესწავლით მიღებული გამოცდილების მიხედვით) წარჩინებული პირების სამარხთა წარწერები ზედ დაყრილ მიწაზე აღმართულ სტელებზე იყო ხოლმე და არა თვით სამარხ ნაგებობებზე, რაკი ეს უკანასკნელები არ ჩანდა. დასასრულ, შეგვიძლია ვავისხენით ცნობილი რუსი არქეო-ლოგის ბ. ფარ მასკოვის კი ს. აზრი, რომ „სამარხის მიწით დაფარვა უფრო უზრუნველყოფ-და ნეშტისა და მისთვის დაკრძალვისას მიძღვნილი საგნების ხელუხლებლობას და თან უფრო შეფერებოდა მიცვალებულის მიწაში დაფლვის იდეას“ ([2], გვ. 19).

მეორე მხრივ, კრამიტის სახურავი თითქმის არ უნდა დაფარულიყო მიწით. ამას ისიც მოწ-მობს, რომ კამარის ქუსლის ღონეზე აღმოჩნდა სახურავიდან გადმოყრილი თუ გაღმოცვენო-რამდენიმე კრამიტი, ე. ი. ერთ დროს მანაც სახურავს მიწა არ ეყარა. სახურავის ზოგოერთ კრა-მიტს აშკარად ეტყობა ქვის ღარტყვის კვალი და შეიძლება ეს ქვები ფერლობიდან ეცეპოდა შიშველ სახურავს.

აკლამის ფასადს თავზე კრამიტები 70 სმ მინძილზე იყო სამ წყებად წინ გამოწეული. ეს სამი წყება ან ჩაყრილ მიწაზე იქნებოდა დანდობილი, ან არა და საამისოდ ხის საყრდენს იქნებოდა ამუშავებული, წინკარბით. შეიძლება სწორედ ამ მიზნით ჰქონდეს ფრონტონს გაკეთებული გამოწვევი ლავვარდნის თავზე.

მართალია, საქართველოში ამგვარი სამართის ნაგებობა დღემდე მთელი არსად შეგვხვდებოდა, მაგრამ სხვაგან ელინისტურ ხანაში საკმაოდ ხშირია აკლამები, რომლებსაც ფასადი ან სულ ღია აქვთ, ან ისინი ნაწილობრივია ჩაღმული მიწაში. ასეთია, მაგალითად, ბისფორის ზოგი აკლამა, თრაკიის ყარაღანთა აკლამები და ბოლოს, მცირე ზომის, კლდეში გამოკვეთილი აკლამები ([3], გვ. 47, 110).

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინების შემდეგ შეიძლება უემპეულად მივიჩნიოთ მხოლოდ ის, რომ აკლამას მიწა დაყრილი ჰქონია სამი მხრიდან (სამხრეთიდან, დასავლეთიდან და ჩრდილოეთიდან) — კამარის ქუსლის ან, უფრო სწორედ, კრამიტის სახურავის დონემდე. მ სამ მხარეზე გამოჩნდა მიწაში აკლამის აგებაზე მომუშავე ქვისმთელთა მიერ გადაყრილი ნატეგები. მიწა ფარავდა აგრეთვე ფასადის ნაბიჯებს, რომელთაც საფეხურისებრი პროფილა ჰქონდათ დატოვებული — ეტყობა, იმ ვარაუდით, რომ ისინი არ გამოჩნდებოდა.



ახლად აღმოჩენილ აკლამას მოეპოვება ზოგიერთი ანალოგია შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროებზე, მცირე ზომაში და აღმოსავლეთ ევროპაში (იხ. ძაგ. [2], გვ. 110, (4), გვ. 294, (5), გვ. 26).

მცხეთის აკლამის ზოგიერთი ნიშანი წარმოდგენილია, კერძოდ, შავი ზღვის ჩრდილო სანაპიროთა ელინისტურ აკლამებშიც. ასე, მაგალითად, ანაპის აკლამაში ([3], გვ. 83, ტაბ. XXIX—XXX) უხედავთ ასეთივე კონსტრუქციის კამარას, ფილათა წყობას და კედლების შემოსვას კვადრებით. ტარსოვსკაიას აკლამებს ([3], გვ. 110, ტაბ. XXXV—XXXVI) ღია, დორიულ

ფრონტონის მქონე ფასადები, საფეხურისებრი კედლები და ქვის პერანგები აქვთ. ვასიურისკაია გორას აკლამას ([3], ტაბ. XII) აგრეთვე საფეხურებისებრივ გაფორმებული ფასადი და ნახევარწრიული კამარა აქვს.

ჩვენი აკლამა, მიუხედავად ზოგი არსებითი სხვაობისა, უახლოვდება აგრეთვე ოლგის სამარხ ნაგებობებს (ახ. წ. II—III ს. ს.). მაგალითად, „ერესიბიოსისა და არეტეს“ აკლამის კამარა ქვის წყობითა და კონსტრუქციით ზედმიწევნით ჰგავს მის კამარას ([6], ტაბ. IV—VI). „ზევის ყორანის“ აკლამას მცხეთისა მოგვაგონებს კამარის წყობითა და კედლების შიდა პერანგით ([2], გვ. 17—23).

კიდევ უფრო ჰგავს მცხეთის აკლამა გეგმით, კომპოზიციითა და მშენებლობის ტექნიკით ქერჩის ცნობილს „დემეტრას აკლამას“, რომელიც აგებულია ახ. წ. I საუკუნის I ნახევარში — ყორანქვეშა აკლამებისაგან განსხვავებით, ბუნებრივ მადლობში ([3], გვ. 199; (5), გვ. 382).

