

524
1951 / 2



524/2

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ თ ე მ გ ე

ტომი XII, № 6

34

ძირითადი, ქართული გამოცემა

1951

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

1. ა. კალანდია. შენიშვნა ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის შესახებ ელიფსურ ვანტოლებათა ერთი კლასისათვის 321

ფიზიკა

2. ხ. ხალვაში. ელემენტარულ ნაწილაკთა წყვილის გამოსხივებად გარდაქმნაზე კულონური გავლენისათვის 327

ბიოფიზიკა

3. მ. ნოდია. მაგნიტური სასწორებით წარმოებულ სვედე მამნიტურ დაკვირვებათა დამუშავების ახალი მეთოდი 333

ბეოლოგია

4. ი. კახაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ზოგი ახალი მონაცემი ჩორდის რაიონის გეოლოგიური აგებულების შესახებ . . . 337
5. ა. გავაშელი. კიათურა-სახნგრის აუზის მარჯანეცის მადნების ჯენეზისის შესახებ 341

ტექნიკა

6. თ. კვიციანიძე. საშუალო დიამეტრის წყალსადენის შილების სისტემის ანგარიში გარდამავალი ზონის წინააღმდეგობის გათვალისწინებით 349
7. ი. შენგელია. ლამესა და კლაპირონის ეკონომიური ტრასირების ამოცანის გადაწყვეტის საკითხისათვის 357

ენტომოლოგია

8. ე. სამუნჯევა. სტოლბურის გადამტანთა განმასხვავებელ თავისებურებათა შესწავლისათვის საქართველოში 361

ხელოვნების ისტორია

9. გაიანე ალიბეგაშვილი. საშუალო საუკუნეების ორი ასტრონომიული ტრაქტატის ილუსტრაციები 369
10. ს. ბარნაველი. ქართული დროშები 377

მათემატიკა

ა. კალანდია

შენიშვნა ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის
შესახებ ელიფსურ განტოლებათა ერთი კლასისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეკუამ 23.4.1951)

1°. განვიხილოთ მალალი რივის შემდეგი სახის ელიფსური განტოლებანი

$$\Delta^n u + \sum_{k=1}^n L_k (\Delta^{n-k} u) = 0, \tag{1}$$

სადაც $n \in \mathbb{I}$,

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad L_k = \sum_{p+q \leq k} a_{p,q}^{(k)}(x, y) \frac{\partial^{p+q}}{\partial x^p \partial y^q}.$$

4954

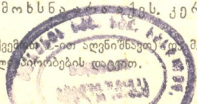
იგულისხმება, რომ ნამდვილი $a_{p,q}^{(k)}$ ფუნქციები ანალიზურია x, y ცვლადების მიმართ \mathcal{E} კომპლექსური ცვლადის სიბრტყის რაიმე G არეში.

(1) განტოლებისათვის ბუნებრივად ისმება ამოცანა მისი ნამდვილი, რაიმე T არეში (რომელიც $a_{p,q}^{(k)}$ კოეფიციენტების განსაზღვრის არეს მიეკუთვნება) რეგულარული $u(x, y)$ ამოხსნის მოძებნისა საძიებელი ფუნქციისა და მისი $n - 1$ რიგამდე (ჩათვლით) ნორმალური წარმოებულების მოცემულ სასაზღვრო მნიშვნელობათა საშუალებით.

ეს ამოცანა, რომელსაც ხშირად (1) განტოლებასთან დაკავშირებულ ძირითად სასაზღვრო ამოცანას უწოდებენ, მარტივად ბმული არეების შემთხვევაში ამოხსნილია⁽¹⁾ ილია ვეკუას მიერ [1]. ამ ამოცანის ამოსახსნელად, ისევე როგორც სხვა მის მიერ შესწავლილ ელიფსურ განტოლებებთან დაკავშირებული რიგი სასაზღვრო ამოცანებისათვის, გამოყენებულ იქნა მეთოდი, რომელიც ერთი კომპლექსური ცვლადის ანალიზური ფუნქციების საშუალებით მოცემული განტოლების ნამდვილ რეგულარულ ამოხსნათა ზოგად წარმოდგენას ემყარება; ამ ზოგადმა წარმოდგენამ საშუალებამ მისცა მას ზემოხსენებული ამოცანა კოშის ტიპის გულიან სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა (ამოხსნადობის აზრით) ეკვივალენტურ სისტემაზე დაეყვანა. როგორც ეკვივალენტობის შედეგი, მიიღება შემდეგი დებულება ([1], გვ. 222).

ძირითადი სასაზღვრო ამოცანა (1) განტოლებებისათვის ყოველთვის ამოხსნადია, თუკი მის შესაბამე ერთგვაროვან ამოცანას, ე. ი. ამოცანას ნულოვანი სასაზღვრო პირობებით, ნულისაგან განსხვავებული ამოხსნა არ არსებობს. კერძოდ-

⁽¹⁾ იგულისხმება არის საზღვრისა (რომელსაც ქვემოთ აღვნიშნავთ) \mathcal{E} მასზე მოცემული ფუნქციების მიმართ რეგულარობის გარკვეულ პირობების დაცვით.
20. „მოამბე“, ტ. XII, № 6, 1951



$\Delta^n u = 0$ განტოლებისათვის სასაზღვრო ამოცანა ყოველთვის ამოხსნადია.

2. ზემოთხსენებული შედეგის გამოყენებით ქვემოთ ნაჩვენები იქნება, რომ ძირითად სასაზღვრო ამოცანას მულტიკოეფიციენტებიანი

$$\Delta^n u + b_1 \Delta^{n-1} u + \dots + b_n u = 0 \quad (2)$$

განტოლებისათვის ($n \equiv 1$; b_1, b_2, \dots, b_n ნამდვილი მულტივებია) მცირე არეების შემთხვევაში ყოველთვის აქვს ამოხსნა და მასთან მხოლოდ ერთი.

ჩვენ მხედველობაში ვვაქვს შემდეგი თეორემის დამტკიცება:

(2) განტოლების T არეში რეგულარული (ნამდვილი) $u(x, y)$ ამოხსნა, რომელიც უწყვეტია $T+L$ -ში თავისი შემდეგი სახის წარმოებულებით:

$$\frac{\partial^{k+m} u}{\partial x^k \partial y^m}, \quad k \equiv n, \quad m \equiv n,$$

სადაც

$$\frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right)$$

და საკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობებს (ν გარე ნორმალია):

$$u = 0, \quad \frac{du}{d\nu} = 0, \dots, \quad \frac{d^{n-1} u}{d\nu^{n-1}} = 0 \quad L\text{-ზე}, \quad (3)$$

იგივეურად ნუღია, თუკი T არე საკმარისად მცირეა.

თეორემის დამტკიცებისას ვიგულისხმობთ, რომ n ლუწია⁽¹⁾ და ამ დაშვებით (2) განტოლება შემდეგი სახით დაწეროთ

$$\Delta^{2m} u + (2a_{2m-1} - 1) \Delta^{2m-1} u + (a_{2m-2} + 1) \Delta^{2m-2} u + \dots + (2a_1 - 1) \Delta u + (a_0 + 1) u = 0, \quad (4)$$

სადაც $m \equiv 1$ ($n = 2m$); $a_0, a_1, \dots, a_{2m-1}$ ნამდვილი მულტივებია⁽²⁾.

დაწეროთ შემდეგი ცნობილი იგივობანი (მაგ., [1], გვ. 178; [2], გვ. 256)

$$\iint_T (u \Delta^k v - v \Delta^k u) dx dy = \sum_{j=0}^{k-1} \int_L \left(\Delta^j v \frac{d \Delta^{k-j-1} u}{d\nu} - \Delta^{k-j-1} u \frac{d \Delta^j v}{d\nu} \right) ds, \quad (5)$$

$$\iint_T \left(\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial y} \right) dx dy = - \iint_T u \Delta v dx dy + \int_L u \frac{dv}{d\nu} ds. \quad (6)$$

პირველი ამ ფორმულათაგან სამართლიანია ფუნქციათა ნებისმიერი $u(x, y)$, $v(x, y)$ წყვილისათვის, რომელთა ყველა კერძო წარმოებულთა $2k$ რიგამდე (ჩათვლით) უწყვეტია T არეში, ხოლო კერძო წარმოებულები $2k - 1$

(1) კენტი n -ის შემთხვევაში დამტკიცება საცვებით ანალიტიკურია.

(2) როგორც ჩვენი მსჯელობიდან აჩანს იქნება, a_0 და a_1 კოეფიციენტები შეიძლება ჩათვალოს x და y ცვლადებს $T+L$ არეში უწყვეტ, ნებისმიერ ნამდვილ ფუნქციებად.

ზრიგამდე (ჩათვლით) უწყვეტია დახურულ $T+L$ არეში; მეორე ფორმულაში კი იგულისხმება: u და v ფუნქციების უწყვეტობა $T+L$ -ში, u და v -ს პირველი წარმოებულების უწყვეტობა L -ის გასწვრივ და v -ს მეორე წარმოებულების უწყვეტობა T არეში.

ვთქვათ, ახლა $u(x; y)$ რაიმე ფუნქციაა, რომელიც აკმაყოფილებს ჩვენი თეორემის ყველა პირობას. ცხადია, შეგვიძლია დავწეროთ

$$\iint_T u [\Delta^{2m}u + (2a_{2m-1} - 1) \Delta^{2m-1}u + \dots + (a_0 + 1)u] dx dy = 0. \quad (7)$$

თუ (5) ფორმულაში ჩავსვამთ $k = m$, $v = \Delta^m u$ და გავითვალისწინებთ (3) სასახლვრო პირობებს, მივიღებთ

$$\iint_T u \Delta^{2m}u dx dy = \iint_T (\Delta^m u)^2 dx dy. \quad (8)$$

ანალოგიურად გვექნება

$$\iint_T u \Delta^{2m-2}u dx dy = \iint_T (\Delta^{m-1}u)^2 dx dy. \quad (9)$$

იგივე (5) ფორმულა, როცა $k = m - 1$, $v = \Delta^m u$, (3)-ის ძალით მოგვცემს

$$\iint_T u \Delta^{2m-1}u dx dy = \iint_T \Delta^m u \Delta^{m-1}u dx dy. \quad (10)$$

მაგრამ, (6)-ისა და (3)-ის ძალით,

$$\iint_T \Delta^m u \Delta^{m-1}u dx dy = - \iint_T \left[\left(\frac{\partial \Delta^{m-1}u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta^{m-1}u}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy;$$

მაშასადამე,

$$\iint_T u \Delta^{2m-1}u dx dy = - \iint_T \left[\left(\frac{\partial \Delta^{m-1}u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta^{m-1}u}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy. \quad (11)$$

(8), (9), (10) და (11)-ის გათვალისწინებით (7) შემდეგი სახით შეიძლება ჩაიწეროს:

$$\begin{aligned} \iint_T & \left[(\Delta^m u)^2 + 2a_{2m-1} \Delta^m u \Delta^{m-1}u + \left(\frac{\partial \Delta^{m-1}u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta^{m-1}u}{\partial y} \right)^2 + a_{2m-2} (\Delta^{m-1}u)^2 \right. \\ & \left. + u \{ \Delta^{2m-2}u + (2a_{2m-3} - 1) \Delta^{2m-3}u + (a_{2m-4} + 1) \Delta^{2m-4}u \right. \\ & \left. + \dots + (a_0 + 1)u \} \right] dx dy = 0. \quad (12) \end{aligned}$$

თუ განვაგრძობთ (7) ფორმულის გარდაქმნის ნაჩვენებ პროცესს, გვექნება

$$\begin{aligned} \iint_T & \left\{ \sum_{k=1}^m \left[(\Delta^k u)^2 + 2a_{2k-1} \Delta^k u \Delta^{k-1}u + \left(\frac{\partial \Delta^{k-1}u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta^{k-1}u}{\partial y} \right)^2 \right. \right. \\ & \left. \left. + a_{2k-2} (\Delta^{k-1}u)^2 \right] + u^2 \right\} dx dy = 0. \quad (13) \end{aligned}$$

ვთქვათ, ახლა g_1, g_2, \dots, g_m x და y ცვლადების ნებისმიერი ნამდვილი ფუნქციებია, რომლებიც უწყვეტია თავისი პირველი რიგის წარმოებულებთან ერთად $T+L$ არეში. მაშინ, გაუსის ცნობილი ფორმულისა და (3) პირობათა ძალით, შეგვიძლია დავწეროთ

$$\iint_T \frac{\partial}{\partial x} [g_k (\Delta^{k-1} u)^2] dx dy = \iint_T \left[(\Delta^{k-1} u)^2 \frac{\partial g_k}{\partial x} + 2 g_k \Delta^{k-1} u \frac{\partial \Delta^{k-1} u}{\partial x} \right] dx dy = 0,$$

$k=1, 2, \dots, m.$

წინა ტოლობათა და (13)-ის შეკრებით მივიღებთ

$$\iint_T \left\{ \sum_{k=1}^m \left[(\Delta^k u + a_{2k-1} \Delta^{k-1} u)^2 + \left(\frac{\partial \Delta^{k-1} u}{\partial x} g_k \Delta^{k-1} u \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta^{k-1} u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial g_k}{\partial x} - g_k^2 - a_{2k-1}^2 + a_{2k-2} \right) (\Delta^{k-1} u)^2 + u^2 \right] \right\} dx dy = 0. \quad (14)$$

ახლა აშკარაა, რომ ჩვენი თეორემის დასამტკიცებლად საჭიროა მხოლოდ g_k ($k=1, 2, \dots, m$) ფუნქციების ისეთნაირად შერჩევის შესაძლებლობა ვაჩვენოთ, რომ (14) ფორმულის ინტეგრალქვეშა გამოსახვა არაუარყოფითი იყოს. თავის მხრივ, ამ უკანასკნელი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად საკმარისია შესრულდეს ტოლობები:

$$\frac{\partial g_k}{\partial x} - g_k^2 = a_k^2 \quad (T \text{ არეში}), \quad k=1, 2, \dots, m, \quad (15)$$

სადაც a_k

$$a_k^2 > a_{2k-1}^2 - a_{2k-2}^2 \quad (k=1, 2, \dots, m)$$

პირობას დაქვემდებარებული რაიმე დადებითი რიცხვია.

განვიხილოთ ახლა ფუნქციები

$$g_k(x) = a_k \operatorname{tg}(a_k x + c_k), \quad k=1, 2, \dots, m, \quad (16)$$

მასთან c_k ნებისმიერი ნამდვილი მუდმივებია. ცხადია, რომ თუ T არე საკმარისად მცირეა, მაშინ c_k მუდმივები ისეთნაირად შეიძლება შეირჩეს, რომ (16) ფორმულებით განსაზღვრულმა g_k ფუნქციებმა ყველა შემომოთხოვნილი პირობა დააკმაყოფილოს. ჩვენი დებულება დამტკიცებულია.

შემონათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ ერთადერთობის თეორემა სამართლიანია $c < x < \beta + c$ ზოლის შიგნით მოთავსებულ ნებისმიერ T არეში,

სადაც c ნებისმიერი მუდმივია, $\beta - \frac{\pi}{\alpha}$ -ზე ნაკლები ნებისმიერი დადებითი რიცხვია, ამასთან α აღნიშნავს a_1, a_2, \dots, a_m რიცხვებს შორის უდიდესს.

საჭიროა განსაკუთრებით აღინიშნოს, რომ თუ შესრულებულია

$$a_{2k-1}^2 - a_{2k-2}^2 \leq 0 \quad (k=1, 2, \dots, m)$$

პირობები, მაშინ α დადებითი რიცხვი შეიძლება რაგინდ მცირედ იქნეს აღებული, და, მაშასადამე, ერთადერთობის თეორემას ადგილი ექნება ნებისმიერი სასრული არისათვის.

შენიშვნა 1. ზემოთყვანილის საკვებით ანალოგიურად შეიძლება დამტკიცდეს, რომ (2) განტოლების ამოხსნა მცირე არეების შემთხვევაში აგრეთვე ცალსახად განისაზღვრება სასაზღვრო პირობებით:

$$u = f_0(s), \Delta u = f_1(s), \dots, \Delta^{n-1}u = f_{n-1}(s) \quad L\text{-ზე,}$$

სადაც f_0, f_1, \dots, f_{n-1} L -ზე მოცემული ნამდვილი ფუნქციებია. ამის დასამტკიცებლად საჭიროა მხოლოდ ჩვენს მსჯელობებში (3) პირობები შევცვალოთ

$$u = 0, \Delta u = 0, \dots, \Delta^{n-1}u = 0 \quad (L\text{-ზე})$$

პირობებით.

შენიშვნა 2. ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ერთადერთობის დებულება მცირე არეებისათვის პირველად დამტკიცებულ იქნა პიკარის მიერ ([3], გვ. 150—152) ელიფსური ტიპის შემდეგი სახის განტოლებისათვის:

$$\Delta u + a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu = 0,$$

სადაც a, b, c, x, y ცვლადების $T+L$ არეში უწყვეტი რაიმე ფუნქციებია.

ამ პუნქტში მოყვანილი შედეგი მეოთხე რიგის ცვლადკოფიციენტებიანი

$$\Delta \Delta u + a \Delta u + bu = 0$$

სახის განტოლებისათვის შედარებით უფრო რთული გზით მიღებულ იქნა პოლანდიელი მათემატიკოსის ბრემკამპის მიერ ([4], გვ. 186—192). აღვნიშნოთ აგრეთვე, რომ ხსენებული ავტორის მსჯელობა არ გადაიტანება უფრო ზოგადი სახის (2) განტოლების შემთხვევაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 24.4.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.—Л., 1948.
2. Р. Курант и Д. Гильберт. Методы математической физики, т. II, Гостехиздат, 1945.
3. E. Picard. Memoire sur la theorie des equations aux derivees partielles et....., Journal de mathematiques pures et appliquees, 4 serie, т. VI, 1890.
4. H. Bremeckamp. Sur l'unicite des solutions de certaines equations aux derivees partielles du quatrieme ordre. Indagationes Mathematicae, v. IV, № 3. 1942.

ფიზიკა

ბ. ხალვაში

ელემენტარულ ნაწილაკთა წყვილის გამოსხივებად ბარდაქმნაზე კულონური ბავშვინისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. გეგუამ 22.11.1950)

ამ უკანასკნელი წლების განმავლობაში მეტად აქტუალურ თემად გახდა ელემენტარულ ნაწილაკთა სისტემების, კერძოდ ელექტრონ-პოზიტრონის, გამოსხივებად გარდაქმნის საკითხი.

განხილული იყო ელექტრონ-პოზიტრონის ორთო- და პარასისტემების „ანიჰილაცია“ ნაწილაკთა შორის კულონური ურთიერთქმედების გარეშე, რაზედაც საბჭოთა ფიზიკოსების: დ. ივანენკოსა და ა. სოკოლოვის [1], ი. პომიჩანჩუკის [2], ლ. ლანდაუს [3] და სხვების, კლასიკური შრომებია მიძღვნილი. სხვადასხვა მეთოდით განხილული ერთი და იგივე საკითხი ზემოთ მოყვანილი ავტორებისა ერთნაირ შედეგს იძლევა.

ავტორის მიერ ამოხსნილია ელექტრონ-პოზიტრონის ორფოტონიან გამოსხივებად გარდაქმნის ალბათობაზე ნაწილაკთა შორის კულონური გავლენა [4], მხოლოდ ამ სტატიის ფონზე მისი ერთგვარი განზოგადება ნებისმიერი z -თვის, რომელმაც კერძოდ $z = 1$ -თვის უნდა მოგვეცეს ელექტრონ-პოზიტრონის ორფოტონიან „ანიჰილაციაზე“ ჩვენ მიერ წინათ მიღებული შედეგი.

წყვილის წარმოქმნისა და „ანიჰილაციის“ ეფექტური განიკვეთის გამოთვლისას ჰაიტლერი არ განიხილავს კულონური ტიპის ძალებს, რადგან თვლიდა, რომ თანამედროვე პოზიტრონის თეორია არაა დამაკმაყოფილებელი ამ ტიპის ძალების მიმართ.

განვიხილავთ ორფოტონიანი გარდაქმნის შემთხვევას სპინური ურთიერთქმედების გარეშე. სისტემის სისრულის უზრუნველსაყოფად აღებულია ნახევრად რელატივისტური შემთხვევა, რაც ნიშნავს, რომ ნაწილაკის მდგომარეობა განხილულ იყოს უარყოფით ენერგეტულ დონეებშიდაც, რის აუცილებლობაც ცდებით არის დადასტურებული [5].

1937 წელს რუდნიცკი [6] შეეცადა გამოეთვალა ელექტრონ-პოზიტრონის შორის კულონური ურთიერთქმედების გავლენა ორფოტონიან გამოსხივებად გარდაქმნის ალბათობაზე.

როგორც ცნობილია, „ხერელის“ თეორია, დირაკის მიხედვით, უარყოფით დონეებში ელექტრონის მდგომარეობის არსებობის დაშვებით არის შექმნილი. რუდნიცკი განიხილავდა „ხერელებს“ როგორც პოზიტრონებს და გამოიციხავდა უარყოფითი დონეების არსებობას, რის შედეგადაც მიიღო საკუთარი ფუნქციების არასრული სისტემა, რამაც მისცა შეუსაბამო შედეგი [4].

გსარგებლობთ პროფ. ივანენკოსა და პროფ. ფრენკელის იდეით, რომ ყოველ ელემენტარულ ნაწილაკთა წყვილისაგან შეიძლება მივიღოთ წყალბადისებური ატომის ტიპის მეტასტაბილური შეერთება (მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ აღებულ შემთხვევაში სისტემის სრული ენერგია დადებითია) და ვიყენებთ მელერის მეთოდს, განზოგადებულს ივანენკოსა და სოკოლოვის მიერ, რომლის მიხედვითაც მეტასტაბილური ატომური სისტემების ორფოტონიან გამოსხივებად გარდაქმნის ამოცანა დაგვყავს ორი წერტილის პრობლემაზე.

აღებულია მცირე სიჩქარის ნაწილაკები, რომლის დროსაც გარკვეულ როლს თამაშობენ კულონური ძალები; ასეთი ორი წერტილისაგან შედგენილი სისტემის ძრაობა აღიწერება განტოლებით:

$$\left\{ \frac{1}{ic} \frac{\partial}{\partial t} - k_0 - k'_0 + \frac{\Delta_1^2}{2k_0} + \frac{\Delta_2^2}{2k'_0} + \frac{\alpha z}{r} \right\} \psi = 0, \quad (1)$$

სადაც ∇_1^2 და ∇_2^2 არის სათანადო ნაწილაკების ლაპლასიანები დეკარტის კოორდინატთა სისტემაში, $k_0 = \frac{2\pi mc}{h}$, $k'_0 = \frac{2\pi m'c}{h}$; c —სინათლის სიჩქარე, h —პლანკის მუდმივი, z —მუხტის ნომერი, α —წვრილ სტრუქტურათა მუდმივი, $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ —ნაწილაკთა შორის მანძილი. როცა \vec{r} საკმაოდ დიდია, ნაწილაკების ძრაობა აღიწერება ბრტყელი ტალღებით:

$$\psi_1 = L^{-3} \exp \left\{ -ict \left(k_0 + k'_0 + \frac{k_1^2}{2k_0} + \frac{k_2^2}{2k'_0} \right) + i(\vec{k}_1 \vec{r}_1) + i(\vec{k}_2 \vec{r}_2) \right\}, \quad (2)$$

რომელიც წარმოადგენს ერთგვაროვანი განტოლების ამოხსნას, სადაც \vec{k}_1 და \vec{k}_2 ნაწილაკების იმპულსებია.

თუ ნაწილაკების ძრაობას შევცვლით სიმძიმის ცენტრისა და ფარდობითი ძრაობით, მაშინ (1) განტოლება გადაიწერება:

$$\left\{ -\frac{1}{ic} \frac{\partial}{\partial t} - (k_0 + k'_0) + \frac{\Delta^2}{2\alpha_0} + \frac{\nabla \vec{k}}{2K_0} + \frac{\alpha z}{r} \right\} \psi(\vec{r}R) = 0, \quad (3)$$

სადაც $K_0 = k + k'_0$, $\alpha_0 = \frac{k_0 k'_0}{k_0 + k'_0}$ დაყვანილი მასაა, ხოლო

$$\psi(\vec{r}R) = \psi(\vec{r}) \psi(R), \quad (4)$$

$\psi(R)$ სიმძიმის ცენტრის აღმწერი ბრტყელი ტალღაა, რომელსაც აქვს სახე:

$$\psi(R) = L^{-3/2} \exp \left\{ -ict \left(K_0 + \frac{k^2}{2K_0} - L \right) + i(\vec{k}R) \right\}; \quad (5)$$

\vec{k} სიმძიმის ცენტრის იმპულსია, ხოლო L —ენერგიის საკუთარი მნიშვნელობა. (5)-ის (3)-ში ჩასმით მივიღებთ:

$$\left(\frac{1}{ic} \frac{\partial}{\partial t} - L + K_0 - \frac{\nabla^2 R}{2K_0} \right) \psi(R) = 0, \quad (6)$$

$$\left(-L + \frac{\nabla_r^2}{2\alpha_0} + \frac{\alpha z}{r} \right) \varphi(\vec{r}) = 0. \quad (7)$$

(¹ R აღნიშნავს ვექტორს.

