

1954/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
გ მ ა მ ბ ე

ტომი XV, № 10

ბიკითარი, ქართული გამომცემი

1954

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

### მათემატიკა

- 1. ნ. გაბადაძე. წრფივ კონგრუენციათა თეორიაში კომპლექსური და ჰიპერკომპლექსური რიცხვების გამოყენების შესახებ . . . . . 641
- 2. შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). შენიშვნები ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნების თეორიის შესახებ . . . . . 647
- 3. გ. ტოლოშვილი. ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სბექტრების გამოყენებისათვის ჰიმოლოგიის თეორიაში . . . . . 655

### ასტროფიზიკა

- 4. მ. ვაშაკიძე. მზის კორონის გამოსხივების პოლარიზაციის გამოკვლევა 1952 წლის 25 თებერვალს მზის სრული დაბნელების დაკვირვების საფუძველზე . . . . . 663

### ბიოლოგია

- 5. გ. კვალთაძე. გურიაში გავრცელებული გურიული შრეების სტრატეგრაფიისათვის . . . . . 671

### მინერალოგია

- 6. გ. ძოწენიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). კალციუმის ფოსფატის მიგრაციის ერთი შემთხვევა ფოსფორიტის საბადოში . . . . . 679

### ტაშნიკა

- 7. თ. კვიციანიძე. არასტანდარტულ და სტანდარტულ ნიმუშთა დარტყმის სიბლანტეთა შორის დამოკიდებულების შესახებ . . . . . 685

### ექსპერიმენტული მიწოდინა

- 8. ნ. ჯიბლაძე, ე. კილურაძე, ლ. ანგეტელი. ძალის სისხლისა და ძვლის ტენიის შედგენილობის ნორმების დადგენის საკითხისათვის . . . . . 693

### ენათმეცნიერება

- 9. ტ. გუდავა. ქართულ-ხუნძური ლექსიკური შეხვედრების შესახებ . . . . . 701
- მეტაზომეტე ტომის შინაარსი . . . . . 709
- ავტორთა საძიებელი . . . . . 716



მათემატიკა

6. ბაბადაძე

წრფივ კონგრუენციათა თეორიაში კომპლექსური და  
ჰიპერკომპლექსური რიცხვების გამოყენების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 17.3.1954)

ამ შრომაში ჩვენი მიზანია გადმოვცეთ ის შედეგები, რომლებიც მივიღეთ  $a+bi$  ( $i^2=-1$ ) კომპლექსური რიცხვების გამოყენებით  ${}^1S_3$  ლობაჩევსკის სივრცის წრფივ კონგრუენციათა თეორიაში,  $a+be$  ( $e^2=+1$ ) ორმაგი რიცხვების გამოყენებით 2 ინდექსის მქონე  ${}^2S_3$  არაეკვილიბრის სივრცის წრფივ კონგრუენციათა თეორიაში და მეორე რიგის ნამდვილი მატრიცის გამოყენებით სამი განზომილების მქონე  $P_3$  პროექციული სივრცის კონგრუენციათა თეორიაში.

როგორც კლეინის მიერ იყო ნაჩვენები [1],  ${}^1S_3$  სივრცის

$$-x^0 + x^1 + x^2 + x^3 = 0 \quad (1)$$

აბსოლუტის ყოველ წერტილს შეიძლება შევესაბამოთ გაფართოებული კომპლექსური სიბრტყის გარკვეული

$$Z = \frac{x' + ix''}{x^0 - x^3} \quad (2)$$

წერტილი, სადაც შესაბამისობა ურთიერთ ცალსახა და უწყვეტია, ხოლო  ${}^1S_3$  სივრცის მოძრაობათა ჯგუფი იზომორფულად გამოისახება კომპლექსური ცვლადის წილად—წრფივ გარდაქმნათა ჯგუფით:

$$W = \frac{ax + b}{cx + d} \quad \text{და} \quad W = \frac{a\bar{x} + b}{c\bar{x} + d} \quad (3)$$

როგორც როზენფელდმა აჩვენა [2],  ${}^2S_3$  სივრცის

$$-x^0 + x^1 - x^2 + x^3 = 0 \quad (4)$$

აბსოლუტის ყოველ წერტილს შეიძლება შევესაბამოთ ორმაგი ცვლადის გაფართოებული სიბრტყის გარკვეული წერტილი (იმ წერტილების დამატებით, რომლებიც ასრულებენ  $O$  და ნულგამყოფი წერტილების როლს)

$$Z = \frac{x' + ex''}{x^0 - x^3}, \quad (5)$$



6642



სადაც შესაბამისობა ურთიერთ ცალსახა და უწყვეტია, ხოლო  ${}^1S_3$  სივრცის მოძრაობათა ჯგუფი იზომორფულად გამოისახება ორმაგი ცვლადის წილად—წრფივი (3) გარდაქმნათა ჯგუფით (სადაც  $z = a + be$  რიცხვის შეუღლებულია  $\bar{z} = a - be$ ).

როგორც როზენფელდმა აჩვენა [3],  $P_3$  სივრცის ყოველ  $x'$  და  $y'$  კოორდინატების მქონე ორ წერტილზე გამავალ წრფეს შეიძლება შევუსაბამოთ მატრიცთა გაფართოებული სივრცის წერტილი (იმ წერტილთა დამატებით, რომლებიც  $O$  და ნულგამყოფის როლს ასრულებენ)

$$Z = \begin{pmatrix} x^2 & y^2 \\ x^3 & y^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^0 & y^0 \\ x^1 & y^1 \end{pmatrix}^{-1}, \quad (6)$$

სადაც შესაბამისობა ურთიერთ ცალსახა და უწყვეტია, ხოლო  $P_3$  სივრცის გეგმილურ გარდაქმნათა ჯგუფი იზომორფულად გამოისახება მატრიცულ ცვლადზე დამოკიდებულ წილად—წრფივ გარდაქმნათა ჯგუფით:

$$W = (AZ + B)(CZ + D)^{-1} \text{ და } \bar{W} = (\bar{A}\bar{Z} + \bar{B})(\bar{C}\bar{Z} + \bar{D})^{-1}, \quad (7)$$

სადაც

$$Z = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

მატრიცის შეუღლებული მატრიცია

$$\bar{Z} = \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}.$$

${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცის ყოველი ჰიპერბოლური წრფე (აბსოლუტის გადაკვეთი წრფე) აბსოლუტთან გადაკვეთაში იძლევა ორ წერტილს, რომლებსაც წრფის ბოლოებს უწოდებენ და რომლებიც ორი კომპლექსური ან ორმაგი რიცხვით გამოისახებიან.  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცის ელიფსური წრფეების (აბსოლუტის არა გადაკვეთი წრფე) შემთხვევაში საქმე გვექნება ორ წარმოსახვით შეუღლებულ ბოლოსთან, რომლებიც წარმოდგენილი იქნებიან შესაბამისად (2) ან (5) რიცხვებით; ეს უკანასკნელი რიცხვები წარმოადგენენ ორმაგ კომპლექსურ (ბიკომპლექსურ) რიცხვებს. ამიტომ  ${}^1S_3$  ან  ${}^2S_3$  სივრცის გარკვეული მიმართულების ჰიპერბოლურ წრფეთა კონგრუენციის შეესაბამება კომპლექსური ან ორმაგი ცვლადის  $W = f(z)$  ფუნქცია, რომლითაც წარმოდგენილია შესაბამისობა კონგრუენციის სხივის ბოლო წერტილებს შორის, იმავე სივრცეების ელიფსურ წრფეთა კონგრუენციისათვის შეიძლება განისაზღვროს ორმაგ-კომპლექსური ცვლადის ანალოგიური ფუნქცია.  $P_3$  სივრცის ყოველი წრფეთა კონგრუენცია წარმოგვიდგება მატრიცული ცვლადის სივრცეში 2-განზომილებიანი ზედაპირით, ხოლო კონგრუენციათა წყვილი—მათი სხივების დადგენილი შესაბამისობით მატრიცული ცვლადის  $W = F(x)$  ფუნქციით, რომლის განსაზღვრულობის არე და მნიშვნელობათა არე ორი 2-განზომილებიანი ზედაპირია. ამ ფუნქციებს ვუწოდოთ  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეთა კონგრუენციების და  $P_3$  სივრცის კონგრუენციათა წყვილის განმსაზღვრელი ფუნქციები.  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეების წრფეთა ბოლოების კომპლექსური

და ორმაგი რიცხვებითა და  $P_3$  სივრცის წრფეების მატრიცებით წარმოდგენის თვისებებიდან გამომდინარეობს, რომ, იმისათვის, რომ  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეთა ორი წრფივი კონგრუენცია ერთმანეთისაგან მხოლოდ სივრცეში მდებარეობით განსხვავდებოდეს, ხოლო  $P_3$  სივრცის წრფივი კონგრუენციის ორი წყვილის ერთმანეთში გადაყვანა შეიძლებოდა პროექციული გარდაქმნით, აუცილებელი და საკმარისია, რომ მათი განსაზღვრელი ფუნქციები ერთი მეორიდან მიიღებოდნენ როგორც დამოკიდებული, ისე დამოუკიდებელი ცვლადის ერთი და იგივე წილად-წრფივი გარდაქმნით.

${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცის ორი წრფე საზოგადოდ განსაზღვრავს ორ სფეროთა მართობს, რომელთა სიგრძეები წარმოადგენენ ამ წრფეთა სტაციონალურ მანძილს.  ${}^1S_3$  სივრცის შემთხვევაში ეს მანძილებია  $\omega_0, \omega_1$ , ხოლო  ${}^2S_3$  სივრცის შემთხვევაში  $\omega_0, \omega_1$  ან  $i\omega_0, i\omega_1$  (სადაც  $\omega_0, \omega_1$  ნამდვილი რიცხვებია).  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეში ვუწოდებთ შესაბამისად ცენტრალურ მართობებს და განაწილების პარამეტრს ამ წრფეთა სფეროთა მართობათა და  $\frac{\omega_1}{\omega_0}$  შეფარდების ზღვარს, როდესაც წრფეთა ერთობლიობაში განხილული ორი წრფიდან ერთი წრფე მიისწრაფვის მეორისაკენ მოცემული მიმართულებით.

$P_3$  სივრცის ორი წყვილი წრფე ზოგად შემთხვევაში განსაზღვრავს ორ დირექტრისს—წრფეებს, რომლებიც ერთდროულად კვეთენ ოთხივე წრფეს, მიმართველ ტეტრაედრს, რომლის წვეროებს წარმოადგენს დირექტრისის წერტილები, რომლებიც ერთდროულად ჰარმონიულ ფარდობაში ყოფს დირექტრისების წყვილ წრფეებთან გადაკვეთის წერტილებს, რომელთა რთული ფარდობა აღნიშნულია  $W_0$  და  $W_1$ . ვუწოდოთ  $P_3$  სივრცის წრფეთა წყვილის ზღვრული დირექტრისი, ზღვრული მიმართველი ტეტრაედრი და განაწილების პარამეტრი შესაბამისად, დირექტრისის, მიმართველი ტეტრაედრის და  $\frac{\varphi_1}{\varphi_0}$  შეფარდების ზღვარს, როდესაც წყვილ წრფეთა ერთობლიობაში წყვილის ერთი წრფე მიისწრაფვის მეორისაკენ მოცემული მიმართულებით, სადაც  $\varphi_0$  და  $\varphi_1$  რიცხვები დაკავშირებულია  $W_0$  და  $W_1$  რიცხვებთან  $W_1 = -tg^2\varphi$ , თანაფარდობით.

ზომბაში მტკიცდება, რომ  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეში  $W = f(z)$  ფუნქციით განსაზღვრული ჰიპერბოლური წრფეებისაგან შემდგარი წრფივი კონგრუენციისათვის გარკვეული  $dz$  მიმართულებით განაწილების პარამეტრი განისაზღვრება შესაბამისად

$$P = \lim_{dz \rightarrow 0} \operatorname{tg} \arg i \frac{V dz dw}{w - z}, \quad P = \lim_{dz \rightarrow 0} \operatorname{th} \arg \frac{V dz dw}{w - z}, \quad (8)$$

ფორმულით, სადაც  $\arg z$  წარმოადგენს კომპლექსური ან ორმაგი რიცხვის არგუმენტს, ხოლო სხივის ცენტრალური მართობთა ბოლოები წარმოგვიდგება შესაბამისად ორმაგი ან ორმაგკომპლექსური

$$A = \lim_{dz \rightarrow 0} \frac{zdw + wdz \pm i(z-w) \sqrt{dzdw}}{dz + dw}, \quad (9)$$

$$A = \lim_{dz \rightarrow 0} \frac{zdw + wdz \pm ie(z-w) \sqrt{dzdw}}{dz + dw},$$

რიცხვებით. ზუსტად ასევე მტკიცდება, რომ  $P_3$  სივრცეში  $W = F(z)$  მატრიცული ცვლადის ფუნქციით განსაზღვრული წყვილი, წრფივი კონგრუენციის განაწილების პარამეტრი, გარკვეული მიმართულებით განისაზღვრება

$$q = \lim_{dz \rightarrow 0} V[(w-z)^{-1} dw (w-z)^{-1} dz] \quad (10)$$

ფორმულით, სადაც  $[z]$  წარმოადგენს მატრიცის საკუთრივ მნიშვნელობათა შეფარდებას, ხოლო ზღვრული დირექტორისები, როგორც მიმმართველი ტეტრაედრის წიბოები, წარმოგვიდგებიან მატრიცეებით, რომლებიც მიიღება

$$\text{Det}(A-Z)=0, \quad \text{Det}(A-w)=0, \quad \text{Sp}(A-z) dz=0, \quad \text{Sp}(A-w) dw=0, \quad (11)$$

განტოლებათა სისტემის ამოხსნებიდან ზღვარზე გადასვლის შემდეგ, როდესაც  $dz \rightarrow 0$ , სადაც  $\text{Det} z$  და  $\text{Sp} z$  — დეტერმინანტი და მატრიცის კვალაია, ხოლო ზღვრული მიმმართველი ტეტრაედრის დანარჩენი წიბოების შესაბამი მატრიცები მიიღება

$$\begin{aligned} & (z+w(A-w)^{-1}(A-z)) (1+(A-w)^{-1}(A-z))^{-1} = \\ & = (z+dz+(w+dw)(A-w-dw)^{-1}(A-z-dz) \cdot \\ & \cdot (1+(A-w-dw)^{-1}(A-z-dz))^{-1} \end{aligned} \quad (12)$$

განტოლების ამოხსნით.

მიღებულ შედეგებს ჩვენ ვიყენებთ  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეში ანალიზური ფუნქციით და ანალიზური ფუნქციის შეუღლებული ფუნქციით განსაზღვრულ წრფივ კონგრუენციათა თეორიაში და  $P_3$  სივრცის ფინიკოცის  $T$  გარდაქმნის მიმართ.

მტკიცდება, რომ  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეთა წრფივი კონგრუენცია, განსაზღვრული ანალიზური ფუნქციის შეუღლებული ფუნქციით, ხასიათდება იმით, რომ კონგრუენციათა განაწილების პარამეტრი მუდმივია ყოველი სხივისათვის. წრფივი კონგრუენცია იმავე სივრცეებისა, რომლებიც განსაზღვრულია ანალიზური ფუნქციით, ხასიათდება იმით, რომ ამ უკანასკნელთა ცენტრალური მართობები მუდმივია ყოველი სხივისათვის.