მაგრამ ჩვენს აკლამას უახლოესი ანალოგიები, ბუნებრივად, საქართველოშივე მოეძებნება. ბაგინეთის აკლამას, რომელიც ახ. წ. II საუკუნეს მიეკუთვნება [7], ასეთივე გეგმა, კედლების პერანგი და ფრონტონის პროფილიანი ლავარდანი აქვს და ამრიგად საეჭვო არ უნდა იყოს, რომ ეს ორივე ძეგლი დაახლოებით ერთსა და იმავე ხანაშია აშენებული. ამასვე ადასტურებს სრული იგივეობა ამ ორი ნაგებობის კრამიტებზე ამოკრილი ნიშნებისა. უნდა ვავითვალისწინოთ აგრეთვე არმაზციხის (ბაგინეთის) გალავნის პერანგისა და ჩვენი აკლამის პერანგის ქვების წყობის სრული მსგავსება (არმაზციხის ეს გალავანი, ირ. ციციშვილის აზრით, ახ. წ. I საუკუნეს მიეკუთვნება).

V

ამრიგად, მცხეთის აკლამის არქიტექტურა და ზემოთ განხილულ ძეგლებთან მისი შედარება საფუძველს გვაძლევს იგი ახ. წ. I და II საუკუნეთა მიჯნას მივაკუთვნოთ. როგორც ქვემოთ დავინახავთ, შიგ ალმონილი ნივთების ხნოვანებაც მხარს უჭერს ასეთ დათარიღებას.

მცხეთის აკლამა ანტიკურ ძეგლთა წრეში ექცევა. მის არქიტექტურულ ფორმებს გეზი უჭირავთ ელინისტური ხუროთმოძღვრებისაყენ, რომელიც წინა აზიის ყველა ქვეყანაში იყო გავრცელებული.

მაგრამ უსათუოდ ხაზი უნდა გავსვას ამ ძეგლის თავისთავადობის მომასწავებელ ზოგ მხარეს. ფასადი აქ ორიგინალურადაა გამოყვანილი და მას მახლობელი პარალელები არ მოეპოვება. ფასადის დამაგვირგვინებელი ფრონტონი ორი დაქანებული ლავარდნისაგან შედგება და არა აქვს ჰორიზონტული ლავარდანი. ასეთი რამ, როგორც ცნობილია, ბერძნულ-რომაული ხუროთმოძღვრებისათვის იშვიათ გამოჩაყლის წარმოადგენს. პირიქით, ამგვარი ფრონტონი ფართოდაა გავრცელებული ფეოდალური საქართველოს ხუროთმოძღვრებაში. იგივე შეიძლება ითქვას იმის შესახებ, რომ ფრონტონის ფუძე კამარის თხემის დონეზე უფრო დაბლა პლდებარეობს (1. კედლების ქვები არაა მწყობრად და კლასიკური

(1 ასეთი ხერხი ყურადღებას იქცევს უფლისციხეშიც ([8], გვ. 124).

ხუროთმოძღვრებისათვის დამახასიათებელი მკაცრი სისტემით დალაგებული: ოსტატს აქ გაბედულად დაურღვევია ფენათა ჰორიზონტალობა და ისე დაუწყევია თლილი ქვები, როგორც მათი მოყვანილობა უკარნახებდა. სწორედ ეს ახასიათებს ქართულ ხუროთმოძღვრებას. გარდა ამისა, მცხეთის აკლდამის არ გააჩნია რომაული თუ ბოსფორული ძეგლებისათვის ჩვეული ნიშნები. მაგალითად, აქ არ არის სენაკში „დამაგვირგვინებელი ლავარდანი, რომელიც ესოდენ ახასიათებს რომაული დროის აკლდამებს“ ([3], გვ. 275) და რომელიც კედლებს კამარისაგან გამოყოფს ხოლმე.

აქვე უნდა გავიხსენოთ სტრაბონის ცნობა (რომელსაც ახლა ახალი, კიდევ უფრო ცოცხალი შინაარსი ენიჭება) იმის შესახებ, რომ იბერიაში ყოფილა ხუროთმოძღვრების წესებისამებრ აგებული და კრამიტი დაბურული შენობები ([9], გვ. 217). ცხადია, რომ ამ სიტყვებში ვერ ვიგულისხმებთ რომაული ხუროთმოძღვრების „წესებს“, რომელთა გავლენა სტრაბონის დროისთვის ჯერ კიდევ ვერ იჩენდა თავს (შდრ. [10]).

აღნიშნული მომენტები მოწმობს ჩვენებური ოსტატების შემოქმედებით დამოუკიდებლობას. ჩვენ წინაშეა მკაფიო მაგალითი იმისა, თუ ძველი ქართული ხელოვნება, ელინისტური კულტურის ტრადიციებით გამდიდრებული, როგორ განაგრძობს განვითარებას და თან თავისთავადილობას არ კარგავს.

აკლდამა, როგორც უკვე ითქვა, მშვენივრადაა შემონახული. მაგრამ ჯერ კიდევ მისი გათხრის დაწყებამდე ცხელი შეიქნა, რომ იგი გაძარცვული ყოფილა. მძარცველებს კამარა ჩატეხიათ (45x60 სმ ფართობზე, აღმოსავლეთით, ზედ ფრონტონთან) და ისე ჩასულან აკლდამაში, ასე რომ სამარხში თითქმის საყურადღებო აღარაფერი უნდა აღმოჩენილიყო. მაგრამ ჩუწის გათხრა-გამოცდის შედეგად გამოვლინებულ იქნა მრავალფეროვანი და უთუოდ მდიდრული ინვენტარისაგან შემორჩენილი ბევრი ნივთი.