სადაც $\psi(\vec{r})$ წარმოადგენს კულონური ველით დეფორმირებულს, ფართობითი ძრავის აღმწერ ტალღურ ფუნქციას. (7) განტოლებიდან, როცა $L \gg \frac{\alpha z}{r}$ -ზე, მივიღებთ განტოლებას:

$$\left(-L + \frac{\nabla^2}{2\alpha_0} \right) \psi_{(r)}^0 = 0, \quad (8)$$

ნორმალური მდგომარეობის განტოლებას, რომლის სათანადო ფუნქცია იქნება ნორმირებული:

$$\psi_{(r)}^0 = \frac{(\alpha z_0)^{3/2}}{\sqrt{\pi}} e^{-\alpha \alpha_0 r}, \quad (9)$$

ხოლო ენერგიის საკუთარი მნიშვნელობა:

$$L = \frac{\alpha^2 \alpha_0^2}{2}. \quad (10)$$

გრინის სათანადო ფუნქციის აგვებით მივიღებთ (7) განტოლების კერძო ამოხსნას შემდეგი სახით:

$$\psi(\vec{r}) = c_0 \int_0^\infty \frac{e^{i(xr)}}{(\alpha^2 \alpha_0^2 + \alpha^2)} \operatorname{arctg} \frac{\alpha}{\alpha \alpha_0} (d\alpha). \quad (11)$$

ჰიპერგეომეტრიული ფუნქციის გამოყენებით, როცა $\frac{\alpha}{\alpha \alpha_0}$ მცირეა,

$\operatorname{arctg} \frac{\alpha}{\alpha \alpha_0}$ -ის ასიმპტოტური წარმოდგენა მოგვცემს:

$$\psi(\vec{r}) = A_0 \int_0^\infty \frac{\alpha F \left(I, I, 3/2, \frac{\alpha^2/l_0^2}{1 + \alpha^2/l_0^2} \right)}{(l_0^2 + \alpha^2)^2} e^{i(xr)} (d\alpha). \quad (12)$$

ინტეგრირება ხდება იმპულსთა სივრცეში ($d\alpha = \alpha^2 d\alpha$) და $l_0 = \alpha \alpha_0$ კულონური ურთიერთქმედებით შებმულ ნაწილაკთა სისტემის მდგომარეობას ახასიათებს სათანადო ტალღური ფუნქციების ნამრავლი:

$$\psi(\vec{r}R) = \psi(\vec{r}) \psi(R). \quad (13)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ:

$$R = \frac{k_0 \vec{r}_1 + k'_0 \vec{r}_2}{K_0}, \quad \vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2, \quad (14)$$

$$\vec{h} = \vec{k}_1 + \vec{k}_2 \quad \text{და} \quad L = \alpha^2 \frac{\alpha_0^2}{2},$$

მივიღებთ:

$$\psi(\vec{r}R) = \frac{A_0}{L^{3/2}} \int_0^\infty \frac{\alpha F \left(I, I, 3/2, \frac{\alpha^2/l_0^2}{1 + \alpha^2/l_0^2} \right)}{(l_0^2 + \alpha^2)^2} (d\alpha)$$

$$\times \exp \left\{ - ict \left(K_0 + \frac{k^2}{2K_0} - \frac{\gamma^2 \alpha^2 z_0}{2} \right) + i \left(\vec{r}_1, \vec{k}_1 \frac{k_0}{|K_0|} + \alpha^{(1)} \right) + i \left(\vec{r}_2, \vec{k}_2 \frac{k'_0}{|K_0|} - \alpha \right) \right\}, \quad (15)$$

სადაც

$$A_0 = \frac{\sqrt{8} (\gamma \alpha z_0)^{3/2}}{L^{3/2} \pi}$$

მანორმირებული მამრაველია. (7) განტოლების ზოგადი ამოხსნა გვაძლევს საწყისი მდგომარეობის ტალღურ ფუნქციას:

$$\psi_0 = \psi(\vec{r}R) + \frac{(\alpha z_0)^{3/2}}{L^{3/2} V \pi} e^{-\alpha \alpha_0 r} \times \exp \left\{ - ict \left(K_0 + \frac{k^2}{2|K_0|} - \frac{\gamma^2 \alpha^2 z_0}{2} \right) + i \left[\frac{k_0}{|K_0|} (\vec{r}_1 \vec{k}_1) + \frac{k'_0}{|K_0|} (\vec{r}_2 \vec{k}_2) \right] \right\}. \quad (16)$$

საბოლოო მდგომარეობა სისტემისა აიწერება ბრტყელი ტალღით

$$\psi_1 = L^{-3} \exp \left\{ - ict \left(K_0 + \frac{k_1^2}{2K_0} + \frac{k_2^2}{2K_0} \right) + i(\vec{r}_1 \vec{k}_1) + i(\vec{r}_2 \vec{k}_2) \right\}. \quad (17)$$

ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნის დამუხტული ელემენტარული ნაწილაკების საწყისი მომენტში ურთიერთმოქმედებენ ელექტრომაგნიტურ ველთან, ამიტომ შემფოთ ძალად ვღებულობთ ელექტრომაგნიტური ველის A ვექტორ-პოტენციალს. გარეშე ველის არსებობის შემთხვევისათვის მივიღებთ განტოლებას:

$$\left\{ - \frac{1}{ic} \frac{\partial}{\partial t} - k_0 + \frac{\nabla_0}{2K_0} - \frac{2\pi^2}{h^2 c^2} \frac{A^2}{K_0} \right\} \psi = 0, \quad (18)$$

სადაც

$$A^2(\vec{r}, t) = \sum_{l, l'} \frac{4\pi^2 c h}{V l l'} (a_{1l} a_{l'}) \exp \{ ict(l + l') - i(\vec{r}, \vec{l} + \vec{l}') \};$$

ნაწილაკების სისტემის საკუთარი ფუნქცია წარმოდგენილია როგორც ჯამი საკუთარი ფუნქციების ნამრავლისა $a_{n_1 n_2}$ კოეფიციენტებით:

$$\psi = \sum_{n_1, n_2} a_{n_1, n_2} \psi_{n_1} \psi_{n_2}, \quad (19)$$

სადაც a_{n_1, n_2} აკმაყოფილებს განტოლებას:

$$a_{n_1, n_2} = -i \frac{4\pi^2 e^2}{K_0 c h^2} \int_0^t dt \int d\tau_1 \int d\tau_2 \psi_0^* A^2(\vec{r}t) \psi_1. \quad (20)$$

(20) სათანადო მნიშვნელობის ჩასმა გვაძლევს:

$$a_{n_1, n_2} = -i \frac{4\pi^2 e^2}{K_0 h L^3} \sum_{l, l'} \frac{(a_{1l} a_{l'})}{V l l'} \left\{ \frac{\sqrt{8} (\gamma \alpha z_0)^{3/2}}{L^2 \pi} \int_0^\infty \frac{\alpha F \left(I, I, \frac{3}{2}, \frac{\alpha^2 l_0^2}{I + \alpha^2 l_0^2} \right)}{(l_0^2 + \alpha^2)^2} (d\alpha) \right\}$$

(1) ექსპოტენცურ ფუნქციებში α აღნიშნავს ვექტორს.

$$\begin{aligned}
 & \times \int_0^t dt \exp \left[ict \left(\frac{k^2}{2K_0} - \frac{k_1^2}{2K_0} - \frac{k_2^2}{2K'_0} - \frac{\chi^2 \alpha^2 \alpha_0}{2} + (l + l') \right) \right] \\
 & \times \int d\tau_1 \exp \left[-i \left(\bar{r}_1, \bar{k}_1 \frac{k_0}{K_0} + \alpha - \bar{k}_1 + (\bar{l} + \bar{l}') \right) \right] \\
 & \times \int d\tau_2 \exp \left[i \left(\bar{r}_2, \bar{k}_2 \frac{k'_0}{K_0} - \alpha - \bar{k}_2 + (\bar{l} + \bar{l}') \right) \right] \\
 & + \frac{(\alpha \alpha_0)^{3/2}}{L^{3/4} \pi} e^{-\alpha \alpha_0 t} \int_0^t dt \exp \left[ict \left(\frac{k^2}{2K_0} - \frac{k_1^2}{2K_0} - \frac{k_2^2}{2K'_0} - \chi^2 \frac{\alpha^2 \alpha_0}{2} + l + l' \right) \right] \\
 & \times \int d\tau_1 \exp \left[-i \left(\bar{r}_1, \bar{k}_1 \frac{k_0}{K_0} - \bar{k}_1 + (\bar{l} + \bar{l}') \right) \right] \\
 & \times \int d\tau_2 \exp \left[-i \left(\bar{r}_2, \bar{k}_2 \frac{k'_0}{K_0} - \bar{k}_2 - (\bar{l} + \bar{l}') \right) \right] \Bigg\}. \quad (21)
 \end{aligned}$$

იმპლუსის მუდმივობის კანონის გამოყენებით განისაზღვრება α -ის ცვლილების საზღვრები.

თუ ვისარგებლებთ გადასვლის აღბათობის ფორმულით $w = \frac{\partial}{\partial t} (a_{n1}^* a_{n2} a_{n1}, n_2)$,

და უგულბებელყოფთ ინტეგრაციულ წევრს, რომლის საშუალოც მისწრაფვის ნულისაკენ, საკმაოდ რთული გამოთვლების შედეგად მივიღებთ:

$$w = \left\{ \frac{8}{\pi} \chi^3 \left[0,964 \log \left(1 + \frac{4}{\chi^2 \alpha^2} \right) \right]^2 + 1 \right\} 4 \frac{\alpha^3 k_0^3 k'_0 c}{(k_0 + k'_0)^3} \quad (22)$$

კერძო შემთხვევაში ელექტრონ-პოზიტრონისათვის, როცა $\chi = 0$ და $\chi = 1$, მიიღება, სათანადოდ, ივანენკო-სოკოლოვისა [1] და ავტორის [4] შედეგები.

სათანადოდვე მიიღება ეფექტური განიკვეთისა და სისტემის სიცოცხლის ხანგრძლიობის მნიშვნელობები.

ამრიგად, დამთავრებულად უნდა ჩაითვალოს დღემდე ცნობილი იმ გავლენების შეფასება, რომლებსაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ელემენტარულ ნაწილაკთა სისტემის გამოსხივებად გარდაქმნაზე.

შოთა რუსთაველის სახელობის
ბათუმის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.11.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. Д. Иваненко и А. А. Соколов. О метастабильных соединениях элементарных частиц. ДАН СССР, т. 58, № 7, 1947.
2. И. Я. Померанчук. Правила отбора при аннигиляции электронов и позитронов. ДАН СССР, т. 60, № 2, 1948.
3. Л. Д. Ландау. О моменте системы из двух фотонов. ДАН СССР, т. 60, № 2, 1948.
4. ბ. ხალვაში. პოზიტრონიუმის გამოსხივებად გარდაქმნის ალბათობა კულონური ურთიერთქმედების გათვალისწინებით (ხელნაწერი თბილისის სახ. უნივერსიტეტში), 1948.
5. В. Гаитлер. Квантовая теория излучения. М.—Л., 1940.
6. В. Рудницкий. Учет влияния кулоновского взаимодействия электрона и позитрона на их аннигиляцию. ЖЭТФ, т. 7, вып. 12, 1937.

გეოგრაფია

მ. ნოდია

მაგნიტური სასწორებით წარმოებულ სავალი მაგნიტურ დაკვირვებათა
დაშუშების ხასილი მეთოდი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა | ა. დიდუბუღიძემ | 19.1.1951)

მაგნიტური სასწორის შემწვობით სავალი მაგნიტურ გაზომვათა ახალ მეთოდებთან დაკავშირებით, რომლებიც განხილულია ზოგიერთ ჩვენს შრომაში [1, 2, 3, 4], დაისვა საკითხი ამ გაზომვათა დამუშავების შესაფერისი მეთოდის შესახებ.

პირველ ყოვლისა ვასათვალისწინებელი იყო ის გარემოება, რომ სავალი მაგნიტური სასწორები იძლევა გაზომილ ერთეულთა აბსოლუტურ მნიშვნელობებს ნაცვლად შეფარდებითისა.

უფრო მეტი გარკვეულობისთვის დედამიწის მაგნიტური ველის Z ვერტიკალურ და H ჰორიზონტალურ მდგენელთა აბსოლუტური მნიშვნელობანი დაკვირვების პუნქტზე აღენიშნოთ შესაბამისად $Z_{\text{გა}}$ და $H_{\text{გა}}$ ნიშნებით. განაზომთა შედეგების მოხერხებულად დამუშავებისა, მათი შემდგომი გამოყენებისა და ადგილის ეკონომიის მიზნით ეს $Z_{\text{გა}}$ და $H_{\text{გა}}$ საჭიროა წარმოვიღებინოთ ორი შესაკრების სახით, რომელთაგან პირველი მუდმივია აგეგმვის ყოველი პუნქტისთვის, ხოლო მეორე ცვალებადია, რამდენადაც $Z_{\text{გა}}$ და $H_{\text{გა}}$ იცვლება ყოველი პუნქტიდან პუნქტამდე.

სასწორის სკალაზე ანათვლები აიღება ჩვეულებრივად მისი შუა დანაყოფიდან, რომელსაც, როგორც ცნობილია, ეწოდება სასწორის ნულ-პუნქტი. ეს ანათვლები, მათი დამუშავებისა, ე. ი. მათი გამებად ვადაყვანისა და ტემპერატურისა და ვარიაციებისათვის სათანადო შესწორებათა შეტანის შემდეგ, ჩვეულებრივ აღინიშნება ΔZ და ΔH -ით შესაბამისად.

როგორც ზემოხსენებულ შრომებშია ნაჩვენები, Z და H სასწორების ნულ-პუნქტებს შეესაბამება გარკვეული აბსოლუტური მნიშვნელობები Z_0 და H_0 , რომლებიც სათანადო დაკვირვებათა შემწვობით ისაზღვრება მაგნიტურ ობსერვატორიაში [1, 2].

ამრიგად, თანახმად შემოღებულ ადინიშვნებისა, $Z_{\text{გა}}$ და $H_{\text{გა}}$ აგეგმვის ყოველ პუნქტში შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$Z_{\text{გა}} = Z_0 + \Delta Z_0, \quad (1)$$

$$H_{\text{გა}} = H_0 + \Delta H_0, \quad (2)$$

სადაც ΔZ_0 და ΔH_0 წარმოადგენენ განხრებს Z_0 და H_0 -დან შესაბამისად.

ვინაიდან Z_0 და H_0 რამდენიმე წარმოდგენენ შემთხვევით სიდიდეებს, ამიტომაც მრავალმხრივ მოხერხებული იქნებოდა პირველ შესაკრებად აგეგმო

Z და H-ის საშუალო წლიური მნიშვნელობა იმ ობსერვატორიაში, სადაც წარმოებულ იქნა სასწოროთა ნულ-პუნქტების Z_0 -სა და H_0 -ს აბსოლუტური მნიშვნელობის განსაზღვრა, სახელდობრ Z_{0a} და H_{0a} .

მაშინ აგეგმვის ყოველი პუნქტისთვის $Z_{\Delta z}$ და $H_{\Delta z}$ შეიძლება მივიღოთ როგორც მათი საშუალო წლიური მნიშვნელობა იმავე ჯამების სახით, რომლებიც მოცემულია (1) და (2) ფორმულებში, სახელდობრ:

$$Z_{\Delta z} = Z_{0a} + \Delta Z, \tag{1'}$$

$$H_{\Delta z} = H_{0a} + \Delta H, \tag{2'}$$

სადაც Z_{0a} და H_{0a} შესაბამისად საშუალო წლიურ მნიშვნელობებს წარმოადგენენ Z და H-ისა ობსერვატორიაში აგეგმვის ეპოქისათვის, ვთქვათ, 1945 წ. ეპოქისათვის; $Z_{\Delta z}$ და $H_{\Delta z}$ საშუალო წლიური მნიშვნელობებია Z და H-ისა აგეგმვის პუნქტისთვის იმავე 1945 წლის ეპოქისათვის; ΔZ და ΔH განზრებია $Z_{\Delta z}$ და $H_{\Delta z}$ მდგენელთა საშუალო წლიური მნიშვნელობებისა აგეგმვის პუნქტში Z_{0a} და H_{0a} -დან შესაბამისად.

ვინაიდან (1) და (1') ფორმულებში მარცხენა ნაწილები ტოლია, ამიტომ მათი მარჯვენა ნაწილებიც, რომლებიც ორი რიცხვის ჯამებს წარმოადგენენ, ტოლი უნდა იყოს, რაც საჭიროა გავითვალისწინოთ Z_0 -ისა და ΔZ_0 -ის რიცხვითი სიდიდეების Z_{0a} -ისა და ΔZ -ის რიცხვითი სიდიდეებით შენაცვლებისას (1') ფორმულაში. იგივე უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში სათანადო რიცხვით მნიშვნელობათა ჩასმისას (2') ფორმულაში.

ქვემოთ ჩვენ ვიძლევიტ ΔZ მნიშვნელობათა ცხრილს, რომელიც პირველად 1936 წელს იქნა ჩვენ მიერ გამოქვეყნებული ზემონათქვამის შესაბამისად 1934 წელს ჩატარებული მაგნიტური აგეგმვის პუნქტებისათვის [5].

დედამიწის მაგნიტური ველის Z ვერტიკალური მდგენელის მნიშვნელობა აგეგმვის ყოველი პუნქტისთვის 1934 წლის ეპოქაში შეიძლება მიღებულ იქნეს ფორმულის მიხედვით:

$$Z = 40000\tau + \Delta Z,$$

სადაც 40000 τ საშუალო წლიური მნიშვნელობაა Z-ისა კარსნის მაგნიტური ობსერვატორიისათვის იმავე 1934 წლის ეპოქაში, ΔZ განზრება 40000 τ -დან მოცემული პუნქტისათვის.

რიცხვი და თვე	პუნქტების ნომრები		სიმაღლე ზღვის დონიდან
18 VII	1	-306	810
	16	-856	920
20. VIII	21	+3923	1002
	21-1	+3028	
	21-2	-636	
	21-3	-5021	
	21-4	-1070	
	21-5		
	21-9	+199	

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ 1,16,21 და ა. შ. პუნქტებისთვის $Z_1 = 40000\tau - 306\tau = 39694\tau$, $Z_{16} = 40000\tau - 856\tau = 39144\tau$, $Z_{21} = 40000\tau + 3923\tau = 43923\tau$ და ა. შ., სადაც Z_1, Z_{16}, Z_{21} ... საშუალო წლიური მნიშვნელობებია Z-ისა პუნქტებში შესაბამისი ნომრებით 1934 წლის ეპოქაში.

ახლა რამდენიმე სიტყვა იმ შესწორებათა შესახებ, რომლებიც საჭიროა შევიტანოთ სასწოროს სკალის ანათვლებში გამებად მათი ვადაყვანის შემდეგ,

რომ მივიღოთ რომელიმე გარკვეულ ეპოქაზე მიყვანილი ΔZ , ე. ი. შესწორებათა შესახებ ტემპერატურისა და ვარიაციებისათვის.

ტემპერატურისათვის შესწორების შეტანა არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს და მასზე ჩვენ არ შეგჩერდებით.

რაც შეეხება ვარიაციებისათვის შესწორებას, საჭიროა მისი ისე შეტანა, რომ მოცემული პუნქტისთვის Z ვერტიკალური მდგენელი მივიღოთ როგორც საშუალო წლიური სიდიდე.

თუ დაკვირვების პუნქტი მაგნიტური ობსერვატორიიდან ისეთ მანძილზეა, რომ Z -ის ვარიაციები, რომლებიც მასში ლოიდის სასწორის შემწეობით ჩაიწერება, შეიძლება დაკვირვების პუნქტის შესაბამისი ვარიაციების ტოლად ჩავთვალოთ, მაშინ პუნქტზე დანაკვირვებ ΔZ მნიშვნელობას საჭიროა ალგებრულად მივმატოს ეს შესწორებები ვარიაციისათვის, რომლებიც ობსერვატორიაში უნდა დავგემატებინა იმავე მომენტში დანაკვირვებ Z -ზე იმისთვის, რომ მიგვეღო Z , როგორც საშუალო წლიური სიდიდე მასში.

ამ მიზნისთვის ობსერვატორიაში, როგორც ცნობილია, დანაკვირვებ Z -ს ჯერ დაიყვანენ იმ თვის საშუალო თვიურ მნიშვნელობაზე, როდესაც დაკვირვება ჩატარდა, და შემდეგ ეს საშუალო თვიური მნიშვნელობა, მეორე შესწორების სათანადო მიზნით შეტანის გზით, დაყავთ საშუალო წლიურ მნიშვნელობაზე. რა თქმა უნდა, ორივე ეს შესწორება დანაკვირვებ ΔZ მნიშვნელობაში შეიძლება შეტანილ იქნეს ერთდროულად, რისთვისაც ისინი უნდა შეეკრიბოთ სათანადო ნიშნების გათვალისწინებით. იგულისხმება, რომ Z -ის შესახებ ნათქვამი მთლიანად ვრცელდება H -ზედაც.

რაც შეეხება $Z_{\text{გა}}$ და $H_{\text{გა}}$, ისინი დაიყვანება შესაბამის საშუალო წლიურებზე საცემბით ანალოგიურად. (1) და (2) ფორმულების საფუძველზე, რა თქმა უნდა, უფრო მოხერხებულია ეს შესწორებები შეტანილ იქნეს ΔZ და ΔH -ში, და არა $Z_{\text{გა}}$ და $H_{\text{გა}}$ -ში.

დაუპრობლემოდ ახლა შემოიყვანილ ცხრილს და შევნიშნოთ, რომ აგეგმვის პუნქტთა მონაცემების სისრულისთვის ჩვენ შემდგომ ამგვარსავე ცხრილებში სწორედ ΔZ -ისათვის განკუთვნილი სვეტის წინ შევიტანეთ კიდევ ერთი სვეტი პუნქტთა შორის მანძილთათვის [6]. ამ სვეტის შეტანამ საგრძნობლად შეამცირა პუნქტების აღწერა.

ჩვენ მიერ ვერტიკალურ გრადიენტთა გაზომვის მეთოდის დამუშავებასთან დაკავშირებით საჭირო გახდა ΔZ -ის ცხრილში შეგვეტანა კიდევ ახალი სვეტები, როგორც ეს ნაჩვენებია ცხრილებში, რომლებიც ჩვენი შრომების შესაბამის ადგილებშია მოყვანილი, სადაც სათანადო ახსნა-განმარტებებია აგრეთვე მოცემული [3, 4]. არ არის ძნელი დაინახოთ, რომ ეს ცხრილები, რომლებსაც შედარებით მცირე ადგილი უკავია, პუნქტების გრძელი აღწერის გარეშე, რაც ხშირად ერთნაირ გამოთქმებში კეთდება, გვაძლევს მათი განაწილების ნათელ სურათს რთული რელიეფის ზედაპირზე, რითაც საგრძნობლად ადვილდება აგეგმვის შედეგების ანალიზი.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. М. З. Нодиа. О некоторых возможностях производства абсолютных магнитных определений с помощью весов Шмида. Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., т. IX, № 5—6, 1945.
2. მ. ნოდია. შმიდტის სასწორების შემწეობით აბსოლუტურ მაგნიტურ განსაზღვრათა ცდების შედეგები. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. VII, № 6, 1946.
3. მ. ნოდია. შმიდტის სასწორის შემწეობით ანომალური მაგნიტური ველის ვერტიკალური გრადიენტის გაზომვის ზოგიერთი შესაძლებლობის შესახებ. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. VIII, № 6, 1947.
4. М. З. Нодиа. Некоторые результаты измерений вертикального градиента аномального магнитного поля. Доклады научно-исследов. Инст. Земного магнетизма, № 3, М.-Л., 1948.
5. М. В. Нодиа. Магнитная микросъемка в Цедани. Тр. Тбилисск. Геофиз. института Груз. Фил. АН СССР, т. 1, 1936.
6. М. З. Нодиа. Маршрутная магнитная микросъемка в районах Бакуриани, Боржоме и Квишхети. Сообщ. Груз. Фил. АН СССР, т. I, № 2, 1940.

ბიოლოგია

ი. კახაძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი

**ზომი ახალი მონაცემი ჩორდის რაიონის ბიოლოგიური
აბიზულების შესახებ**

ჩორდის რაიონი მდებარეობს მდ. ჯეჯორის ხეობის მარცხენა ფერდზე, ჯეჯორის მარცხენა შენაკადის თელნარისღელის სათავეებისა და მდ. ჩილორისწყლის წყალგამყოფი ქედის ჩრდილის ფარგლებში. იგი ყურადღებას იპყრობს თავისი ორიგინალური გეოლოგიური აგებულებით, რომლის შესახებ არა ერთი აზრი გამოთქმულა ([2] და სხვ.). ქედ ჩრდილის დასავლეთ ფერდობზე განვითარებული გეოლოგიური პირობების ზოგადი სურათი მოცემულია ჩვენს ერთ-ერთ შრომაში [1].