ზუსტად ასევე მტკიცდება, რომ  $P_3$  სივრცის ფინიკოვის  $T$  გარდაქმნა ზასიათდება იმით, რომ კონგრუენციის წყვილთა ზღვრული დირექტრისები მუდმივია ყოველ შესაბამის სხივთა წყვილისათვის. განფენადი ზედაპირის პირდაპირი შესაბამისობით  $T$  გარდაქმნა ზასიათდება იმით, რომ კონგრუენციათა ამ წყვილის განაწილების პარამეტრი მუდმივია ყოველ შესაბამის სხივთა წყვილისათვის, ხოლო განფენადი ზედაპირის შებრუნებული შესაბამისობით  $T$  გარდაქმნის შემთხვევაში კონგრუენციათა შესაბამისი წყვილისათვის ზღვრული მიმმართველი ტეტრაედრია მუდმივი.

მიღებულ შედეგებს ჩვენ ვიყენებთ როგორც  ${}^1S_3$  და  ${}^2S_3$  სივრცეთა კონგრუენციების სხვა სპეციალური სახეების, ისე  $P_3$  სივრცის წყვილი კონგრუენციის თვისებების შესწავლისათვის.

აღ. წულუკიძის სახელობის

ქუთაისის სახელმწიფო

პედაგოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.4.1954)

დავითშვილი ლიტერატურა

1. Ф. Клейн. Неевклидова геометрия. М.—Л., 1936.
2. Б. А. Розенфельд. Геометрическая теория спинорных представлений групп движений 2-мерных и 3-мерных неевклидовых геометрий. Труды Азербайджанского гос. университета, 1, 1952, стр. 33—68.
3. Б. А. Розенфельд. Неевклидовы геометрии над комплексными и гиперкомплексными числами и их применение к вещественным геометриям. Сборник «125 лет неевклидовой геометрии Лобачевского», М.—Л., 1952, стр. 151—166.
4. С. Б. Фиников. Проективно-дифференциальная геометрия. М.—Л., 1937.



შ. მიქელაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

## შენიშვნები ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებების წყვეტილი ამონახსნების თეორიის შესახებ

### § 1. ზოგადი შენიშვნები

ვთქვათ,

$$L(y) \equiv y^{(n)} + X_1 y^{(n-1)} + \dots + X_n y = 0 \quad (n \geq 2) \quad (1)$$

$n$  რიგის დიფერენციალური განტოლებაა, რომლის  $X_1, X_2, \dots, X_n$  კოეფიციენტები  $x$ -ის უწყვეტი ფუნქციებია სასრულ  $(0, l)$  შუალედში. ავტორის შრომებში ([1], გვ. 801 და [2], გვ. 102) ჩამოყალიბებულია თეორემა  $L(y) \equiv 0$  განტოლების ამონახსნების შესახებ.

თეორემა 1. თუ  $Y_1(x), Y_2(x), \dots, Y_n(x)$  ადგენენ  $L(y) = 0$  განტოლების ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამონახსნთა სისტემას, ამ განტოლების ზოგადი ამონახსნები განისაზღვრება ფორმულით:

$$y(x) = \sum_{\beta=0}^{n-1} y^{(\beta)}(0) Y_{\beta+1}(x) + \sum_m A_m Y_1(x - a_m) + \sum_r B_r Y_2(x - a_r) + \dots + \sum_{\mu} Q_{\mu} Y_n(x - a_{\mu}), \quad (2)$$

სადაც  $a_m, a_r, \dots, a_{\mu}$  და  $A_m, B_r, \dots, Q_{\mu}$  შესაბამისად აღნიშნავენ  $y(x), y'(x), \dots, y^{(n-1)}(x)$  ფუნქციათა წყვეტის წერტილებს (პირველი გვარის) და ნახტომებს  $(0, x)$  შუალედში.

$Y_{\nu}(x - a)$  ( $a = 0, a_m, a_r, \dots, a_{\mu}$ ) ფუნქციების ასაგებად უნდა მივიღოთ  $x = a + t$ , გარდაქმნათ (1) განტოლება და ავგოთ გარდაქმნით მიღებულ

$$y^{(n)} + X_1(a+t) y^{(n-1)} + \dots + X_n(a+t) y = 0$$

განტოლებისათვის ამონახსნთა ნორმალური ფუნდამენტალური სისტემა  $t = 0$ -სთვის. ამის შემდეგ საჭიროა ძველი ცვლადისკენ დაბრუნება, რისთვისაც საჭიროა უკვე აგებულ ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამონახსნთა სისტემაში  $t = x - a$ -ს შეტანა. თუ (1) განტოლება მუდმივ კოეფიციენტებიანი, (2)-ში შემავალი  $Y_{\nu}(x - a)$  ფუნქციების მისაღებად საჭიროა ამ განტოლებისათვის  $Y_{\nu}(x)$  ფუნქციების აგება და ამ ფუნქციებში  $x$ -ის შეცვლა  $x - a$ -ით.

(1) განტოლების ზოგადი წყვეტილი ამონახსნი შეიძლება ასეთი სახითაც ჩაიწეროს:

$$y(x) = \sum_{k=0}^{n-1} y^{(k)}(a) Y_{k+1}(x) + \sum_m A_m Y_1(x, a_m) + \dots + \sum_{\mu} Q_{\mu} Y_{\mu}(x, a_{\mu}), \quad (3)$$

სადაც  $Y_{\nu}(x, a)$ -თი ( $a=0, a_m, a_r, \dots, a_{\mu}$ ) აღნიშნულია (1) განტოლების ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამონახსნებათა სისტემა საწყისი მნიშვნელობებით

$$Y_{\nu}^{(k)}(a, a) = \begin{cases} 0 & \text{როცა } k \neq \nu - 1 \quad (k = 0, 1, \dots, n-1), \\ 1 & \text{როცა } k = \nu - 1 \quad (\nu = 1, 2, \dots, n), \end{cases}$$

$x = a$  წერტილში.  $Y_{\nu}^{(k)}(x, a)$  ფუნქციის ქვეშ ყველგან იგულისხმება  $Y_{\nu}^{(k)}(x)$  ფუნქცია.

ახლა უკვე ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამონახსნებათა სისტემის აგება ცვლადის გარდაქმნას აღარ მოითხოვს. (1) განტოლება უშუალოდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს (3)-ში შემავალი  $Y_{\nu}(x, a)$  ფუნქციების ასაგებად.

ვთქვათ ახლა  $X_1, X_2, \dots, X_n$  და  $X$  კოეფიციენტები  $x$ -ის და  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრების უწყვეტი ფუნქციებია, როცა  $x, \alpha, \beta, \dots$  წერტილი  $(x, \alpha, \beta, \dots)$  სივრცის  $G$  არეში რჩება და ეს არე  $a \equiv x \equiv b$  შუალედს შეიცავს. იმავე ხერხით, რომლითაც პირველი თეორემა დამტკიცდა, შესაძლებელია შემდეგი თეორემის დამტკიცება:

თეორემა 2. თუ  $Y_1(x, s, \alpha, \beta, \dots), Y_2(x, s, \alpha, \beta, \dots), \dots, Y_n(x, s, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციები ადგენენ

$$L(y) \equiv y^{(n)} + X_1(x, \alpha, \beta, \dots) y^{(n-1)} + \dots + X_n(x, \alpha, \beta, \dots) y = 0 \quad (a \equiv x \equiv b) \quad (4)$$

განტოლების ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამონახსნებათა სისტემას, ე. ი. არიან ამ განტოლების ისეთი კერძო ამონახსნელები, რომელნიც  $x=s$  წერტილში აკმაყოფილებენ საწყის პირობებს

$$Y_{\nu}^{(k)}(s, s, \alpha, \beta, \dots) = \begin{cases} 0 & \text{როცა } k \neq \nu - 1 \quad (k = 0, 1, \dots, n-1), \\ 1 & \text{როცა } k = \nu - 1 \quad (\nu = 1, 2, \dots, n), \end{cases} \quad (5)$$

მაშინ მე-(4) განტოლების ზოგადი ამონახსნის განისაზღვრება ფორმულით

$$y(x, \alpha, \beta, \dots) = \sum_{k=0}^{n-1} y^{(k)}(a) Y_{k+1}(x, a, \alpha, \beta, \dots) + \sum_m A_m Y_1(x, a_m, \alpha, \beta, \dots) + \sum_r B_r Y_2(x, a_r, \alpha, \beta, \dots) + \dots + \sum_{\mu} Q_{\mu} Y_{\mu}(x, a_{\mu}, \alpha, \beta, \dots), \quad (6)$$

სადაც  $A_m, B_r, \dots, Q_{\mu}$ -თი შესაბამისად აღნიშნულია  $y, y', \dots, y^{(n-1)}$  ფუნქციების ნახტომები შესაბამის წყვეტის  $a_m, a_r, \dots, a_{\mu}$  წერტილებში  $(a, x)$  შუალედიდან. ამასთან დაკავშირებით, თუ ჩვენ გამოვალთ  $a$  წერტილიდან და გადავადგილებთ  $x$  ცვლადს აბსცისათა ღერძზე  $x=b$  წერტილისაკენ, ამ გზის გასწვრივ უნდა მივიღოთ  $Y_1(x, a_m, \alpha, \beta, \dots) \equiv 0$ , როცა  $a \equiv x \equiv a_m$ ,  $Y_2(x, a_r, \alpha, \beta, \dots) \equiv 0$ , როცა  $a \equiv x \equiv a_r$  და ასე შემდეგ და, ბოლოს,  $Y_n(x, a_{\mu}, \alpha, \beta, \dots) \equiv 0$ , როცა  $a \equiv x \equiv a_{\mu}$ .

დადგენილი თვისებების საფუძველზე შეიძლება საჭიროებისაბეზრ (6)-ის გაწარმოება ისე, რომ არც კი მოგვიხდეს ფიქრი, თუ რომელ შუალედში რომელი  $Y_v$  ფუნქციებია წარმოებადი.  $x=b$  წერტილში სასაზღვრო პირობების დაკმაყოფილების შედეგად მივიღებთ  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრებისა და უცნობი  $y^{(k)}(a)$  წარმოებულების (წარმოებულის) შემცველ განტოლებებს. სასაზღვრო პირობების საკმარისი რიცხვი უზრუნველყოფს მახასიათებელი განტოლების შედგენას. ეს განტოლება, საზოგადოდ, არაწრფივი იქნება  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრების მიმართ.

ამრიგად, ზემოაღნიშნული გზით შესაძლებელია შემდეგი თვისებების მქონე  $y(x, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციის აგება  $[a, b]$  შუალედში:

1. ყოველ ჩაკეტილ ქვეშუალედში, რომელიც შიგნით არ შეიცავს  $a_m, a_r, \dots, a_\mu$  წერტილებს,  $y(x, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციას აქვს უწყვეტი წარმოებულები  $x$ -ით  $n$  რიგამდე, ამ რიგის ჩათვლით;
2.  $y(x, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქცია აკმაყოფილებს (4) განტოლებას;
3. განიციდის თავის პირველი  $n-1$  რიგის წარმოებულებით შესაბამის  $a_m, a_r, \dots, a_\mu$  წერტილებში პირველი გვარის წყვეტას და ამ წერტილებში აკეთებს (თავის წარმოებულებთან ერთად) წინასწარ მოცემულ ნახტომებს  $A_m, B_r, \dots, Q_\mu$ .

იმ შემთხვევაში როცა მე-(4) განტოლების კოეფიციენტები  $x$ -ს არ შეიცავენ, შეიძლება  $Y_\pm(x, s, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციების  $Y_\pm(x-s, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციებით შეცვლა. ეს ამარტივებს ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამოხსნათა სისტემის შედგენას.

არაერთგვაროვანი  $L(y) = X(x, \alpha, \beta, \dots)$  განტოლების ზოგადი წყვეტილი ინტეგრალი მიიღება მე-(6)-ის მარჯვენა ნაწილში ამ განტოლების ნულოვანი საწყისი პირობებით განსაზღვრული კერძო ინტეგრალის შეტანით ([2], გვ. 104, ფორ. (5)).

წყვეტილ ამონახსნთა ასაგებად უნდა ვიცოდეთ ნორმალურ ფუნდამენტალურ  $Y_v(x, s, \alpha, \beta, \dots)$  ამონახსნთა სისტემა. თუ რა გზით იქნება მიღებული ეს სისტემა, ამას მნიშვნელობა არა აქვს. ცხადია, რომ (4) დიფერენციალური განტოლების და ამ განტოლების სასაზღვრო პირობების ტოლფასი ინტეგრალური განტოლება შესაძლებელია გამოვიყენოთ  $Y_v(x, s, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციების ასაგებადაც. ამისათვის ინტეგრალურ განტოლებაში შემაჯავალ  $y^{(k)}(a)$  ( $a=s$ ) პარამეტრებს უნდა მივცეთ სათანადო მნიშვნელობანი მე-(5) საწყისი პირობების მიხედვით.

წინამდებარე შრომის მიზანია მე-2 თეორემის კონკრეტული გამოყენება ისეთი საკუთრივი ამოცანების ამოხსნაში, რომლებიც პარამეტრების ნებისმიერ რიცხვს შეიცავენ.

## § 2. სასაზღვრო და საკუთრივო ამოცანები მეორე რიგის განტოლებათათვის

განვიხილოთ მეორე რიგის

$$(p_1(x, \alpha, \beta, \dots)y') + p_2(x, \alpha, \beta, \dots)y = 0 \quad (a \equiv x \equiv b) \quad (7)$$

თვითშეუღლებული დიფერენციალური განტოლება. ამ განტოლების ნორმალურ ფუნდამენტალურ ამონახსნთა სისტემის მოსაძებნად გამოვიყენოთ ინტეგრალური ხერხი ([3], გვ. 69).

(7) განტოლების თანმიმდევრობითი წევრობრივი ინტეგრება საზღვრებში  $a$ -დან  $x$ -მდე მივიყენებთ ინტეგრალურ განტოლებამდე

$$y(x, \alpha, \beta, \dots) = f(x, \alpha, \alpha, \beta, \dots) - \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) y(x, \alpha, \beta, \dots) dx, \quad (8)$$

სადაც

$$f(x, \alpha, \alpha, \beta, \dots) = y(a, \alpha, \beta, \dots) + \rho_1(a, \alpha, \beta, \dots) y'(a, \alpha, \beta, \dots) \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)}.$$

გამოსავალ ფუნქციად მივიღოთ  $f(x, \alpha, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქცია და ავავოთ  $y_n(x, \alpha, \beta, \dots)$  მიხაზობებთან მიმდევრობა:

$$y_n(x, \alpha, \beta, \dots) = f(x, \alpha, \beta, \dots) - \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) y_{n-1}(x, \alpha, \beta, \dots) dx.$$

ამ გზით ჩვენ ვიპოვიით თანდათანობით ყველა საძიებელ  $y_n(x, \alpha, \beta, \dots)$ -ს. გამოთვლები გვიჩვენებენ, რომ

$$y(x, \alpha, \beta, \dots) = y(a, \alpha, \beta, \dots) Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) + y'(a, \alpha, \beta, \dots) Y_2(x, \alpha, \beta, \dots), \quad (9)$$

სადაც

$$Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) = 1 - \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) dx + \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) dx \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \times \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) dx - \dots$$

$$Y_2(x, \alpha, \beta, \dots) = \rho_1(a, \alpha, \beta, \dots) \left[ \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} - \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) dx \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} + \dots \right].$$

შესაძლებელია  $Y_1$  და  $Y_2$  ფუნქციების ცალ-ცალკე გამოთვლა. ასე, მაგალითად, თუ (8)-ში მივიღებთ  $y(a, \alpha, \beta, \dots) = 1$ ,  $y'(a, \alpha, \beta, \dots) = 0$ , პირ-



ველი ფუნდამენტალური ფუნქციის მოსაძებნად გვექნება ინტეგრალური განტოლება:

$$Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) = I - \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) dx.$$

ზემოთ მიღებული მწკრივების აბსოლუტური და თანაბარი კრებადობა მტკიცდება [3]-ში (გვ. 60) ჩატარებული მსჯელობის განმეორებით.