ადამიანის ძვლები ცუდად დაცული და ძლიერ არეულ-ღარეული იყო, რის გამოც ძნელია დაკრძალულთა გვამის მდებარეობა-დამხრობის შესახებ მსჯელობა. ისლა ითქმის, რომ თავისუფალა სამარხის დასავლეთ ნაწილში იყო. სრულწლოვანი ადამიანის ძვლებს გარდა ბავშვის ძვალთა ნამტკრებებიც აღმოჩნდა.

ეტყობა, მიცვალებული სარეცელზე ყოფილა დასვენებული. ამას გვაფიქრებინებს: დიდრონი, კარგად შენახული, დახვრტილი ფიცრები და მათთან დაკავშირებული რკინის საღებები, ბრინჯაოს საცეცები, ორნამენტული ნაწილები (მათ შორის ქვირული), ლურსმნები და სხ. მდიდრული დასაკრძალავი სარეცლის ნაშთები (ვერცხლით გარშემოქცეული ფეხები) აღმოჩენილია ბორის სამარხებში [11]. არმაზისხევის ერისთავთა სამაროვნის სამ სამარხში [12] და ბავინეთის სარკოფაგში.

მრავლად აღმოჩნდა ნაირნაირი ქურქლეული. ვერცხლის ჯამებისა თუ პინაკებისა წერილწერილი ნატეხებილა შემოგვრჩა. მთელია მხოლოდ ერთი პატარა ლამაპი, რომელიც, ჩანს, პირსაფარეშო საგნებს განეკუთვნება. იგივე დანიშნულება უნდა ჰქონდეს ზღვის ორ ნიქარას. ერთი ასეთი ნიქარა აღმოჩენილია სამთავროს I—III ს.ს. მდიდრულ სამარხშიც (1940 წ. სამხრეთი უბნის სამარხი № 212). მინის ქურქელი წარმოდგენილია მშვენივრად ნაკეთები, მუქი იისფერი ორი ფეხისა და ერთი ზაფია ფილისა და აგრეთვე თხუთმეტოღე სხვადასხვაგვარი, დიდ-პატარა სანელსაცხებლის სახით. ასეთი სანელსაცხებლები ჩვეულებრივია ბორისა და მცხეთის ახ. წ. I—III ს.ს. სამარხების ინვენტარში [11, 12]. მინის ამგვარი თევშები და ფაღა კი პირველად გვხვდება ჩვენში. აღნიშნული დროის მდიდრულ სამარხებთან შედარებით უჩვეულო ელემენტია თიხის ქურქელი, რომელიც აქ წარმოდგენილია რამდენიმე წითლად გამოშვარი ჯამითა და ჭრკით. აგრეთვე უჩვეულოა ის ვარემოება, რომ ჩვენს აკლდამაში აღმოჩნდა მსხვილფეხა პირუტყვის ძვლები. მიცვალებულისათვის ხორცის ჩატეხა აქ არქაულად გამოჩნდა და უნდა ჩაითვალოს: დღემდე ამ წესს მცხეთის სამარხებში ვხედავდით არა უფროანს ძვ. წ. I—IV საუკუნეებისა.



ინვენტარის ყველაზე უფრო პრავალიცხოვან ნაწილს შეადგენს სამკაული, რომელთა შორის არცთუ ცოტა შემორჩენილა ოქროსი. ამ უკანასკნელთაგან ყველაზე უფრო საყურადღებოა ერთი მასივით აგზინდა, რომელიც წითელი თვლებით მოიქცეული და გვიანობით დასაშვებულა. მიწოდან ამოიკრება და გამოირჩევა ათეულობით ოქროს მძივი, საკიდი და ქსოვილებზე დასაყრებელი კილიტა. ეს უკანასკნელი ზღმიწვევით მოგვაკონებენ არმაზისხევის ერისთავთა სამართლის ზოგიერთ სამარხში და აგრეთვე ბაგინეთის სარკოფაგში (ახ. წ. II—III ს. ს.) შავლად აღმოჩენილ კილიტებს. ისინი ითვლება შიღრული წამოსასხამის ან ვადასაფარის სამკაულად. ძალიან ბევრი ეყარა სამარხში ძვირფასი თუ ნახევრად ძვირფასი ქვებისა და მინის თვლები (ერთი შათვანი წარმოადგენს ფაქიხ ქვას და დედინის გამოსახულებით). თუ გავიხსენებთ არმაზისხევის მე-8 სამარხს, სადაც აგრეთვე მიმოხეული იყო ნაირნაირი თვლები, მიუხედავად იმისა, რომ ოქროს რთული სამკაული ყველა თავის ადგილას იყო და დღესამდელი, უნდა ვთქვათ, რომ ეს თვლები დამოუკიდებელ სვანთა სახით ჩაუტანებიათ მიწაზე. მათგან უნდა აღმოჩნდა აკლდამაში აგრეთვე ნაირნაირი მძივები, მცხეთის ახ. წ. I—III ს. სამარხებისათვის დამახასიათებელი ტიპისა. ყურადღებს იქცევს რამდენიმე საკიდი ავეჯოზი (ლომის და ფრინველთა გამოსახულებანი).

სრულიად განსვთობებულია ამ ინვენტარში ერთი სვანი. ეს არის ბრინჯაოსგან ჩამოსხმული დრო ქანდაკება, რომელიც გამოხატავს შიშველ კბეუს, წელს ზეით. იგი, ვტვობა, რაღაც სვანზე წამოცმული და სამსქვალით დამაგრებული ვიფილა. კბეუსს უწყვეტად შემო პარისახე, ტალიფანი თმა და ძლიერ გრძელი, წვეტიანი ყურები აქვს. ხელები ისე უშვრავს, თითქოს საღამურს უკრავსო. ქანდაკება სვანებოდაა შესასწავლი. საქართველოს არქეოლოგიისთვის იგი შეიძლება უნიკალურ სვანად ჩაითვალოს.