1950 წ. ზაფხულში ჩვენ შემთხვევა მოგვეცა გავცნობოდით ამ ქედს მთლიანად და თელნარის ღელის ხეობის ზემო წელსაც და ამის საფუძველზე დაგვეზუსტებინა რაიონის გეოლოგიური აღნაგობის სქემა.

რაიონში განვითარებულია სხვადასხვა ასაკის ნალექები, რომელთა შორის ძირითადია ბაიოსური პორფირიტული წყება. მისგან არის აგებული ქედი ჩრდილი. სამხრეთ-დასავლეთ მხარეზე ჩილორისწყლის ხეობაში ფაუნით დათარიღებულ ზედა ბაიოსურ მწვანე ფერის წვრილმარცვლოვან ტუფოგენურ ქვიშაქვებს მოჰყვება მათზე ტრანსგრესიულად განლაგებული კალციურ-ოქსიდორღული თიხიანი ქვიშაქვები. უკანასკნელთ თანხმობით განაგრძობს მასიური კირქვების თხელი დასტა, რომელიც შრეებრივი კირქვებისა და ფერადი თიხების ფენების მორიგეობის მეშვეობით გადადის ფერად წყებაში. უკანასკნელი კიმერიულად თარიღდება, ხოლო მის ქვევით განლაგებული კარბონატული ნალექები ლუსიტანიურს წარმოადგენენ. ჭრილს ამთავრებს ტრანსგრესიული მიოცენი.

ზედაიურული ნალექები მიემართებიან ქედ ჩრდილის სამხრეთ-დასავლეთი ფერდობის გასწვრივ სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით ბაჯინების გადასასვლელამდე (წყალგამყოფზე ჩილორისწყლისა და ყვირილის მარჯვენა შენაკადის ხახიეთისწყლის სათავეებს შორის), საიდანაც ისინი თითქმის განედურ მიმართებას იღებენ.

მიმართების ეს შეცვლა სავსებით ეგუება აქ განვითარებული ნაოჭების მიმართულების ამგვარსავე ცვლას. ნაოჭები აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ თითქმის განედურად მიემართება ჩორდის რაიონამდე, სწრაფ მიმართებას ჩრდილო-დასავლეთურზე იცვლიან.



აღნიშნული ნაღებები შეადგენენ ქედ ჩრდილის სამხრეთ-დასავლეთით მდებარე სინკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფრთას (მიოცენი სინკლინის გულს ავსებს), რომელიც სამხრეთ-დასავლეთისაკენ არის გადაბრუნებული ([1], ნახ. 6). აქამდე ამ ფრთის პორფირიტული წყება განიხილებოდა როგორც ჩრდილო-აღმოსავლეთით მისი მომყოლი ანტიკლინის გული, მაგრამ ჩვენი ახალი დაკვირვებების მიხედვით ეს შეხედულება უნდა შეიცვალოს.

პორფირიტული წყების ზოლის ჩრდილო-დასავლეთით, ქედ ჩრდილზე და თელნარისღელის ხეობაში გავრცელებულია ტერიგენული ნაღებები—ქვიშა-ქვები და თიხაფიქლები. ქვიშაქვები თხელ- და სქელშრებები, ზოგჯერ დაფიქლული არიან და ბლომად შეიცავენ ქარსს და მცენარეულ დეტრიტუსს, რომლითაც ზოგჯერ შრებებიოების ზედაპირები მთლიანად დაფარულია. უკანასკნელებზე ხშირია ფლიშური ფიგურები. თიხაფიქლები მოშავო ან შავი ფერისაა და მდიდარია ქარსით.

ამ კომპონენტების განაწილება აღნიშნულ ტერიგენულ წყებაში ყველგან ერთნაირი არ არის. პორფირიტული წყების მოსაზღვრე ნაწილი მდიდარია ქვიშაქვების საკმაოდ მძლავრი დასტებით და თიხაფიქლებს დამორჩილებული ადგილი უკავია. წყების დანარჩენ, თელნარისღელში გაშიშვლებულ ნაწილში ქვიშაქვები მხოლოდ 30—40% შეადგენენ და წყება აქ ძირითადად თიხაფიქლებისგანაა აგებული. წყების დახასიათება რომ დავამთავროთ, აღვნიშნოთ, რომ იგი ინტენსიურად არის დაწვრილნაოქებული.

აღწერილი ნაღებების ასაკი დღემდე დადგენილი არ იყო. მათ ხან ლიასს აკუთვნებდნენ, ხან ოლიგოცენს, ხან კი შუა იურას. ისინი განიხილებოდნენ აგრეთვე როგორც ზედაბაიოსურის ტერიგენული ფაციესის ნაღებები. ამრიგად, მათ ჩვეულებრივ საკუთრივ პორფირიტულ წყებაზე ახალგაზრდად თვლიდნენ და ამის გამო ხსენებული ანტიკლინის ჩრდილო-აღმოსავლეთით წარმოიდგენდნენ სინკლინს, რომლის გულს ეს ნაღებები ავსებდნენ. ამას თითქოს ისიც ეთანხმებოდა, რომ აღწერილ ნაღებებსა და პორფირიტულ წყებას შორის კონტაქტს ჩრდილო-აღმოსავლეთური დაქანება აქვს.

სხვათა შორის, ამას არ ეგუებოდა კ. მასლოვის შეხედულება. ეს აგტორი აღწერილ წყებას ლიასს აკუთვნებდა. წყების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ იგი, დეტალებშიც კი, მართლაც, მეტად ემსგავსება კავკასიონის სამხრეთ ფერღზე და, კერძოდ, ჯეჯორის ხეობაშიც გავრცელებულ ზედალიასური თიხაფიქლებისა და ქვიშაქვების, ე. წ. სორის წყებას (ლითოლოგიური ხასიათი, ფლიშური ფიგურები, ქვიშაქვებით გამდიდრება პორფირიტულ წყებასთან მიახლოებისას და სხვა). ამის გამო ჩვენც ეს ნაღებები ზედალიასურად მივიჩნიეთ, რაც საესებით დადასტურდა მათში ე. კოლოშვილის მიერ ზედალიასური *Mytiloides amygdaloides* Goldf.-ის (ჩვენი განსაზღვრა) პოვნით. როგორც ვხედავთ, ამ ნაღებების ზედალიასური ასაკი უკვე ექვს არ უნდა იწვევდეს და აქედან, როგორც შედეგი, გამომდინარეობს, რომ ისინი აგებენ ანტიკლინის და არა სინკლინის გულს.

ამრიგად, აქ გვაქვს სამხრეთ-დასავლეთისაკენ გადაწოლილი დიდი ანტიკლინური ნაოქი, რომლის გულს შეადგენს ზედა ლიასი, ხოლო გადა-

ბრუნებულ ფრთაში განვითარებულია ზემოთ აღნიშნული პორფირიტული წყება და მისი მომყოლი ზედაიურული ნალექები.

ამით აიხსნება, რომ საზღვარი ქედ ჩრდილის პორფირიტულ წყებასა და ლიასს შორის ჩრდილო-დასავლეთით არის დაქანებული, მაგრამ სიღრმეში იგი მალე საწინააღმდეგო დაქანებით უნდა შეიცვალოს, რაზედაც მკაფიოდ მიგვითითებს მომდევნო ჩილორისწყლის სინკლინის ბუნება [1].

ამგვარი ნაოკის გადაბრუნებულ ფრთაში გადაწოლის პროცესში ადგილი ექნებოდა შრეთა შორის მოძრაობებს, რის შედეგად აქ შესაძლებელია წარმოქმნილიყო შრეთაშორისი სიცარიელებები. ამგვარი სიცარიელებები, გასაგებია, ძირითადად ფრთის იმ ნაწილთან უნდა იყოს დაკავშირებული, რომელიც ყველაზე მეტად არის გულისაკენ შეზნექილი. აქ უფრო ძველ შრეებს დიდი შეზნექა ახასიათებს, რომელსაც ზვეთიან მომყოლი შრეები ვერ მიჰყვება. ამის გამო, დიფერენციული მოძრაობის შედეგად, შრეები ან დასტები სცილდებიან ერთმანეთს და მათ შორის რჩება სიცარიელე, რომელიც როგორც ზევით, თხემისაკენ, ისე ქვევით უნდა გამოისოლოს.

პორფირიტული წყება ჩვენს შემთხვევაში შეიცავს შრეებრივი ტუფოგენური ქანების დასტებს, რომლებშიც შესაძლებელი შეიქნა ზემოთ მოყვანილი გზით სიცარიელების გაჩენა, ზოლო უკანასკნელნი ამოივსნენ მინერალური ძარღვებით, რომლებსაც უნდა ჰქონდეთ მათი ფორმა და განზომილებები.

ამ ძარღვებს ჯერ საკმაოდ დამრეცი ჩრდილო-აღმოსავლეთური დაქანება ექნებათ, შემდეგ დაქანების კუთხე თანდათან გაიზრდება, მიღწევს შვეულს და საწინააღმდეგო, სამხრეთ-დასავლეთური დაქანებით შეიცვლება. ამასთანავე ძარღვების სიმძლავრე კანონზომიერად გაიზრდება დაქანების მიმართულებით, სანამდე იგი საწინააღმდეგოში გადავიდოდეს, რის შემდეგ სიღრუეები და, მაშასადამე, მათი ამომვსები ძარღვებიც ამოისოლება. ამგვარსავე ამოსოლვას ექნება ადგილი ნაოკის თაღისკენაც, სადაც იგი შერჩენილი იქნება.

ჩორდის შემთხვევაში სიღრუეები ნაოკის სამხრეთ-აღმოსავლეთითაც უნდა შეიკრას იქ, სადაც ნაოკი განედურ მიმართებას იძენს და ლერძი ამის გამო გეგმაში უეცარ გადაღუნვას განიცდის.

მოყვანილი მოსაზრებები სიცარიელების წარმოქმნის მექანიზმისა და მათთან დაკავშირებული მინერალური ძარღვების ფორმის შესახებ, რაც ჩვენ მიერ ჯერ კიდევ 1939 წ. იქნა გამოთქმული, საგვებით დადასტურდა მას შემდეგ ამ რაიონში გაყვანილი სამთო ნამუშევრებით.

დასასრულ, უნდა აღინიშნოს, რომ საკმაოდ კომპენტირებული პორფირიტული წყება ამგვარ გადაბრუნებას წმინდა პლასტიკური დეფორმაციით ვერ უპასუხებდა და გადაბრუნებული ფრთა გართულებული უნდა იყოს თანადროული და შემდეგი ოროფაზისების დროს წარმოქმნილი წყვეტილი დისლოკაციებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.2.1951)

დასრულებული ლიტერატურა

1. И. Кахадзе. Грузия в юрское время. Тр. Геол. Ин-та АН Грузинской ССР, т. III (VIII), 1947.
2. И. Кувшнецов. Геологическое строение части Западной Грузии в пределах Рачи, Лечхума и Имеретии. XVIII Междунар. Геол. Конгр., Эксп. по Кавказу, Груз. ССР, Зап. часть, Москва, 1937.

გეოლოგია

ა. ზავაშვილი

ჭიბთურა-სახჩხერის აუზის მარგანეციის მადნების ბენეიქსის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. თვალჭრელიძემ 23.4.1951)

ფიზიკურ-ქიმიური სხვადასხვა პირობების გამო ბიოსფეროში, ჰიდროსფეროში და ქერქის გამოფიტვის გარემოში დიდძალი მანგანუმი გროვდება, მაშინ როდესაც დედამიწის ქერქის ღრმა ზონებში ასეთი რაოდენობით და ასეთ ფორმებში მანგანუმი არ გვხვდება.

დედამიწის ზედაპირზე ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები ზმირად იცვლება, რის შედეგად შემჩნეულია მანგანუმის მეორადი გეოქიმიური ციკლები, რაც გამოწვეულია იმით, რომ წყლის არარსებობის დროს ფსილომელანი გადადის პიროლუზიტში და, პირიქით, ბუნებრივი წყლების არსებობის გარემოში ფსილომელანს ვიღებთ.

მანგანუმის ამ კონცენტრაციაში დიდი მნიშვნელობა აქვთ ცოცხალ ორგანიზმებს და ბუნებრივ წყალს.

ცოცხალი არსებისათვის საერთოდ, და ბაქტერიებისათვის კერძოდ, მანგანუმის შენაერთები საკვებს წარმოადგენენ.

მანგანუმის ბაქტერიები ცოცხლობენ და მანგანუმის ორვალენტოვანი შენაერთების დაჟანგვის პროცესში სამვალენტოვნად იქცევიან, სიცოცხლისათვის აუცილებელ ენერჯიას იღებენ.

გარდა ამისა, ნიადაგში არსებობენ მანგანუმის სხვა ორგანიზმები, რომელთაც უნარი შესწევთ მანგანუმის კარბონატები ($MnCO_3$) დაჟანგონ.

ბაქტერიებთან დაკავშირებულ ამ გეოქიმიურ რეაქციებს მანგანუმის გეოქიმიურ ისტორიაში დიდი მნიშვნელობა აქვს.

მათ მანგანუმის ქვეფანგების (MnO) შენაერთები გადაყავთ დაჟანგულ, ჟანგულ (Mn_2O_3) და ორჟანგულ (MnO_2) შენაერთებში, ამასთან ბიოგენურ გარემოში წყალი არის ამ პროცესის ძირითადი ფაქტორი.

ჭიბთურის მანგანუმის კონცენტრაცია რამდენიმე ასეულ კლარკს უდრის. როგორც ე. ვერნადსკი ლაპარაკობს [1], მანგანუმის კონცენტრაცია, რომელიც მარგანეცის მადნებს იძლევა, დაკავშირებულია ბიოსფეროსთან, სადაც გამოფიტვის ძირითად ძალებს წარმოადგენს თავისუფალი ჟანგბადი, წყალი და ცოცხალი არსება.

ბიოსფეროში მანგანუმის სუფთა და ჰიდრატული ორჟანგის (MnO_2) გამოყოფისათვის იქმნება შესაბამისი პირობები, მაშინ როდესაც ჟანგბადის ზედაპირის საზღვრის გარეთ MnO_2 კარგავენ მდგომარეობას, აქ მაქსიმალური და-

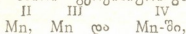
ჟანგის შედეგად ბრაუნითი (Mn_2O_3) და სხვა მინერალები ჩნდება, რომელთა ნაგროვი იშვიათად წარმოქმნის მეტამორფული მარგანეცის მადნებს.

დაბოლოს, ჟანგბადით ლარიბ ადგილებში, მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში, მანგანუმის ატომებს ორვალენტოვანი ფორმა სჩვევია.

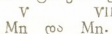
აქ ზოგჯერ მანგანუმის ნაგროვი წარმოიქმნება, რომელიც მადნებს იძლევა, უმთავრეს შემთხვევაში კი მანგანუმის კარბონატებსა და მეტასილიკატებს.

დაჟანგვის ხარისხის შესწავლის დროს მანგანუმის ატომების ნაირვალენტობა ელინდება, რაც ამავე დროს გვარწმუნებს მასში, რომ თითოეული ვალენტობის ატომები განხილული უნდა იქნეს თავის გეოქიმიურ ისტორიაში, როგორც განსაკუთრებული ქიმიური ელემენტი.

მანგანუმის ნაირი გეოქიმიური გზების განვითარება ჩანს



რაც დიდსა და განსხვავებულ როლს თამაშობს Mn გეოქიმიასში. ცოცხალ არსებებში დასაშვებია ატომების უმადლესი ვალენტობა



ბიოსფეროში ჩვენ Mn ატომების მდგრადობა გვაქვს



რომელიც დედამიწის ქერქის სიღრმეში არ არიან.

II

Mn დამახასიათებელია ბიოსფეროს ანაერობული ნაწილისათვის და მეტამორფული გეოსფეროსათვის.

II

Mn გვხვდება ყველა გეოსფეროში და მხოლოდ ეს ერთია მასიურ ქანებში შემჩნეული, სხვა სიტყვით, ეს დამახასიათებელია მაგმასფეროსა და მეტამორფული ქვედა გარსისათვის.

ვ. ვერნადსკის მიხედვით, საბადოთა ყველა ტიპი შეიძლება დაფუძავიროთ მანგანუმის ერთ გეოქიმიურ ციკლს, რომელიც გეოლოგიური დროის მსვლელობაში დედამიწის ქერქში უდავოდ მეორდება და ორ პროცესად იყოფა:

ა) ბიოსფეროში მანგანუმის მაქსიმალური გაფანტვა მისი მაქსიმალური ბიოგენური კონცენტრაციით ბიოსფეროს ქვედა ნაწილში და ბ) მაქსიმალური კონცენტრაციიდან ბიოსფეროში, რამდენიმე მეტამორფული სტადიის მანგანუმის კონცენტრაციით, მისი ატომების გაფანტვით მაგმატურ კერებში, რომლებიც მაგმის გაცივების შემდეგ წარმოიქმნება მასიურ ქანებში.

ქიათურა-საჩხერის მარგანეცის მადნის წყების გავრცელების ფართობი გეოლოგიური განლაგების პირობებით, ტექტონიკური თავისებურებით და ფაციესურ განსხვავებათა გამო პირობით შეიძლება ორ ზონად გავყოთ:

ა) მთავარი ზონა და ბ) პერიფერიის ზონა.

მთავარი ზონა ხასიათდება მაღალხარისხოვანი პირველადი ჟანგეული მარგანეცის მადნების დიდი გავრცელებით, მაშინ როდესაც კარბონატულ და დაქანგულ მადნებს მეორე ადგილი უჭირავთ. აქ განვითარებულია სხვადასხვა მიმართულების დიზენქტური აშლილობა, ნასხლეტებისა და ზენასხლეტების სახით.

პერიფერიის ზონაში ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას; პირველადი ჟანგეული მადნები შედარებით მცირეა და გავრცელებული. პერიფერიის მარგანეცის წყებაში საგრძნობლად იზრდება Ca, Mg, S და P. ამ ზონაში განვითარებულია პლიკატური აშლილობა.

არსებული მონაცემების საფუძველზე (ფლორისა და ფაუნის ნაშთები, კლასტიკური მასალა, თაბაშირის არსებობა თაბაგრებში და მურა კონგლომერატი თაბაგრებში, ბუნიკაურში, ზედა რგანში და სხვა) შეიძლება დავასკვნათ, რომ სიღრმე, სადაც მანგანუმის დალექვა წარმოებდა, რამდენიმე ათეულ მეტრს აღწევდა.

მარგანეცის მადნების დალექვის დროს აუზი რამდენიმე კილომეტრით იყო დაცილებული ზღვისაგან;

ძნელია იმის თქმა, აღწევდა თუ არა მარგანეცის გამადნების ზონა უშუალოდ ზღვის ნაპირთან, ვინაიდან პირველდაწყებითი ფართობი გადაარეცხილი ჩოკრაკის ტრანსგრესიით;

მარგანეცის წყების წარმოქმნის პროცესი წარმოებდა წყლების მოძრაობის პირობებში, ჩრდილოეთისაკენ მიახლოებითი მიმართულებით, რამაც გამოიწვია მადნეული შუაშრისების მორიგეობა ფუქი ქანის შუაშრისებთან. წყლების მოძრაობა ხელს უწყობდა არსებული აუზის ჟანგბადით გამდიდრებას, რის შედეგადაც აუზის მთავარ ზონაში განსაზღვრა მანგანუმის ჟანგბადიანი შენაერთების უხვი რაოდენობა;

ცალკეული შუაშრისების ურთიერთამოკიდებულების შესწავლისას ადვილად დგინდება მცირე დამრეცი ფენოვანობის არსებობა, რაც პირველად დალექილი მასალის ნაწილობრივ გადაარეცხვას მოწმობს, რის შედეგადაც ალბათ ადგილი ჰქონდა მძიმე კომპონენტების გამოყოფას წვრილი კლასტიკური მასალისაგან;

მთლიანად ეოლითური მადნები მარგანეცის ცემენტით, უთუოდ, წარმოიქმნენ დამშვიდებული წყლების გარემოში, მაშინ როდესაც საცხრილის წარმოქმნა, როგორც ჩანს, პირველად დალექილი მთლიანი მადნების გადაარეცხვის შედეგს წარმოადგენს;

ოლიგოცენის დროს კლიმატური პირობები მარჯვე იყო ბიოქიმიური პროცესების განვითარებისათვის და წყლების მარილიანობა მარგანეცის მადნების დალექვის დროს, როგორც ჩანს, უმნიშვნელო იყო.

აუზის საზღვრებში ყველა ხელმძღვანელი ნამარხის როგორც ფლორა (გაქვავებული მერქანი და გირჩები, ფოთლების ანაბეჭდი და ქვანახშირის უმნიშვნელო შუაშრისები), ისე ფაუნა (ზღვის ღრუბლის კაჟიანი სპიკულები, თევზის კბილები და ქერცლი) იმას მოწმობს, რომ ქიათურა-საჩხერის აუზის ზღვის სანაპირო ნაწილებში სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში საკმაოდ იყო განვითარებული ორგანული სიციცხლე, რომლისთვისაც იყო აუცილებელი საკვები. აქ იმ დროს ბაქტერიების საწყარომ საგრძნობლად განვითარებას მიაღწია, რასთანაც ნაწილობრივ დაკავშირებულია მანგანუმის მასალის კონცენტრაცია. ამ დასკვნამდე მივყავართ თანამედროვე ბაქტერიებისა და პლანქტონის არსებობას, რომელნიც მარგანეცის შენაერთებით იკვებებიან.

დადგენილად ითვლება, რომ ძირულის კრისტალური მასივი პალეოგენის დროს ხმელეთს წარმოადგენდა და ჰიფსომეტრიულად ჭიათურა-საჩხერის აუზზე მაღლა იდგა. ამ პერიოდში საერთო დაძირვამ ხელი შეუწყო ოლიგოცენის ზღვის ტრანსგრესიას, რის შედეგად ჭიათურა-საჩხერის აუზის ორივე ზონაში მანგანუმის ნალექები დალაგდა. მანგანუმისა და სხვა კომპონენტების წყაროს აუზის სამხრეთით მდებარე ძირულის კრისტალური მასივი და სხვა ვულკანოგენური ქანები წარმოადგენენ, რომელნიც საკმაო რაოდენობით შეიცავდნენ მანგანუმს.

ძირულის კრისტალური მასივის დამსხვრეული მასალის გადატანის პროცესში მანგანუმის შენაერთების გამოყოფა კოლოიდური ხსნარების კოაგულაციის მეშვეობით ხდებოდა სპეციფიკური მიკროგანაზმების მონაწილეობით.

მანგანუმის გამოცეცენა ხდებოდა მცირეწყლიან კაჟმიწაქიმიური ნალექების გარემოში, რომლიდანაც წარმოიქმნენ სპონგოლიტური ქვიშაქვები და სხვა კაჟიანი ქანები. ჟანგბადის აქტიური მოქმედების მეოხებით პირველადი ჟანგეული მადნები წარმოიქმნენ სანაპირო ზოლის მცირე სიღრმის ჟანგბადით მდიდარ წყლებში, ფოსფორისა და გოგირდის უმნიშვნელო შემცველობით.

კარბონატული მადნები კი გაჩნდნენ სანაპირო ზოლის უფრო ღრმა წყლებში, ჟანგბადის ნაკლებობისა და აუზში დალექილი ორგანული ნათშების ხრწნის შედეგად, ნახშირორჟანგის ჭარბად გამოყოფის პირობებში, ხოლო ზოგ ადგილას გოგირდწყალბადით მოწამლულ გარემოშიც [3].

ამასთანავე საჭიროა აღინიშნოს ის მდგომარეობა, რომ ჭიათურა-საჩხერის მარგანეცის აუზის როგორც მთავარი ზონის, ისე პერიფერიის ზოლის ზღვის ფსკერის დონე ოლიგოცენის საუკუნეში ქვევიდან ტექტონურა ძალების ნაირი ზეგავლენის გამო განიცდიდა მრავალ პერიოდულ ვერტიკალურ და დიფერენციალურ რხევას, ამოწევასა და ჩაწევას.

საერთო აწვე-ჩაწვევის დროს აუზის ცალკეული ზონები და სარტყლის შიგნით გარკვეული ფართობების გადაადგილება ნაირი სიჩქარით წარმოებდა, რის შედეგადაც ერთი რომელიმე ზონის ან შედარებით მცირე ფართობის მოძრაობა ასწრებდა მოსაზღვრე ზონის მოძრაობას.

ასეთმა მდგომარეობამ განაპირობა მარგანეცის წყების ფაციესური ნაირსახეობა, რომელიც ორ ჰორიზონტად იყოფა:

1) ქვედა ნაწილი, უფრო მდიდარი, პირველადი ჟანგეული მადნები, რომელნიც წარმოადგენილი არიან რამდენიმე სახესხვაობით და 2) ზედა ნაწილი, უფრო ღარიბი, შედგება კარბონატული და დაქანგული მადნებისაგან, აგრეთვე მანგანუმის ჰიდროქსიდებით ძლიერ გაჟღენთილი კაჟმიწა ქანებისაგან.