განვიხილოთ ახლა მეორე რიგის არაერთგვაროვანი დიფერენციალური განტოლება

$$(\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots) y)' + \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) y = X(x, \alpha, \beta, \dots). \quad (10)$$

ამ განტოლების ზოგად ინტეგრალს მივიღებთ, თუ (9)-ის მარჯვენა მხარეს მივუმატებთ

$$u(x, \alpha, \beta, \dots) = \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x X(x, \alpha, \beta, \dots) dx - \int_a^x \frac{dx}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) u(x, \alpha, \beta, \dots) dx$$

ინტეგრალური განტოლების ამონახსნს, რომელსაც უფრო ადვილად [2], § 27-ის მე-(5) ფორმულის დახმარებით ჩავწერთ:

$$u(x, \alpha, \beta, \dots) = \frac{I}{\rho_1(a, \alpha, \beta, \dots)} \int_a^x \begin{vmatrix} Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) & Y_2(x, \alpha, \beta, \dots) \\ Y_1(t, \alpha, \beta, \dots) & Y_2(t, \alpha, \beta, \dots) \end{vmatrix} X(t, \alpha, \beta, \dots) dt.$$

მაშ, საძიებელი ზოგადი ინტეგრალი იქნება

$$y(x, \alpha, \beta, \dots) = y(a) Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) + y'(a) Y_2(x, \alpha, \beta, \dots) + u(x, \alpha, \beta, \dots). \quad (11)$$

ვთქვათ, ვეძებთ (10) განტოლების ამონახსნს, რომელიც აკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობებს

$$y(b, \alpha, \beta, \dots) = 0, \quad y'(a, \alpha, \beta, \dots) = 0. \quad (12)$$

წარმოგვიდგება ორი შემთხვევა.

1.  $\rho_1, \rho_2$  და  $X$  ფუნქციები  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრებს არ შეიცავენ. ამ შემთხვევაში საკმე გვექნება ტიპიურ სასაზღვრო ამოცანასთან, რომლის ამონახსნელად საკმარისია

$$y(a) Y_1(b) + u(b) = 0$$

განტოლებიდან  $y(a)$ -ს განსაზღვრა და მისი (11)-ში შეტანა.

2.  $\rho_1, \rho_2$  და  $X$  ფუნქციებისაგან ყველა ან ერთი რომელიმე მათგანი მიიცვლება შეიცავს  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრებს. ამ შემთხვევაში  $\alpha, \beta, \dots$  და  $y(a, \alpha, \beta, \dots)$  პარამეტრები უნდა შეირჩეს ისე, რომ დაკმაყოფილდეს მახასიათებელი განტოლება

$$y(b, \alpha, \beta, \dots) = y(a, \alpha, \beta, \dots) Y_1(b, \alpha, \beta, \dots) + u(b, \alpha, \beta, \dots) = 0. \quad (13)$$



როცა  $X(x, \alpha, \beta, \dots) \equiv 0$ , ჩვენ მივიღებთ, რომ  $u(b, \alpha, \beta, \dots) = 0$  და მახასიათებელი განტოლება იქნება

$$Y_1(b, \alpha, \beta, \dots) = 0.$$

უკანასკნელ შემთხვევაში  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრები  $y(a, \alpha, \beta, \dots)$ -საგან დამოუკიდებელი გახდებიან. აქ მე-(12) პირობები საკმარისია  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრების იმ საკუთრივ მნიშვნელობათა განსაზღვრისათვის, რომელთათვის ჩვენთვის საინტერესო ამოცანას არანულოვანი ამონახსნი აქვს.

წყვეტის წერტილების არსებობის შემთხვევაში (13)-ს

$$\sum_m A_m Y_1(b, a_m, \alpha, \beta, \dots), \quad \sum_r B_r Y_2(b, a_r, \alpha, \beta, \dots)$$

ჯამები უნდა დავმატოვო. ახლა უკვე (12) პირობები კვლავ არ იკმარებს საკუთრივი მნიშვნელობების მოსაძებნად. მაგრამ, თუ  $y(a, \alpha, \beta, \dots)$ -ს მივცემთ რაიმე მნიშვნელობას, ან თუ გვექნება მოცემული დამატებითი სასაზღვრო პირობა, მაშინ  $\alpha, \beta, \dots$  მნიშვნელობათა განსაზღვრა (ამოცანის სპექტრის განსაზღვრა) და მათი შესაბამისი  $Y_1(x, \alpha, \beta, \dots)$  და  $Y_2(x, \alpha, \beta, \dots)$  ფუნქციების აგება შესაძლებელი გახდება. მაშასადამე, უკანასკნელ შემთხვევაში ჩვენ შევძლებთ ამოცანის არატრივიალური ამოხსნის გამოწერას.

ამრიგად, (12) პირობება საკმარისი არ არის საკუთრივი მნიშვნელობის ამოცანების ცალსახად ამოხსნისათვის, როცა საძიებელია წყვეტილი ამონახსნები. ამონახსნების ცალსახად ამოხსნისათვის აუცილებელია გვექონდეს მოცემული დამატებითი პირობა (პირობები).

### § 3. განტოლებანი, ამოხსნადნი ჩაკეტილი სახით

ზოგიერთი ტიპის მეორე რიგის დიფერენციალურ განტოლებათათვის საკუთრივ მნიშვნელობათა და საკუთრივ ფუნქციათა გამოსახულებანი შესაძლებელია მიღებულ იქნეს ჩაკეტილი სახით.

ვთქვათ,

$$\frac{I}{\rho_1(x, \alpha, \beta, \dots)} = \rho_2(x, \alpha, \beta, \dots) = \rho(x, \alpha, \beta, \dots).$$

ადვილად შეიძლება შემოწმდეს ქვემოთყვანილი ფორმულის სამართლიანობა  $k$  მიმდევრობით კვადრატურის შემცველ განმეორებითი ინტეგრაციისათვის:

$$\underbrace{\int_a^x \rho dx \cdots \int_a^x \rho dx \int_a^x \rho dx}_k = \frac{I}{k!} \left( \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx \right)^k.$$

ამრიგად,

$$Y_1(x, \alpha, \beta, \dots) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{(2k)!} \left( \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx \right)^{2k}$$

$$= \cos \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx,$$

$$Y_2(x, \alpha, \beta, \dots) = \rho_1(a, \alpha, \beta, \dots) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{(2k+1)!} \left( \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx \right)^{2k+1}$$

$$= \rho_1(a, \alpha, \beta, \dots) \sin \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx.$$

მაშასადამე,

$$\left( \frac{y'}{\rho(x, \alpha, \beta, \dots)} \right)' + \rho(x, \alpha, \beta, \dots) y = X(x, \alpha, \beta, \dots)$$

განტოლების ზოგად წყვეტილ ინტეგრალს ექნება სახე:

$$y(x, \alpha, \beta, \dots) = y(a, \alpha, \beta, \dots) \cos \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx$$

$$+ y'(a, \alpha, \beta, \dots) \rho(a, \alpha, \beta, \dots) \sin \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx$$

$$+ \sum_m A_m \cos \int_{a_m}^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx + \rho_1(a, \alpha, \beta, \dots)$$

$$\times \sum_r B_r \sin \int_{a_r}^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx + \int_a^x \sin \left[ \int_a^x \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx \right.$$

$$\left. - \int_a^t \rho(t, \alpha, \beta, \dots) dt \right] X(t, \alpha, \beta, \dots) dt.$$

თუ გადასაწყვეტია საკუთრივი მნიშვნელობის ამოცანა სასაზღვრო პირობებით (12), უკანასკნელი განტოლება მიგვიყვანს  $\alpha, \beta, \dots$  პარამეტრების საკუთრივი მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის შემდეგ მახასიათებელ განტოლებამდე:

$$0 = y(a, \alpha, \beta, \dots) \cos \int_a^b \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx$$

$$+ \sum_m A_m \cos \int_{a_m}^b \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx + \rho_1(a, \alpha, \beta, \dots)$$

$$\times \sum_r B_r \sin \int_{a_r}^b \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx + \int_a^b \sin \left[ \int_a^b \rho(x, \alpha, \beta, \dots) dx - \int_a^t \rho(t, \alpha, \beta, \dots) dt \right] X(t, \alpha, \beta, \dots) dt.$$

ვთქვათ, ახლა საძიებელია

$$(e^{-\lambda x} y)' + e^{\lambda x} y = 0 \quad (0 \leq x \leq 1)$$

დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსენი ერთეულიანი ნახტომით წერტილში  $a_1 = \frac{1}{2}$  ისე, რომ ამ ამონახსენმა დააკმაყოფილოს სასაზღვრო პირობები:

$$y(1) = 0, \quad y'(0) = 0.$$

ამ შემთხვევაში მახასიათებელ განტოლებას ექნება სახე

$$y(0) \frac{e^{\lambda} - 1}{\lambda} + \cos \frac{e^{\lambda} - e^{0.5\lambda}}{\lambda} = 0.$$

ამოცანის ბოლომდე ამოხსნისათვის მოცემული სასაზღვრო პირობები არ კმარა. თუ მივიღებთ  $y(0) = 1$ , მაშინ უმცირესი მახასიათებელი რიცხვის შესაბამისი საკუთრივი ფუნქცია იქნება

$$y(x, \lambda) = \cos \int_0^x e^{\lambda x} dx + \cos \int_{\frac{1}{2}}^x e^{\lambda x} dx \quad (0 \leq x \leq 1),$$

სადაც  $\lambda = 1,1809$ . უკანასკნელი ტოლობის მარჯვენა მხარე მოგვეცემს საკუთრივ ფუნქციას, თუ ჩვენ, გამოვალთ რა  $0$  წერტილიდან, გადავადგილებთ  $x$  ცვლადს აბსცისათა ღერძზე  $x = 1$  წერტილისაკენ და ჩავთვლით ამ გზის გასწვრივ მეორე ინტეგრალს ნულის ტოლად, როცა  $0 \leq x \leq \frac{1}{2}$ .

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.9.1974)

დამოუფიხებელი ლიტერატურა

1. Ш. Е. Микеладзе. Разрывные решения обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. ДАН СССР, т. 55, № 9, 1947.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
3. Ш. Е. Микеладзе. Новые методы интегрирования дифференциальных уравнений. М.—Л., 1951.



ბ. ზოლოზილი

ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრების გამოყენებისათვის  
ჰომოლოგიის თეორიაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 8.10.1954)

ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრები [7, 10, 11] აქ გამოიყენებინ სივრცეთა ჰომოლოგიური ჯგუფების ორი ტიპის, სახელდობრ ე. წ. ჰომოლოგიის სპექტრალურ-სინგულარულ  $\nabla$ - და  $\Delta$ -ჯგუფთა [4, 11] და ჰომოლოგიის  $\nabla$ - და  $\Delta$ -ჯგუფების, პ. ალექსანდროვის აზრით [1], ზოგ თვისებათა შესასწავლად. უკანასკნელ ჯგუფთათვის ნაჩვენებია, როგორ უნდა გავრცელდეს ნებისმიერ სიმრავლეთა შემთხვევისათვის და სივრცის ცალბმულობის მოთხოვნის გარეშე ის ცნობილი თანაფარდობანი, რომელთაც აკმაყოფილებენ ეს ჯგუფები ჩაკეტულ სიმრავლეთა შემთხვევაში ან ცალბმული სივრცეებისათვის [2, 8, 9] და რომელიც სიმრავლის სივრცეში განლაგების ჰომოლოგიურ თვისებებს გამოხატავენ.

სპექტრალურ-სინგულარული ჯგუფებისათვის, კერძოდ კოეფიციენტთა ბიკომპაქტური არის მქონე ჰომოლოგიის ჯგუფებისათვის [1], განსაზღვრულია ძირითადი ფუნქციები:  $\nabla$ - და  $\Delta$ -სასაზღვრო ოპერატორები და სხვ., რის საფუძველზედაც ეილენბერგ — სტინროდის აქსიომები ამ ჯგუფთათვის შემოწმებულია სპექტრალური მეთოდით, რომელსაც რიგი უპირატესობისა აქვს (აქსიომების შესახებ სინგულარულ ჯგუფთათვის იხ. [3], ხოლო სინგულარულ ჯგუფთა ეკვივალენტობის შესახებ სპექტრალურ-სინგულარულ ჯგუფებთან იხ. [5]).

1. ვთქვათ,  $M$  არის ნორმალური, ლოკალურად-ბიკომპაქტური  $R$  სივრცის ნებისმიერი სიმრავლე.  $(R, M)$  წყვილისათვის, ღია და ჩაკეტული სიმრავლეებით აპროქსიმაციის საშუალებით შიგნიდან და გარედან და განვრცობისა და გამოკვეთის ჰომომორფიზმების გამოყენებით [8, 10], ჩვენ განვსაზღვრავთ შემდეგ ჯგუფებს.

$\nabla_1^R(M, R; X)$  ჯგუფი. ვთქვათ,  $F_a$  არის  $M$  სიმრავლის  $R$ -ში ჩაკეტული ქვესიმრავლე, ხოლო  $I_a^R$  გამოკვეთის ჰომომორფიზმია [2, 9, 10]  $R$  სივრცის  $r$ -განზომილებიანი კოჰომოლოგიის  $\nabla^r(R, X)$  ჯგუფისა  $\nabla^r(F_a, X)$  ჯგუფში, სადაც  $X$  კოეფიციენტთა დისკრეტული ჯგუფია. განვიხილოთ  $\nabla_1^r(F_a, R; X) = \nabla^r(F_a, X) - I_a^R \nabla^r(R, X)$  ფაქტორ-ჯგუფი და  $\nabla_1^r(F_b, R; X)$  ჯგუფის გამოკვეთის  $I_a^R$  ჰომომორფიზმი  $\nabla_1^r(F_a, R; X)$  ჯგუფში, რომელიც ინდუცირებულია  $\nabla^r(F_b, X)$  ჯგუფის გამოკვეთის ჰომომორფიზმის მიერ  $\nabla^r(F_a, X)$  ჯგუფში და



რომელიც, მამასადამე, განსაზღვრულია, როცა  $F_a = F_b$ . ადვილი სანახავია, რომ ეს ჯგუფები და ჰომომორფიზმები წარმოშობენ დისკრეტულ ჯგუფთა

$$\{\nabla'_1(F_a, R; X), I_a^1\} \quad (1)$$

სპექტრს, რომლის ზღვრული ჯგუფი [7, 10] იყოს, განსაზღვრის თანახმად,  $\nabla'_1(M, R; X)$  ჯგუფი.

$\Delta'_E(M, R; \Theta)$  ჯგუფი. განვიხილოთ ახლა  $F_a$  ჩაკეტილი სიმრავლის  $r$ -განზომილებიანი ჰომოლოგიის  $\Delta'(F_a, \Theta)$  ჯგუფის  $E_R^a$  განვრცობის ჰომომორფიზმი [2, 9, 10]  $\Delta'(R, \Theta)$  ჯგუფში და ამ ჰომომორფიზმის  $\Delta'_E(F_a, R; \Theta)$  ბირთვი, სადაც  $\Theta$  კოფეციენტთა ბიკომპაქტური ჯგუფია.  $\Delta'(F_a, \Theta)$  ჯგუფის განვრცობის  $E_E^a$  ჰომომორფიზმი  $\Delta'(F_b, \Theta)$  ჯგუფში აკმაყოფილებს

$$E_E^a \Delta'_E(F_a, R; \Theta) = \Delta'_E(F_b, R; \Theta) \text{ და } E_E^a E_E^a = E_E^a$$

პირობებს, რის გამოც ვიღებთ ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირ

$$\{\Delta'_E(F_a, R; \Theta), E_E^a\} \quad (2)$$

სპექტრს. ამ სპექტრის ზღვრული ჯგუფი [7, 10] შრომებში განხილული აზრით აღენიშნოთ  $\Delta_E(M, R; \Theta)$ -თი.