აკლდამას ინვენტარის დიდი თავისებურებაა აგრეთვე მონეტებს პრავალიცხოვანება. აღმოჩენილია 54 ვერცხლისა და 9 ოქროს ფული. ერთიც ოქროს მონეტის მსგავსი ფირფიტაა, რომელიც ბირთობით მონეტის ნაშხად შეგვიძლია მივიჩნიოთ. ეს მათ უფრო დასაშვებია, რომ ცხრიდან 5 ოქროს მონეტა წარმოადგენს ზევნი მოქრილ ფულს, ე. წ. „ოქროს კოლხურს“ [13]. დანარჩენი 4 რომელი აგრეთსება: ტიბერიუსისა (14—37 წ. წ.), ავრონისა (54—68 წ. წ.), ვიტელიუსისა (69 წ.) და ვესპასიანესი (69—79 წ. წ.). ვერცხლის ფულის შემტესობას წარმოადგენს პართული დრაქმები. 47 ცალი ეკუთვნის ოროდ I (54—37 წ. წ.), ხოლო თითო-თითო — არტაბანს (38—77), სინეტრუქს (77—70), ურბატ III (70—57) და ფრიატ IV (37—2). არის აგრეთს 3 დენარი და ორიოდე ბოსფორული მონეტაც. როგორც ვხედავთ, მგლის ხნოვნების დასაშვებლად ყველაზე მეტი მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს ვესპასიანეს აგრეთსს. მისი მხებელით, სამარხის ინვენტარი ვერ დათარიღდება ახ. წ. I საუკუნის 70-იან წლებზე აღრინდელი დროით.

მონეტება, ინვენტარის საერთო იერი და მისი არქეოლოგიის ზოგი ნიშანი (არმაზისხევის ერისთავთა სამარხებისა და ბაგინეთის სარკოფაგის ინვენტართან შედარებით) და აგრეთვე თვით აკლდამის არქიტექტურა, ერთობლივად უფლებას გვაძლევს აკლდამის აგება ახ. წ. I საუკუნის ბოლო-მთლი და ვათარილოთ.

მცხეთის აკლდამა არის ფრიალ შექმნილი ადამიანის ტიპობრივი სამარხი. ინვენტარის შედგენილობა (პირსაფარეუო სვანები, იარაღის უქონლობა და სხ.) გვაუჩივრებინებს, რომ აქ დაკრძალული უნდა იყოს ქალი—ისევე, როგორც არმაზისხევის №2, 6 და 7 სამარხებში (ერისთავთა ცოლები და ასულეები [12]). ბაგინეთის სარკოფაგში (ი. აფაქიძის აზრით, მფფის ასული) და სამთავროს სამხრეთი უბნის 212-ე სამარხში. მით უფრო ბუნებრივ-

(I მონეტები განსაზღვრა ს. ჯანაშიას ხახ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ნუმისმატიკის კაბინეტის ვაჟემ დ. კაპანაძემ.

ვია სრულწლოვანთან ერთად ბავშვის ძვლების აღმოჩენაც (მღრ. არმაზისხევის სამარხები №№ 2, 6).

თვით აკლდამა, ჩანს, აგებულია საცხოვრებელ და უფრო კი საკულტო ნაგებობათა მიზნით. აკლდამის ეზოს კუთხეში ცხენის დამარხვის ფაქტი მოწმობს, რომ უფრო ადრე დამოწმებული ჩვეულება წარჩინებულ მიცვალებულთათვის მსხვერპლად ცხენის შეწირვისა ([3], გვ. 64, (4), გვ. 372; მოგვიანებითაც არ მოშლილა. ამასთან დაკავშირებით უნდა გავიხსენოთ ზოგიერთი ფაქტი საქართველოს არქეოლოგიიდან, რომლებიც უეჭველყოფს ამ ჩვეულების ჩვენში ძველთაგანვე გავრცელებულობას (იხ., მაგ.: [14], გვ. 47; (15), (14), გვ. 34-41, (8), ტაბ. 30-32). ოლონდ ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ, აქ მითითებული შემთხვევებისაგან განსხვავებით, მცხეთის აკლდამის ეზოში დამარხული ცხენი უბელო ყოფილა, ე. ი. ისეთი, როგორც ბორისა და არმაზისხევის პინაკებზეა გამოსახული, ეს, მეორე მხრით, მოგვაგონებს საქართველოს მთიანეთში XX საუკუნემდე შემორჩენილ წესს- მიცვალებულის გასაპატიოსნებლად მისი დამარხვის დღეს უბელო ცხენს მინამ აჭენებდნენ. სანამ გული გაუსკდებოდა და ამრიგად „გაატანდნენ“ ხოლმე მის მიცვალებულს „საიქიოში“.

მიცვალებულის სარეცელზე დასვენება, მდიდრული ინვენტარის შედგენილობა, ზორისა ჩატანების ფაქტი და ზოგიც სხვა მომენტი ღირებულსა და ნაწილობრივ ახალ მასალას ვეძილევს საიმისოდ, რომ ვიმსჯელოთ ძველი იმერეთის მხედრულთაზე „საიქიო ცხოვრების“ შესახებ და დაკრძალვის წეს-ჩვეულებაზე, რომლებიც, ჩანს, რამდენადმე განსხვავდება მომდევნო (II-III საუკუნეთა სამარხებში დამოწმებულა წეს-ჩვეულებისაგან.

რაც შეეხება თვით სამარხ ნაგებობას, არმაზისხევისა და ბაგინეთში გათხრალი წარჩინებულთა სამარხებისაგან იგი აშკარად გამოირჩევა, როგორც გაცილებით უფრო მონუმენტური შენობა.