მთავარი ზოლი ხანმოკლე დაძირვას განიცდიდა ჟანგბადის ჰორიზონტის ქვევით, რის შედეგად შექუთათის, პერევისისა და რჯანის ზოგიერთ ადგილას მარგანეცის კარბონატული მადნები ზედა ცარცის კირქვებზე დაილექა.

ეს განხილულ უნდა იქნეს როგორც დასახელებული ზოლის რადიალურ-დიფერენციალური მოძრაობის შედეგი. ამის მიყოლით მთავარი ზონა ხელახლა იწვეს მაღლა და ჟანგბადით გაჟღენთილ გარემოში იწყება ჟანგეული მადნების დალექვა. ამის შემდეგ ამ ზონის ზოგიერთი უბანი (იბთხისი, დარკვეთი,

მღვიმევი, თაბაკრები, ზედა რგანი და რგანი) ხელახლა დაიძირა გოგირდ-წყალბადის ლელვის დონის ჰორიზონტამდე და აღმოჩნდა ნახშირორქანის გამყოფის პირობებში, აუზში დაღეჭილი მარგანული ნაშთების ხრწნის შედეგად. ამ მდგომარეობამ შეუწყო ხელი მარგანეცის კარბონატული მადნების წარმოქმნას.

მზატე ფორებიანი მარგანეცის მადნები წარმოიქმნა მარგანეცის კარბონატული მადნების დაქანგვის შედეგად, ამასთანავე საფუძველი გვაქვს ვივარაუდოთ, რომ აქ მარგანეცს ორგანიზმებმა არსებითი როლი ითამაშეს, რომელთაც უნარი შესწევთ მარგანეცის კარბონატული მადნები დაქანგონ.

ასეთმა ხანმოკლე დიფერენციალურმა მოძრაობებმა, რომელნიც თანამგზავრნი არიან ქიათურა-საჩხერის აუზის საერთო აწევის ან საერთო დაძირვისა, განსაზღვრეს მთავარ და პერიფერიის ზონების ზოგიერთ ადგილას ქანგეული მარგანეცის მადნების არარსებობა და მარგანეცის კარბონატული მადნების საგრძნობი რაოდენობით დაღეჭვა.

ამავე მიზეზით შეიძლება ავხსნათ მარგანეცს ქანგეული მადნებისა და მარგანეცის კარბონატული მადნების დამახასიათებელი მორიგეობა მერვეისა და დარკვეთის ზეგნებზე.

კალციტიზებული და სილიფიცირებული მარგანეცის მადანი (მწვარი) პიდეველად ქანგეულ მადანზე ჰიდროთერმული ხსნარების ზეგავლენით წარმოიქმნა, მაშინ როდესაც მარგანეცის მეტაფორმული მადნები ბაზალტის მაგმის დანალექ ქანგეულ მადნებზე ზეგავლენის შედეგად გაჩნდა.

ძლიერ მზატე, უაღრესად წვრილმარცვლოვანი მარგანეცის მადანი ფუმფულა მინგანუმის ხსნარების კონგლომერატში გახწევის გზით გაჩნდა, რომელიც შემდეგ ამავე კონგლომერატის ფუძეში დაილექა. კონგლომერატმა აქ ფილტრის როლი ითამაშა, რამაც ფუმფულას უაღრესად წვრილმარცვლოვანას შეუწყო ხელი.

შავმარგანეციანი ქანები წარმოიქმნა ღია ფერის კაჟმიწა ქანების მარგანეცის ჰიდროქანგებით ძლიერი გაჟღენთის შედეგად, მაშინ როდესაც პერიფერიის ზოლში კვარცის ქვიშები შეცემენტებულია კვარტლისებური და მოყავისფრო მარგანეცის ჰიდროქანგებით.

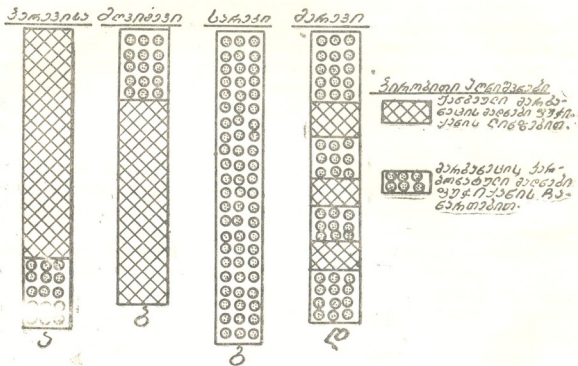
ოლიგოცენის ზღვის ფსკერის რხევისთან დაკავშირებით ქანგეული და კარბონატული მადნების ფაციესურ განსხვავებათა თვალსაჩინოებისათვის ქვემოთ მოვიყვანთ ქიათურა-საჩხერის აუზის მარგანეცის წყების სქემატურ კრილებს ცალკეული ზეგნების მიხედვით.

ეს კრილები იმას მოწმობს, რომ ძირიდან ტექტონიკური ძალების ზეგავლენა აუზის ცალკეულ ნაწილებში არათანაბარი იყო, ადგილი ჰქონდა მრავალ პერიოდულ, შედარებით ხანმოკლე, დიფერენციალური და რადიალური ხასიათის მოძრაობას.

ა კრილის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ პერვეისის რაიონში პირველდაწყებისას ზღვის აუზის ფსკერი ქანგბადის ჰორიზონტის ქვეშ იყო, გოგირდწყალბადის სიჭარბის პირობებში, რამაც განსაზღვრა მარგანეცის კარბონატული მადნების დაღეჭვა.

ამ უბნის შემდგომი აწევის მერე მარგანეცის კარბონატული მადნების დალექვა შეწყდა და ჟანგბადის აქტიური მოქმედების პირობებში წარმოიქმნა ჟანგბადით მდიდარი მარგანეცის მადნები ფოსფორისა და გოგირდის მცირე შემცველობით.

ბ კრილის ანალიზს მიყვავართ იმ დასკვნამდე, რომ მღვიმევის რაიონში ზღვის აუზის ფსკერი პირველად ჟანგბადის ჰორიზონტის დონეზე იდგა, რამაც მარგანეცის ჟანგეული მადნების დალექვას შეუწყო ხელი. შემდეგ ეს უბანი გოგირდწყალბადის ჰორიზონტამდე იძირება, რის შედეგადაც მარგანეცის



ჟანგეული მადნების ზევით დაილექა მარგანეცის კარბონატული მადნები, სადაც შედარებით გაზრდილია კალიუმის, მაგნიუმის, გოგირდისა და ფოსფორის შემცველობა.

ბ კრილის ანალიზი იმას მოწმობს, რომ სარეცის რაიონში ზღვის აუზის ფსკერის გაღრმავებასთან მიყოლით ჟანგბადოვანი მარგანეცის მადნები მარგანეცის კარბონატული მადნებით იცვლება.

დ კრილი იმას ადასტურებს, რომ მერევის რაიონში მარგანეცის ჟანგეული მადნების მორიგეობა მარგანეცის კარბონატულ მადნებთან შედეგია ამ რაიონის ზღვის აუზის ფსკერის ხანმოკლე, უმნიშვნელო რადიალური რხევითი მოძრაობისა.

ასეთია ძირითადად ჩვენი წარმოდგენა ჭიათურა-საჩხერის აუზის მარგანეცის წყების გენეზისის შესახებ.

ქიათურა-საჩხერის აუზის მთავარი ზონის მარგანეცის წყების მადნის ძირითადი გენეტიკური ტიპების, ქვეტიპებისა და მადნის წარმოქმნილი მანგანუმის მთავარ მინერალთა

ს ქ ე მ ა

პირიონ-ტები	მადნის ტიპები	მადნის ქვეტიპები	მინერალების სახელი
პ ი რ ი	მარგანეცის ქანგებით გაყვლილი კაქმიწა ქანები	კაქმიწიანი ქვიშაგები ფსილომელან-პიროლუზიტის მტერისებრი გამონაყოფებით და ძლიერ წვრილი ძარღვებით	
	მარგანეცის კარბონატები, წარმოქმნიენ გოგირდწყალბადის სიქარბისა და ჟანგბადის სიმცირის პირობებში	მარგანეცის კარბონატული მადნები	მანგანოკალციტი, როდონოზიტი, კალციტური როდონოზიტი, კალციტი
	დაქანებული მარგანეცის მადნები გაჩნდნენ მარგანეცის კარბონატული მადნების დაჟანგვის შედეგად	მჩატე ფორებიანი მარგანეცის მადნები	ვერნადიტი, პიროლუზიტი, ფსილომელანი, მარგანეცის ქანგები
პ ი რ ი	პირველადი ქანგული მარგანეცის მადნები, წარმოქმნიენ ჟანგბადის აქტიური მოქმედების პირობებში	მარგანეცის ქვაგუნდა მადნები	ფსილომელანი, პიროლუზიტი, მანგანიტი
		საცბრილე	ფსილომელანი, პიროლუზიტი, მანგანიტი
		ქ ღ ა ლ ი	ფსილომელანი, მანგანიტი
		მურა ბელტი შავი ბელტი	მანგანიტი, პიროლუზიტი, ფსილომელანი
		პ ლ ა ს ტ ი	ფსილომელანი პიროლუზიტი
პ ი რ ი	ჭიდროთერმული ზეგაღწევის შედეგად მიღებული კალციტისებური და სილიციტისებური მარგანეცის მადნები	მ წ ვ ა რ ი	პიროლუზიტი კალციტი
	კონტაქტური მეტამორფიზმის შედეგად წარმოქმნილი მარგანეცის მადნები	სახეშეცვლილი მარგანეცის მადნები	ბრაუნიტი გაუსმანიტი ტეფრიტი ბუსტამიტი ალბანდინი პიროლუზიტი ფსილომელანი
	ძალიან წვრილმარცვლოვანი, მეტისმეტად მჩატე მარგანეცის მადანი ფუშფლა, რომელიც მანგანუმის ხსნარების კონგლომეტარში გახსნევის შედეგად წარმოიქმნა და შემდეგ კონგლომეტარის ფუშქში დაილექა	მოშავო - ყავისფერი ფუშფლა შავი ფუშფლა	მანგანიტი ფსილომელანი პიროლუზიტი ფსილომელანი

ქიათურა-საჩხერის აუზის პერიფერიის ზონის მარგანეცის წყების ძირითადი გენეტიკური ტიპების, ქვეტიპებისა და მადნის წარმოქმნელი მანგანუმის მთავარ მინერალთა სქემა

მორიხონ-ტები	მადნის ტიპები	მადნის ქვეტიპები	მინერალუბის სახელი	შენიშვნა
მ ი ლ ა	მარგანეცის კარბონატები, წარმოიქმნენ გოგირდწყალბადის სიჭარბისა და ქანგბადის სიმცირის პირობებში	მარგანეცის კარბონატული მადნები	როდობროზიტი, მანგანოკალციტი, მაგნიური როდობროზიტი, კალციტი	მარგანეცის კარბონატები ზეგნის შუაშია განლაგებული და სანაპიროების გამოსავლებზე არ გვხვდება
	დაქანგული მარგანეცის მადნები, წარმოიქმნენ მარგანეცის კარბონატული მადნების დაქანგვის შედეგად	მჩატე ფორებიანი დაქანგული მადნები მჩატე და შედარებით მკვრივი მადნები	ვერნადიტი, ფსილომელანი, მარგანეცის ფხვიერი ქანგები, ვერნადიტი, პიროლუზიტი, ფსილომელანი	მარგანეცის დაქანგული მადნები გვხვდება მარგანეცის წყების გამოსავლების გასწვრივ და ზეგნის შუა ნაწილში არ არის
ს ი ა ლ ა	პირველადი ქანგული მარგანეცის მადნები, წარმოიქმნენ ქანგბადის აქტიური მოქმედების პირობებში	მარგანეცის ქვანდა მადნები მარგანეცის მკვრივი, პლასტისებური მადნები	ფსილომელანი, პიროლუზიტი, მანგანიტი, ფსილომელანი, პიროლუზიტი	ქანგული მადნები სარეკსა და პასიეთში, უმთავრესად გვხვდება მარგანეცის წყების გამოსავლების გასწვრივ
	მარგანეცის ჰიდროქანგებით გაფლენილი კაჟმიწაქანები და ამ მარგანეცით შექმენილებული კვარცის ქვიშები	მარგანეციანი ქანები მარგანეციანი ქვიშები	ფსილომელანი, პიროლუზიტი	ამ მარგანეციანი ქანებს იკავებს მარგანეცის წყების გამოსავლებზე განხულობთ

ქიათურის მარგანეცის ტრესტი ქ. ქიათურა

(რედაქციას მოუყვია 15.1.1951)

დავოწმებულნი ლიტერატურა

1. В. И. Вернадский. Очерки геохимии. Москва, 1934.
2. В. И. Вернадский. Геохимия марганца в связи с учением о полезных ископаемых. Труды конференции по генезису руд железа и марганца. Москва, 1937.
3. А. Г. Бетехтин. О генезисе Чиатурского марганцевого месторождения. Труды конференции по генезису руд. Москва, 1937.

საუშუალო დიამეტრის წყალსადენის მილეზის სისტემის ანგარიში
ბარდამავალი ზონის წინააღმდეგობის გათვალისწინებით

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ხაზრეიშვილმა 16.3.1951)

საერთოდ წყალსადენის მილებს ანგარიშობენ ფორმულებით, სადაც წინააღმდეგობის დამოკიდებულება ხარჯთან კვადრატულია. მაგრამ, როგორც ცდებმა დაგვანახვა [1], დიდი დიამეტრის მილები მათში წყლის მუშა სიჩქარით მოძრაობის დროს მუშაობს როგორც კვადრატულ, ისე გარდამავალ არეში, ხოლო საშუალო დიამეტრის მილები, ქარხნული წესით დამზადებული, მხოლოდ გარდამავალ ზონაში მუშაობს. ვინაიდან ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობანი გარდამავალ ზონაში მეტია კვადრატულ არესთან შედარებით, ამიტომ წნევის კარგვა და წყლის ხარჯი მილდენში სხვაგვარი იქნება, ვიდრე ამას გვაძლევს კვადრატული არის ფორმულები. აქედან გამომდინარე სინტერესოა განვიხილოთ ჰიდრაულიკური ანგარიში წყალსადენის მილებისა, რომლებიც წყლის მოძრაობის რეჟიმის მხრივ ტურბულენტური ნაკადის გარდამავალ არეშია.

ამ შრომაში განხილულია საკითხები წყალსადენის მილების სისტემის ანგარიშისა არაკვადრატული ხახუნის გათვალისწინებით.

გარდამავალი ზონის წინააღმდეგობის საანგარიშოდ შეიძლება გამოვიყენოთ განტოლება [2]:

$$\frac{I}{V\lambda} = -2lg \left(\frac{k}{3,7d} + \frac{2,5I}{ReV\lambda} \right), \quad (1)$$

სადაც k ეკვივალენტური ხორკლიანობაა.

ვინაიდან განტოლებაში (1) λ -ის დამოკიდებულება რეინოლდსის რიცხვსა და ხორკლიანობასთან მოცემულია უცხადო სახით, ამიტომ ერთი მილის შემთხვევაში λ ამოიხსნება თანდათანობითი მიახლოების გზით, მილდენების სისტემის შემთხვევაში კი λ ამოიხსნა თანდათანობითი მიახლოებით ძალზე რთულია და პრაქტიკულად შეუძლებელია.

განვიხილოთ პარალელური შეერთება გარდამავალ ზონაში მომუშავე მილდენებისა (ნახ. 1). ამავე პარალელურად შეერთებული მილდენების სქემის შეიძლება მივაკუთვნოთ სისტემა ერთი წერტილიდან გამომავალი მილებისა, რომლებსაც ბოლო წერტილებში ერთნაირი თავისუფალი წნევა აქვთ (ნახ. 2).

მილდენთა კონაში არის n -ური რაოდენობა მილებისა, დიამეტრებით d_1, d_2, \dots, d_n ; რომლებიც შეერთებულია კვანძებში—საწყისი A და ბოლო B .

კვანძთან A მოყვანილი წყლის რაოდენობა ტოლია Q . უწყვეტობის პირობის თანახმად,

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (2)$$

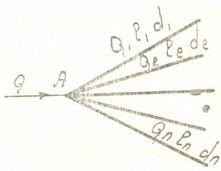
ცალკეული მილისათვის საერთო საფუძველზე შეგვიძლია დავწეროთ განტოლება

$$Q_i = \frac{a_i}{V \lambda_i} V \bar{h}, \quad (3)$$

სადაც $\frac{a_i}{V \lambda_i} = p_i = \sqrt{\frac{2 g d_i}{\lambda_i}}$ მილის გამტარუნარიანობაა.



ნახ. 1



ნახ. 2

A და B კვანძებს შორის წნევის კარგვა ყოველ მილში ერთნაირია:

$$H_A - H_B = h_1 = h_2 = \dots = h_n = h.$$

დავწეროთ თითოეული მილისათვის განტოლება (1)

$$\frac{r}{V \lambda_i} = -2 \lg \left(\frac{k_i}{3,7 d_i} + \frac{2,5 r}{Re_i V \lambda_i} \right).$$

თუ ჩავთვლით, რომ

$$Re_i = \frac{4 Q_i}{\pi d_i \nu} = 4,43 \sqrt{\frac{d_i^3 h}{\lambda_i}},$$

და ჩავსვათ მის მნიშვნელობას (1) განტოლებაში, უბრალო გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ:

$$\frac{r}{V \lambda_i} = -2 \lg \left(\frac{k_i}{3,7 d_i} + \frac{0,566 \nu \sqrt{\lambda_i}}{V d_i^3 h} \right). \quad (1')$$

λ_i ეს მნიშვნელობა ჩავსვათ (3) განტოლებაში, მივიღებთ:

$$Q_i = -6,954 \sqrt{\frac{d_i^3 h}{\lambda_i}} \lg \left(\frac{k_i}{3,7 d_i} + \frac{0,566 \nu \sqrt{\lambda_i}}{V d_i^3 h} \right), \quad (4)$$

შ. ი.

$$Q_i = \varphi_i(h).$$

გამოსახულება (4) შეიძლება წარმოვიდგინოთ აგრეთვე შემდეგი სახით:

$$Q = -A \sqrt{\frac{h}{l}} \lg \left(B + C \sqrt{\frac{l}{h}} \right). \quad (4')$$

1, 2 და 3 ცხრილებში მოცემულია B და $C \frac{I}{\sqrt{h}}$ და $A\sqrt{h}$ მნიშვნელობები.

B მნიშვნელობა

ცხრილი 1

d_{MM}	100	125	150	200	250	300	350
0,13	0,00035	0,00028	0,00023	0,00017	0,00014	0,00011	0,0001
0,18	0,00048	0,00039	0,00032	0,00024	0,00019	0,00016	0,00014
0,25	0,00067	0,00054	0,00045	0,00034	0,00027	0,00022	0,00019
0,45	0,00121	0,00097	0,00081	0,00061	0,00048	0,00040	0,00035

$C \frac{I}{\sqrt{h}}$ მნიშვნელობა $\left(\frac{M^{0,15}}{სეკ}\right)$ -ში

ცხრილი 2

d_{MT}	100	125	150	200	250	300	350
0,1	56,00	40,60	30,80	20,00	14,30	10,90	8,60
0,2	40,00	28,70	21,80	14,10	10,10	7,70	6,10
0,3	32,70	23,40	17,80	11,50	8,20	6,20	5,00
0,4	28,40	20,30	15,40	10,00	7,10	5,40	4,30
0,5	25,30	18,10	13,80	8,95	6,40	4,80	3,80
0,6	23,10	16,50	12,60	8,17	5,80	4,40	3,50
0,7	21,40	15,30	11,60	7,57	5,40	4,10	3,20
0,8	20,00	14,30	10,90	7,07	5,00	3,80	3,00
1,0	17,90	12,80	9,70	6,33	4,50	3,40	2,70
1,5	14,60	10,40	7,90	5,16	3,70	2,80	2,30
2,0	12,60	9,10	6,90	4,48	3,20	2,40	1,90

$A\sqrt{h}$ მნიშვნელობა M^2 -ში.

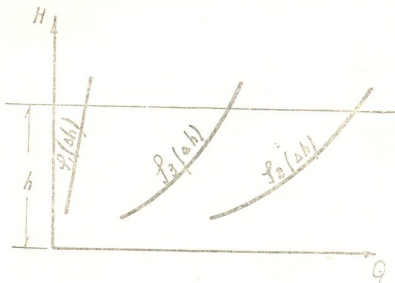
ცხრილი 3

d_{MT}	100	125	150	200	250	300	350
00,1	0,00696	0,01204	0,01916	0,03934	0,06866	0,11840	0,15860
0,2	0,00980	0,01702	0,02710	0,05562	0,09708	0,15646	0,22392
0,3	0,01200	0,02086	0,03320	0,06814	0,11892	0,18776	0,27468
0,4	0,01390	0,02408	0,03834	0,07867	0,13734	0,21682	0,31710
0,5	0,01554	0,02692	0,04286	0,08796	0,15354	0,24234	0,35458
0,6	0,01702	0,02950	0,04696	0,09638	0,16820	0,26570	0,38846
0,7	0,01840	0,03186	0,05072	0,10410	0,18164	0,28754	0,41952
0,8	0,01966	0,03406	0,05422	0,11126	0,19422	0,30944	0,44952
1,0	0,02198	0,03888	0,06062	0,12440	0,21710	0,34282	0,50144
1,5	0,02692	0,04664	0,07426	0,15236	0,23476	0,41952	0,61416
2,0	0,03110	0,05386	0,08574	0,17594	0,30708	0,48476	0,70930

(2) განტოლებიდან გამოდის, რომ

$$Q = \varphi_1(h) + \varphi_2(h) + \dots + \varphi_n(h) = \sum_{i=1}^n \varphi_i(h). \quad (2')$$

მილდენების კონაში Q_1, Q_2, \dots, Q_n ხარჯების დასადგენად ვაგებთ $\varphi_1(h), \varphi_2(h), \dots, \varphi_n(h)$ გრაფიკს. გრაფიკით ვსარგებლობთ შემდეგნაირად: ვაძლევთ h ნებისმიერ მნიშვნელობას და ვატარებთ აბსცისთა ღერძის მიმართ პარალელურ ხაზს h მანძილზე. ამ ხაზისა და $\varphi_i(h)$ მრუდის გადაკვეთის წერტილები გვაძლევს Q_1, Q_2, \dots, Q_n მნიშვნელობებს. h -ის მნიშვნელობა, რომელიც დააკმაყოფილებს (2') განტოლებას, გვაძლევს Q_1, Q_2, \dots, Q_n ნამდვილ სიდიდეებს. ნახ. 3 მოცემულია გრაფიკის ზოგადი სახე.



ნახ. 3

ჩვენ მიერ ჩატარებული მილდენთა კონების ანგარიშმა, როგორც გარდამავალი, ისე კვადრატული ზონის ფორმულებით, და მიღებული შედეგების შედარებამ მიგვიყვანა შემდეგ დასკვნებამდე:

1. წნევის კარგვა კონაში მეტია გარდამავალი არის წინააღმდეგობის საანგარიშო ფორმულის მიხედვით. ამ დასკვნამდე შეგვიძლია მივიღოთ აგრეთვე ექსპერიმენტების მონაცემების მიხედვით.

2. ანგარიშში გარდამავალი ზონის შესაბამისი წინააღმდეგობის კოეფიციენტის შეყვანით, როცა კონაში ცალკეული მილდენების კუთრი წინააღმდეგობანი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან, ხარჯის განაწილება სხვაგვარია, ვიდრე ამას გვაძლევს კვადრატული არის წინააღმდეგობის გამომსახველი ფორმულები.

ვინაიდან ფორმულები წნევის კარგვასა და ხარჯს შორის კვადრატული დამოკიდებულებით არ გამოისახავს წყლის მოძრაობის რეჟიმს წყალსადენის მილდებში და აქედან გამომდინარე გვაძლევს არასწორ სიდიდეებს წნევის კარგვისა და ხარჯის განაწილებისა, ხოლო განტოლება (1) არახელსაყრელია რთული რგოლისებრივი ქსელის ანგარიშისათვის, ამიტომ საჭიროა გვქონდეს გარდამავალი არისათვის მარტივი საანგარიშო ფორმულა, განტოლება (1) მონაცემების საფუძველზე.