$\nabla'_E(M, R; X)$  ჯგუფი. ვთქვათ,  $G_a$  არის  $M$  სიმრავლის  $R$ -ში ღია ზესიმრავლე, ხოლო  $E_R^a$  არის განვრცობის ჰომომორფიზმი [2, 9, 10]  $G_a$  სიმრავლის  $r$ -განზომილებიანი კოჰომოლოგიის  $\nabla'(G_a, X)$  ჯგუფისა  $\nabla'(R, X)$  ჯგუფში. თუ  $\nabla'_E(G_a, R; X)$  ამ ჰომომორფიზმის ბირთვს აღნიშნავს, მაშინ  $\nabla'(G_b, X)$  ჯგუფთა განვრცობის  $E_E^a$  ჰომომორფიზმები  $\nabla'(G_a, X)$  ჯგუფებში აკმაყოფილებენ  $E_E^a E_E^a = E_E^a$  და  $E_E^a \nabla'_E(G_b, R; X) = \nabla'_E(G_a, R; X)$  პირობებს. ამის გამო შეგვიძლია განვიხილოთ დისკრეტულ ჯგუფთა შეგბრუნებული

$$\{\nabla'_E(G_a, R; X), E_E^a\} \quad (3)$$

სპექტრი და მისი ზღვრული  $\nabla'_E(M, R; X)$  ჯგუფი.

$\Delta'_1(M, R; \Theta)$  ჯგუფი. განვიხილოთ, ბოლოს,  $G_a$  სიმრავლის  $r$ -განზომილებიანი ჰომოლოგიის  $\Delta'(G_a, \Theta)$  ჯგუფის გამოკვეთის  $I_a^R$  ჰომომორფიზმი  $\Delta'(R, \Theta)$  ჯგუფში და ფაქტორ-ჯგუფი  $\Delta'_1(G_a, R; \Theta) = \Delta'(G_a, \Theta) - I_a^R \Delta'(R, \Theta)$ .  $\Delta'(G_a, \Theta)$  ჯგუფის გამოკვეთის ჰომომორფიზმი  $\Delta'(G_b, \Theta)$  ჯგუფში, განმარტებული, როცა  $G_b \subset G_a$ , იწვევს  $\Delta'_1(G_a, R; \Theta)$  ჯგუფის გამოკვეთის  $I_b^R$  ჰომომორფიზმს  $\Delta'_1(G_b, R; \Theta)$  ჯგუფში, რომელსაც  $I_b^R I_a^R = I_b^R$  თვისება აქვს. ეს წარმოშობს ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირ

$$\{\Delta'_1(G_a, R; \Theta), I_b^R\} \quad (4)$$

სპექტრსა და მის ზღვრულ  $\Delta'_1(M, R; \Theta)$  ჯგუფს ([7, 10]-ის აზრით).

თუ დისკრეტული  $X$  ჯგუფი და ბიკომპაქტური  $\Theta$  ჯგუფი ორადულნი არიან პონტრიაგინის აზრით,  $X|\Theta$ , მაშინ (1), (2), (3) და (4) სპექტრებში მონაწილე ჯგუფებისათვის ადვილი აქვთ შემდეგ ორადობებს იმავე აზრით



(იხ. [2] ან [9]); [9] ში ეს თანაფარდობანი მოცემულია რამდენადღე უფრო ზოგადი სახით, რომელიც საშუალებას იძლევა განვაზოგადოთ ქვემოთ მოყვანილი თანაფარდობანიც:

$$\nabla_I^r(F_a, R; X) \mid \Delta_E^r(F_a, R; \Theta)$$

და

$$\nabla_E^r(G_a, R; X) \mid \Delta_I^r(G_a, R; \Theta)$$

გარდა ამისა, ამ სპექტრთა ჰომომორფიზმებისათვის სამართლიანია ორადულ ჯგუფთა ელემენტების ნამრავლთა შემდეგი ტოლობანი

$$(I_a^b h_{Irb}, h_{Esa}) = (h_{Irb}, E_a^b h_{Esa}),$$

სადაც

$$h_{Irb} \in \nabla_I^r(F_a, R; X), h_{Esa} \in \Delta_E^r(F_a, R; \Theta)$$

და

$$(E_a^b h_{Erb}, h_{Isa}) = (h_{Erb}, I_a^b h_{Isa}),$$

სადაც

$$h_{Erb} \in \nabla_E^r(G_a, R; X), h_{Isa} \in \Delta_I^r(G_a, R; \Theta).$$

აქედან გამომდინარეობს (1) და (2) სპექტრთა შეუღლებულობა, ისე როგორც (3) და (4) სპექტრთა შეუღლებულება და, მაშასადამე, ამ სპექტრთა ზღვრული ჯგუფების ორადობა განზოგადოებული აზრით.

თუ  $F_a$  არის  $M$  სიმრავლის  $R$ -ში ჩაკეტილი ქვესიმრავლე, მაშინ  $G_a = R - F_a$  ღია შესიმრავლეა  $N = R - M$  სიმრავლისა. თუ  $G_a$ -ს ასეთად ჩავთვლით, მაშინ ადგილი აქვთ

$$s_{ra} : \nabla_I^r(F_a, R; X) \approx \nabla_E^{r+1}(G_a, R; X)$$

და

$$s_{sa} : \Delta_E^r(F_a, R; \Theta) \approx \Delta_I^{r+1}(G_a, R; \Theta)$$

იზომორფიზმებს. ამავე დროს სრულდება ტოლობანი

$$s_{ra} I_a^b = E_a^b s_{rb} \text{ და } s_{sa} E_a^b = I_a^b s_{sa}$$

აქედან გამომდინარეობენ შესაბამის სპექტრთა ზღვრული ჯგუფების იზომორფიზმები, რომელნიც ზემოთ დამყარებული ორადობებისა და მათგან გამომდინარე სხვა თანაფარდობებთან ერთად შემდეგ თეორემას გვაძლევენ.

თეორემა. ვთქვათ,  $R$ —ნორმალური, ლოკალურად-ბიკომპაქტური სივრცეა,  $M$  მისი ნებისმიერი ქვესიმრავლეა, ხოლო  $X$  და  $\Theta$  კოეფიციენტთა ერთი მეორის ორადული დისკრეტული და, შესაბამისად, ბიკომპაქტური ჯგუფებია; მაშინ  $M$  და  $N = R - M$ -ის ზემოთ შემოყვანილი ჰომომორფიზმის ჯგუფები  $R$ -ში დაკავშირებულნი არიან შემდეგი თანაფარდობებით

$$\nabla_I^r(M, R; X) \approx \nabla_E^{r+1}(N, R; X)$$

$$\text{---} \times \text{---}$$

$$\Delta_E^{r+1}(M, R; \Theta) \approx \Delta_I^r(N, R; \Theta).$$



ამ კვადრატში ერთ ჰორიზონტალზე მდებარე ჯგუფები იზომორფული არიან, ხოლო ერთ ვერტიკალზე მდებარე ჯგუფები, ისე როგორც ერთ დიაგონალზე მდებარე ჯგუფები, ორადულნი არიან განზოგადებული აზრით (მაშასადამე, ორადულნი არიან ჩვეულებრივი აზრით, თუ კი მეორე ჰორიზონტალზე მდებარე ჯგუფებს მათი ბიკომპაქტური შევსებებით შევცვლით).

როდესაც  $M$  ჩაკეტილი სიმრავლეა, მაშინ ეს თეორემა ცნობილ თანაფარდობებს გვაძლევს (იხ. [2, 9]); კერძოდ, მეორე დიაგონალის ორადობა, რომელიც ამ შემთხვევაში ორადობაა პონტრიაგინის აზრით, წარმოადგენს ე. წ. ორადობის ძირითად თეორემას (იხ. [2], გვ. 236 და 261).

როცა  $R$   $r$ - და  $(r+1)$ -ცალბმულია, ე. ი. ნულოვანი ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის ჯგუფები აქვს  $r$  და  $r+1$  განზომილებებში, მაშინ ზემოთ შემოყვანილი ჯგუფები [8, 9, 10]-ში ჩვენ მიერ შესწავლილ ჰომოლოგიის გარე და შიგა ჯგუფებს ემთხვევიან (სახელდობრ,  $\nabla_r^*(M, R; X) = \nabla_r^*(M, X)$ ;  $\nabla_E^{r+1}(N, R; X) = \nabla_E^{r+1}(N, X)$ ;  $\Delta_r^*(M, R; \Theta) = \Delta_r^*(M, \Theta)$ ;  $\Delta_{r+1}^*(N, R; \Theta) = \Delta_{r+1}^*(N, \Theta)$ ), ხოლო თეორემა იქვე დამტკიცებულ თანაფარდობებს გვაძლევს.

ბოლოს, ორივე დაშვების დროს ( $M$  ჩაკეტილია,  $R$  ცალბმულია  $r$  და  $r+1$  განზომილებებში), ზემოთ შემოყვანილი ჯგუფები ჰომოლოგიის ჩვეულებრივ ჯგუფებს ემთხვევიან ([1] აზრით), ხოლო ჩვენი თეორემის აზომორფიზმები ალექსანდერ-კოლმოგოროვის ორადობის კანონს გვაძლევენ.

2. ჩვენ ვისარგებლებთ [11]-ში მიღებული აღნიშვნებით და ვიგულისხმებთ, რომ  $\mathbb{N} = \mathbb{N}_0$ , რადგან იმ სპექტრალურ-სინგულარული ჯგუფებისათვის [4, 11], რომელსაც ჩვენ განვიხილავთ, როგორც ცნობილია, საინტერესოა მხოლოდ სასრული პოლიედრთა შემთხვევა, რადგან უსასრულო პოლიედრებისათვის ეს ჯგუფები ან ტრივიალურია (უსასრულო ჯაჭვების დროს) ანდა (სასრული ჯაჭვების დროს) ემთხვევიან სასრულო პოლიედრებზე დაფუძნებულ ჯგუფებს (იხ. [4], გვ. 401); ამიტომ  $\mathbb{N}$ -ს აღარ აღვნიშნავთ. ანალოგიური, მაგრამ არატრივიალური ჰომოლოგიის ჯგუფები უსასრულო ჯაჭვებით და მათი ზოგი გამოყენება ცალკე იქნება განხილული.

ვთქვათ,  $h_M$  ნებისმიერი ელემენტია  $H^r(M, O; G', \Omega)$  ჯგუფისა, რომელსაც მოკლედ  $H^r(M; G')$ -ით აღვნიშნავთ, ხოლო  $\alpha = (P, K, f) \in \Omega(R, M)$  ნებისმიერი ინდექსია  $H^r(R, M; G'; \Omega)$  ჯგუფის  $\{H_r^*(P, K; G'), z_{P,K}^*, \Omega\}$  სპექტრისა, სადაც ყოველ  $\alpha$ -ში  $\Omega(R, M)$ -ან  $K$ -ად ნაგულისხმევი  $P$ -ს ყველა ისეთ  $t$  სიმპლექსთა სიმრავლე, რომელთათვისაც  $f(t) \subset M$ ; შემდეგში არ აღვნიშნავთ  $\Omega$ -აც. მაშინ  $\tau = (K, O, f')$ ,  $f' = f|K$ , არის  $H^r(M, G')$  ჯგუფის  $\{H_r^*(K, G'), z_{K,O}^*\}$  სპექტრის ინდექსი. ვთქვათ,  $h_M$  არის  $h_M$  ელემენტის  $\tau$ -კოორდინატი და კოჰომოლოგიური  $\nabla$ -ოპერატორით გამოწვეული ჩვეულებრივი ჰომომორფულ ასახვის დროს  $H^r(K, G')$  ჯგუფისა  $H^{r+1}(P, K; G')$  ჯგუფში  $h_M$ -ასახება  $h_{RM}$  ელემენტში. ყოველი  $\alpha$ -თვის ამგვარად მიღებული  $h_{RM}$  ელემ-

მენტები  $H^{r+1}(R, M; G')$  ჯგუფის სპექტრში  $h_{RM}$  ძაფს ქმნიან, რადგან

$$s_{\beta\alpha}^* h_{RM\beta} = s_{\beta\alpha}^* \nabla h_{M\alpha} = \nabla s_{\alpha\tau}^* h_{M\alpha} = \nabla h_{M\tau} = h_{RM\alpha},$$

სადაც, ყოველი  $i$ -თვის,

$$\beta = (Q, L, g), \quad \sigma = (L, g'), \quad s_{\alpha\tau}^*: K \rightarrow L$$

და, ამასთახავე,

$$s_{\alpha\tau}^* = s_{\alpha\beta}^* | L,$$

ხოლო  $\tau < \sigma$  გამომდინარეობს  $\alpha < \beta$ -ან.  $\nabla: h_M \rightarrow h_{RM}$  ასახვა იწვევს  $H^r(M, G')$  ჯგუფის ჰომომორფიზმს  $H^{r+1}(R, M; G')$  ჯგუფში, რომელსაც კოსასაზღვრო, ანუ  $\nabla$ -სასაზღვრო ჰომომორფიზმს ვუწოდებთ. ვთქვათ, ახლა,

$$h_{RM} \in H_r(R, M; G''), \quad h_{RM\alpha} \in h_{RM}, \quad \alpha = (P, K, f)$$

და ვთქვათ,  $H_r(P, K; G'')$  ჯგუფის ცნობილ სასაზღვრო ჰომომორფიზმის დროს  $H_{r-1}(K, G'')$  ჯგუფში,  $h_{RM\alpha}$  ელემენტი აისახება  $\tau = (K, O, f)$  ინდექსის შესაბამის  $h_{M\tau}$  ელემენტში.  $h_{M\tau}$  ელემენტი  $H_{r-1}(M, O; G'') = H_{r-1}(M, G'')$  ჯგუფის სპექტრში განსაზღვრავს  $h_M$  ელემენტს. ეს ელემენტი ცალსახადაა განსაზღვრული, რადგან

$$(h, h_{RM\alpha}) = (h, h_{RM\beta}), \quad h \in H^r(R, M; G''),$$

ტოლობიდან გამომდინარეობს, რომ

$$(\nabla h', h_{RM\alpha}) = (\nabla h', h_{RM\beta}), \quad h' \in H^{r-1}(M, G''),$$

საიდანაც

$$(h', \Delta h_{RM\alpha}) = (h', \Delta h_{RM\beta}),$$

ე. ი.

$$(h', h_{M\tau}) = (h', h_{M\sigma}).$$

ასახვა  $h_{RM} \rightarrow h_M$  იწვევს  $H_r(R, M; G'')$  ჯგუფის ჰომომორფიზმს  $H_{r-1}(M, G'')$  ჯგუფში, რომელსაც  $\Delta$ -სასაზღვრო ჰომომორფიზმი ვუწოდოთ. იგი, უწყვეტობის მიხედვით, ამ ჯგუფების ბიკომპაქტურ შეესებათა ჰომომორფიზმსაც განსაზღვრავს.

თუ მოცემულია სივრცეთა  $(R, M)$ ,  $M \subset R$ , წყვილის  $\varphi$  ასახვა  $(S, N)$  წყვილში (ე. ი.  $\varphi: R \rightarrow S$  და  $\varphi M \subset N$ ), მაშინ ნებისმიერი  $h_\beta$  ელემენტის მოცემა  $H^r(S, N; G')$  ჯგუფიდან და ნებისმიერი  $\alpha = (P, K, f)$  ინდექსის აღება  $\Omega(R, M)$  სიმრავლიდან განსაზღვრავს  $\beta = (P, K, \varphi f)$  ინდექსს  $\Omega(S, N)$ -ან;  $h_\beta$  ელემენტის  $\beta$ -კოორდინატს  $h_{R\beta} \in H^r(P, K; G')$  განვიხილავთ, როგორც  $\alpha$  კოორდინატს  $\varphi_{\beta\alpha} h_{R\beta} = h_{R\alpha} \in H^r(P, K; G')$   $(R, M)$  წყვილის კოჰომოლოგიის ჯგუფის ელემენტისა.  $h_\beta \rightarrow h_R$  ასახვით გამოწვეული ჰომომორფიზმი  $H^r(R, N; G')$  ჯგუფისა  $H^r(R, M; G')$  ჯგუფში  $\varphi$ -ს მიერ ინდუცირებულ  $\varphi^*$  ჰომომორფიზმად იწოდება. ჰომოლოგიის ჯგუფების შემთხვევაში ვიღებთ  $H_r(S, M; G'')$  ჯგუფის ელემენტის  $\alpha$ -კოორდინატს და ავსახავთ  $H_r(S, N; G'')$  ჯგუფის იმ ელემენტზე, რომლის  $\beta$ -კოორდინატი, როგორც  $H_r(P, K; G'')$  ჯგუფის ელემენტი, აღნიშნულ  $\alpha$ -კოორდინატს ემთხვევა; ამგვარად ვღებულობთ  $\varphi$ -ს მიერ ინდუცირებულ  $\varphi_*$  ჰომომორფიზმს [4].