ბაგინეთშივე აღმოჩენილი, ჩვენი აკლდამის მსგავსი და პირობით მეფის მავზოლეუმად მიჩნეული ნაგებობის ნაშთები ([7], გვ. 193) ძველი ქართლის მეფეთა ადგილსამყოფელ დედაციხეშია. ახალი აკლდამის აღმოჩენის შემდეგ მტკვრის მარჯვენა ნაპირას ვვაქვს უკვე სამი ცალკეული პუნქტი, სადაც ახ. წ. I-III საუკუნეთა კუთვნილი, უაღრესად მდიდრული სამარხებია მიკვლეული. შეიძლება გამოითქვას მოსაზრება, რომ მცხეთის სადგურთან მდებარე აკლდამა ეკუთვნის ქართლის მმართველთა წრის წარმომადგენელს, რომელსაც დახლოვებით I საუკუნით უფრო ადრე უცხოვრია, ვიდრე არმაზისხევის სამარხებში და ბაგინეთის სარკოფაგში დაკრძალულთ. მის ვინაობას კონკრეტულად არაფერი მიგვითითებს, მაგრამ შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ აქ, მაგალითად, ან სხვა, უფრო მაღალი რანგის ერისთავების სასაფლაოა, ან იმ ეზოს-მოძღვართა დინასტიისა, რომელთა არსებობა „არმაზის ბილინგვის“ აღმოჩენისა და წაყითხვის შემდეგ შეიქნა ჩვენთვის ცნობილი [16].

ახალდმოჩენილი აკლდამის მნიშვნელობა იმით როდი ამოიწურება, რომ ის ავსებს დიდ ხარვეზს ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორიაში. იგი წინა-

ფეოდალური ხანის საქართველოს კულტურისა და ანტიკური კულტურის ძეგრფასი ძეგლია და ახალ მასალას გვაწვდის ძველი საქართველოს თავისთავადი ინტენსიური კულტურული ცხოვრების შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფ. ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიის ინსტიტუტი.

(რედაქციას მოუვიდა 18.9.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. ციციშვილი. მცხეთის ანტიკური კრამიტის შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. X, № 8, 1948.
2. Б. В. Фармаковский. Раскопки в Ольвии в 1902—1903 годах. Известия имп. археологической комиссии, вып. 13, 1906, СПб.
3. М. Ростовцев. Античная декоративная живопись на юге России. 1914, СПб.
4. В. Ф. Гайдукевич. Боспорское царство. М.—Л., 1949.
5. С. А. Кауфман. Памятники этрусской архитектуры. Всеобщая история архитектуры, т. II, кн. 2. 1948, Москва.
6. Б. В. Фармаковский. Склеп Еврисивия и Ареты в Ольвии. Изв. имп. арх. ком., вып. 3, 1902, СПб.
7. ი. ციციშვილი. ანტიკური დროის აკლამა ბაგენეთში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XI, № 3, 1950.
8. შ. ამირანაშვილი. ქართული ხელოვნების ისტორია, ტ. I, 1944, თბილისი.
9. В. В. Латышев. Известия древних писателей о Скифии и Кавказе. Вестник древней истории, № 4, 1947.
10. Н. А. Бердзенишвили и Г. А. Ломтатидзе. Новые раскопки в Мцхета гав. „Заря Востока“, № 183, 1951.
11. Е. Придик. Новые кавказские клады. Материалы по археологии России, вып. 34. СПб, 1914.
12. გ. ლომთათიძე. არქეოლოგიური გათხრები საქართველოს ძველ დედაქალაქში. თბილისი, 1945.
13. Д. Г. Капанадзе. О древнейших золотых монетах Грузии. Вестник древней истории, № 3, 1949.
14. Б. А. Куфтин. Археологические раскопки в Триамети, I, Опыт периодизации памятников. 1941, Тбилиси.
15. Я. И. Смирнов. Ахалгорийский клад. Тбилиси, 1934.
16. გ. წერეთელი. არმაზის ბილინგვა. „ენიმკის“ მოამბე, ტ. XIII, თბილისი, 1943.

მეთოდური ტომის შინაარსი

მათემატიკა

დ. ხარაზოვი. მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდის გამოყენება ზოგიერთი ფუნქციონალური განტოლების ამოსახსნელად	3
ბ. ხვედელიძე. ზოგიერთი შენიშვნა ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის რიმანის წრფივი სასაზღვრო ამოცანის და კოშისგულიან სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა შესახებ	69
ი. შაკი. ფურიეს ორმაგი მწკრივების აბსოლუტური კრებადობის შესახებ	129
ოთარ წერეთელი. ნახევრად დალაგებულ სივრცეთა თეორიის ერთი გამოყენების შესახებ	193
ა. ჯვარ შეიშვილი. დანჟუა—ქელიძის ორჯერადი ინტეგრალის შესახებ	197
კ. გახარია. ორი ცვლადის ფუნქციის წარმოდგენა სინგულარული ინტეგრალით ლებეგის წერტილზე	257
ა. კალანდია. შენიშვნა ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის შესახებ ელიფსურ განტოლებათა ერთი კლასისათვის	321
ა. ჯვარ შეიშვილი. დანჟუას ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ გაწარმოების და ინტეგრების შესახებ	385
შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ახალი ინტეგრალური ხერხი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნისათვის	393
ს. ჩაკვეტაძე. ჰაზემანის ერთი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის	449
მ. განინი. სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემების ეკვივალენტური რეგულარიზაცია	517
გ. ალექსანდრია. ჰაზემანის განზოგადებული ამოცანა რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის	585
მ. განინი. სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა განზოგადებული სისტემების შესახებ	591