პრაქტიკულად მიღებული სიჩქარეების შესაბამის რეინოლდსის რიცხვის ზღვრებში ფუნქცია $\lambda = f(Re, d)$ პროფ. მ. მოსტკოვი წინადადებას იძლევა წარმოვიდგინოთ ხაზობრივი დამოკიდებულების სახით:

$$\lambda = -a Re + b, \tag{5}$$

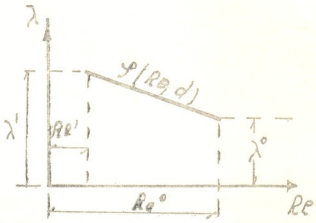
სადაც a და b რიცხობრივი კოეფიციენტებია, რომლებიც შემდგენიარადა განსაზღვრული (ნახ. 4).

$$a = \frac{\lambda' - \lambda^0}{Re^0 - Re'}, \quad b = \lambda' + a Re';$$

შედარებებმა დაგვანახვა, რომ ცდომილება (1) განტოლების გამარტივების შედეგად არ აღემატება $\pm 0,5\%$ -ს. ჩავსვათ განტოლება (3) λ მნიშვნელობა (5) მიხედვით. მუდმივი სიდიდეები აღვნიშნოთ c' და b' . მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებას წნევის კარგვისათვის:

$$h = Q^2 c' (b' - Q). \tag{6}$$

ჩვენ მიერ შედგენილ მე-4 ცხრილში მოცემულია a, b, c' და b' კოეფიციენტების მნიშვნელობები.



ნახ. 4

ცხრილი 4

a, b, c' და b' მნიშვნელობები (თუჯის მიღებისათვის)

d_{MM}	a	b	$c' \frac{სეკ^3}{M^3}$	$b' \frac{M^3}{სეკ}$	მრუდე აბრკისიმირებულია საზღვრებში
100	$2375 \cdot 10^{-11}$	0,02875	2503,077	0,09304	$40000 \leq Re \leq 120000$
125	$15 \cdot 10^{-9}$	0,0268	415,038	0,17531	60000 180000
150	$1125 \cdot 10^{-11}$	0,02525	103,4205	0,26428	80000 200000
200	$6666 \cdot 10^{-12}$	0,02396	10,9744	0,56432	120000 300000
250	$3958 \cdot 10^{-12}$	0,02158	1,7082	1,07001	160000 400000
300	$25 \cdot 10^{-10}$	0,02057	0,3613	1,93782	230000 470000
350	$15 \cdot 10^{-10}$	0,0195	0,08597	3,57208	300000 600000

რგოლისებრივ ქსელს ვანგარიშობთ იტერაციის მეთოდით, ხარჯების ბალანსირების გზით, ხარჯების უწყვეტადობის $\Sigma Q_{33} = 0$ და წნეების უწყვეტადობის $\Sigma h_{გორ} h = 0$ პირობით.

შევაჯამოთ გამოსახულება (6) მთელი რგოლის მიმართ და გავაღიფერენციალოთ, მივიღებთ

$$\Sigma dh = \Sigma (2 c' b' Q - 3 c' Q^2) dQ,$$

საიდანაც

$$dQ = \frac{d\Sigma h}{\Sigma (s' Q - s'' Q^2)}, \tag{7}$$

სადაც $s' = 2c'b'$, $s'' = 3c'$ და $d\Sigma h$ წნეების ნარჩია.

განტოლება (7) გვადლევს შემასწორებელი ხარჯის dQ სიდიდეს. ვსარგებლობთ რა მიღებული გამოსახულებით შემასწორებელი ხარჯისათვის, ვანგარიშობთ რგოლისებრივ ქსელს პროფ. ლობაჩოვის მეთოდით [3].

მოგვეყავს რგოლისებრივი ქსელის საანგარიშო ცხრილის ფორმა

რგოლის №	შტოს დასახელება	ხარჯი Q	შტოს სიგრძე l	დაამტერი d	სიდიდე c'	სიდიდე b'	სიდიდე $c'Q$	სიდიდე $c'Q^2$	წნევის კარგვა h	შემასწორებელი ხარჯი dQ	პირველი მიახლოება და ბ.შ.
							$\Sigma c'Q$	$\Sigma c''Q^2$	$d\Sigma h$		

როგორც ჩანს, საანგარიშო ცხრილი რამდენადმე რთულია (ემატება ორი სვეტი) პროფ. ლობაჩოვის მიერ მოცემულ ცხრილთან შედარებით, მაგრამ საჭიროა აღინიშნოს, რომ ამასთან ჩვენ ვიღებთ უფრო ზუსტ შედეგს როგორც წნევის კარგვისა (განსხვ. 10—15%) ისე ხარჯების განაწილებისა. წყალსადენის ქსელის ანგარიშის დროს ქსელის ცალკეულ უბანზე ხშირად გვხვდება შემთხვევა, რომელიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ხარჯის გზაზე თანაბრად განაწილებული გაცემა.

განვიხილოთ საერთო შემთხვევა. როცა ხარჯის განუწყვეტელი გაცემის გარდა მიღში გადის აგრეთვე სატრანზიტო ხარჯიც Q_0 . ამასთან მხედველობაში მივიღოთ გარდამავალი ზონის წინააღმდეგობა.

წნევის კარგვა გზის უსასრულოდ მცირე მონაკვეთ dx იქნება

$$dh = c'b'Q^2 dx - c'Q^2 dx,$$

სადაც

$$Q = (Q_{\text{ავ}} + Q_0) - \frac{Q_{\text{ავ}}x}{l}.$$

გავაინტეგრალიოთ ეს გამოსახულება უბნის მთელ სიგრძეზე, ე. ი. 0-დან l -მდე. მივიღებთ საანგარიშო განტოლებას წნევის კარგვისათვის.

$$h = c'b' \int_0^l \left[(Q_{\text{ავ}} + Q_0) - \frac{Q_{\text{ავ}}x}{l} \right]^2 dx - c' \int_0^l \left[(Q_{\text{ავ}} + Q_0) - \frac{Q_{\text{ავ}}x}{l} \right]^3 dx,$$

საიდანაც

$$h = c'b'l \left(Q_0^2 + Q_{\text{ავ}} Q_0 + \frac{1}{3} Q_{\text{ავ}}^2 \right) - b'l \left(Q_0^3 + 2 Q_{\text{ავ}} Q_0^2 + Q_{\text{ავ}}^2 Q_0 + \frac{1}{4} Q_{\text{ავ}}^3 \right). \quad (8)$$

$Q_b = 0$ შემთხვევაში მივიღებთ განტოლებას გზაზე ხარჯის თანაბრად განაწილებული გაცემისათვის.

პრაქტიკულად გამოყენებისათვის წარმოვადგინოთ განტოლება (8) შემდეგი სახით:

$$h = c' b' l Q_b^3 \left[1 + \frac{Q_{გაყ}}{Q_b} + \frac{1}{3} \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)^2 \right] - c' l Q_b^3 \left[1 + 2 \frac{Q_{გაყ}}{Q_b} + \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)^3 \right].$$

აღვნიშნოთ

$$1 + \frac{Q_{გაყ}}{Q_b} + \frac{1}{3} \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)^2 = \Phi \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)$$

და

$$1 + 2 \frac{Q_{გაყ}}{Q_b} + \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)^3 = \Phi' \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right),$$

მივიღებთ

$$h = c' b' l Q_b^3 \Phi \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right) + c' l Q_b^3 \Phi' \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right). \quad (9)$$

მიღებული ტოლობით ესარგებლობთ ანგარიშის დროს. $\Phi \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)$ და

ცხრილი 5

$\Phi \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)$ მნიშვნელობა

$\frac{Q_{გაყ}}{Q_b}$	00	05	10	30	50	70	80	90
0	1,00	1,05	1,10	1,33	1,58	1,86	2,01	2,17
1	2,33	2,42	2,50	2,86	3,25	3,66	3,88	4,10
2	4,33	4,45	4,57	5,06	5,58	6,13	6,41	6,70
3	7,00	7,15	7,30	7,93	8,58	9,26	9,61	9,97
4	10,33	10,48	10,70	11,46	12,25	13,06	13,48	13,90
5	14,33	14,55	14,77	15,66	16,58	17,53	18,01	18,50

ცხრილი 6

$\Phi' \left(\frac{Q_{გაყ}}{Q_b} \right)$ მნიშვნელობა

$\frac{Q_{გაყ}}{Q_b}$,00	,05	,10	,30	,50	,70	,80	,90
0	1,00	1,1	1,21	1,6	2,28	2,97	3,37	3,79
1	4,25	4,49	4,74	5,84	7,09	8,51	9,31	10,12
2	11,00	11,45	11,92	13,93	16,15	18,61	19,93	21,30
3	22,75	23,49	24,25	27,47	30,96	34,75	36,74	38,83
4	41,00	42,10	43,26	47,96	53,03	58,47	60,24	64,22
5	67,25	68,79	70,37	76,90	83,84	91,18	95,01	98,95

$\Phi' \left(\frac{Q_{\text{ბაფ}}}{Q_{\text{ბ}}} \right)$ მნიშვნელობებს ვიღებთ 5 და 6 ცხრილიდან. განტოლება (8) შემდეგშია წარმოდგენილი აგრეთვე შემდეგი სახით:

$$h \approx c' b' l (Q_{\text{ბ}} + 0,55 Q_{\text{ბაფ}})^2 - c' l (Q_{\text{ბ}} + 0,63 Q_{\text{ბაფ}})^3.$$

ვინაიდან სიდიდე $c' l (Q_{\text{ბ}} + 0,63 Q_{\text{ბაფ}})^3$ მცირეა შედარებით $c' b' l (Q_{\text{ბ}} + 0,55 Q_{\text{ბაფ}})^2$ სიდიდესთან, ამიტომ არ დავუშვებთ დიდ ცდომილებას, თუ კვანძური ხარჯების დადგენის გამარტივებისათვის საანგარიშო ხარჯად მივიღებთ

$$Q_{\text{საან}} = (Q_{\text{ბ}} + 0,55 Q_{\text{ბაფ}}),$$

ე. ი.

$$h \approx c' b' l Q_{\text{საან}}^2 - c' l Q_{\text{საან}}^3.$$

შემოთქმულის საფუძველზე მივიღივართ შემდეგ დასკვნამდე:

1. საშუალო დიამეტრის მილები, ქარხნული წესით დამზადებული, მუშაობენ გარდამავალი ზონის ფარგლებში.

2. რადგან წნევის კარგვა, ანუ, რაც იგივეა, საჭირო ენერგია წინააღმდეგობის გადასალახავად გარდამავალი ზონის რეჟიმის დროს მეტია, ვიდრე კვადრატული დამოკიდებულების ფორმულების მიხედვით, ამიტომ წყალსადენის ქსელის ანგარიშის დროს საჭიროდ მიგვაჩნია (6) და (9) ფორმულებით სარგებლობა, რომლებიც მიღებულია ჩვენ მიერ გარდამავალი ზონისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.3.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

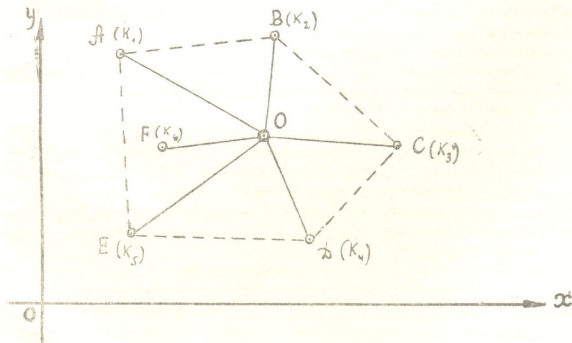
1. Ф. А. Шевелев. Гидравлическое сопротивление металлических труб больших диаметров. Гидротехническое строительство, № 1, 1950.
2. Р. С. Флятау. Гидравлический расчет трубопроводов. Москва, 1949.
3. В. Г. Лобачев. Противопожарное водоснабжение. Москва, 1950.

ი. შახბულია

ლამესა და კლაპეირონის ამოცანა ეკონომიური ტრასირების
გადაწყვეტის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ზავერიევმა 17.3.1951)

ცნობილია, რომ ლამესა და კლაპეირონის ამოცანა ეკონომიური ტრასირების შესახებ პირველად გამოქვეყნებულ იქნა 1827 წელს „გზათა მიმოსვლის ქუჩურნალის“ მეათე წიგნში (სტატიაში „О приложении статистики к решению задач, входящих в теорию наименьших расстояний“). ამოცანის არსი მდგომარეობს შემდეგში: მოცემულია პუნქტები A, B, C, \dots , განსაზღვრული მართკუთხა კოორდინატთა სისტემით (იხ. სქემა 1).



სქემა 1

ეს პუნქტები სწორხაზოვანი გზების ქსელით შეერთებულია რომელიმე O პუნქტთან, რომელიც წარმოადგენს ტვირთზიდვის კვანძს. O პუნქტს ყველა შესაძლო მდებარეობას შორის უნდა განისაზღვროს ის მდებარეობა, რომელიც დააკმაყოფილებს სატრანსპორტო სამუშაოთა საერთო ღირებულების მინიმუმის პირობას. აქ ცნობილ სიდიდეებად ითვლება უზნების $OA, OB,$

$OC \dots$, მიმართულებებით გადასაზიდი ტვირთების რაოდენობა და ერთეული ტვირთის გადატანის ღირებულება α_i უბნის ერთეულ სიგრძეზე, საძიებელია O პუნქტის ის კოორდინატები, რომლებიც დააკმაყოფილებს დასმული ამოცანის მოთხოვნილ პირობებს.

აღნიშნულ შრომაში ავტორებმა გვიჩვენეს, რომ ამოცანა დადის O პუნქტის ისეთი მდებარეობის მოძებნაში, რომლის მიმართაც მოდებული ყველა ძალა, მიმართული $A, B, C \dots$, პუნქტებისაკენ და სიდიდით პროპორციული გადასაზიდი ტვირთის რაოდენობის ნამრავლისა ერთეული ტვირთის ერთეულ მანძილზე გადატანის ღირებულებაზე, ურთიერთწონასწორდებიან.

ეს პირობა მათ მიერ გამოსახულ იქნა განტოლებათა სისტემით:

$$\left. \begin{aligned} q_1 \alpha_1 \cos \alpha_1 + q_2 \alpha_2 \cos \alpha_2 + \dots + q_n \alpha_n \cos \alpha_n &= 0, \\ q_1 \alpha_1 \sin \alpha_1 + q_2 \alpha_2 \sin \alpha_2 + \dots + q_n \alpha_n \sin \alpha_n &= 0, \end{aligned} \right\} (1)$$

სადაც α_i უბნების მიმართულებების განმსაზღვრელი კუთხეებია,

იმ შემთხვევაში, როცა q_i და α_i ცნობილია, (1) სისტემის საშუალებით განისაზღვრება უცნობი კუთხეების მნიშვნელობები.

მაგრამ საქმე ისაა, რომ როცა პუნქტების რიცხვი სამზე მეტია, (1) სისტემაში შემავალი უცნობების რიცხვი აჭარბებს განტოლებათა რიცხვს და ამოცანა განუსაზღვრელი ხდება.

ამ გარემოებამ აიძულა ავტორები სხვა გზით განეგრძოთ ამოცანის გადაწყვეტის ძიება—მათ შექმნეს მექანიკური ხელსაწყო, როგორც საშუალება პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად. მაგრამ მრავალი მიზეზის გამო ამ ხერხმა პრაქტიკული გამოყენება ვერ პოვა.

შემდგომ ამოცანის გადაწყვეტაზე—სატრანსპორტო მუშაობის ღირებულების მინიმუმის პუნქტის განსაზღვრის შესახებ—მუშაობდა მრავალი მკვლევარი, ინჟინრები და მათემატიკოსები.

შედეგი ასეთია:

1. მათემატიკურად მკაცრად დაამტკიცებული ამოცანის გადაწყვეტის არსებობა გზების რადიუსული სისტემის დროს. ამასთანავე გადაწყვეტა ერთადერთია (თუ პუნქტების რიცხვი ორზე მეტია).

2. როგორც საერთო, ისე კერძო შემთხვევებისათვის დამუშავებულია ბევრი სხვადასხვაგვარი მეთოდი, მაგრამ ეს მეთოდები პრაქტიკულ გამოყენებას მაინც ვერ პოულობს.

მაგრამ არავის არ უცდია გაერკვია, თუ სად, რა ფარგლებში უნდა წარმოებდეს ჩვენთვის საინტერესო წერტილის მდებარეობის ძიება. იმ გარემოებაში, რომ ყველა ავტორი დაუმტკიცებლად იღებდა ამ საკითხში სხვადასხვა შეხედულებას, მიგვიყვანა იქამდე, რომ ძლიერ ბევრ ავტორს ეს გამოსავალი პუნქტი არასწორი აქვს. შეიძლება ითქვას, რომ ეს გარემოებაც წარმოადგენდა შეცდომებისა და სიძნელეების წყაროს შემდგომ გამოკვლევებში.

ლამე და კლაპეირონი თვით ამოცანის ფორმულირებაში ისახელებენ საძიებელ პუნქტს, როგორც „შინაგანს“, ამასთანავე არაფრით არ ასაბუთებენ, თუ რისთვის უნდა იყოს ის აუცილებლად ასეთი („შინაგანს“).

ს. ცაპლინი ნაშრომში [1] შეუცვლელად, კრიტიკული ანალიზის გარეშე იმეორებს ლამესა და კლაპეირონის ამ გამოსავალ პირობას.

ა. გარმაში თავის შრომაში [2] თვლის, რომ საძიებელი წერტილი შეიძლება წარმოადგენდეს როგორც „შინაგანს“, ისე „გარეთას“. ეს უკანასკნელი არაფრით არაა შესლულული.

ეს შეხედულება ავტორისა აგრეთვე არაა დასაბუთებული.

როგორც ერთი, ისე მეორე შეხედულება შემცდარია. არასწორი გამოსავალი პუნქტის შედგეა ის გარემოება, რომ ამ ავტორების მიერ მიღებული შედეგებიც არ არის სრულყოფილი,

შევეცდებით შევიტანოთ გარკვეულობა ამ საკითხში. მოხმარების წერტილთა კონტურად ჩავთვლით ამოხვეილ შეკრულ ტეხილს, რომელსაც წვეროვებდა აქვს მოხმარების წერტილები და რომლის გარეთაც არც ერთი მოხმარების წერტილი არ რჩება.

დავამტკიცოთ, რომ სატრანსპორტო მუშაობის მინიმალური ღირებულების წერტილი ყოველთვის დევს ან მოხმარების წერტილთა კონტურს შიგ და ან ემთხვევა კონტურის ტეხილზე მდებარე ერთ-ერთ მოხმარების წერტილს.

კონტურის შიგ ან კონტურის ტეხილზე მდებარე ერთ-ერთ მოხმარების წერტილში საძიებელი პუნქტის მდებარეობის შესაძლებლობა დამტკიცებულია მრავალი ავტორის მიერ. ამიტომ ჩვენ გვრჩება დავამტკიცოთ საძიებელი წერტილის მდებარეობის შეუძლებლობა როგორც კონტურის გარეთ, ისე ამ კონტურის ორ მისახლოვრე მოხმარების წერტილის შორის მონაკვეთზე.

დამტკიცებისას ვისარგებლებთ ზემოთ მოხსენებული კრიტერიუმით—საძიებელი წერტილის მიმართ მოქმედი ვექტორების ჯამგზრის ნულთან ტოლობის შესახებ.

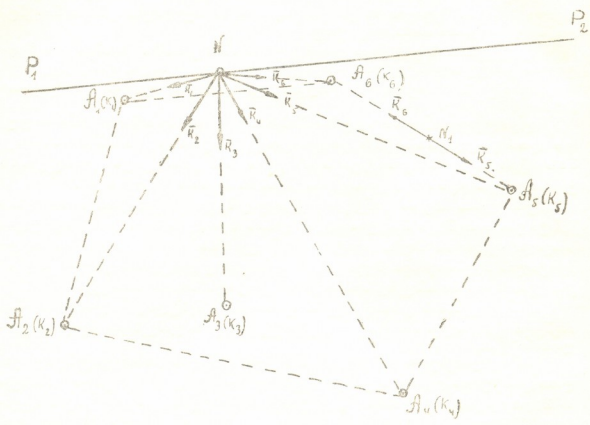
ჩამოყალიბებული დებულების პირველი ნაწილის დასამტკიცებლად ავიღოთ კონტურის ტეხილის გარეთ მდებარე რომელიმე N წერტილი (იხ. სქემა 2) და ავაგოთ მის მიმართ \bar{k}_i ვექტორების სისტემა. ჩვენ ყოველთვის შეგვიძლია N წერტილზე გავატაროთ სწორი ხაზი $p_1 p_2$ ისე, რომ ყველა \bar{k}_i ვექტორის ბოლოები მოთავსდეს ამ სწორის ცალ მხარეს. ასეთ პირობებში \bar{k}_i ვექტორთა სისტემის ჯამგზრის აუცილებლად უნდა განსხვავდებოდეს ნულისგან, ამიტომაც N წერტილი არ შეიძლება წარმოადგენდეს სატრანსპორტო მუშაობის მინიმალური ღირებულების წერტილს.

რადგანაც მოყვანილი მტკიცება სამართლიანია მოხმარების წერტილების კონტურის გარეთ მდებარე ნებისმიერი წერტილისათვის, ამიტომაც წინასწარ ჩამოყალიბებული დებულებების პირველი ნაწილი დამტკიცებულია.

დავამტკიცოთ ახლა ჩამოყალიბებული დებულებების მეორე ნაწილი—საძიებელი წერტილის შეთავსების შეუძლებლობა კონტურის იმ წერტილთან, რომელიც მოხმარების წერტილს არ წარმოადგენს.

განვიხილოთ ნებისმიერი წერტილი N_1 ასეთ წერტილებს შორის (იხ. სქემა 2). თუ ამ წერტილის მიმართ ავაგებთ ვექტორების $\bar{K}_1, \bar{K}_2, \bar{K}_3, \dots, \bar{K}_n$ სისტემას, იგი არ იქნება წონასწორობაში. მართლაც, სინამდვილეში ყველა \bar{K}_i ვექტორს საწყისი აქვს N_1 წერტილში, ყველა მათგანი განსხვავდება ნულისგან და ყველას ბოლოები მოთავსებულია A_5, A_6 სწორი ხაზის ცალ მხარეს (იხ. სქემა 2); ორი ვექტორის \bar{K}_5 და \bar{K}_6 ბოლოები A_5, A_6 სწორზე დევს.

ცხადია, რომ ასეთ შემთხვევაში ჯამგეზრი \bar{K} განსხვავდება ნულისაგან და კონტურის წერტილი N_1 არ შეიძლება წარმოადგენდეს სატრანსპორტო მუშაობის მინიმალური ღირებულების წერტილს. ამით მტკიცდება ჩვენი დებულების მეორე ნაწილიც.



სქემა 2

ამგვარად, ზემოთ ჩამოყალიბებული დებულება დამტკიცებულია მთლიანად. შემოვსაზღვრეთ რა ამგვარად სატრანსპორტო მუშაობის მინიმალური ღირებულების წერტილის შესაძლო მდებარეობის არე, ჩვენ გვეძლევა შესაძლებლობა შევისწავლოთ საძიებელი წერტილის მოძრაობის კანონზომიერება ამ არეში და წავიდეთ ეკონომიური ტრანსპორტის ამოცანის ამოხსნის რაციონალური მეთოდის შემუშავების გზით.

ვ. ლენინის სახელობის
თბილისის რკინიგზის სატრანსპორტო
ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 17.3.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. А. Чаплыгин. Новый метод решения задач механики. Москва, 1948.
2. А. А. Гармаш. Теория строительных процессов, разд. II, Днепродзержинск, 1939.

ენტომოლოგია

მ. სამუშაევა

სტოლბურის გადამტანთა განმასხვავებელ თავისებურებათა შესწავლისათვის საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდამ 14.12.1950)

ჩვენ მიერ აღრე მოყვანილია მასალა იმის შესახებ, რომ ქიქინობელა *Hyalesthes mlokosiewiczzi* Sign. საქართველოში პომიდორის სტოლბურის ძირითად გადამტანს წარმოადგენს [1].

დღევანდლამდე სინიორეს [2] მიერ ამ სახეობის მორფოლოგიური აღწერის გარდა ლიტერატურაში არსებობს მხოლოდ მელიხერიისა და ოშანიანის მითითებანი კავკასიის, თურქეთისა და ირანის ფაუნაში მისი არსებობის შესახებ.

უკანასკნელ წლებში ჩვენი გამოკვლევების შედეგად მიღებულია რიგი მონაცემები ქიქინობელას გეოგრაფიული გავრცელებისა და ეკოლოგიურ, მორფოლოგიურ და სხვა თავისებურებათა შესახებ.

საქართველოს ფაუნაში, როგორც უკვე იყო აღნიშნული [1], *H. mlokosiewiczzi*-თან ერთად ერთეულების სახით გვხვდება ქიქინობელას მეორე სახეობა—*Hyalesthes obsoletus* Sign. სუხოვისა და გოგვის [3] და რაზვიასკინას [4] მონაცემებით დადგენილია, რომ ეს სახეობა ითვლება ძალუჭურძენოვანთა სტოლბურის გადამტანად კრასნოდარის მხარესა და მოლდავეთში.