ამ განმარტებებზე დაყრდნობით და სპექტრთა თეორიის გამოყენებით აღვიღალ მოწმდება ეილენბერგ-სტინროდის აქსიომები სპექტრალურ-სინგულარული ჯგუფისათვის, კერძოდ, კოეფიციენტთა ბიკომპაქტური ჯგუფის მქონე ჰომოლოგიის ჯგუფებისათვის. მაგალითად, იმის შესამოწმებლად, რომ, თუ

$$\varphi: (R, M) \rightarrow (S, N),$$

მაშინ

$$\varphi^* \nabla = \nabla(\varphi | M)^* \text{ და } \Delta \varphi_* = (\varphi | M)_* \Delta,$$

უნდა შევნიშნოთ, რომ  $\varphi^* \nabla h_\sigma$  ელემენტის  $\alpha$ -კოორდინატი  $\varphi_{\beta\sigma} \nabla h_{\sigma\alpha}$ , სადაც

$$h_\sigma \in H^*(S, G'), \sigma = (K, O, \varphi f), h_{\sigma\alpha} \in h_\sigma \text{ და } \nabla(\varphi | M)^* h_\sigma$$

ელემენტის  $\nabla(\varphi | M)_{\sigma\alpha} h_{\sigma\alpha}$   $\alpha$ -კოორდინატი ერთმანეთს ემთხვევიან, რადგან  $\varphi_{\beta\sigma}$  და  $(\varphi | M)_{\sigma\alpha}$  იგივეური ასახვებია. ჰომოლოგიის ჯგუფებისათვის—ანალოგიურად და, საპირივობის შემთხვევაში, ბიკომპაქტურ შეესებაზე გადასვლით.

გამოკვეთის აქსიომის შესამოწმებლად უნდა ვაჩვენოთ, რომ  $i: (R-U, M-U) \rightarrow (R, M)$ , სადაც  $U$  და  $V$  ისეთი ღია სიმრავლეებია, რომ  $\overline{U} \subset V \subset M$ , ჩართვით გამოწვეული  $i^*$  და  $i_*$  ჰომომორფიზმები იზომორფიზმებია. თუ

$$0 \neq h_{RM} \in H^*(R, M; G'),$$

მაშინ არსებობს ისეთი

$$\alpha = (P, K, f) \in \Omega(R, M),$$

რომ  $h_{RM\alpha} \neq 0$ . არსებობს  $P$  კომპლექსის ისეთი  $P'$  დაყოფა, რომ, თუ  $t$  სიმპლექსისათვის  $P'$ -ან  $f(t) \cap U \neq \emptyset$ , მაშინ  $f(t) \subset V$ .  $\beta = (P', K', f)$  ინდექსზე  $h_{RM\beta}$ -ს აქვს აგრეთვე ნულისგან განსხვავებული კოორდინატი  $h_{RM\beta}$ .  $P'$ -ის ყველა ისეთ ღია  $t$ -სიმპლექსთა  $T$  სიმრავლე, რომ  $f(t) \cap U \neq \emptyset$ , ღია ქვეკომპლექსია როგორც  $P'$ -ში, ისე  $K'$ -ში.  $(P'-T, K'-T, f)$  სამეულიც ემუთავინის როგორც  $\Omega(R-U, M-U)$ -ს, ისე  $\Omega(R, M)$ -ს: პარველ შემთხვევაში მას აღვნიშნავთ  $\beta$ -თი, მეორე შემთხვევაში  $\gamma$ -თი. ცხადია, რომ  $\gamma < \beta$ , ხოლო იზომორფიზმი

$$i_\beta: H^*(P', K'; G') \rightarrow H^*(P'-T, K'-T; G')$$

სპექტრალურ ჰომომორფიზმს  $i_{\beta\gamma}^*$  წარმოადგენს  $H^*(R, M; G')$ -ის სპექტრში.

$H^*(P'-T, K'-T; G')$  ჯგუფის  $i_{\beta\gamma}^* h_{RM\beta} = h_{RM\gamma} \neq 0$  ელემენტი წარმოადგენს  $i^* h_{RM}$ -ის  $h_{RMU}$   $\mu$ -კოორდინატს, რის გამოც  $i^* h_{RM} \neq 0$ . ვთქვათ, ახლა,

$$h_{RMU} \in H^*(R-U, M-U; G'),$$

ხოლო

$$\alpha, P', \beta, \gamma, \mu, i_\beta$$

იყენენ ისეთივენი, როგორც ზემოთ.  $i_\beta^{-1} h_{RMU}$  აღვნიშნოთ  $h_{RM\beta}$ -თი, ხოლო  $\alpha$ -ზე მასთან თანამთხვეული ელემენტი  $h_{RM\alpha}$ -თი. რადგან  $h_{RM\alpha}$  არაა დამოკიდებული  $P$ -ს ამა თუ იმ  $P'$  დაყოფაზე, ამიტომ, თუ  $\rho = (Q, L, g)$ ,  $\rho > \alpha$ , მეორე ელემენტია  $\Omega(R, M)$ -ან,  $P'$ -ად ის დაყოფა ავირჩიოთ  $Q$ -ს  $P$  ქვეპოლიედრისა, რომელიც ინდუცირებულია  $Q$ -ს სათანადო  $Q'$  დაყოფით; ამასთან-



ნავე,  $\sigma$ ,  $\tau$ ,  $\nu$ ,  $S$  იმის ანალოგიური მნიშვნელობანი ჰქონდეთ  $\rho$ -ს მიმართ, როგორც  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\mu$ ,  $T$  აქვთ  $\alpha$ -ს მიმართ. ჩართებიდან

$$i_{\gamma\tau}, i_{\sigma\tau} : (P' - T, K' - T) \rightarrow (Q' - S, L' - S) \rightarrow (Q', L')$$

და

$$i_{\gamma\beta}, i_{\beta\sigma} : (P' - T, K' - T) \rightarrow (P', K') \rightarrow (Q', L')$$

გამომდინარეობს, რომ

$$i_{\gamma\tau}^* i_{\sigma\tau}^* h_{RM\sigma} = i_{\beta\gamma}^* i_{\beta\sigma}^* h_{RM\sigma}.$$

მაგრამ, განმარტების თანახმად,

$$i_{\sigma\tau}^* h_{RM\sigma} = h_{RMU\sigma},$$

ხოლო

$$i_{\gamma\tau}^* = s_{\nu\mu}^k.$$

ამიტომ

$$h_{RMU\mu} = i_{\beta\gamma}^* i_{\beta\sigma}^* h_{RM\sigma},$$

ე. ი.

$$h_{RM\beta} = i_{\sigma\beta}^* h_{RM\sigma},$$

საიდანაც

$$h_{RM\sigma} = i_{\rho\alpha}^* h_{RM\rho}.$$

მაშასადამე, აგებულ  $h_{RM\sigma}$  ელემენტთა  $h_{RM}$  სიმრავლე წარმოადგენს

$$H^r(R, M; G)$$

ჯგუფის ელემენტს, რომელიც აისახება  $h_{RMU\sigma}$ -ზე. ეს დამტკიცება, ცხადია, წარმოადგენს იმის ჩვენებას, რომ ანასახი-ჯგუფის სპექტრი წინარესახე-ჯგუფის სპექტრის კოფინალური ქვესპექტრია.

ასევე შემოწმდება სხვა აქსიომებიც; ჰომოტოპიის აქსიომის შემოწმება არსებითად მოცემულია [4]-ში, ოღონდ იქ განხილული (აბსოლუტური) ჰომოტოპიები საჭიროა შეეცვალოს ფარდობითი ჰომოტოპიებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.10.1954)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. С. Александров. Общая теория гомологии. Уч. зап. МГУ, вып. 45, 1940, стр. 1—60.
2. П. С. Александров. О гомологических свойствах расположения комплексов и замкнутых множеств. Известия АН СССР, сер. мат., т. 6, 1942, стр. 227—282.
3. S. Eilenberg and N. Steenrod. Foundations of Algebraic Topology. 1952.
4. W. Hurewicz, J. Dugundji and C. H. Dawker. Continuous connectivity groups in terms of limit groups. Ann. of Math., v. 49, № 2, 1948, p. 391—406.
5. J. W. Giever. On the equivalence of two singular homology theories. Ann. of Math., v. 51, № 1, 1950, p. 178—191.



6. A. Kolmogoroffi. Cycles relatifs. Théorème de dualité de M. Alexander. C. R. Ac. Sci. Paris, t. 202, 1936, p. 1641—1643.
7. G. Chogoshvili. Théorème de dualité pour le polyèdre infini. C. R. Ac. Sci. Paris, t. 221, 1945, p. 15—17.
8. Г. С. Чогошвили. О соотношениях двойственности в топологических пространствах. Доклады АН СССР, т. 46, № 4, 1945, стр. 131—132.
9. Г. С. Чогошвили. Об основных гомоморфизмах двойственности. Труды Тбилисского мат. инст. им. А. Размадзе АН ГССР, т. XVIII, 1950, стр. 1—62.
10. Г. С. Чогошвили. О гомологических аппроксимациях и законах двойственности для произвольных множеств. Мат. сб., т. 28, 1951, стр. 89—118.
11. Г. С. Чогошвили. О спектрально-сингулярных группах гомологии. Сообщения АН ГССР, т. XIV, № 10, 1953, стр. 583—588.



## მ. ვაშაკიძე

მზის კორონის გამოსხივების პოლარიზაციის გამოკვლევა  
1952 წლის 25 თებერვალს მზის სრული დაბნელების  
დაკვირვების საფუძველზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 29.3.1954)

მზის კორონის გამოსხივების პოლარიზაციის გამოკვლევა დღესაც ფრიად აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს, მიუხედავად იმისა, რომ მსგავსი დაკვირვებები მრავალჯერაა შესრულებული.

მზის კორონის პოლარიზაციის ახსნა პირველად შვარცვილდის მიერ იყო მოცემული. იგი მას მზის გამოსხივების ელექტრონების მიერ გაბნევის შედეგად თვლიდა. ტომსონის ფორმულის თანახმად, ელექტრონული გაბნევის კოეფიციენტი ტალღის სიგრძეზე არაა დამოკიდებული.

$$\sigma_e = \frac{8\pi}{3} \left( \frac{e^2}{mc^2} \right)^2 = 0.66 \times 10^{-24} \text{ სმ}^2 \quad (1)$$

ამის გამო, თუ შვარცვილდის ვარაუდი სამართლიანია, მაშინ მზის კორონის გამოსხივების დაკვირვების ქვეშ მყოფი პოლარიზაცია ტალღის სიგრძეზე არ უნდა იყოს დამოკიდებული, რაც მართლაც დადასტურდა დიუფეის და გრუიეს [1], ომანის [2], მ. ვაშაკიძის [3] და სხვათა დაკვირვებებით. თეორიული თვალსაზრისით, პოლარიზაციის სხვადასხვა ხარისხი სხვადასხვა სიგრძის ტალღებისათვის გამოწვეული უნდა იყოს კიდისაკენ დაჩრდილვის ტალღის სიგრძეზე დამოკიდებულების არსებობით, როგორც ამაზე ნ. პარიისკი [4] და ი. შკლოვსკი [5] მიუთითებენ. გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ამ სხვაობათა სიდიდეები უმნიშვნელოა და მისი შემჩნევა ფოტოგრაფიული ფოტომეტრიის გზით არც თუ ისე ადვილია. ამნაირად, შეიძლება ვთქვათ, რომ პოლარიზაციის ხარისხი, ჩვენი აპარატურისათვის მაინც, ტალღის სიგრძეზე არაა დამოკიდებული.

გროტრიანისა [6] და ვან დე ჰოლსტის [7] დაკვირვებებმა ნათელიყო, რომ მზის კორონა ძირითადად ორი ნაწილისაგან შედგება, პირველი შემადგენელია ელექტრონული გაზი (შიგა კორონა), მეორე კი—მტვეროვანი (გარე კორონა). შესაბამისად მიღებულია ორი აღნიშვნა:  $k$ —ელექტრონული შემადგენელი, ანუ „ნამდვილი“ კორონა, და  $F$ —მტვეროვანი შემადგენელი, „ფიქტიური“ კორონა. კორონის ასეთსავე დაყოფამდე მიყვავართ მისი პოლარიზაციის შესწავლასაც. კორონის ორ შემადგენელ ნაწილად დაყოფაზე, ერთ-ერთი პოლარიზაციული მეთოდის გამოყენებით, მიუთითებს თავის შრომაში ვან დე ჰოლსტი [7].

კორონის პოლარიზაციის დაკვირვებისათვის, 1952 წლის 25 თებერვალს მზის სრული დაბნელების დროს, ჩვენ ვსარგებლობდით სამობიექტივიანი კამერით, რომელიც გვაძლევდა საშუალებას კორონა ერთდროულად გადაგვეღო ანალიზატორის სამ მდებარეობაში. ამ დანადგარს გარკვეული უპირატესობა აქვს ჩვენს წინანდელთან შედარებით, რომლითაც კორონის სამი ფოტოგრაფირება თანამიმდევრობით ხდებოდა. თითოეულ ამ დანადგარს აქვს თავისი უპირატესობანი და თავისი ნაკლი, რაზედაც აქ არ შეგჩერდებით.

ჩვენს სამობიექტივიან კამერას ლენინგრადის ოპტიკურ ინსტიტუტში დამზადებული სამი ობიექტივი ჰქონდა 1-მეტრიანი ფოკუსური მანძილით და 1:12 შუქძალით.

იმის გამო, რომ ეს ობიექტივები კოლიმატორულია, მათ არ აქვთ დიდი შესწორებული ველი. ანალიზატორებად გამოყენებული იყო იმავე ოპტიკური ინსტიტუტის პოლაროიდები. აკადემიკოს ვ. ფესენკოვის [8] მეთოდის შესაბამისად პოლაროიდები იდგმებოდა ობიექტივების წინ ურთიერთ  $120^\circ$ -ის შებრუნებით.

როგორც ცნობილია, ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა ერთდროულად განისაზღვროს პოლარიზაციის ხარისხი და სიბრტყის მიმართულებაც. პოლაროიდები მეტად კარგი ხარისხისა იყო, ე. ი. უმნიშვნელო შერჩევითობა ჰქონდათ.

ჩვენ ორი ორმაგი კასეტით ვსარგებლობდით, რომლებშიც  $24 \times 24$ -სმ ზომის ფირფიტები თავსდება. ჩვენ ოთხი ნეგატივი მივიღეთ კორონის სამი გამონასახით (თითოეული — ანალიზატორის სამი მდებარეობის შესაბამისი), ე. ი. სულ კორონის თორმეტი გამონასახი. ექსპოზიციები ისეთნაირად იყო შერჩეული, რომ კორონის სამივე — შიგა, შუა და გარე — ნაწილი იქნა მიღებული.