დრეკადობის თეორია

ს. შათაშვილი. დრეკადი უსასრულო ნახევარსივრცის მდგრადი რხევების შესახებ საზღვარზე მოცემული გარე ძალების შემთხვევაში	265
--	-----

ჰიდრომეჩანიკა

ლია ავალიშვილი. ბლანტი სითხის არასტაციონარული მოძრაობის გაწრფივებულ განტოლებათა ფუნდამენტალური ამოხსნები 397

ფიზიკა

- ნ. კალაბუხოვი და ვ. მუმლაძე. ელექტრონების ნაკადით ბომბარდირების შედეგად KCl-ის კრისტალებში ბნელი ღენების ცვალებადობა 11
- ბ. ხალვაში. ელემენტარულ ნაწილაკთა წყვილის გამოსხივებად გარდაქმნაზე კულონური გავლენისათვის 327
- ნ. პოლიტოვი. ელექტრონების მოძრაობა KCl-ის შეღებილ კრისტალებში 401
- ო. მღებრიანი, დ. ჩიღვინაძე და ც. სალუქვაძე. კრისტალების ზედაპირული ფენის შესუსტების საკითხის შესახებ 457
- გ. გორდაძე. მეზონების თეორიულად შესაძლო მასების შესახებ 463
- ე. ანდრონიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ქვანთური ჰიდროდინამიკის ექსპერიმენტული დასაბუთებისათვის 525

ბიოფიზიკა

- მ. ნოდია. ახალი სახის ბაქნები ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის საველე მაგნიტური სასწორის შემწეობით გაზომვისათვის 135
- გ. სულაქველიძე. თოვლის ძრავის დარტყმა უძრავ კედლებზე 269
- მ. ნოდია. მაგნიტური სასწორებით წარმოებულ საველე მაგნიტურ დაკვირვებათა დამუშავების ახალი მეთოდი 333
- გ. სულაქველიძე. მშრალი თოვლის ზოგიერთი რადიაციული თვისება 469
- ლ. ქვანთურიშვილი. ერთგვაროვანი ელექტრული ველის დამახინჯება ოთხწახანა პრიზმისებრი ბურცობისა და საფეხურის მიერ 597

მეგეოროლოგია

ი. ქურდიანი. ნამის წერტილის განსაზღვრის ფსიქრომეტრიული მეთოდი 475

ასტროფიზიკა

ნ. კალანდაძე. მკრთალ ვარსკვლავთა აბსოლუტური სიდიდეების განსაზღვრის შესახებ 203

ბიოკიბია

3. კომეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ფოსფორის ნაერთთა განაწილების ცვლილება ტვინის ქსოვილის ექსტრაქტებში აცეტილქოლინის სინთეზის დროს	17
შ. გონაშვილი. პეპსინისა და ქიმიზინის ერთობლიობის შესახებ	77
3. კომეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და შუშანა დოლიძე. ფოსფორილქოლინის პრეპარატის მიღება და მისი გარდაქმნის შესწავლა თავის ტვინის გამონაწურებში	409
3. კომეთიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). გლუტამინის მჟავას დაქანვის კავშირი აცეტილქოლინის სინთეზთან თავის ტვინის გამონაწურში	531

ბიოგრაფია

ს. ასრახოვი. გომარეთის ზეგნის ქვაბურის რელიეფის განვითარების ისტორია	481
--	-----

ბეოლოგია

ი. კახაძე. შენიშენები კვიასის რაიონის ტექტონიკის შესახებ	85
ლ. კოლოშვილი. მუხრანის ველის წარმოშობისათვის ახალგაზრდა ტექტონიკურ მოძრაობასთან დაკავშირებით	273
ი. კახაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ზოგი ახალი მონაცემი ჩორდის რაიონის გეოლოგიური აგებულების შესახებ	337
ა. ვაგაშელი. ქიათურა-საჩხერის აუზის მარგანეცის მადნების გენეზისის შესახებ	341
ე. კახაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და დ. მშვენიერიძე. შავი ზღვის ჩაძირული ტერასების საკითხისათვის	417
ნ. ბენდუქიძე. წედის-ფასრალის მიდამოების მესამეული ნალექების სტრატეგრაფიისათვის	539

ბალეონტოლოგია

ნ. ბურჩაქ-აბრამოვიჩი. ეპიპალეოლითური სადგომის ფაუნა თრიალეთში	93
მ. ერისთავი. საქართველოს ვრაკონული ქვესართულის ფაუნის შესახებ	99
ლ. გაბუნია. ახალციხის ლიგნიტიანი რაიონის მესამეული ნალექების მაწოვართა ფაუნის შესახებ	141

ლ. გაბუნია. სალიკოთერიუმის ნაშთი საქართველოს მესამეულიდან 279

მ. ერისთავი და ი. ხეჩინაშვილი. საქართველოს ქვედაცარცული ბელემენტების სტრატეგრაფიული გავრცელების შესახებ 487

პატრობრაზია

გ. ძოწენიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ჰიპერსტენიანი პორფირიტები საქართველოს მეზოზოური ვულკანიზმის პროდუქტებში 493

მინერალოგია

თ. ივანიცი. ზოგიერთი სფალერიტის სპექტრალური დახასიათების შესახებ 25

თ. ბაგრატიშვილი და ე. ვეზირიშვილი. ზოგიერთი მინერალური ძარღვის წარმოშობის პირობების შესახებ 547

ბიჰნობა

გ. მუხაძე. რკინაბეტონის ლუნვაზე მომუშავე ელემენტების ანგარიშისათვის დაბალი (50÷110) მარკის ბეტონის დროს 33

ო. ონიაშვილი. დამრეცი გარსების ანგარიშისათვის თარაზულ ძალებზე 103

ვ. გოთოშია. ორი შეკუმშული სხეულის ზედაპირის კონტაქტური დაძაბულობის გამოკვლევის საკითხისათვის 145