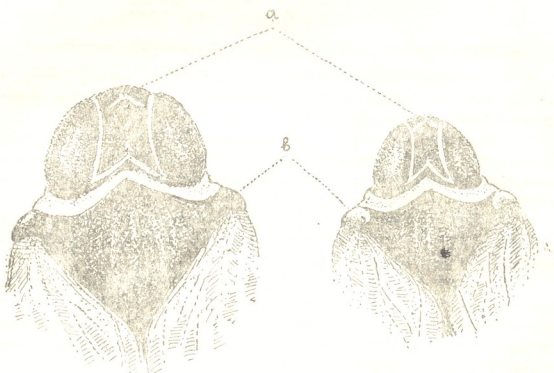
წარმოდგენილ შრომაში ჩვენ მოგვყავს ძირითადი ნიშნები ამ ორი სახეობისა, რომლებიც ერთმანეთსგან განსხვავდება რიგი მორფოლოგიური და ეკოლოგიური თავისებურებით. ამ თავისებურების ცოდნა გააადვილებს ბრძოლის ღონისძიებათა სისტემის გამომუშავებას და ბრძოლის ორგანიზაციას.

H. mlokosiewiczzi—აღწერა

სინიორეს [2] მონაცემებით, ეს სახეობა ხასიათდება შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნებით: „სიგრძე 7 მმ; შავია, გვერდის წიბოები თხემის კიდზე, ხორთუმი, წინამკერდი და მუცლის სეგმენტების წვერი მოთეთრო-ყვითელი ფერისაა; თავი წინ მომრგვალებულია; თხემში სამკუთხედი ნაჭდევია, რომლის წვერი არ სცილდება თვალების წვეროების შემაერთებელ წარმოდგენილ ხაზს (სურ. 1, a). შუბლის შუათანა წიბო შუაგულში მკაფიოდ არის გამოხატული, ზედა და ქვედა ნაწილში კი ნაკლებად შესამჩნევია (სურ. 2, a). გვერდის წიბოები თეთრ ლაქებთან ახლოს ფოთლისებრია (სურ. 2). ხორთუმი შუა ბარძაყს სწვდება. ზედა ფრთების ფირფიტები შავია (სურ. 1, b); ზედა ფრთები ყომრალი მურა ფერისაა, ძარღვები სადაა, ყვითელი, კიდესე მოთეთრო

არშია აქვს. სტიგმა მოთეთროა, შიგა ყავისფერი გასქელებით; უკანა წვივზე ქაცვები არ აქვს“.

ჩენი აზრით, ჭიჭინობელას აღწერაში უკანა წვივზე ქაცვების უქონლობა არ შეეფერება სინამდვილეს. ლიტერატურაში არის ცნობები [5] იმის შესახებ, რომ ოჯახ *Cixiidae*-ის, რომელსაც მიეკუთვნება გვარი *Hyalesthes*, ერთერთ დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს უკანა წვივზე ქაცვების არსებობა. *H. mlukosiewiczzi*-ს ყველა ჩვენ მიერ შემოწმებული ეგზემპლარი ამ მხრივ გამოწკლისს არ წარმოადგენს.



სურ. 1. თავი და წინაზურგი ზემოდან. მარცხნივ—*H. mlukosiewiczzi*, მარჯვნივ—*H. obsoletus*.
ა—თხემის სამკუთხოვანი ნაბჯევი; ბ—ხედფრიდის ფირფიტა

H. mlukosiewiczzi ის გავრცელება⁽¹⁾

საქართველო—ლაგოდეხი V.VI.1896 წ. (მლოკოსევიჩი); თბილისი 9, 10, 12.VII, 6.VIII. 1905 წ. (სატუნინი); 6.VIII.1908 წ. (კოზლოვსკი) 5.VII.1912 წ. (კენიგი); 2.VI. 1946 წ. (სამუნჯევა); თორი 20.VII.1912 წ. (ლ. მლოკოსევიჩი); გორი VII.1946 წ. (სამუნჯევა); თხილნარი, მახარაძის რ-ნი, VI.1950 წ. (ჭაჯიბეილი); ქუთაისი VII.1946 წ. (თულაშვილი); ახალი ათონი 21.V.1901 წ. (იაცენტკოვსკი); ოჩამჩირე 15.VI.1949 წ. (სამუნჯევა); გაგრა 13.VI.1949 წ. (სამუნჯევა).

⁽¹⁾ გეოგრაფიული გავრცელება მოცემულია სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტისა და საქართველოს მუზეუმში არსებული კოლექციების მასალებისა და ნაწილობრივ ჩენი მონაცემების მიხედვით.

აზერბაიჯანი—ბაქო 21.VI.1922 წ. (ბობროვა); ვასილევკა, კუბის რ-ნი, 1927 წ. (ტარბინსკი); პალეტონი, ასტარის რ-ნი, 1932 წ. (ზნოიკო); ლენქორანი 31.VI, 25.VI.1909 წ. (კირიჩენკო); ტალიში, ლენქორანის მახლობლად 9.VI.1929 წ. (ალექსევეი); ალექსევეკა, ლენქორანის რაიონი, 13.VII.1929 წ. (ზნოიკო); 21.V.1947 წ. (ბორხსენიუსი).

ნახიჩევანის ასსრ—ორღუბადი მდინარე არაქსზე 5.VI.1934 წ. (კირშენლატი); 6.VI.1933 წ. (ზნოიკო); დისარი, ორღუბადის მახლობლად, 19.VII.1933 წ. (ზნოიკო).

სომხეთი—ერევანი, 5.VII, 16.VII.1933 წ. (რიხტერი და ტერ-მინა—სიანი).

ჩრდილო კავკასია—დარუბანი (ბეკერი); სტაროგლადოვსკი, ყიზლარის ოლქი, მდინარე თერგზე 9.VII.1927 წ. (კირიჩენკო).

სინიორე [2] იძლევა ამ სახეობის აღწერას ირანის მასალების მიხედვით; ოშანიანის მიერ ეს ჭიჭინობელა ნაჩვენებია თურქეთისთვისაც ადგილსამყოფელის დაუსახელებლად.

ამრიგად, ჭიჭინობელა *H. mlukosiewiczii*-ის გავრცელების ჩრდილო საზღვრად უნდა ჩაითვალოს პარალელი, რომელიც გადის ყიზლარზე. ამ პარალელის სამხრეთით გავრცელების არეალი შეიცავს აზერბაიჯანის სანაპირო რაიონებს, კუბის რაიონს და აგრეთვე საქართველოს სანაპირო, დაბლობ და ზეგან რაიონებს; სომხეთში აღნიშნულია მხოლოდ ერევანში.

აღსანიშნავია, რომ *H. mlukosiewiczii*-ს ყველაზე ადრეული საკოლექციო ნიმუშები შვედრიაში საქართველოში და აქედან გვაქვს მასალების ყველაზე მეტი რაოდენობა.

H. mlukosiewiczii-ის ბიოტოპები

ეს უკანასკნელები დიდ ინტერესს წარმოადგენენ, რადგან საშუალებას იძლევიან დავადგინოთ სტოლბურის გადაშენებული ჭიჭინობელას გავრცელების კანონზომიერება და მისი ეპიფიტოლოგიური მნიშვნელობა.

ჭიჭინობელას ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის შესწავლის შედეგად დადგინილია, რომ ჭიჭინობელა თავის განვითარების ყველა სტადიაში განირჩევა აშკარად გამოხატული მეზოფილობით.

ლაბორატორიულ პირობებში ნიმუშები, ქუპრი და კვერცხები მთლიანად დაიღუპა ნიადაგში, როცა ტენიანობა 35%-ზე ნაკლები იყო.

მინდვრის პირობებში ჭიჭინობელას მიკროსტაციები დამახასიათებლად არის განლაგებული: ისინი ჩვეულებრივ მეზოფიტურ ბიოტოპებში გვხვდება. ჭიჭინობელა შედარებით დიდი რაოდენობით გვხვდება ბოსტნის ნაკვეთებზე იქ, სადაც ეს ნაკვეთები ბაღის ან ტყის ნარგავებს შორის არის გაშენებული. განსაკუთრებით ბევრი გვხვდება სარწყავი არხების გასწვრივ.

ჭიჭინობელას ლოკალიზაცია აღნიშნულ ბიოტოპებში, ჩვენი აზრით, აიხსნება ხელშემწყობი მიკროკლიმატური პირობებით ხეებისა და ბუჩქების ჩრდილის ქვეშ.

H. mlukosiewiczii პოლიფიტოფაგია, ის არ არის დაკავშირებული მცენარეების რომელიმე გარკვეულ ბოტანიკურ ჯგუფთან. იგი აღნიშნულია ჩვენ

მიერ 15 სხვადასხვა ოჯახში შემავალი მცენარეების 25 სახეობაზე. ამ სახეობის პოლიფაგობა შეიძლება აიხსნას მისი სტენოტოპობითა და სუსტი მიგრაციის უნარით. ამ შემთხვევაში გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ აკაცია, რომლის ფესვებზე აღნიშნულ ბიოტოპებში ქიჰინობელა ჩვენ მიერ ნახული არ ყოფილა.

ქიჰინობელას კვება განვითარების ყველა ფაზაში ჩვენ მიერ აღნიშნულია შემდეგ ერთწლიან კულტურულ მცენარეებზე: პომიდორზე, ბადრიჯანზე, წიწაკაზე, წიწმატზე, ნიახურზე, გოგრაზე, ნიორზე, სიმინდზე და სხვ.

სარეველა მცენარეებიდან ქიჰინობელასთვის საკვებ მცენარეებს წარმოადგენს: *Solanum persicum*, *Lepidium Draba*, *L. propinquum*, *Convolvulus arvensis*, *Artemisia vulgaris*, *Euphorbia* sp. იმ შემთხვევაში, როდესაც ისინი მეზოფიტურ ბიოტოპებში იზრდებიან.



სურ. 2. თავი ქვემოდან. მარცხნივ — *H. mlkosiewiczi*, მარჯვნივ — *H. obsoletus*.
 a — შუბლის შუა წიბო; ბ — შუბლის გვერდითი წიბოების თეთრი ლაქები; c — შუბლის მოთეთრო არშია

რაც შეეხება ხემცენარეებს და ბუჩქებს, ეს სახეობა აღნიშნულია ალვის ზეზე, ტირიფზე, იასამანზე, სუროზე, ვაზზე, ლელვზე, ქლიავზე, კაკალზე და მაყვალზე. ის დიდი რაოდენობით აღნიშნულია წვრილ ქრიზანტემასა და გეორგინზე.

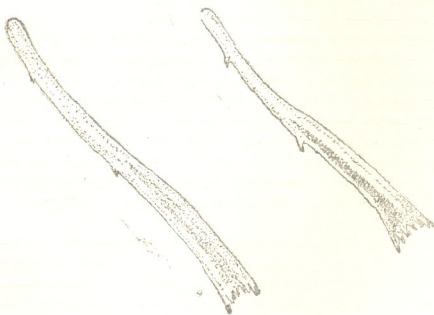
H. obsoletus-ს აღწერა

სინიორეს [6], მელიხერისა [7] და ჰაუპტის [8] მონაცემებით, კიკინობელა *H. obsoletus*-ს მორფოლოგიური ნიშნები შემდეგია: ფერი—შავი, მომწვანო ლითონისებური ელფერით, თხემი და შუბლი მოთეთრო არშიით (სურ. 2, c), შუბლი შუა წიბოთი (სურ. 2, a), საბირე ზედა ნაწილში ამობურცულია. წინა ზურგი და ზედა ფრთების ფირფიტა მოყვითალო თეთრია (სურ. 1, b). ზედა ფრთები გამკვირვალეა. ულაქებოდ. წვივებზე გარეთა მხრიდან კარგად გამოხატული ხაზია. სიგრძე 4,5—5,5 მმ.

კიკინობლების აღნიშნულ სახეებს შორის განსხვავება მოყვანილია ცხრილში.

1. (2). თხემის სამკუთხოვანი ნაჭდევის წვერო არ სცილდება თვალების წვეროების შემავრთებელ ხაზს (სურ. 1, a). შუბლის შუა წიბო გამოხატულია შუაში, ბოლოში კი შეუმჩნეველია (სურ. 2, a). შუბლზე არ აქვს მოთეთრო არშია, შუბლის გვერდით კიდეზე ფართო თეთრი ლაქები განწყობილია მხოლოდ მის შუა ნაწილში (სურ. 2, b). შუბლის გვერდითი წიბოები თეთრი ლაქების ახლოს ფოთლისებრია. ზედა ფრთების ფირფიტა შავია (სურ. 1, b). ზედა ფრთები ყომრალი ფერისაა, წვივზე ყვესფერი ხაზი ოდნავ შესამჩნევია (სურ. 3) ზომა 7 მმ.

..... *H. mlkosiewicz* Sign.



სურ. 3. უკანა ფეხები. მარჯვნივ: *H. mlkosiewicz*; მარცხნივ: *H. obsoletus*

2 [1]. სამკუთხოვანი ნაჭდევის წვერი სცილდება თვალების წვეროს შემავრთებელ ხაზს (სურ. 1, a), შუბლის შუათანა წიბო კარგადაა გამოხატული პირისაბის ზედა და ქვედა ნაწილში, პირისაბის შუა ნაწილში კი აღარ ჩანს და საპირის ბორცვში გადადის (სურ. 1, a). შუბლი მოთეთრო ვიწრო არშიით (სურ. 2, c), ფრთებისზედა ფირფიტა მოყვითალო-თეთრია (სურ. 1, b). ზედა ფრთები გამკვირვალეა. წვივზე აშკარად გამოხატული მუქი ყვესფერი ხაზია (სურ. 3)

..... *H. obsoletus* Sign.

H. obsoletus გავრცელება

სუხოვისა და ვოვკის [9] აზრით, ამ კიკინობელას გავრცელების ჩრდილო საზღვარი სსრ ევროპულ ნაწილში სტალინგრადისა და დონბასის ხაზზე

მდებარეობს; მისი გავრცელების არეალია კრასნოდარის მხარე, უკრაინისა და მოლდავეთის სამხრეთი ნაწილი. სსსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის, საქართველოს მუზეუმისა და ჩვენი მასალების მიხედვით ირკვევა, რომ ჭიჭინობელა გავრცელებულია კიდევ შემდეგ ადგილებში: საქართველო—თბილისი, გორი, ახალდაბა, ვარდაბანი, ლავოდუხი (მდ. ანცალ-ორ), ზემო ქედი; აზერბაიჯანი—ბილიასარტი ტალიშში; სომხეთი—ერევანი; ჩრდილო კავკასია—დარუბანდი, არდონი, ტუაპსე; თურქეთი—არტანუჯი და ალპაუტიჯევითის რაიონი.

ჰაუპტის [7] მიხედვით, ამ სახეობის გავრცელების არეალი შემდეგია: სამხრეთი და შუა ევროპა, ჩრდილო აფრიკა, სამხრეთ რუსეთი თურქეთამდე; გერმანიისთვის ნაჩვენებია ქ. ჰალე და ფრაიბურგი.

H. obsoletus-ის ბიოტოპები

ეს სახეობა საქართველოში ერთეულების სახით გვხვდება. ჭიჭინობელა არ გვხვდება ბოსტნის მთლიან მასივებში, ერთეულებს ლოკალიზებულია მეჩხერნათესებიან ვაშლილ (ლია) ნაკვეთებზე.

მეზოფიტურ ნაკვეთებზე, რომლებიც ბალის ან დეკორაციული მცენარეების რიგშორისებია, ჭიჭინობელა არ გვხვდება.

ამ სახეობისათვის დამახასიათებელი ქსეროფიტული ბუნება აღნიშნული იყო რიგი ავტორების მიერ. ასე, მაგალითად, სუხოვი და ვოკვი [9] მიუთითებენ ამ ჭიჭინობელას უფრო ინტენსიურ გავრცელებას პომიდორის მეჩხერ ნაკვეთებში; მელნიჩენკო [10] უჩვენებს ამ სახეობას ვოლგის წინა და უკანა მხარისათვის მარტო სტეპებსა და ნახევარსტეპების ზონაში.

ამრიგად, საქართველოში აღწერილი ჭიჭინობელას ორი სახეობა ერთიმეორისაგან მკაფიოდ განსხვავდება როგორც მორფოლოგიური, ისე ეკოლოგიური თავისებურებით. მათი ბიოტოპები ხასიათდება მეზოფიტური პირობებით ჭიჭინობელა *H. mlukosiewiczii*-სათვის და ქსეროფიტულით *H. obsoletus*-სათვის.

ჭიჭინობელა *H. mlukosiewiczii*-ს ბიოეკოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლის საფუძველზე შეიძლება აეხსნათ ის გარემოება, რომ სტოლბური ზოგან მეტად და ზოგან ნაკლებადია გავრცელებული საქართველოს რაიონებში.

ერისთავის [11] მონაცემებით, პომიდორის სტოლბური ჭარბობს აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში, სადაც მასობრივი გავრცელების წლებში იგი 10—100% აღწევს, მაშინ როცა დასავლეთ საქართველოს რაიონებში 17⁰/₁₀₀-ს არ აღემატება.

ჩვენი აზრით, ავადმყოფობის ასეთი არათანაბარი გავრცელება შედეგია პომიდორის მოყვანის წესებისა და ჭიჭინობელას არსებობის პირობების სხვადასხვაობისა, რაც განისაზღვრება აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს განსხვავებული რელიეფითა და კლიმატით.

პომიდორის ნაკვეთები აღმოსავლეთ საქართველოში, ქართლის დაბლობზე, არ წარმოადგენს ერთიან დიდ მასივებს, არამედ სხვა ბოსტნეულ კულტურებთან ერთად განლაგებულია მდინარე მტკვრის ხეობაში. ხშირად პომიდო-

რები გვხვდება ხეხილის ბაღის რიგებს შორის ან მისი ნაკვეთები შერეულია ბუჩქებსა, დეკორატიულ და ქარსაკავ ზოლებს შორის. აქ მორწყვა პომიდორის მოსავლის აუცილებელ პირობად ითვლება.

ამ ფაქტორების კომპლექსი ასეთი ნაკვეთების ირგვლივ ქმნის ჰიჰინობელასთვის ხელსაყრელ მეზოფაქტურ მიკროელემენტს. ამიტომ ბუჩქები და ხის ნარგავები ასეთ ნაკვეთებზე წარმოადგენენ გადამტანის მუდმივ რეზერვაციებს.

დასავლეთ საქართველოში ქუთაისის რაიონი ითვლება საკონსერვო მრეწველობის ძირითად რაიონად. პომიდორი აქ გამოყავთ მინდვრის პირობებში, ე. ი. მთლიან დიდ მასივზე.

აღნიშნული რაიონი წლიური ნალექების საკმაოდ დიდი რაოდენობით ხასიათდება, თუმცა გაზაფხულზე, ჰიჰინობელა *H. mlukosiewiczzi*-ის ზრდა-დასრულებული ფაზის მასობრივი გამოჩენისა და გავრცელების პერიოდში, ამ რაიონში, კ. კელენჯერიძის [12] მონაცემებით, ნალექები მცირეა და ხშირია გვალვა. გვალვის მიზეზად ითვლება აგრეთვე ფიონისებური ქარები, რომლებიც ჰაერის შეფარდებით ტენიანობას მკვეთრად ამცირებენ და ცალკეულ დღეებში იგი 15—20%-მდე დაჰყავთ.

აღნიშნული პირობები დაბალი ტენიანობისა არახელსაყრელია ჰიჰინობელა *H. mlukosiewiczzi*-ის განსახლებისათვის, რომელიც, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მეზოფაქტურ სახეობად ითვლება; ამიტომ იგი რჩება ბუნებრივ კერებში, სადაც შეფარდებითი ტენიანობა 60—70%-ის ფარგლებში მერყეობს.

ჰიჰინობელას განსახლების აძნელებს აგრეთვე პომიდორის ნარგავების მეტი ნაწილის დაშორება ხემცენარეებისაგან და სარწყავი არხების უქონლობა, რომელნიც ხელისშემწყობ ფაქტორებს წარმოადგენენ ჰიჰინობელას ბუნებრივი კერების გასაჩენად. გარდა ამისა, ბოსტნეულის ნაკვეთების დაშორება ჰიჰინობელას კერებისაგან აძნელებს მათ განსახლებას, რადგან მას არ შეუძლია დიდ მანძილზე გადაფრენა.

ამგვარად, სტოლბურის ეპიფაქტოტიის სხვადასხვა სიძლიერე საქართველოს ძირითადი ბოსტნეულის რაიონებით განისაზღვრება. პირველ რიგში ჰიჰინობელას განსახლების პერიოდში მისი არსებობისათვის ზემოაღნიშნული არახელსაყრელი პირობებით დასავლეთ საქართველოს (ქუთაისის რაიონი) ბოსტნეულის ნაკვეთებზე და, პირიქით, ტენიანობისა და ტემპერატურის ხელსაყრელი პირობებით აღმოსავლეთ საქართველოს ბოსტნეულის რაიონებში.

ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ რაიონების მეტეოროლოგიური პირობები, ეროსთავის [11] მონაცემებით, საგრძნობლად ზემოქმედებენ აგრეთვე ვირუსის პათოგენებზე მცენარის ქსოვილების ბიკოლოიდების მდგომარეობასთან დაკავშირებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოთხილა 15.12.1951)

ღამოწმობული ღიტობტაშობ

1. Э. М. Самунджева. Некоторые данные по изучению переносчика столбура томатов в Грузии. Труды Института защиты растений, АН Груз. ССР, т. VI, 1949.
2. V. Signoret. *Hyalesthes mlokosiewiczii* (n. Sp.)—Ann. Soc. Ent. France (5) IX, 1879, Bull. p. LXVI.
3. К. С. Сухов и А. М. Вовк. Столбур посленовых и меры борьбы с ним, Москва, 1946.
4. Г. М. Развязкина. О распространении вируса столбура в природе. Микробиология, т. XIX, в. 3, 1950.
5. Определитель насекомых Европейской части СССР, под ред. Тарбинского. Ленинград, 1948.
6. V. Signoret. Descriptions de quelques *Hemipteres* nouveaux. Ann. Soc. Ent. France (4) V, 1865.
7. Н. Haupt. Die tierwelt Mitteleuropas, Bd, IV, Lief 3. Leipzig, 1935.
8. L. Melichar. Cicadinen von Mitteleuropas. Berlin, 1896.
9. К. С. Сухов и А. М. Вовк. О биологии цикадки—переносчика вируса столбура. Тр. Ин-та генетики, № 15, Москва, 1948.
10. А. Н. Мельниченко. Полевашитные полосы и размножение животных полезных и вредных для сельского хозяйства. Москва, 1949.
11. Е. М. Эристави. Вирусные болезни растений в Грузии. Диссертация, 1947 (рукопись в Институте защиты растений АН Грузинской ССР).
12. კ. კელენჯერიძე. ქვემო და შუა იმერეთის დაბლობი ნაწილის აგროკლიმატური და-ბასიათება. აჯამეთის საცდელი სადგურის შრომები, ტ. I, 1947.

ხელოვნების ისტორია

გაიანე ალიბეგაზიილი

საშუალო საუკუნეების ორი ასტრონომიული ტრაპტატის
ილუსტრაციები

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 29. 0. 1950)

საქართველოს ს. ჯანაშიას სახელობის სახელმწიფო მუზეუმში ინახება ხელნაწერი ნომერი A-65, რომელიც 1188 წლით თარიღდება ([1], გვ. 1, [2], გვ. 63). იგი ერთ ნაწილში წარმოადგენს ასტრონომიული ხასიათის ტრაპტატს, ილუსტრირებულს ყველა 12 თვის სიმბოლური გამოსახულებით, რომელთაც, უმრავლეს შემთხვევაში, ფურცლის ზედა ნახევარი უკავიათ. ტექსტი, რომელიც გამოსახულებას თან ახლავს, განმარტავს, თუ რა მოვლენებს, შემთხვევებს აქვს ადგილი გარკვეულ თვეებში.

ყოველ სიმბოლურ გამოსახულებას დართული აქვს ამ უკანასკნელის განმმარტებელი წარწერა ასომთავრულით, რომელიც შესრულებულია კინოვარით. იგი წარმოადგენს თითქოს კომპოზიციის ზედა მოჩარჩოებას და ამრიგად მხატვრულ ფუნქციასაც ასრულებს. იმ შემთხვევებში, როდესაც ილუსტრაციას გვერდის ზემო ნახევარი უჭირავს, წარწერა წარმოადგენს მკაფიო ფერადოვან ზოლს, რომლითაც გვერდი იწყება, ხოლო როდესაც ილუსტრაცია თვით ტექსტშია მოთავსებული, წარწერა კომპოზიციას ტექსტიდან გამოყოფს.