დაყალიბება წარმოებდა აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის მიღებიანი ფოტომეტრით, თითოეული ნეგატივისა ცალ-ცალკე, რის შემდეგ ისინი ერთად იყო გამჟღავნებული მეთოლ-ჰიდროქინონიანი გამამჟავნებლით, ოთახის ტემპერატურაზე.

საზომ ხელსაწყოდ გამოვიყენეთ ე. წ. სწრაფი ფოტომეტრი, რომელიც სპეციალურად იქნა შეწყობილი ჩვენი ნეგატივების გასაზომად. მოცემული რადიუსის გასწვრივ წერტილების გაზომვისას ფირფიტების გადაადგილება მიკრომეტრული ხრახნით წარმოებდა, რომლის სკალა 0,01 მმ სიზუსტით აითვლება. აღებულ რადიუსზე, კორონის სხივის განვრცობის მიხედვით, 15-დან 40-მდე წერტილი იზომებოდა.

სულ 36 რადიუსი იყო გაზომილი, ე. ი. რადიუსები იზომებოდა პოზიციური კუთხის ყოველ ათ გრადუსზე.

იმის გამო, რომ კორონის ფოტოგრაფირება სამ სხვადასხვა სიბრტყეში ერთდროულად ხდებოდა, პოლარიზაციის ხარისხისა და სიბრტყის მიმართულების გამოსაყვანად აუცილებელი არაა გათვალისწინებული იქნეს ცის ფონის ინტენსივობის ცვლილება, მთვარის მოძრაობა და სხვა მსგავსი ეფექტები, რაც აუცილებელია თანამიმდევრობითი გადაღებების შემთხვევაში.

პოლარიზაციის ხარისხისა და სიბრტყის გამოთვლისათვის ვსარგებლობდით ე. ფესენკოვის ფორმულებით, რამდენადაც ნეგატივები მიღებული იყო ანალიზატორის სამი მდებარეობაში:

$$P = \frac{2\sqrt{a(a-b) + b(b-c) + c(c-a)}}{a+b+c}, \quad \operatorname{tg} 2\alpha = \sqrt{3} \frac{c-b}{2a-b-c} \quad (2)$$

ამ ფორმულებში  $p$  პოლარიზაციის ხარისხია,  $\alpha$  პოლარიზაციის სიბრტყის პოზიციური კუთხე, ათვლილი ანალიზატორის პოლარიზაციის სიბრტყიდან, როცა ის პირველ მდებარეობაშია,  $a$ ,  $b$  და  $c$  საკვლევი ობიექტის გამოსხივების ინტენსივობანია შესაბამისად ანალიზატორის სამი მდებარეობისათვის.

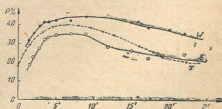
ქვემოთ მოგვყავს ცხრილი 1, რომელიც პოლარიზაციის ხარისხის მნიშვნელობებს შეიცავს ეკვატორული და პოლარული ნაწილებისათვის, ე. ი.  $N$ ,  $E$ ,  $S$  და  $W$  მიმართულებებისათვის.

ცხრილი 1

| $\varphi$           | $\rho$ |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|---------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    |
|                     | 1'.4   | 2'.1 | 2'.8 | 3'.5 | 4'.1 | 5'.0 | 7'.0 | 9'.0 | 11'.7 | 15'.0 | 17'.2 | 20'.0 | 22'.0 |
| $N \quad 340^\circ$ | 26%    | 29%  | 30%  | 29%  | 31%  | 33%  | 33%  | 28%  | 24%   | 22%   | 17%   | —     | —     |
| $E \quad 70^\circ$  | 17     | 22   | 27   | 32   | 33   | 34   | 35   | 35   | 27    | 26    | 22    | 23    | 24    |
| $S \quad 160^\circ$ | 25     | 30   | 30   | 28   | 27   | 26   | 24   | 21   | 18    | 17    | 15    | —     | —     |
| $W \quad 250^\circ$ | 31     | 35   | 39   | 41   | 42   | 42   | 42   | 44   | 45    | 41    | 39    | 37    | 35    |

1 ცხრილი მრუდის სახით წარმოვადგინეთ გრაფიკზე, სადაც აბსცისთა ღერძზე რადიუსის მნიშვნელობებია გადაზომილი, ხოლო ორდინატთა ღერძზე—პოლარიზაციის ხარისხი.

1 ნახაზზე ეკვატორული ზონის მრუდებია წარმოდგენილი,  $E$  და  $W$ -სათვის ცალ-ცალკე. იქვე მოცემულია ვან დე ვალსტის [7] მიერ მიღებული თეორიული მრუდები, ეკვატორული ნაწილისათვის კორონის მტვეროვანი ნაწილის გათვალისწინებით.



ნახ. 1

როგორც ჩანს, კორონის ეკვატორული ნაწილის დასავლეთი მხარე პოლარიზაციის უფრო მაღალ ხარისხს იძლევა, ვიდრე აღმოსავლეთისა. ეს იმას



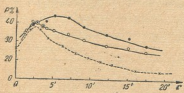


უჩვენებს, რომ დასავლეთი ნაწილი უფრო განვითარებულია, ვიდრე აღმოსავლეთი ნაწილი. ეს გვაფიქრებინებს, რომ, რამდენადაც მეტადაა განვითარებული კორონა, იმდენად მეტია მასში თავისუფალი ელექტრონები. გამოდის, რომ ელექტრონები მტვეროვან ნაწილაკებს როგორცაა აიძულებენ ნათებას, ე. ი. კორონის მტვეროვანი ნაწილი, სინათლის არეკვლისა და სითბური გამოსხივების გარდა, ალბათ განიცდის ფლუორესცენციურებას ხისტი ულტრაიისფერი კვანტებისა და თავისუფალი ელექტრონებისაგან.

კორონის დასავლეთი ნაწილი პოლარიზაციის მაქსიმუმს მზის კიდიდან  $r=12'$  მანძილზე უჩვენებს, აღმოსავლეთი ნაწილი კი  $r=8'$  სათვის. ეს მოვლენა ერთხელ კიდევ უჩვენებს იმას, რომ პოლარიზაციის მაქსიმუმის წერტილი იმდენად დიდადაა დაშორებული მზის კიდიდან, რამდენადაც მეტადაა განვითარებული კორონა. პირველად ეს ვაჩვენეთ შრომაში [3].

მრუდები კორონის პოლარული ნაწილებისათვის მოცემულია მე-2 ნახაზზე.

როგორც ჩანს, კორონის ჩრდილო და სამხრეთ ნაწილებს მრუდებიც აგრეთვე პოლარიზაციის სხვადასხვა ხარისხს უჩვენებს, ხოლო აქ სხვაობა არც ისე დიდია. ამ გრაფიკზე მოცემულია აგრეთვე ვან დე ჰოლსტის [7] თეორიული მრუდი კორონის პოლარული ნაწილებისათვის. ის დაკვირვებით



ნახ. 2

მიღებულ მრუდთან ახლოს აღმოჩნდა მხოლოდ მზის კიდა მახლობლად. კიდიდან დაშორებისას მრუდები მკვეთრად სცილდება ერთმანეთს, ამასთანავე დაკვირვების ქვეშ მყოფი მნიშვნელობანი ბევრად მეტია თეორიულზე. ეს მოვლენა, როგორც ი. ს. შკლოვსკი [5] მიუთითებს, ალბათ კორონის მტვეროვანი ნაწილის არასრულად გათვალისწინებითაა გამოწვეული.

როგორც წინანდელ შრომაში [3], ისე ამ შემთხვევაშიც ჩვენ პოლარიზაციის სიბრტყის მიმართულებაც განვსაზღვრეთ. ამ მიზნით გამოთვლები ჩვენ მიერ იმავე 36 რადიუსისათვისაა შესრულებული და შედეგები ტაბულირებულია, მაგრამ ცხრილი აქ არ მოგვყავს. ვაგაკეთებთ მხოლოდ რამდენიმე შენიშვნას პოლარიზაციის სიბრტყის განსაზღვრის შესახებ. მთავარი ამითავე შემდგომში მდგომარეობს: მოცემულ რადიუსზე პოლარიზაციის სიბრტყის საბოლოო განსაზღვრისათვის აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს პოზიციური კუთხე აღებულ რადიუსსა და ანალიზატორის პოლარიზაციის სიბრტყეს შორის პირველ მდებარეობაში, დადგენილ უნდა იქნეს აგრეთვე  $\alpha$ -ს ნიშანი (2) ფორმულით. ამ ფორმულით  $\alpha$ -გადახრას ოთხი მაქსიმუმი ექნება.

იმ შემთხვევაში, როცა სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის მიმართულება დაახლოებით არაა ცნობილი, მისი განსაზღვრა ძნელდება, რადგან (2) ფორმულით ორი მნიშვნელობა მიიღება, რამდენადაც  $\text{tg } 2\alpha = \text{tg}(2\alpha + 180^\circ) = \text{tg } 2(\alpha + 90^\circ)$ , ე. ი. (2) ფორმულას აკმაყოფილებს პოლარიზაციის სიბრტყის მდებარეობის  $\alpha$  და  $\alpha + 90^\circ$ -ის მნიშვნელობაც. ამ ურთიერთმართობ მიმართულებათაგან რომელი შეესაბამება პოლარიზაციის სიბრტყის ნამდვილ ნი-

მართულებას, ეს (2) ფორმულაში შემავალი  $a, b, c$  ინტენსივობათა სიდიდეების მიხედვით უნდა დავადგინოთ.

პოლარიზაციის სიბრტყის გამოთვლების შედეგი მოწმობს, რომ კორონის გამოსხივება პოლარიზებულია რადიალურად.

საკუთარი დაკვირვებებისა და სხვა ავტორების მონაცემთა საფუძველზე ჩვენ შევეცადეთ მზის აქტივობასთან დაგვეკავშირებინა პოლარიზაციის ხარისხის მაქსიმუმის წერტილთა მანძილები. თვით პოლარიზაციის ხარისხის სიდიდეც უნდა იყოს მზის აქტივობასთან კავშირში, მაგრამ ალბათ უფრო სუსტად, ვიდრე პოლარიზაციის მაქსიმუმი.

აღნიშნული მოვლენის გამოსაკვლევად შევადგინეთ ცხრილი 2; მასში მოყვანილია: მონაცემთა ავტორების დასახელება, შესაბამის ავტორების მრუდებიდან აღებული<sup>1)</sup> პოლარიზაციის მაქსიმუმების წერტილთა დაშორება მზის კილიდან რკალის მინუტებით და მზის აქტივობის ფაზები. დაბნელებათა მომენტების შესაბამის მზის აქტივობის ფაზები ჩვენ თ. რ ა ზ მ ა ძ ი ს [9] მიერ შედგენილი მრუდებიდან ავიღეთ.

ცხრილი 2

| №№ | ავტორები        | დაკვირვების წელი | $\Phi$ ° | $P_{\text{მაქს.}}^d$ | შ ე ნ ი შ ვ ნ ა  |   |
|----|-----------------|------------------|----------|----------------------|--|---|
| 1  | Allen           | 1940             | 0.7      | 14.0                 | Cohn-ის 1932 და 1934 წწ. მნიშვნელობანი აღებულია საშუალო სხვადასხვა სიგრძის ტალღებისათვის |   |
| 2  | O'hman          | 1945             | 0.2      | 7.0                  |  |   |
| 3  | ფესენკოვი       | 1914             | 0.6      | 13.0                 |  |   |
| 4  | Cohn            | 1932             | 0.0      | 4.0                  |  |   |
| 5  | Cohn            | 1934             | 0.2      | 6.7                  |  |   |
| 6  | Ioang           | 1901             | 0.2      | 5.0                  |  | $P_{\text{მაქს.}}^d$ - ით აღნიშნულია პოლარიზაციის ხარისხის მაქსიმალური მნიშვნელობანი მოცემულ დაბნელებაზე. |
| 7  | Hurahata        | 1943             | 0.15     | 8.0                  |  |   |
| 8  | ვაშაქიძე        | 1941             | 0.50     | 12.0                 |  |   |
| 9  | "               | 1945             | 0.2      | 6.5                  |  |   |
| 10 | "               | 1952             | 0.5      | 12.0                 |  |   |
| 11 | Dufay-Grouiller | 1932             | 0.0      | 8.0                  |  |   |

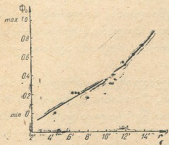
ვისარგებლეთ რა ამ ცხრილში მოყვანილი მონაცემებით, ჩვენ ავაგეთ მრუდი, ნახ. 3, რომელიც ცხადად უჩვენებს ხსენებულ დამოკიდებულებას.

<sup>1)</sup> ეს მონაცემები შეიძლება ზოგ ცდომილებას შეიცავდეს, რადგან ზუსტი მანძილების აღება მრუდებიდან ძნელია, მაგრამ, მათი სიმცირის გამო, საეჭვოა რაიმე გავლენა იქონიოს საერთო შედეგზე.



მეტად სასურველია, რაც შეიძლება მჭიდროდ შეივსოს ეს მრუდი ახალი მონაცემებით, რომლებიც მომავალი დაბნელებების დროს იქნება მიღებული.

მეორე ცხრილში მოცემული სიდიდეები მზის კორონის ეკვატორულ ნაწილს შეესაბამება. შეიძლება ასეთივე მრუდი პოლარული ნაწილისათვისაც აგვეგო, მაგრამ ამ შემთხვევაში აღნიშნული კავშირი უფრო ნაკლებ შესამჩნევი იქნებოდა.



ნახ. 3

პოლარიზაციის განსაზღვრის ფოტოგრაფიული მეთოდი 5%-მდე სიზუსტეს უზრუნველყოფს. მაგრამ ზოგ შემთხვევაში ეს სიზუსტე შეიძლება გავადიდოთ, თუ ანალიზატორის სამი მდებარეობის ნაცვლად კორონის ფოტოგრაფირებას ოთხ მდებარეობაში მოვახდენთ. ანალიზატორის  $\Delta\varphi = 45^\circ$  შემობრუნების შემთხვევაში მივიღებთ (2) ფორმულის მსგავს ფორმულებს (3):

$$P = \frac{V(a-c)^2 + (b-d)^2}{a+c} = \frac{V(a-c)^2 + (b-d)^2}{b+d}$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{d-b}{a-c} \quad (3)$$

ეს ფორმულები რამდენადმე უფრო მარტივია, ვიდრე (2).

ანალიზატორის ექვსი მდებარეობისათვის, ე. ი. ანალიზატორის  $\Delta\varphi = 30^\circ$ -ით შემობრუნების შემთხვევაში, გვექნება:

$$P = \frac{\sqrt{(a-d)^2 + \frac{4}{3}(b-d)^2}}{a+d} = \frac{2\sqrt{(b-c)^2 + \frac{1}{3}(c-e)^2}}{b+e}$$

$$= \frac{2\sqrt{(e-f)^2 + \frac{1}{3}(b-f)^2}}{c+f}, \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{(f-b)}{(f-c)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{(e-c)}{(b-c)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{(f-b)}{(a-d)}$$

კორონის ფოტოგრაფირება ანალიზატორის ექვს მდებარეობაში, მართალია, ძნელი განსახორციელებელია, მაგრამ აუცილებლობის შემთხვევაში მისი მიღწევა შეიძლება და მაშინ (4) ფორმულები გამოიყენება. (3) და (4) ფორმულებით სარგებლობა შეიძლება აგრეთვე ვარსკვლავთ სინათლის პოლარიზაციის შესწავლისას.