ე. სეხნიაშვილი. უსასრულო დიდი რიცხვის თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემებისათვის საკუთარ რხევათა ფორმების განსაზღვრის შესახებ 151

ლ. აბელიშვილი და ბ. ლეჟავა. ქსელში ძაბვის მნიშვნელოვანი ვარდნისას მატარებლის სვლის დროის შესწორება 209

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

ო. კვიციანიძე. საშუალო დიამეტრის წყალსადენის მილების სისტემის ანგარიში გარდამავალი ზონის წინააღმდეგობის გათვალისწინებით 349

ი. შენგელია. ლამესა და კლაპეირონის ეკონომიური ტრასირების ამოცანის გადაწყვეტის საკითხისათვის 357

ვ. გომელაური. საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის ერთი არსებითი თავისებურების შესახებ 421

ი. შენგელია. სატრანსპორტო ხარჯების უმცირესი ღირებულების ამოცანის გადაწყვეტისთვის შეზღუდულობის პირობებში 499

ო. ონიაშვილი. გარსის თავისუფალი რხევის სიხშირის დაზუსტების შესახებ 549

მ. ლევიცკი. განმტკიცებისა და დასვენების კინეტიკური თეორია პლასტიკური დეფორმაციის დროს 557

მნერგბმტიკა

გ. სვანიძე. დერივაციული ჰიდროელექტროსადგურის ოპტიმალური პარამეტრების დადგენის მეთოდთა 39

ბ. ლორთქიფანიძე. განშტოებული უკუწრედის პირობებში ელექტროდრენაჟების მუშაობის გამოკვლევის მეთოდისა და მათი გათვლის გზების შესახებ 215

მ. მოსტკოვი. ჰიდროელექტროსადგურის განტოლება 289

პ. შენგელია. მდინარეთა ვარდნის რაციონალურ ბიფეზად დაყოფის საკითხისათვის მათი კასკადური სქემით გამოყენების დროს 605

ვ. გომელაური. საქართველოს სსრ დაბალხარისხოვანი ნახშირების გამოყენების რაციონალური მიმართულების შესახებ 613

ბოტანიკა

კ. ოდიშარია. დასავლეთ საქართველოში პალმების ყინვაგამძლეობის საკითხისათვის 111

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

გ. ნაცვლიშვილი. ზოგიერთი ჯიშის ქართული ვაზისა და საძირე ჰიბრიდების დაფესვიანების უნარიანობა 223

გ. შანშიაშვილი. ტემპერატურისა და K და Ca იონების გავლენა სალი და ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის შემწოვუნარიანობაზე 425

გ. შანშიაშვილი. ფოსფორის ანიონების გავლენა სალი და ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის შეწოვადობაზე 505

სელექცია

ფ. ბერიშვილი. ვეგეტატიურ და ქიმიურ ნიშანთვისებათა ცვლილებები ჩაის მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესში 621

ნიადაგმცოდნეობა

ი. ბარათაშვილი. ვაზის ქლოროზის საკითხისათვის მარნეულისა და ბოლნისის რაიონებში 47

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

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

ენტომოლოგია

ა. ჯიბლაძე. ახალი სახეობა *Myzus chaenomelis*, sp. n. (ოჯ. *Aphididae*) საქართველოდან 227

ე. სამუნჯევა. სტოლბურის ვადამტანთა განმასხვავებელ თავისებურებათა შესწავლისათვის საქართველოში 361

ა. აბაშიძე. მასალები აფიდოფაუნის შესწავლისათვის საქართველოში 431

ზოოლოგია

ზ. ექვთიმიშვილი და ნ. ლამბარაშვილი. ამერიკული წაულას (*Lutreola vison* Gray.) აკლიმატიზაციის ცდა ვეარლის რაიონში 117

თ. ყიფილაშვილი. ცაცხეზე აბლაბუდა ტკიბის *Schizocletetranychus telorius* L. რაოდენობის სეზონური ცვალებადობის შესახებ 176

ვ. ოდიკაძე. თუთის აბრეშუმბევეის მუსკარდინიან პარკზე ტენიანობის გავლენის საკითხისათვის 306

ლ. კუტუბიძე. საქართველოში მარდი ფსვენის (*Eremias velox* Pall.) გავრცელების საკითხისათვის 311

ბააზოიტოლოგია

ნ. ჯაფარიძე. ტკიბი *Hyalomma aegyptium* L-ის ლარვებისა და ნიმფების აღწერა და ზოგიერთი ბიოლოგიური თავისებურება 561

ფიზიოლოგია

ა. როტიბაძე. ბაყაყის თავის ტვინის რეფლექსური რეაქციების ოსცილოგრაფიული ანალიზი 439

ანატომია

ლ. ნათაძე. ხერხემლიანთა თვალბუდეფორისი მიდამოს განვითარებისათვის 179

ლ. ნათაძე. რეპტილების ხრტილოვანი ჩონჩხის განვითარების სინქრონულობის შესახებ 233

ფსიქოლოგია

ა. ბეალაევა. ნეგატივური და პოზიტივური ხატი 53

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

რ. ნათაძე. ხელის ფაქტორის როლისათვის სივრცის მარჯვენა-მარცხენა მიმართულებათა უშუალო აღქმაში 239

რ. ნათაძე. ობიექტური სიტუაციის ავისებები, როგორც სივრცის მი-
მართულებებში უშუალო ორიენტაციის ფაქტორი 627