ილუსტრაციების თანმხლები წარწერები შემდეგია:

1. მარტი—**ჩუქაქი ქუხსჯ ტატყუზუ შაქყინ უჯჭუნი**—ვერძი, რომელსა არაბულად ჰრქვან ჰამლი
2. აპრილი—**ხიჭაღა ქუხსჯ ტატყუზუ შაქყინ მჯჭუნი**—კურუმე, რომელსა არაბულად ჰრქვან თავრი
3. მაისი — **ქიჭაქი ქუხსჯ ტატყუზუ: შაქყინ: ჯჯუხსჯ** — ტყუბი, რომელსა არაბულად ჰრქვან ჯავზა
4. ივნისი—**ხიჭაქი ქუხსჯ ტატყუზუ შაქყინ სჯატყინ**—კირჩხიბი, რომელსა არაბულად ჰრქვან სარატან
5. ივლისი—**ხაშუ ქუხსჯ ტატყუზუ შაქყინ ტჯჯუ**—ლომი, რომელსა არაბულად ჰრქვან ასად
6. აგვისტო—**ქჭუნი ქუხსჯ ტატყუზუ: ოქყინ: სჯატყინ**—ქალწული, რომელსა არაბულად ჰრქვან სუმბლა
7. სექტემბერი—**სჯატყინ ქუხსჯ ტატყუზუ: შაქყინ ჭუხსჯ**—სასწორი, რომელსა არაბულად ჰრქვან მიზან.
8. ოქტომბერი—**ჩუქინქუხსჯ ქუხსჯ ტატყუზუ შაქყინ ტატყინ**—ღრიანკალი, რომელსა არაბულად ჰრქვან აყრამ

9. ნოემბერი — **საქართველოს სახელმწიფო უწყისი:** მშვილდოსანი, რომელსა არაბულად ჰრქვან ყავს

10. დეკემბერი — **საქართველოს სახელმწიფო უწყისი:** **ქაჯი,** რომელსა არაბულად ჰრქვან ჯადი

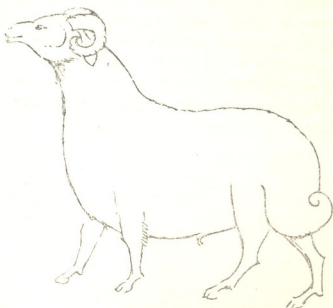
11. იანვარი — **საქართველოს სახელმწიფო უწყისი:** წყლის საქანელი, რომელსა არაბულად ჰრქვან დაღე

12. თებერვალი — **საქართველოს სახელმწიფო უწყისი:** — თევზი, რომელსა არაბულად ჰრქვან ჰუთი.

გამოსახულებები გამოყოფილია ჩარჩოთი, რომელიც მთლიანად გვერდის მოჩარჩოების გავრცელებას წარმოადგენს და, ამგვარად, გამოსახულება ტექსტს უკავშირდება. უმრავლეს შემთხვევაში (10-ში 21-დან) ტექსტს გამოსახულებათაგან ორნამენტული ზოლი გამოყოფს. გამოსახულებათ ახსიათებს თავდაპირილობა და ლაკონიურობა, რაც სავსებით შეესატყვისება სიმბოლოს დანიშნულებას. ყველა ისინი მოთავსებული არიან ამა თუ იმ გვერდის მათთვის განკუთვნილი ნაწილის თავისუფალ არეზე, ყოველგვარი კონკრეტული მომენტების გარეშე (გამონაკლისს შეიძლება იანვარი წარმოადგენდეს, სადაც გვაქვს მსუბუქად აღნიშნული ნიდაგის ზოლი და ჰა; მაგრამ ამ შემთხვევაში სიმბოლო მხოლოდ უფრო „ერკელი“, „თხრობითი“ ხასიათისა).

ასეთივე თავდაპირილობა შესამჩნევია მხატვრულ საშუალებებშიაც, რომელთაც იყენებს ოსტატი ფონისა და გამოსახულებისათვის. გამოსახულება ფონიდან გამოიყოფა მხოლოდ ფიგურის კონტურული აღნიშვნით, და მხოლოდ ზოგჯერ ოსტატი თავს ნებას აძლევს შეიტანოს მცირე დამატება—შინაგანი ნახატის ორი-სამი შტრიხი, ნახმარი ძუნწად, მაგრამ გამომხატველად (ვერძის საწმისი, ტყუბების ტანისამოსი), მაგრამ ეს არ არღვევს კონტურის ძალას. გამომხატველობის მთელი სიძლიერე ოსტატს თავმოყრილი აქვს სწორედ ამ ვაბედულ, დამთავრებულ და, ამასთან ერთად, თავისუფალ და მსუბუქ ნახატში. მუშაობის გულმოდგინება, რომელიც თვით ნახატშიაც მტკიცედ და აგრეთვე მთელ რიგ შესწორებებშიც, რომლებიც შეაქვს ოსტატს (ქალწული, მშვილდოსნის ფეხი), ერწყმის ნახატის თავისუფლებასა და სიმსუბუქეს, რაც ტექნიკური მომენტებითაც განისაზღვრება: ღია ყავისფერი კონტურის გაყოლებით, ახდენს რა მის დუბლირებას, მოცემულია ოდნავ შესამჩნევია ჩრდილი უფრო ღია ტონისა; ზოგჯერ კონტური ხელმეორედაა დადებული, რაც აცოცხლებს ფორმას (ვერძი—სურ. 1; ზოგიერთი დეტალი ლომის გამოსახულებაში—სურ. 3; ხარი ცხადად დაზიანებულია; უფრო გვიან ხელმეორედაა შემოვლებული); რაც შეეხება ადამიანის ფიგურებს, ისინი კიდევ დამატებით არიან შემოხაზული წითელი კონტურით, უპირატესად—სახესა და ხელებზე. ოსტატი არც ფერადოვან ლაქებზე ამბობს მთლიანად უარს, მაგრამ მინიმალური რაოდენობით მოცემული ლაქები (მსუბუქი სიწითლე ლოყებზე, ასეთივე ლაქები ხელის მჯებზე ტყუბების ფიგურებში) არ ეწინააღმდეგება საერთო გრაფიკულ სტილს და მხოლოდ აცოცხლებს ზედაპირს. თვით ფერადოვანი ფენების გამოყენების დროსაც ქართველი ოსტატი ინარჩუნებს კონტურული ნახატისადმი სიყვარულს; ამის ნიმუშებს ვპოულობთ უფრო ადრინდელ ხელ-

ნაწერებშიც, სახელდობრ ჯრუჭის 940 წლის სახარებაში, სადაც აგრეთვე გამოყენებულია კონტურის დუბლირება მსუბუქი დაჩრდილვით, რაც ხაზს უსვამს ნახატის ღირებულებას.



სურ. 1

იმისათვის, რომ აღწერილი ხელნაწერის დამახასიათებელი თვისებები ჩვენთვის უფრო ნათელი გახდეს, მივმართეთ ყაზვინის კოსმოგრაფიის დასურათებულ ხელნაწერს E—7 სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის აღმოსავლეთმცოდნეობის კოლექციიდან ლენინგრადში, დათარიღებულს მე-14 ს.

ამ ხელნაწერს მხოლოდ იმიტომ კი არ მივმართავთ, რომ ქართულ ხელნაწერს, გამოხატულ სახეთა ტიპებისა და შესრულების საერთო მანერის მხრივ, რომელიც გამოირჩევა მთელ რიგ ცნობილ ქართულ ხელნაწერთაგან, საერთო ხაზები აქვს სპარსულ მინიატურებთან, არამედ იმის გამოც, რომ ეს ხელნაწერი (E-7) შეიცავს იმავე ილუსტრაციებს, თვეების იმავე სიმბოლოებს, როგორც ქართული ხელნაწერი A-65, ეს კი აადვილებს შედარებას.

აღნიშნული ხელნაწერი ყაზვინისა შედგება ორი ნაწილისგან და სწორედ პირველი ნაწილი შეიცავს ჩვენთვის საინტერესო გამოსახულებებს. უკანასკნელნი არაფრით არ არიან გამოყოფილი ამ ხელნაწერში და როგორც მოჩარჩოების, ისე კონკრეტული მომენტების (ფონი, ნიადაგი და სხვა) უქონლობა მათ უშუალო კავშირში აყენებს ტექსტთან და გვერდის ფონთან მთლიანად. მიუხედავად იმისა, რომ ქართულ ხელნაწერში კომპოზიციებს გარშემო უვლიდა ვიწრო ზოლი, იგი აქ წარმოადგენდა გვერდის მთლიანი მოჩარჩოების ნაწილს და ამიტომ გამოსახულებები თუმცა გამოიყოფოდა, მაგრამ იმავე დროს ორგანულად უკავშირდებოდა ტექსტს, რასაც ხელს უწყობდა აგრეთვე იევე, როგორც E-7 ხელნაწერში, გვერდის სუფთა ფონი.

ამრიგად, ორივე შემთხვევაში ჩვენ ვხედავთ არა მეორად თხრობას-თვალსაჩინო სახეების საშუალებით, არამედ გვერდის საერთო დეკორატიულ გადაწყვეტას, მის მხატვრულ ღირებულებათა აღქმას მთლიანი სახით.

ყაზვინის ხელნაწერის სიმბოლოთა ყველა გამოსახულება დაფარულია სა-
ღებავის თხელი ფენით, რომელიც, რჩება რა გამკვირვალე და ამასთანავე იძ-
ლევა რა თამაშს ხან გამუქებული, ხან გაღიავებული ლაქებით, ქმნის წერის
თავისუფალი, ფართო მანერის შთაბეჭდილებას, ძლიერ განსხვავებულს გეია-
ნი ხანის გულმოდგინე, „გადაღესილი“ წერის მანერისგან და, რაც მთავარია,
ეს ფერადოვანი ფენა ხელს არ უშლის სახის გრაფიკულ შეგრძნობას და ისე-
ვე, როგორც A-65 ხელნაწერში, უმთავრესი შთაბეჭდილება მკაფიოდ გამო-
ყვანილი, წმინდა, მაგრამ მსუბუქი და სწრაფად მოხაზული ნახატის საშუა-
ლებითაა მიღწეული.



სურ. 2

ისევე, როგორც A-65 ხელნაწერში, აქაც მხატვრულ საშუალებათა მაქ-
სიმალური სიძუნწე და ამასთან ერთად მაქსიმალური გამომხატველობა გვაქვს
არაფერს არ ნიშნავს ის, რომ ვერძი და მშვილდოსანი თითქოს ჰაერში მიაბიჯე-
ბენ: ვერძის წვირლ, ფართო ნაბიჯით გადადგმულ ფეხებში დიდი მისწრაფე-
ბულობა და მშვილდოსანიც (სურ. 2), უფრო სწორედ, მისი მიმართულება და
მშვილდის დამკვიმავი ხელის მოძრაობა, მაქსიმალურ დაძაბულობამდეა მიყვან-
ილი იმის გამო, რომ აქ ყველაფერი კალკეული დეტალების კონტრასტულ
მიმართულებებზეა აგებული (იხილე კუდის თავისა და ფრთის მიმართულება,
რომელიც მშვილდოსნის თავისა და მშვილდის საწინააღმდეგოაა მიმართუ-
ლი; ეს კონტრასტული მოძრაობანი თავის მხრივ შეგრძობულია კუდის ტანის
ძლიერად გაშლილი ლენტის ხვეულების მოპირდაპირე მოძრაობით).

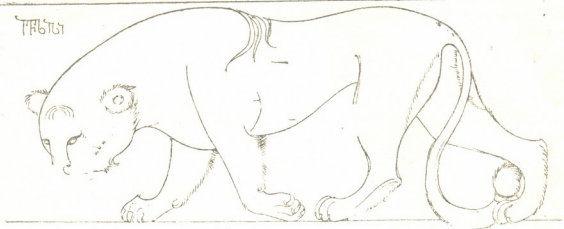
ხელნაწერ E-7 შედარებისას სხვა ხელნაწერებთან (შაჰ-ნამეს ხელნაწერი № 329 A—ლენინგრადის სალტიკოვ-შიგდრინის სახელობის საჯარო ბიბლიოთეკაში) ნათელი ხდება, რომ, მიუხედავად ზოგიერთი საერთო ხასულებისა, ხელნაწერი E-7 განსაკუთრებულ მოვლენას წარმოადგენს არა მარტო თავისი შესრულების მაღალი ოსტატობით, არამედ იმის გამოც, რომ სწორედ მასში თავს იჩენს საკითხები ევრეთ წოდებულ „მანიქეურ“ ხელნაწერებთან მსგავსებისა და მათგან ზოგიერთი განსხვავებისა.

ლე-კოკის *Buddhistische Spätantike in Mittelasien*-ის II ტომში მოყვანილი „მანიქეური“ წრის ამ ნაწარმოებთა ილუსტრაციები გვაოცებს მრავალნაირ თვისებათა ცხოველი შეერთებით, მათ რიცხვში ინდურისა და ჩინურისა.

იქ მოყვანილ ილუსტრაციათაგან მხოლოდ ერთი (მცირე ზომის მჯდომი ფიგურა ([3], ტაბ. VII c) შეიძლება რამდენადმე დაახლოებულ იქნეს ჩვენს ხელნაწერთან; ეს მინიატურაა, რომელსაც ჩინური ფერწერის ერთგვარი გავლენა ეტყობა; აქ მთელი ყურადღება მიპყრობილია მარტივი, წმინდა და დახვეწილი ნახატისადმი, რომელიც თვითონ ასრულებს ყველა ფუნქციას, მაშინ როდესაც საღებავი მხოლოდ ფარავს ზედაპირს გამჭვირვალე, ნაზი ფენით. მაგრამ თუ შევადარებთ ამ მინიატურას და მე-12 ს. სპარსულ მინიატურებს, აგრეთვე შესრულებულ ჩინეთის ერთგვარი გავლენით (მინიატურები ბიდაის იგაევის ხელნაწერიდან, კონსტანტინოპოლი ([4], ტაბ. I—III), განხილულ ხელნაწერთან, შევნიშნავთ, რომ ნახატის ამ დახვეწილ ღირებულებაში E-7 ხელნაწერის ოსტატს შეაქვს სრულიად სხვაგვარი აზრი. ფიგურებს არ დაუკარგავთ ექსპრესიულობა; მაგრამ ექსპრესიულობა ხელნაწერში E-7 სხვა სახისაა, განსხვავებული იმ თავისუფალი და ნატურალისტური მომენტებისაგან, რომლებიც ასე აშკარად ამჟღავნებს ჩინურ გავლენას ზემოთ დასახელებულ მინიატურებში. ხელნაწერი E-7 გამოსახულების მთელი გამომხატველობა შებოჭილია ორნამენტულად მოძრავი და თავისთავში ჩაკეტილი ნახატით (თითქოს შეჩერებული კადრია, გადაღებული ძლიერ მოძრაობაში). და ეს შეერთება მოძრავი ორნამენტულობისა საერთო სტატიკურობასთან უნდა ეყიოთ თვით ამ ქვეყნის წარსულში, სახელდობრ სასანიდურ ხელოვნებაში. სასანიდური ხანის მრგვალი ლანგარი ([5], ტაბ. XXXII, XXXIII) შევსებულია სწრაფ მოძრაობაში მოცემული გამოსახულებებით. აქ გვაქვს კომპოზიციის საერთო დეკორატიულ-ორნამენტული გადაწყვეტა, მაგრამ ორნამენტი არ ნთქავს დეტალებს, არამედ კომპოზიციური გადაწყვეტა მთლიანად იძლევა ამ ორნამენტულობის შეგრძნებას (ხაზთა მიმდინარეობა, სივრცის შევსება). მაგრამ ის, რაც ყველაზე მეტად ადასტურებს სპარსული ფერწერის საწყისებს, რაც მოყვანილ ნიმუშებს საერთო აქვთ არა მარტო E-7 ხელნაწერთან, არამედ მომდევნო ხანის მინიატურებთანაც, ეს ის გარემოებაა, რომ, მოძრაობისა და თვით ნახატის ხაზგასმული ექსპრესიის მიუხედავად, იქმნება მთლიანის სტატიკურობის შთაბეჭდილება. იმავე აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტში მოიპოვება კიდევ ერთი კოსმოგრაფია ყაზვინისა, დათარიღებული 1580 წ., მასში განაგრძობს არსებობას ზემოთ აღნიშნული თვისება, მაგრამ, რასაკვირველია, ებოქნათავს იჩენს მინიატურის სრულ გამოყოფაში, ფერადოვანი ფენების გამკერი-

გებასა და ბრწყინვალეობაში, ფერადოვანი ლაქების გამოყოფაში მძლავრ დეკორატიულ აქცენტებად და, რაც მთავარია, აქ ნახატის მისწრაფებულობას უკვე დეკარული აქტს თავისი სიცხოველე; ნახატი ღუნეა, მშრალი, ეს შთაბეჭდილება ძლიერდება მთელისადმი დაწვრილმანებული დეკორატიული მიდგომის გამო. მაგრამ, ასე თუ ისე, მაინც შენარჩუნებულია სტატიკურ სახეში გამონატული დინამიკის იდეა.

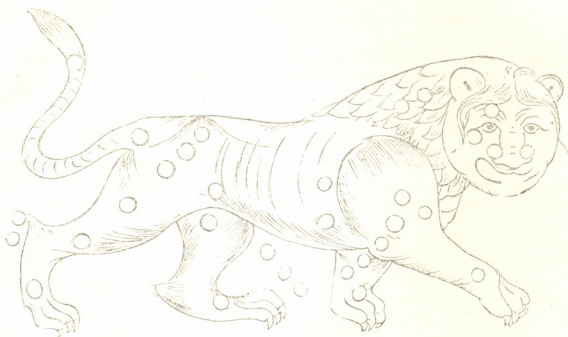
უბრუნდებით რა ქართულ ხელნაწერს A-65, საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ თუ ხაზობრივი შეგრძნებით ეს ხელნაწერი ყველაზე ახლოსაა E-7 ხელნაწერთან, ამ მოძრაობის ხასიათში A-65 ქართულ ხელნაწერში ჩვენ ვერ ვამჩნევთ იმ გაყინვას, სტატიკურობას, სპარსულ მინიატურას რომ ახასიათებს. იმისათვის, რომ გავარკვიოთ ეს განსხვავება, რამდენადმე გადახვევა მოგვიხდება.



სურ. 3

ფიტცტუმისა და ფოლბახის წიგნში „საშუალო საუკუნეების მხატვრობა და ქანდაკება იტალიაში“ ([6], ნახ. 9, 10) ერთ გვერდზე მოყვანილია ორი კომპოზიცია, ნიმუშები ბიზანტიური და რომანული ხელოვნებისა. ამ შემთხვევაში ჩვენ მივმართავთ სხვადასხვა დროისა და განსხვავებული სახის (მოზაიკა და მინიატურა) ძეგლებს, მაგრამ ამას არ შეუძლია შეგვიშალოს ხელი ნაციონალურ კულტურათა სტილისტიკურ თავისებურებათა გარკვევაში. აღარებენ რა ამ ორ კომპოზიციას, წიგნის ავტორები სამართლიანად აღნიშნავენ, რომ რომანული მინიატურის ნახატი დაუსრულებელ მოძრაობაში იმყოფება და რომ მიმართულება ცენტრისკენ, ამ შემთხვევაში, ქმნის დრამატიულობის შთაბეჭდილებას, მაშინ როდესაც ბიზანტიური მოზაიკის ნახატი გარკვეულად სტატიკურია და შეესაბამება ბიზანტიური ხელოვნების დოგმატიკურ-თხრობით განწყობილებას. როგორც ვხედავთ, ბიზანტიური აზროვნებისათვის ძლიერ შესაფერის მომენტად სახის სტატიკურობა აღმოჩნდა; ცხადია, რომ ეს მომენტი აღმოსავლეთიდან მომდინარეობდა, ხოლო მხარის დაჭერას ამისათვის ბიზანტია თავის კლასიკურ საფუძველში პოულობდა, სადაც ცალკეული ნაწილების დამოუკიდებლობა და განკერძოებულობა წარმოადგენდა ძირითად პრინციპს, თუმცა სულ სხვა მიდგომიდან გამომდინარეს.

თუ მივმართავთ რომანულ მინიატურას, მასში, პირიქით, ვხედავთ იმ საერთო მომენტს სპარსულ მინიატურასთან, რაზედაც უარი თქვა ბიზანტიამ, სახელდობრ ხაზთა ექსპრესიასა და მაქსიმალურ გამომხატველობას, რომელიც დეკორატიულ-ორნამენტულ გადაწყვეტამდე მიდის.



სურ. 4

და მართლაც ცნობილია, რომ რომანული ხელოვნება თავის გამოხატულებას პოულობს სწორედ დეკორატიულ-ორნამენტულ გადაწყვეტაში, როცა ხაზი მოძრაობის სრულ თავისუფლებას იძენს. A-65 ქართულ ხელნაწერს რომელსაც ზოგიერთი, უმეტესად გარეგნული, მსგავსება აქვს სპარსულ მინიატურებთან, თუმცა ამ უკანასკნელთა სტატიკურობას ძლიერ დაშორებულია, ზოგი რამ საერთო აქვს, ნახატის თავისუფლების შეგრძნების მხრივ, რომანულ ხელოვნებასთან. სწორედ ამ თვისებამ მიგვიყვანა აქ, ისევე, როგორც დასავლეთში, ორნამენტული წნულის მდიდრულ სისტემამდე. მაგრამ, ამასთან ერთად, წმინდა ნაციონალურ თავისებურებას, რომელიც თავს იჩენს A-65 ხელნაწერში, წარმოადგენს ის მშვიდი ზომიერების გრძობა, რომელსაც არ მიჰყავს საქმე რთულ გადახლართულ დრამატულობამდე, როგორც რომანულ ხელოვნებაში, და ყოველთვის აკავებს ქართულ ხელოვნებას კლასიკური სიმარტივის დონეზე (აქა გვაქვს ერთისა და იმავე მომენტის შეფასება, რომელიც სხვადასხვა მიმართულებით განვითარდა, ნაციონალური აზროვნების თავისებურებათა შესაბამისად).

და თუ ყველა აღნიშნული მომენტი საკმარისად მკაფიოდ არ ჩანს ფიგურულ გამოხატულებებში¹, სამაგიეროდ ეს განსაკუთრებით ნათლად მქოლავ-

¹ თუმცა საკმარისია მაგალითისათვის მოვიყვანოთ ლომის გამოსახულება (სურ. 3), რომლის კუდის, თათებისა და ყელის მიმდინარე მრუდი ხაზები ქმნიან დასრულებულ დე-

დება ორნამენტში (ზოლები ფიგურულ გამოსახულებათა ქვემოთ), მისი კომბინაციით წნულსა და მცენარეული მოტივებისა და ცხოველთა ფიგურების დეტალებთან (სურ. 5), ამასთანავე ეს უკანასკნელნი, როგორც რომანულ ხელოვნებაშიც, გეომეტრიული სახეებიდან გამომდინარეობენ. მაგრამ, მიუხე-



სურ. 5

დავად ნახატის მთელი სირთულისა, რომელიც ბატის თავებისაგან და გეომეტრიული ორნამენტის S-ბრივი მოტივისაგან შედგება, A-65 ხელნაწერში არ ისპობა თითოეული ელემენტის სიმკვეთრე და მკაფიოობა, რაც მომასწავებელია კლასიკური ზომიერების გრძნობისა და სიმარტივისა ქართულ ხელოვნებაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 27.11.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. შანიძე. თარგმანება ქებასა ქებათასა. თბილისი, 1924.
2. Ф. Д. Жордания. Описание рукописей Тифлисского Церковного Музея, кн. 1, Тифлис, 1901.
3. Н. von Lé Coq. Die buddhische Spätantike in Mittelasiien, Berlin, 1923.
4. A. Sakisian. La miniature persane du XII^e au XVII^e siècle, Paris et Bruxelles, 1929.
5. Я. И. Смирнов. Восточное серебро, СПб. 1909.
6. G. von Vitzthum und W. F. Volbach. Die Malerei und Sculptur des Mittelalters in Italien, Potsdam, 1924.

კორატიულ-ხაზობრივი მოძრაობის შთაბეჭდილებას მთლიანი სახის დიდ მკაფიობასთან ერთად. შედარებით ღომის გამოსახულებას E-7 ხელნაწერიდან (სურ. 4), რომლის ფიგურაშიც ზემოთ ატყორცნილი კუდი, ფართოდ გადადგმული თალები და მკვეთრად მოზრუნებული თა-ვი სრულ გაყინვას გამოხატავს.

ხელოვნების ისტორია

ს. ბარნაშელი

ძართული დროშები

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ჩუბინაშვილმა 22.11.1950)

1. დროშის მნიშვნელობა ძველ საქართველოში ძალიან დიდი და მრავალგვარია: იგი ძალაუფლების გამოხატველია, სამხედრო საქმეში—ჯარის ნაწილების განმასხვავებელი ნიშანი, საკულტო საგანი. ამას გარდა, მას აქვს როლი ზემოთ დროს. ქართული დროშების შესწავლა [1] განსაკუთრებით საინტერესოა, რამდენადაც ქართველი ერი წინა აზიის უძველეს ერთგანია და უკვე ძლიერ შორეული ხანიდან ქართველ ტომებს ვხედავთ ცოცხალ ურთიერთობაში მახლობელ კულტურულ აღმოსავლეთთან და დასავლეთთან.