ამაინაირად, ჩვენ შემდეგ დასკვნებამდე მივღებთ:

1. პოლარიზაციის ხარისხი მჭიდრო კავშირშია კორონის ფორმასთან;
2. კორონის გამოსხივების პოლარიზაციის ხარისხი ტალღის სიგრძეზე არაა დამოკიდებული;



3. მზის კორონის გამოსხივება პოლარიზებულია რადიალურად; პოლარიზაციის სიბრტყის ორიენტაციის კავშირი ქრომოსფერულ წარმონაქმნებთან, რაზედაც ე. ბუგოსლავსკაია [10] მიუთითებს, ჩვენ მიერ შემჩნეული არაა. შესაძლებელია მისი გრძელფოკუსიანი ხელსაწყოთი შემჩნევა;

4. მზის აქტივობასა და პოლარიზაციის ხარისხის მიქსიმუმის წერტილთა მზის კიდიდან მანძილს შორის კავშირი შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს;

5. მზის კორონის პოლარიზაციის თვისებების დაწვრილებითი შესწავლისათვის აუცილებელია გრძელფოკუსიანი ხელსაწყო გამოყენება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია  
 მთა ყანობილი

(რედაქციის მოუვიდა 29.3.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Dufay et Grouiller. Mesures spectrales de la proportion de lumière polarisée dans la couronne solaire (eclipse totale du 31 aout 1932); Journal de phys. et le rad. (7) 7, 481, 1936.
2. Öman. Results from observations of the Total Solar Eclipse of 1945, July 9, Stockh. Ann., 15, No. 2, 1947.
3. М. А. Вaшaкидзе. Исследование поляризации солнечной короны при полном солнечном затмении 21 сентября 1941 г. Бюлл. Абастум. obs. 7 1, 1943.
4. Н. Н. Парийский. Проблема солнечной короны. Усп. астроном. наук, вып. 2, 1939.
5. И. С. Шкловский. Солнечная корона, 1951.
6. Grotian. Über das Fraunhoeffersche Spektrum der Sonnenkorona, ZfAph 8, 124, 1934.
7. Van de Hulst. The Electron density of the Solar Corona, Bull. Astr. Netherl. 11. No. 410, 135, 1950.
8. В. Г. Фесенков. Определение поляризации солнечной короны. АЖ 12, 309, 1935.
9. Т. С. Размадзе. Проявление солнечной активности в извержениях. Бюлл. Абастум. obs., № 16, 1953.
10. Е. Я. Бугославская. Структура солнечной короны. Труды Гос. астрон. инст. имени Штернберга, 19, 1950.





გეოლოგია

ბ. კვალიაშვილი

გურიისში გავრცელებული გურიული შრეების  
სტრატობრაზიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნანდეილმა წევრმა ლ. დავითაშვილმა 12.7.1954)

1930 წელს ს. ილინი (5), გვ. 65) გურიისში ფაუნისტურად დადგენილ კუილინიკურსა და ჩაუდურ ჰორიზონტებს შორის გამოყო თავისებური ფაუნის მქონე წყება „გურიული შრეების“ სახელწოდებით. მათი დეტალური აღწერა და დახასიათება ავტორს არ მოუცია.

იმავე შრომაში ს. ილინი იძლევა გურიის პლიოცენური ნალექების სტრატოგრაფიულ სქემას, სადაც გურიულ შრეებსა და ჩაუდურ ჰორიზონტს შორის აღნიშნული აქვს ე. წ. „გარდამავალი ჰორიზონტი“, რომელსაც ქვედა ჩაუდას აკუთვნებს.

თუ რას გულისხმობს ს. ილინი „გარდამავალი“ ჰორიზონტის სახით, საკმაოდ გაურკვეველია, ვინაიდან ტექსტში მის შესახებ არაფერი წერია, ხოლო იმავე სტრატოგრაფიულ სქემაში, სხვა სტრატოგრაფიული ერთეულებისაგან განსხვავებით, იმ ქანების დასახელებაც კი არ არის აღნიშნული, რომლებიც „გარდამავალი“ ჰორიზონტის შრეებია წარმოდგენილი.

ა. ებერზინი სავსებით სამართლიანად აღნიშნავს თავის 1940 წელს გამოქვეყნებულ შრომაში ([11], გვ. 566), რომ „გვაქვს გაურკვეველი მითითება (ს. ილინისა—გ. კ.), რომლის მიხედვითაც ამ ფენებსა (ჩაუდური ჰორიზონტის ფენები—გ. კ.) და გურიულ შრეებს შორის მოთავსებულია გარდამავალი ჰორიზონტი (ილინი, 1930—2)“. ა. ებერზინი მიუთითებს აგრეთვე, რომ „ზოგიერთი *Didacna (D. guriana Livent.)* დაკავშირებულია გარდამავალი ფორმების საშუალებით ჩაუდურ (*Didacna tschoudae Andrus.*) ფორმებთან. ეს ფორმები ყველაზე ხშირად გვხვდება გურიულ და ჩაუდურ ჰორიზონტებს შორის არსებულ „გარდამავალი“ ჰორიზონტში, რომელსაც ს. ილინი (1930—2) უკვე ჩაუდას აკუთვნებს“ ([11], გვ. 564). 1931 წ. გამოვიდა ვ. ლივენტალის შრომა [9], რომლის საგრძნობი ნაწილი დამოუკიდებელი აქვს გურიის ნავთობიანი რაიონის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის გურიული და ჩაუდური ჰორიზონტების ფაუნის აღწერას.

შედარებით მოკვიანებით გურიული შრეები ნახეს ქერის ნახევარკუნძულის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში. მათი აღწერა მოცემული აქვს ა. ებერზინს ([11], გვ. 564—565).

გურიაში გურიული შრეებში ფართოდაა გავრცელებული მდ. სუფსის ჩრდილოეთითა და სამხრეთით.



საკვლევი რაიონის ჩრდილო ნაწილში, კერძოდ გურიის ქედის ჩრდილო ფერდზე, გურიული შრეები განლაგებულია კუიალნიკურ ნალექებზე, მაგრამ კონტაქტის დაქვეა მათ შორის ძნელია, ვინაიდან ამ ორ წყებას შორის გვაქვს გაუშიშვლებელი ადგილები; მხოლოდ ერთ ადგილას, სახელდობრ ნამოსახლარ ფანდისეულის მიდამოებში გვაქვს გაუშიშვლება, სადაც კუიალნიკური სართულის შრეები თანხმობით და თანდათან გადადის გურიული ჰორიზონტის ფენებში.

გურიის ქედის ჩრდილო ფერდის ზოლში მთელი რიგი სიმაღლეები (შეფარდებითი სიმაღლე 70—90 მეტრი) აგებულია გურიული შრეების ქანებისაგან; მათ ფუძეში განლაგებულ კუიალნიკური ასაკის ქანებს კი უმნიშვნელო ადგილი უჭირავს.

გურიული შრეებისათვის დამახასიათებელ მოლუსკების კომპლექსში გვხვდებიან კუიალნიკური ფაუნის ელემენტები: *Didacna medeae* Dav., *Limnocardium (Euxinocardium) misargyridae* Dav., *Natella cf. postduabica* Dav., *Charoconcha postcimmericia* Dav., *Dreissensia colchica* Kip. და სხვები [7].

გურიულ შრეებში ნახული ზოგიერთი კუიალნიკური ფორმა ცვლილებების სუსტ ნიშნებს ატარებს; მაგალითად, გურიულ შრეებში ნაპოვნი *Limnocardium (Euxinocardium) misargyridae* Dav. იმავე სახის კუიალნიკური ფორმისაგან იმით განსხვავდება, რომ მას არ გააჩნია წინა გვერდითი ზედა კბილი, ხოლო კუიალნიკურ ფორმას იგივე კბილი სუსტად აქვს განვითარებული.

გურიული შრეები საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული აგრეთვე მდ. სუფსის სამხრეთით, სახელდობრ მდ. ნატანების აუზში. აქაც გურიულ შრეებს ქვეშ უძევს კუიალნიკური ასაკის ქანები, მაგრამ კონტაქტის ნახვა იშვიათად ხერხდება. გურიული შრეები გვხვდება საკმაოდ დიდ ფართობზე. ისინი ლითოლოგიურად წარმოდგენილია განსხვავებული ქანებით, მაგრამ, ამის მიუხედავად, მათი ფაუნის ხასიათი და შედგენილობა ძირითადად უცვლელია.

გურიული შრეები აგებულია თიხებით, ქვიშიანი თიხებით, ალევროლითებით, კონგლომერატებით, რომლებიც სინამდვილეში ხშირად ფსევდოკონგლომერატებს წარმოადგენენ, უფრო იშვიათად კი ქვიშაქვებითა და კირქვებით; ქანები დიდი რაოდენობით შეიცავს ცემენტში კარბონატულ მასალას.

გურიული შრეები, რომელთა სიმძლავრე 200—250 მ-ია, ალაგ-ალაგ დისლოცირებულია; იშვიათად გვაქვს პატარა ანტიკლინური და სინკლინური ნაოკები.

კუიალნიკური სართულისა და გურიული შრეების ფაუნებს შორის მკიდროკავშირი ექვს გარეშეა. გურიული და კუიალნიკური ნალექების გავრცელების საზღვრები თითქმის ყველგან თანხვედნილია. მთელი რიგი კუიალნიკური ფორმები, როგორც ეს უკვე აღვნიშნეთ, გვხვდება გურიულ შრეებში. მიუხედავად ამისა, უნდა ვიფიქროთ, რომ ჯერჯერობით არსად არ არის აღმოჩენილი ის ფენები, რომელთა დალექვისას ხდებოდა გურიული შრეების გავრცელებული ნამარხი ფორმების ევოლუცია, — მათი თანდათან განვითარება კუიალნიკური ფაუნის ზოგიერთი ელემენტიდან; ჩვენ არ ვიცით ისეთი ფორმები, რომლებიც უშუალოდ აკავშირებენ გურიული ჰორიზონტის დამახასიათებელ ფორ-

მებს მათ კუილნიკურ წინაპრებთან. კუილნიკური სართულისა და გურიული შრეების ძირითადი ნამარხი ფორმები იმდენად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რომ არ შეიძლება დავეკედეთ მათ შორის გარდამავალი ფორმების არსებობაში, თუმცა ეს ფორმები ჯერ კიდევ არ არის ნახული.

პლიოცენის განმავლობაში ჰიდროლოგიური პირობების ცვლასთან დაკავშირებით ხდებოდა სახეობათა შედარებით სწრაფი წარმოქმნა. მოლუსკების ფაუნის თითოეული ახალი კომპლექსი წარმოქმნილი იყო ძველი ფორმების გარდაქმნის შედეგად. მაგალითად, გურიული შრეების მოლუსკების გარდაქმნით ჩამოყალიბდა ჩაუდური ჰორიზონტის ფაუნა.

კუილნიკური სართულისა და გურიული შრეების ძირითად ნამარხ ფორმებს შორის შესაძლებელია დავადგინოთ ფილოგენეტიური კავშირი, მაგრამ მათ შორის უშუალო კავშირის გამომხატველი გარდამავალი ფორმები არა გვაქვს.

ახლა შევეხებით გურიული შრეების ზედა საზღვრის საკითხს. ზემო ნატანების ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაზე, სოფ. შავას მიდამოებში, გვაქვს გაშიშვლება, რომლის შრეთა თანამიმდევრობა ქვევიდან ზევით შემდეგია.

1. თხიანი ქვიშაქვა. წვრილმარცვლოვანი ქანი, შედგება ნამსხვრევი მასალისა და შემაკავშირებელი ნივთიერებისაგან, შემაცემენტებული ნივთიერება კარბონატულიხოვანია. HCl-ზე მკვეთრ რეაგირებას იჩენს და ქანის ნახევარზე მეტს შეადგენს. ნამსხვრევი მასალიდან აღსანიშნავია მუსკოვიტისა და და ბიოტიტის მცირე ზომის ფირფიტები, კალციტისა და კვარცის მარცვლები. ქანის ცალკეულ უბნებში გვხვდება რკინის ჰიდროქსიდის წინწკლები და ლაქები. ქანი დიდი რაოდენობით შეიცავს ნიჟარების ნატეხებს, რომელთა განსაზღვრაც შეუძლებელია. შრეებრივობა სუსტად ემჩნევა.

2. 10 სმ-ის სიმძლავრის მქონე კონგლომერატი ვაქედლილი ნამარხებით. ქანი შედგება ნაგორები მასალისა და ცემენტისაგან, შემაკავშირებელი ნივთიერება ქანის უმეტეს ნაწილს შეადგენს და წარმოდგენილია თიხანარევი კარბონატული ნივთიერებით.

ნაგორები მასალა 3 მმ-დან 2 სმ-მდე ზომისაა, კარგადაა დამრგვალებული და შემდგარია კონცენტრული აგებულების მქონე თიხანარევი კარბონატული მასალისაგან. ირკვევა, რომ საქმე გვაქვს არა ნაგორებ მასალასთან, არამედ კონკრეციებთან, რომელთა კრისტალიზაციის ცენტრებს ნიჟარის ნაშთები და არაორგანული წარმონაქმნები წარმოადგენს. ამ შემთხვევაში ფსევდოკონგლომერატთან გვაქვს საქმე.

„კონგლომერატი“ დიდი რაოდენობით შეიცავს გურიული შრეების დამახასიათებელ ფაუნას: „*Monodacna digressa* Livent., „*M digressa* Livent. var. *triquetra* Livent. და სხვ.

ნიჟარების დიდ უმრავლესობას გადაკრული აქვს სქელი (3—9 მმ-ის სისქის და ზოგჯერ მეტიც), მკვრივი კარბონატული გარსი; ქვეშ მოქცეული საგდულები საუკეთესო დაცულობისაა.



3. მოლურჯო-მონაცრისფრო წვრილმარცვლოვანი თიხიანი ქვიშაქვა, რომელიც უკვე აღწერილი პირველი შრის თიხიანი ქვიშაქვის მსგავსია. სიმძლავრე 1,5 მ-ია. ნამარხებს შეიცავს დიდი რაოდენობით, რომლებიც საუკეთესო დაცულობისაა. თითქმის ყველა ნიჟარა მოქცეულია მკვირვ ქერქში.

ფაუნა ტიპობრივია გურიული შრეებისათვის: „*Monodacna digressa* Livent., „*M digressa* Livent. var. *triquetra* Livent. და სხვ.

4. 8—სმ-ის სიმძლავრის მქონე „კონგლომერატი“. ლითოლოგიურად არაფრით არ განსხვავდება მის ქვევით მდებარე „კონგლომერატისაგან“ (ფსევდო-კონგლომერატი), რის გამოც არ მოგვეყვას მისი განმეორებითი აღწერა. „კონგლომერატი“ დაცული ფაუნა განსხვავდება მის ქვეშ მდებარე გურიული შრეების ნამარხი ფორმებისაგან; ცალკეული სახეები ძლიერ ჰგავს ჩაუდური ჰორიზონტის ზოგიერთ ფორმას. აქვე გვხვდება საკმაო რაოდენობით *Submonodacna pseudomultistriata* Dav.

ამ შრის ნამარხი ფორმების შედგენილობაში ქარბობს ჯგუფის „*Monodacna digressa* Livent. ერთი წარმომადგენელი—„*M digressa* Livent. var. *n.*“, რომელიც უდავოდ ახლო მონათესავეა ჩაუდური ჰორიზონტის დამახასიათებელი ფორმის „*Didacna tschaudae* Andrus. ეგრეთწოდებული „*Diadacna tschaudae* Andrus. არის უდავო შთამომავალი „*Monodacna digressa*-ს ჯგუფისა.

5. 20—სმ-ის სიმძლავრის თიხიანი ქვიშაქვა. იდენტურია მის ქვეშ მდებარე თიხიანი ქვიშაქვებისა. შეიცავს მრავალ ნამარხ ფორმას, რომელიც მე-4 შრეში დაცული მოლუსკების ფაუნისაგან არაფრით არ განსხვავდება; მათ ასოციაციაში გვხვდება იგივე *Submonodacna pseudomultistriata* Dav. ნიჟარების ნაწილი დაცულია უგარსოდ, ხოლო ნაწილს გადაკრული აქვს არამკვირივი, თხელი ფენა, რომლის ქვეშ გვაქვს საუკეთესო დაცულობის საგდულები.