ენათმეცნიერება

გ. როგავა. მუო ფუძის საკითხისათვის 635

ფილოლოგია

აბ. ცანავა. 'ნესტუს' მნიშვნელობისათვის 445

ისტორია

გ. მელიქიშვილი. ურარტული ლურსმული წარწერის ფრაგმენტი
სოფ. ადილჯევაზიდან 123

აქმელოგია

ტ. ჩუბინიშვილი. მიცვალებულის კვერზე დასაფლავება სამთავროში 61
ი. გძელიშვილი. კოლხური ცულების განძი ამბროლაურის რაიონიდან 565
გ. ლომთათიძე და ი. ციციშვილი. ახალაღმოჩენილი აკლდამა
მცხეთაში 641

ხელოვნების ისტორია

ირ. ციციშვილი. ხუროთმოძღვრული ძეგლი ნასოფლარ დრიანეთში 313
გაიანე ალიბეგაშვილი. საშუალო საუკუნეების ორი ასტრონომი-
ული ტრაქტატის ილუსტრაციები 369
ს. ბარნაველი. ქართული დროშები 377
გ. ალიბეგაშვილი. რელიეფური ფილა სოსუმის მიდამოებიდან . 511
ს. ბარნაველი. სამთავისის „მეორედ აღმშენებლის“ ვინაობა . . . 571

ეკონომიკა

ი. შენგელია. სოციალისტური მრეწველობის გეოგრაფიული განლა-
გების საკითხის ინჟინერული გადაწყვეტა 579

ავტორთა საძიებელი

- აბაშიძე ა. 431
 აბელიშვილი ლ. 209, 285
 ავალიშვილი ლია 397
 ალექსანდრია გ. 585
 ალიბეგაშვილი გაიანე 369, 511
 ანდრონიკაშვილი ე. 525
 ასტახოვი ნ. 481
 ახვლედიანი გ. დ. 165
- ბაგრატიშვილი თ. 547
 ბარათაშვილი ი. 47
 ბარნაველი ს. 377, 571
 ბენდუქიძე ნ. 539
 ბერიშვილი ფ. 621
 ბჟალავა ი. 53
 ბურჩაქ-აბრამოვიჩი ნ. 93
- გაბუნია ლ. 141, 279
 გავაშელი ა. 341
 განინი მ. 517, 591
 გაზარია კ. 257
 გათთშია ვ. 145
 გომელაური ვ. 421, 613
 გონაშვილი შ. 77
 გორდაძე გ. 463
 გმელიშვილი ი. 565
- დოლიძე შუშანა 409
- ერისთავი მ. 99, 487
 ეჭვიანიშვილი ხ. 117
- ეფთხიშვილი ე. 547
- ივანიცკი თ. 25
- კალაბუხოვი ნ. 11
 კალანდაძე ნ. 203
 კალანდია ა. 321
 კახაძე ი. 85, 337, 417
 კვიციანი თ. 349
 კოლოშვილი ლ. 273
 კუტუბიძე ლ. 311
- ლევიცკი მ. 557
 ლევაია ბ. 209
 ლომთათიძე გ. 641
 ლორთქიფანიძე ბ. 215
- მელიქიშვილი გ. 123
 მიქელაძე შ. 393
 მოსტოვი მ. 289
 მუმლაძე ვ. 11
 მუხაძე გ. 33
 მღებრიანი თ. 457
 მგვინიერაძე დ. 417
- ნაოაძე ლ. 179, 233
 ნათაძე რ. 183, 239, 627
 ნაცვლიშვილი გ. 223
 ნოდია მ. 135, 333
- ოდიკაძე ვ. 305
 ოდიშარია კ. 111
 ონიაშვილი თ. 103, 549
- პოლიტოვი ნ. 401
- უკი ი. 129
 ყიფილაშვილი თ. 173
- როგავა გ. 635
 როიტბაი ა. 439
- სალუქვაძე ც. 457
 სამუნჯიგა ე. 361
 სეხნიაშვილი ს. 151
 სვანიძე ჯ. 39
 სოხაძე მ. 157
 სულაქველიძე გ. 269, 469
- ტალახაძე გ. 165
- ქომეთიანი პ. 17, 409, 531
 ჭურდიანი ი. 475
- ლამბარაშვილი ნ. 117

შათაშვილი ს. 265	ძოწენიძე გ. 493
შანშიაშვილი გ. 425, 505	წერეთელი ოთარ 193
შენგელია ი. 357, 499, 579	ჭანტურიშვილი ლ. 597
შენგელია პ. 605	ხალვაში ხ. 327
ჩაკვეტაძე ს. 449	ხარაზოვი დ. 3
ჩიღვინაძე დ. 457	ხეჩინაშვილი ი. 487
ჩუბინიშვილი ტ. 61	ხვედელიძე ბ. 69
ცანავა ა. 445	ჯაფარიძე ნ. 561
ციციშვილი ი. 313, 641	ჯვარშვილი ა. 197, 385
ცუცუნაშვილი თ. 297	ჯიბლაძე ა. 227

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

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

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 31.12.1951
 ანაწეობის ზომა 7×11

საალრიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 5
 ნაბეჭდი ფორმა 7

შეკვ 1842

შე 06591

ტირაჟი 1500



დებულება „საპარტოზოლოს სსრ მიცნობისათა აკადემიის მოსახმის“ 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, კალკე ნაკვეთბად, 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 განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ზეღიით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ფურნალის 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, ჩასული 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 წარმოდგენის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიხის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლიძის ქ. 8.





5/29

5-81/156

ფასი 5 მან.

დასტკიცებულია

საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

დებულება „სამართვალის სსრ მიცნობისათა აკადემიის მოაზრის“ 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 თაბაჩის 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 განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესებით 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 ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღინიშნოს 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 წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდება, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიხის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

კადრების მისამართი: თბილისი, ძეგლისძის ქ., 8.