დროშების აღსანიშნავად ძველ საქართველოში იხმარებოდა შემდეგი ტერმინები: დროშა || დრაჟი || დრაოჟი || დროჟი; დროშაკი; ნიშანი; ბავრაცი || ბოვრაცი; ბაირალი; სანჯახი. სვანეთში დროშის განსაკუთრებული სახე ატარებს „ლომის“ (ლემ) სახელწოდებას. დროშის ნაწილებისათვის იხმარება შემდეგი ტერმინები: ალამი (შესწავლა არკვევს, რომ საქართველოში ეს არაბული ტერმინი ტილოს გარდა სამხრესაც ნიშნავდა), სალტა, დროშის კალთები, დროშის თავი, დროშის ბუნი, დროშის ბუდე⁽¹⁾. რამდენიმე ტერმინი, რომელიც დროშებს ეხება და რომელიც დაკავშირებულია მთებში შენახულ რიტუალთან, შუქს ჰყვენს ისტორიული თხზულებების ზოგიერთ ადგილს დროშათა შესახებ.

2. შესწავლამ გამოარკვია, რომ ქართულ დროშებში ცოცხლობს ტრადიცია ფორმებისა და სიმბოლოების მხრივ. ძირითადი ფორმები გვხვდება უძველესი დროიდან XVIII საუკუნის ბოლომდე. მათთვის შეიძლება თვალის მიდევნება საქართველოს ცხოვრების მთავარი ეტაპების მიხედვით. თვით ცალკეული განთქმული დროშების (დროშა გორგასლიანი, ლომი) არსებობის კვალს ვხედავთ საქართველოს ისტორიის პირველ ეტაპზევე (საქართველოს გაერთიანებამდე). ამ დროშებზე ყველაზე მეტი ცნობებია განვითარებულ შუასაუკუნეებში.

საქართველოს გაერთიანების ხანაში სახელმწიფო დროშა წარმოადგენს მეფის ძალა-უფლების ერთ-ერთ სიმბოლოს. მეფეს ჰქონდა პირადი დროშებიც

⁽¹⁾ ტერმინები დროშის ნაწილებისათვის ძირითადად შესწავლილია აკად. ივანე ჯავახიშვილის მიერ.

([2], გვ. 207, 208). იყო აგრეთვე დროშები სამეფო კარის მოხელეთა, საქართველოს სხვადასხვა კუთხის მმართველების, საქართველოს მეფის ჯარის, მეფის მცველთა, საეკლესიო დროშები, ვასალურ სახელმწიფოთა დროშები. დროშები იყო ამართული სასახლეებზე, ციხე-სიმაგრეებზე და გემებზე.

დროშების როლი—ძალა-უფლების ნიშანი—მკაფიოდ ჩანს წინა პერიოდშიც, საქართველოს გაერთიანებამდე; კონსტანტინე პორფიროგენეტის ცნობით, ქართველი მეფე, რომელმაც სცნო ბიზანტიის მფარველობა, ამართავს თავის ციხეზე ბიზანტიის იმპერატორის დროშას.

აგათია სქოლასტიკოსისა და შატბერდისეული წმ. ნინოს ცხოვრების ცნობებით ამ დროს დროშას სხვა როლიც ჰქონდა: იგი მონაწილეობდა საზეიმო შემთხვევებში.

ზეიმის აღწერილობაში, რომელიც მოცემულია შატბერდისეულ წმ. ნინოს ცხოვრებაში, ირკვევა განსაკუთრებით საინტერესო თავისებური სოციალური მომენტი: ქართველი დედოფლის გამოსვლის წინ ხალხს ქუჩიდან გაჰყვანდა. ეს ჩვეულება სრულიად არ უნდა დაეუკავშიროთ იმ ჩვეულებებს, რომლებსაც ადგილი აქვს მუსლიმანურ აღმოსავლეთში, აქ ფესვები უფრო ღრმაა. ქალების განცალკევებას ადგილი აქვს უფრო ადრეც, მე-5 საუკუნეში ჩვ. წელს აღრიცხვით, თვით საქართველოში, ხოლო უფრო ადრე წინაპრებთან—ხეთების სახელმწიფოში.

გაერთიანებული საქართველოს დროსაც ეს როლი, მონაწილეობა საზეიმო შემთხვევების დროს, მკაფიოა.

ამ დროს განსაკუთრებით ცოცხლად ჩანს დროშების როლი ჯარში. სახელმწიფო დროშის გარდა ბრძოლებში დროშები ჰქონდა ჯარის ცალკეულ ნაწილებსაც. მტრის დროშებმაც ჰპოვეს საინტერესო ანარეკლი ქართულ ისტორიულ თხზულებებში. ამ დროისთვის (X—XV საუკ.) გვაქვს ცნობები სამხედრო მედროშეთა შესახებ. დროშის როლი, როგორც საღვთო საგნისა, რაც აიხსნება დროშებზე არსებულ საღვთო გამოხატულებებით, ჩანს ამ დროსაც, ისევე როგორც წინა პერიოდშიც. არის ცნობები დროშების ღვთაებისათვის შეწირვაზე.

შესაძლებელი ხდება დროშების რამდენიმე სახის დადგენა:

1) ქსოვილის აღმიანი დროშები. ფორმის მხრივ აღმები ზოგი სწორკუთხედიანია (მეფის მცველთა დროშები) და აქვთ ვიწრო ზორტები, ზოგი კი სწორკუთხედიანია, სამკუთხეაკალთებიანი.

ქართული დროშებისათვის სპეციფიკურ შინდისფერს თითქოს უკვე ამ დროში ვხვდებით. აღმების ფერები თანაშემწეობასთან იყო დაკავშირებული. მათ ფერს სიმბოლური მნიშვნელობაც ჰქონდა.

საქართველოს სახელმწიფო დროშის სახელწოდება „გორგასლიანი“ მართლდება თამარ მეფის პირველი ისტორიკოსის ცნობით, რომ ვახტანგ გორგასალს ჰქონდა ეს დროშა თავის ლაშქრობაში ინდოეთში. ეს ძვირფასი ცნობა აღებული უნდა იყოს ვახტანგ გორგასალის მეფობის ისტორიიდან, რომელიც ამჟამად დაკარგულია და რომელიც დაედვა საფუძვლად ისტორიკოსს იუჟანშვილის ზღაპრულ-რეალისტულ ნაწარმოებს. თამარის ისტორიკოსის ზემოაღნიშნული ცნობის მიხედვით, დროშის ფერი თეთრია. ეს დასტურდება XIII საუკუნის სომეხ ისტორიკოსის სტეფანოზ ორბელიანის მიერაც. აკად.

ივანე ჯავახიშვილის ([2], გვ. 209) და აკად. მ. ბროსეს შეუთანხმებლობა. სტეფანოზ ორბელიანის თხზულების სათანადო ადგილის თარგმანში ([3], გვ. 215) შემომოყვანილ მონაცემთა საფუძველზე უნდა გადაწყდეს.

თუთრივეა მეფის მცველთა დროშები. ძალიან საინტერესოა ამ დროშების თავები, ხან შუბისპირისებური, ხან დამახასიათებელი ხუთკუთხა ფორფიტისებური.

2) დისკოს ფორმის დროშები. დროშების ამ ტიპს მიეკუთვნება დროშა, რომელიც ინახებოდა XIX საუკუნის ბოლოში კანიეთის ეკლესიაში (გურია). ამჟამად მისგან შერჩენილია მხოლოდ ფოტოგრაფია (ერმაკოვის)¹. ფოტოზე შეცდომით სწერია, რომ იგი ხატია. დროშა შედგება ორ ერთმანეთზე დამაგრებულ ვერცხლის დისკოსაგან, ქრისტესა და ღვთისმშობლის გამობატულეებით.

წარწერა გვაცნობებს, რომ „დროშაკი“ გაკეთებული იყო გიორგი III-ის დის რუსუდანის მიერ.

როგორც ანალოგიური ფორმის უფრო გვიანი დროშა მუხრანის ბატონისა (XVIII საუკ.), იგი შექმნილია თავისი დროის სტილისა და მოთხოვნათა მიხედვით. ეს დროშები ძველ ტრადიციათა მატარებლებია ფორმითაც და გამობატულებათა მხრითაც. სწორედ ძველი აღმოსავლური დროშების ძალიან საინტერესო სახეს წარმოადგენს ბუნზე დამაგრებული ლითონის დისკო ნზის ღვთაების გამობატულეებით. ასეთ დროშებს ჩვეულებრივ ასურულ დროშებად თვლიან, მაგრამ ისინი უფრო ადრე გვხვდება სუბარებში. ამრიგად, დროშების ეს სახე იმათივე ქართულია. მსგავსი სამიწარი დროშები არსებობდა საქართველოში ადრე ქრისტიანულ ეპოქაშიც (ბოლნისის რელიეფები [4]), განვითარებულ შუასაუკუნეებში (XI—XII ს.) და გვიან საუკუნეებში (XVIII ს.). მსგავს ასურულ დროშათა და მუხრან ბატონის დროშის ანალოგიით, რუსუდანის დროშაკი სამიწარ დროშას წარმოადგენდა.

3) ცხოველის სახის დროშა. გაერთიანებული საქართველოს სხვადასხვა კუთხის მთავარ დროშათაგან ვიცნობთ „ბედნიერი სვანეთის ერთობილი ხევის“ დროშას—ლომს. შუასაუკუნეებში ეს დროშა ითვლებოდა ხელისუფლების სიმბოლოდ. ხევის „მამას“—არჩეულ უფროსს, ვის ხელშიც იყო დროშა. „ლომი“, „მელომი“ ეწოდებოდა ([5], გვ. 6). „ლომი“ სარმატულ, სკივითურ და პართულ ცნობილ დროშათა ტიპისაა (როგორც ეს აღნიშნულია მკვლევრის კ. ტრევერის მიერ ([6], გვ. 176), მაგრამ მინც განსხვავდება მათგან. მას აქვს ლომის ფორმა და არა გველნაპისა.

სავარაუდოა, რომ ლომის სახის დროშები არსებობდა საქართველოში. ნ. წ. პირველ საუკუნეებშიც, ისევე როგორც მონათესავე სკივითურ და სარმატულ ტომებში. ეს დროშები განაგრძობდნენ არსებობას ადრეულ ფეოდალურ პერიოდში ირანში და ბიზანტიაშიც ([6], გვ. 177—179).

ლომი შეკერილია ქსოვილისაგან. შუასაუკუნეებრივ სვანურ ისტორიულ საბუთში „ლომის თავია“ მოხსენებული ([5], გვ. 56). შესაძლოა იგი ნაქანდა-

¹ ამ ფოტოზე მიმითითა საქართველოს სსრ მეც. აკად. ნამღვილა წევრმა გ. ჩუბინაიშვილმა.

ქვე იყო, იმავე ტიპისა, რაც სარმატული და სკვითური დროშების თავები. წვენამდე მოღწეული დროშის თავი კი შუბის ფორმისაა, იგი ვერცხლისაა, მოოქროვილი, სვანურ წმინდანთა ქედური გამოხატულებებით შემკული. პალოგრაფიული ხასიათი წარწერისა, რომელიც დროშის შემწირველს გრიგოლ კოპასძეს ახსენებს, XII—XIII საუკუნეებზე მიუთითებს, ისევე, როგორც მოჭედვის სტილისტიკური ხასიათი.

ლომი ძველი აღმოსავლეთის ქვეყნებში დაკავშირებულია მზის კულტთან. ლეგენდები დროშა-„ლომზე“ არკვევს, რომ დროშას არა მარტო სამხედრო-პოლიტიკური, არამედ საღვთო მნიშვნელობაც ჰქონდა (კავშირი მზის კულტთან).

4) ლ ა ბ ა რ უ მ ე ბ ი. შენახულია ლაბარუმების გამოხატულებები, აგრეთვე თვით ლაბარუმებიც. ზოგიერთის ფორმა ხუთკუთხედიანია, როგორც მეფის მცველთა დროშების თავები. სხვა ლაბარუმები სწორკუთხედედია, აქეთ ოდნავ შეწეული წიბოები ისე, როგორც ლაბარუმებს მთავარანგელოზების ხელში შუასაუკუნეების ხატებზე. არსებობს უფრო რთული ფორმების ლაბარუმებიც. ლაბარუმები ან მთლიანად ხისაა, ან ზედ გადაჭედილია ვერცხლის ფურცელი (ბუნის ჩათვლით) ქედური გამოხატულებებით და ორნამენტით.

ზოგიერთ ლაბარუმს ზემოდან ჯვრები აქვს დროშის თავად. საფიქრებელია, რომ ლაბარუმის ფორმის დროშები, რომლებიც აქემენიანთა ხანიდანაა ცნობილი, არსებობდა საქართველოს მიწა-წყალზე ძველითგანვე, I—II საუკუნეებში. მათი არსებობა უსათუოდ სავარაუდებელია, რამდენადაც ისინი გვეხედებიან მონათესავე სკვითურ და სარმატულ ტომებში.

პირველი პერიოდისათვის (საქართველოს გაერთიანებამდე) ხშირად გვიხდება მიმართვა პირობითი დასკვნებისათვის, მაგრამ ამ პირობით დასკვნებს აქვს დადასტურება შემდგომ საუკუნეებში, როდესაც საქართველოში განსაკვირებლად ცოცხალია ძველადმოსავლურ დროშათა ტრადიციები ფორმების, სიმბოლოებისა და მნიშვნელობის მხრივ. მაგრამ უძველეს პერიოდში არის მთლად თავისებური სახის დროშებიც, მაგ. შტანდარტი შუალა ბრინჯაოს ხანის (მეორე ათასეულის ნახევარი) ყორღანიდან ([7], გვ. 98), შუბის სახის დროშები, რომლებსაც მიაკუთვნებენ გვიან ბრინჯაოს ხანას (გამოხატულია თეთრი წყაროს რელიეფზე ([8], გვ. 59). ქართული დროშების კავშირი წინა აზიის დროშებთან და, კერძოდ, კაბადუკის დროშებთან, დასტურდება ყაზბეგის (სტეფანწმინდის) განძის ერთ-ერთი საგნით: საგანი ღვთაებაა ადამიანის სახისა, დვას ხარის რქებზე. უპირავს ურო. ღვთაებას კავშირი აქვს მზისა და ბუნების ნაყოფიერების კულტთან. ნივთზე ჩამოკიდებული ზარები აახლოებენ მას აღმოსავლეთ საქართველოს მთის დროშებთან, სადაც ამ ზა. რებს სპეციფიკური ფუნქციები აქვს. ელინისტურ ხანაში კოლხურ დროშებზე, შესაძლოა, იყო სიმბოლოები, საერთო კოლხური ფულების სიმბოლოებთან. მათგან ლომი და ხარი მზის კულტთანაა დაკავშირებული.

5) დ რ ო შ ა -ჯ ვ რ ე ბ ი. როგორც აღმოსავლეთის, ისე დასავლეთის ეკლესიაში არსებობდა დროშები საკუთრივ ჯვრის ფორმისა. საქართველოს ჯარში

საგანგებო ჯგერის მტვირთველი იყო. როგორც ეს ისტორიული წყაროებიდან შეიძლება დავასკვნათ, ამ ჯგერის მნიშვნელობის გამოყოფა დროშის მნიშვნელობისაგან შეუძლებელია. საეპისკოპოსოებსაც ჰქონდათ ჯგერის ფორმის დროშები. მათ დროშა-ჯგერები ეწოდებოდა.

დროშების თავები ძირითადად ჯგერის ფორმა ჰქონდა. მაგრამ იყო შუბის ფორმისაც და ხუთკუთხედი ფირფიტის ფორმისაც. ერთს შემთხვევაში დროშის თავს აქვს სამწერობლის ფორმა. ჩვენამდე მოღწეული ბუნები ხისაა, არის ვერცხლის ფურცლითაც მოჭედილი, არის ორნამენტიანიც.

დროშებს ამკობდნენ მსხვილი ფუნჯებით დროშის თავთან. ეს გაგრძელებაა ძველადმოსავლური ტრადიციისა.

გამოხატულებებს ათავსებდნენ როგორც ალმებზე ან შესატყვის ნაწილებზე, აგრეთვე დროშის თავებზე. ძირითადად ეს გამოხატულებანი საღეთო ხასიათისა იყო: ღვთისმშობელი ყრმით, იესო ქრისტე, მთავარანგელოზი, ადგილობრივი წმინდანი, წმ. გიორგი (მისი სახით გრძელდებოდა არსებობა ბუნების ნაყოფიერების ძველი წარმართული ღვთაებისა, რომელიც ებრძვის ბოროტს.)

ზოგიერთი დროშის შესრულების მაღალი მხატვრული ღირსების მიხედვით უნდა ვიფიქროთ, რომ ისინი საუკეთესო ოსტატების მიერ მზადდებოდა. შესაძლოა აგრეთვე, როგორც ამას ვხედავთ რუსეთისათვის მე-17 საუკუნეში ([9], გვ 19,20), საქართველოში არსებობდა საგანგებო სახელოსნოები დროშებისათვის, საუკეთესო ოსტატებით.

სახელმწიფო დროშებს, ისევე როგორც თანამდებობის პირთა დროშების, ფორმა და ფერი ნაბრძანები იყო მეფის მიერ. დროშები მზადდებოდა სხვა პირთა შეკვეთითაც. საფიქრებელია, რომ დროშები ზარღხანაში ინახებოდა.

დროშებმა აირეკლეს გაერთიანებული საქართველოს ხელოვნების განვითარების გზები. შერჩენილი ეკზემპლარების მიხედვით შეიძლება თვალი მივადევნოთ ამ განვითარების მთავარ ეტაპებს. გაფურჩქვნის ხანიდან შერჩენილია ოქრომქანდაკებლობის საუკეთესო ნივთთაგანი, — გიორგი III-ის დის რუსუდან დედოფლის შეკვეთით გაკეთებული დროშაკი. პლასტიკური სხეულის შექმნაში და შინაგანი განცდის გამოხატვაში მასში გამოიქვანებულა XI საუკუნის მიღწევანი, რომელნიც კვლავ გვიჩვენებენ დიდ წინსვლას დასავლეთ ევროპის იმავე დროის ქანდაკების დარგთან შედარებით (იხ. [10]). ორნამენტის სფეროში მასში უნაკლოდ წარმოდგენილია ეპოქის ძიებანი: თავის დაღწევა სქემატურობისაგან, გადალახვა შკაცი ერთგვარობისა, თავისუფალი შემოქმედებისაგან გზის გაკაფვის სურვილი. სვანური ხალხური სახელოსნოების შემოქმედებასაც საყურადღებო ნიმუშებითაა წარმოდგენილი. ხელოვნების გაყინვის პერიოდს მიეკუთვნება გერის ეკლესიის დროშაკი მისი სქემატურობით, სიმშრალით, პლასტიკურობის დაკარგვით, მძაფრი ხაზობრიობით.

3. XV საუკუნიდან საქართველო იყოფა რამდენიმე სამეფოდ. იგი წარმოადგენს ოსმალეთისა და ირანის ინტერესების ასპარეზს. XVII საუკუნიდან ქართლი და კახეთი სპარსეთის პოლიტიკურ მძლავრობას განიცდიან, ხოლო

დასავლეთი და სამხრეთი საქართველო (უკანასკნელი XVI საუკუნის ბოლოდან) ოსმალეთისას. საქართველო განუწყვეტლივ ებრძვის მათ და ცდილობს მოკავშირე მოიპოვოს რუსეთში. პოლიტიკური მთლიანობის მოსაპოვებლად მოჰყვა საქართველოს ძლიერების, გავლენის, ეკონომიკის უდიდესი დასუსტება და დაქვეითება.

ამ დროს (XV—XVIII საუკ.) თითოეულ სამეფოს ჰქონდა თავისი სახელმწიფო დროშა, ძალა-უფლების სიმბოლო, რომელიც გადადიოდა მეფისაგან ტახტის მემკვიდრეზე.

ქართველ მეფეთა ვასალური დამოკიდებულება გარეგნულად იმაშიც გამოიხატებოდა, რომ მათ დროშა სიუზერენისაგან ეძლეოდათ. დროშები ჰქონდათ ბატონიშვილებს, მეფის ხელისუფალთ და ფეოდალებს (საეკლესიოთ თუ საეროთ), სხვადასხვა ჯარის ნაწილებსა და სხვ. ფეოდალებს დროშები მეფეთაგან ეძლეოდათ. როგორც წინათ, დროშები ამართული იყო საქართველოს ციხე-სიმაგრეებზე და სასახლეებზე. უნდა ვიფიქროთ, რომ ასევე იქნებოდა გემებზე.

ქართული დროშების როლი—მონაწილეობა საზეიმო შემთხვევებში—ახლაც ცოცხალია, მაგრამ ეს ამ პერიოდში უფრო იშვიათად ხდება. ძალიან მნიშვნელოვანია დროშების როლი ჯარში.

ხალხურ პოეზიაში ანარეკლი ჰპოვა დაახლოებით ამავე დროის მთის დროშებმა: ფიცი დროშის ქვეშ, დროშის ამართვა ომში დაღუპული გმირის თავთან, მისი დატირების დროს, დროშის კაზმვა სალაშქროდ და სხვა.

ამ ეპოქისთვის ჩვენ გვაქვს ცნობები დროშების დამზადების შესახებ როგორც მეფის, ისე კერძო პირთა (შემწირველთა) ბრძანებით.

დროშების ფორმები ძირითადად ისეთივეა, რაც წინა პერიოდში დროშის თავებს აქვს ჯვრების ან შუბის თავის ფორმა, ხოლო ვასალურ მაჰმადიანურ სახელმწიფოებს აქვთ დროშის თავები დამახასიათებელი სამკუთხელოვანი ფორმისა, რომელთაც აქვთ ანალოგიები ირანულ დროშების თავებში.

დღემდის შემონახულია ამ ეპოქის სხვადასხვა დროშა: მეფისა, ბატონიშვილებისა, თანამდებობის პირთა, ფეოდალთა, მთის დროშები (მათ შორის მკადისჯვრის დროშები. შესანიშნავად ორნამენტირებული უნიკალური ბუნებით).

გამოხატულებათა კომპოზიციები უმთავრესად მისდევენ განვითარებულ შუასაუკუნეების კომპოზიციებს. ცვლილებებს ვხედავთ მხოლოდ დეტალებში.

სტილის მხრივ სრულებით მკვეთრად მოცემულია ორი მიმართულება: ერთს აქვს ანალოგიები აღმოსავლეთში, მეორეს—ევროპაში. მტერთა განუწყვეტელ შემოსევათა გამო მოისპო პირობები ხელოვნების გაფურჩქვნისათვის, არის დაქვეითების პერიოდები, მაგრამ არის პერიოდებიც, რომლებიც გვაძლევენ დიდებულ ნიმუშებს. დეკორატიული მხარე მაინც ყოველთვის მაღლა დგას. ქართული ეროვნული სახე მუდამ მკაფიოა. ფორმებისა და სიმბოლოების მხრივ არის მისწრაფება ძველი ქართული ტრადიციების შენახვისა.

დროშათა ისტორია ყოველთვის გადაქსოვილია საქართველოს სოციალურ და პოლიტიკურ ცხოვრებასთან.

შესწავლამ დაამტკიცა ქართული დროშების კიდევ ერთი უმნიშვნელოვანესი მხარე: ესენი ხელოვნების ნაწარმოებთ წარმოადგენენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.11.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. სარა ბარნაველი. ქართული დროშები (დისერტაცია, ხელნაწერი ინახება ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტში), 1948.
2. ივ. ჯავახიშვილი. ქართული სამართლის ისტორია, II, 2 ნაკვ. ტფილისი, 1929.
3. M. Grosset. Stéphannos Orbélian „L'histoire de la Siounie, Saint-Petersbourg, 1864.
4. Г. Н. Чубинашвили. Болнисский Сион. Тбилиси, 1940.
5. პ. ინგოროყვა. სვანეთის საისტორიო ძეგლები, II, თბილისი, 1941.
6. К. В. Тревер. Серебряное навершие сасанидского штандарта (Гос. Эрмитаж. Труды Отдела Востока, III, Ленинград, 1940).
7. Б. А. Куфтин. Археологические раскопки в Триалети. Тбилиси, 1941.
8. შ. ამირანაშვილი. ქართული ხელოვნების ისტორია, 1, თბილისი, 1944.
9. Л. Яковлев. Русские старинные знамена. Москва, 1865.
10. გ. ჩუბინაშვილი. „973 წლის ჯვარი იზნანიდან“. საქართველოს მუზეუმის მოამბე, ტ VI, ტფილისი, 1931.



პასუხისმგებელი რედაქტორის შობადგილე ს. კ ი ლ ა ი ა

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

ანაწყოების ზომა 7×11
ზელმო წერილია დასაბეჭდად 7.7.1951
შევ. 884

საბეჭდ ფორმათა რაოდ. 4
საადრ. ფორმათა რაოდ. 5
ტირაჟი 1500

უგ 03354

25/141



ფასი 5 მან.

დ ა მ ტ ძ ი ც ი ა ზ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

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

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გასაქვეყნება აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საგნებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით, ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასული კვლავილ ფარჩხილებში.
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 წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქცია უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, ძეგლისძის ძ., 8.

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, т. XII, № 6, 1951

Основное, грузинское издание