6. 10 სმ-ის სისქის მქონე „კონკლომერატის“ შრე, აღწერილი „კონგლომერატების“ ანალოგიური. შეიცავს იმავე ნამარხებს, რომლებიც გვხვდება ჭრილის მე-4 და მე-5 შრეებში. აქაც, მსგავსად ჩრილის მე-4 და მე-5 შრეებისა, კვლავ გვხვდება *Submonodacna pseudomultistriata* Dav. გაშიშვლებაში გამოჩევილი ფენები დაქანებულია სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით 8° კუთხით.

აღწერილი ჭრილის ქვედა ნაწილში (მე-2 და მე-3 შრეები) გვაქვს გურიული შრეების ტიპობრივი ფაუნა, ხოლო ზედა ნაწილში (მე-4, მე-5 და მე-6 შრეები) მათგან განსხვავებული, მაგრამ მონათესავე ფაუნა. ჭრილის მე-4, მე-5 და მე-6 შრეებს ვაერთიანებთ და პირობითად ვუწოდებთ (ს. ილინის მიხედვით) „გარდამავალ“ ჰორიზონტს.

ვალასვლა გურიული შრეების ქანებსა და „გარდამავალი“ ჰორიზონტის ფენებს შორის სავსებით თანხმობითია. გაშიშვლებაში გამოჩევილი შრეების განსხვავება ერთმანეთისაგან ლითოლოგიის მიხედვით და განლაგებით სავსებით შეუძლებელია; ვასხვავებთ მხოლოდ ფენებში დაცული ნამარხი ფორმების საშუალებით.

აღნიშნული გაშიშვლებიდან ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით, დაახლოებით 150 მ-ის დაშორებით, გვაქვს მოლურჯო-მონაცრისფრო ალევროლი-



ტების გამოსავალი. ქანი რბილია, შედგება თიხოვან-კარბონატული მასისაგან, რომელშიც აქა-იქ გაბნეულია სერიციტის ქერცლები. შიგადაშიგ ალევროლიტებს გამორეული აქვს უაღრესად თხელი (0,5—2 სმ-ის სისქის ქვიშის ცალკეული ზოლები, რომელიც უხვად შეიცავს ნამსხვრევ ორგანოვან მასალას. ალევროლიტებს დაშრეება სუსტად ემჩნევა; სიმძლავრე 70 მ-ია, დაქანებულია 50—55°-ანი კუთხით სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით.

მთელ ქრილში, განსაკუთრებით კი შუა ნაწილში, გვხვდება საუკეთესო დაცულობის კუილნიკური ნიქარების კომპლექსი: *Didacna medeae* Dav., *Didacna celaeno* Dav., *Limnocardium* sp., *Viviparus mandalinicus* Sen., *Dreissensia rostriformis* Desh., *Dreissensia* cf. *Weberi* Sen. და სხვები.

გურიული შრეების გამოსავალსა და კუილნიკური ასაკის ქანებს შორის გვაქვს გაუშიშვლებელი ზოლი, რის გამოც მათ შორის ურთიერთობის გამოკვლევა არ ხერხდება. კუილნიკური შრეების დიდი კუთხით დაქანება გვაფიქრებინებს, რომ მათ შორის უთანხმოება უნდა იყოს.

ამრიგად, სამღეთო-საკუპრეს ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაზე ჩვენ მიერ დადგენილია გურიული შრეების „გარდამავალი“ ჰორიზონტისა და კუილნიკური სართულის გამოსავლების არსებობა. მთელი ეს უბანი რაიონში მომუშავე გეოლოგების მიერ ფიქსირებულია როგორც ჩაუღმური ჰორიზონტის ფართობი. მ. ძველ აიი და კ. მალლაფერიძე თავიანთ უკანასკნელ დროს გამოქვეყნებულ სტატიაში „ახალი მონაცემები დასავლეთ საქართველოს გურიული შრეების შესახებ“ აღნიშნავენ გურიული შრეების არსებობას გურიის ქედის უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, სახელდობრ, სოფ. შავას მიდამოებში. ისინი მიუთითებენ ამ ნაღებებში მდიდარი ფაუნის არსებობაზე, რომელიც დამახასიათებელია გურიული ჰორიზონტისათვის; ეს ფაუნა, ავტორების გადმოცემის თანახმად ([12], გვ. 156), განსაზღვრული იყო ლ. დავითაშვილის მიერ, რითაც დადგენილ იქნა მათი შემცველი შრეების ასაკი. ავტორები საესებით სამართლიანად მიუთითებენ, რომ „შავას მიდამოების შრეები 1952 წლამდე შეცდომით აღწერილი იყო როგორც ჩაუღმური ჰორიზონტის ანალოგები“ (იქვე). წიაღუნის სინკლინის ლერძის მახლობლად (სოფ. წიაღუნის მიდამოები) ქვევიდან ზევით გვაქვს შრეთა შემდეგი თანმიმდევრობა:

1. მტრედისფერ-ნაცრისფერი, გამოფიტულ ზედაპირზე მოყვითალო-ნაცრისფერი, რბილი ალევროლიტული ქანი. შედგება თიხანარევი კარბონატული ამორფული მასისაგან, რომლის ფონზე გამოირჩევა მუსკოვიტის (სერიციტის) ცალკეული ქერცლები. ალევროლიტური ქანის სიმძლავრე დაახლოებით 50—60 მ-ია, დაშრეება სუსტად ემჩნევა, საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეიცავს ნამარხი ფორმების იშვებულ კომპლექსს, რომელიც გვხვდება სოფ. შავას მიდამოებში (მე-4, მე-5 და მე-6 შრეებში); აქაც, სხვა ფორმებთან ერთად, საკმაოდ ხშირად გვხვდება *Submonodacna pseudomultistriata* Dav. და წვრილი ვასტროპოდები.

2. 60—70 სანტიმეტრის სიმძლავრის მქონე მოლურჯო-მონაცრისფრო ფერის ქანი; აგებულია მთელი და ნამსხვრევი ნიქარებისაგან, რომელთაც აცემენტებს თიხისა და კარბონატული ნარევისაგან შემდგარი მასალა. ნიქა-



რები საუკეთესო დაცულობისაა, მათ ნაწილს გადაკრული აქვს მერგელოვანი ვარსი.

ორგანოგენი შემადგენელი ნაწილი დაახლოებით ქანის 40—45%/-ს შეადგენს.

ფაუნა არ განსხვავდება მის ქვეშ მდებარე შრეებში დაცული ნამარხი ფორმებისაგან. აქაც ხშირად გვხვდება *Submonodacna pseudomultistriata* Dav.

3. 5 მ-ის სიმძლავრის ალევროლიტული ქანი, შედგება შემაკავშირებელი ნივთიერებისა და ნამსხვრევი მასალისაგან. ქანი საკმაოდ რაოდენობით შეიცავს 1—2 მმ-ის სიდიდის ნივარების ნატეხებს და სერიციტის ქერცლებს.

შემაკავშირებელი ნივთიერება თიხისა და კარბონატული ნივთიერების არევიტ არის წარმოდგენილი. მასში კვარცისა და კალციტის უწყვილესი კრისტალებია გაბნეული. ქანის მთელ სიმძლავრეზე გვაქვს კარგად დაცული ნამარხი ფორმები, რომლებიც გვხვდება „გარდამავალი“ ჰორიზონტის სხვა გამოსაველებში.

4. ნივარების ნაშთებისაგან შემდგარი და კარბონატულ-თიხიანი მასალისაგან შექმენებული, 40 სმ-ის სიმძლავრის მქონე ქანი. მეორე შრის ქანისაგან (ქვევიდან ზევით) არ განსხვავდება, რის გამოც საჭიროდ არ მიგვაჩნია მისი აღწერა. შრეში დაცული ნამარხები არ განსხვავდება კრილის სხვა ფენებში დაცული ნამარხი ფორმებისაგან.

აღნიშნულ შრეს მოსდევს ნიადაგის ფენა.

მთელს ქრილში არა გვაქვს ნამარხი ფორმების კომპლექსის ცვალებადობა, გარდა იმისა, რომ მესამე შრეში (ქვევიდან ზევით) ნახული გვაქვს თავისებური ვასტროპოდი.

კრილის ყველა ფენაში გვხვდება *Submonodacna pseudomultistriata* Dav., რომელიც ლ. დავითაშვილს აღწერილი აქვს ჩაუდის კონცხის ჩაუდური ჰორიზონტის შრეებიდან [2].

სოფ. წიაღუნის გაშიშვლება გურიის ქედის ჩრდილო ფერდის ზონის დასავლეთ ნაწილში მდებარეობს და გურიული შრეების ის მძლავრი გამოსავლები, რომლებიც გვხვდება ამავე ზოლის აღმოსავლეთ ნაწილში, კერძოდ სოფლების—არჩულის, ნინოშვილის, ნიგეზიანის, ბალეფისა და სხვათა მიღამოებში, იძირება აღწერილი „გარდამავალი“ ჰორიზონტის ქანების ქვეშ. ამგვარად, აქაც, გურიული შრეების თავზე, გვაქვს ის საკმაოდ მძლავრი წყება, რომელსაც პირობითად „გარდამავალი“ ჰორიზონტს ვუწოდებთ.

ამგვარად, გურიაში ფაუნისტურად დადგენილ გურიულ შრეებს ზევით მკაფიოდ გამოიყოფა 60—70-მეტრიანი წყება, ლითოლოგიურად წარმოდგენილი თიხებით, ქვიშიანი თიხებით, ალევროლიტებით, თიხიანი ქვიშაქვებით, ნივარებიან კირქვებითა და ფსევდოკონგლომერატებით.

6. ანდრუსოვი აღნიშნავდა ([1], გვ. 26), რომ „ჩაუდური შრეები შეიცავს რამდენიმე გადაშენებულ ფორმას, რომლებიდანაც ორმა კიდევ შესაძლებელია იპოვნოს შორეული ანალოგები კიმერიულ ფორმებში, ხოლო ერთი „*Didacna*“ სახეებით თავისებურია (*tschaudae*)“...

თუ განვიხილავთ გურიული შრეებისა და ჩაუდური ჰორიზონტის დამახასიათებელ ნამარხ ფორმებს, შესაძლებელი ვახდება დავადგინოთ ის ფაქტი, რომ „*Didacna*“ *tschaudae* ფილოგენეტურად დაკავშირებულია „*Monodacna*“

*digressa*-ს ჯგუფის ზოგიერთ ფორმასთან. „გარდამავალი“ ჰორიზონტის ნიშარხ ფორმებში კი გვხვდება რიგი სახეები, რომელნიც მკიდროდ აკავშირებენ გურიული ჰორიზონტის „*Monodacna digressa*“-ს ჯგუფის ზოგიერთ წარმომადგენელს ჩაუდური ჰორიზონტის დამახასიათებელ ფორმა — „*Didacna tschaudae*“-სთან. ამრიგად, გურიული და ჩაუდური ჰორიზონტების ფაუნებს შორის მკიდრო ნათესაური კავშირი მყარდება [4,8].

გურიული საუკუნის აუზში დაიწყო ჩაუდური ჰორიზონტის ფაუნის ძირითადი ელემენტების ჩასახვა, რომლებიც ძირითადად განვითარდნენ და ჩამოყალიბდნენ „გარდამავალი“ საუკუნის აუზში. ა. უ ლ ი ა ნ ო ვ ი ს ახლახან გამოქვეყნებულ მნიშვნელოვან შრომაში „დასავლეთ საქართველოს გეოლოგიური ისტორია მესამეულ დროში“ გამოთქმულია მოსაზრება იმ აუზის ჰიდროლოგიური პირობების შესახებ, რომელშიც ილექებოდა გურიული შრეების ფენები. „გურიული ზღვის მარილიანობამ, — აღნიშნავს ავტორი (გვ. 98), — წინამორბედ ეპოქასთან შედარებით შემდგომი შემცირება განიცადა“. ხოლო შემდეგ, ახასიათებს რა მომდევნო, ჩაუდური საუკუნის ჰიდროლოგიურ პირობებს, ავტორი წერს: „რაც შეეხება ჩაუდური აუზის წყლის მარილიანობას და კლიმატურ პირობებს, არსებითი განსხვავება, თანამედროვე და გურიულ საუკუნეებთან შედარებით, ჩაუდურ დროში არ ყოფილა“ ([13], გვ. 99). ამგვარად, ა. ულიანოვის აზრით, გურიული საუკუნის ზღვის მარილიანობა კუიალნიკური აუზის მარილიანობაზე დაბალი იყო და არსებითად არ განსხვავდებოდა თანამედროვე და ჩაუდური აუზების მარილიანობისაგან. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ეს მოსაზრებები ერთგვარ დაზუსტებას საჭიროებს: „თანამედროვე საუკუნის“ აუზი, ე. ი. დღევანდელი შავი ზღვა, — ევქსანური ტიპის აუზი, — შეიცავს ამჟამად ზღვიური, ხმელთაშუაზღვიური წარმოშობის მრავალ ფორმას, ხოლო კასპიური ტიპის მომარილიანო წყლის მოლუსკები აქ ცხოვრობენ მხოლოდ ლიმანებსა და მდინარეთა შესართავებში; თანამედროვე შავი ზღვის მარილიანობა გაცილებით უფრო დიდია კასპიური ტიპის აუზების მარილიანობაზე, რომლებსაც უნდა მიეკუთვნოს როგორც გურიული, ისე ჩაუდური აუზები [3].

ა. ულიანოვის მოსაზრებებიდან გამომდინარეობს დასკვნა, რომლის მიხედვითაც კუიალნიკური ზღვის მარილიანობა თანამედროვე შავი ზღვის მარილიანობაზე მეტი იყო. ჩვენ არ მიგვაჩნია შესაძლებლად გავიზიაროთ ასეთი შეხედულება.

გადასვლა გურიულ შრეებსა და „გარდამავალ“ ჰორიზონტს შორის, როგორც ლითოლოგიურად, ისე პალეონტოლოგიურად, თანდათანია. „გარდამავალი“ ჰორიზონტი თავისი სტრატეგრაფიული მდებარეობით და მოლუსკების ფაუნით მკიდროდ აკავშირებს ერთმანეთთან გურიულ და ჩაუდურ ჰორიზონტებს.

„გარდამავალი“ ჰორიზონტის დამოუკიდებელ სტრატეგრაფიულ ერთეულად გამოყოფისათვის ჯერჯერობით არ არსებობს არც გეოლოგიური და არც პალეონტოლოგიური ფაქტები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პალეობიოლოგიის სექტორი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1954)

## დაბინძურებული ლიტობრატობა

1. Н. И. Андрусов. Верхний плиоцен Черноморского бассейна. Изд. Геол. ком. Геология СССР, т. IV, отд. 2, ч. II, вып. 3, 1929.
2. ლ. შ. დავითაშვილი. К познанию Фауны чаудинского горизонта. Изв. Моск. научно-исслед. инст. (физ.-мат.) I, МГУ, III, № 2, 1930.
3. ლ. შ. დავითაშვილი. К истории и экологии моллюсковой фауны морских бассейнов нижнего плиоцена. Проб. палеонт., т. II—III, 1937.
4. ლ. შ. დავითაშვილი. Некоторые новые данные о развитии органической жизни Черноморско-Каспийской полосы в течение неогена (тезисы доклада). I Научн. сессия Сектора палеобиологии АН Груз. ССР, 17—18 мая 1954.
5. С. И. Ильин. Геологические исследования в Гурийском нефтеносном районе. Изд. Геол. ком. Известия Геологического комитета, т. XVIII, № 3, 1929.
6. С. И. Ильин. Новые данные о плиоцене Гурии. Изв. Гл. геолог.-разв. упр., т. X, № 4, 1930.
7. Г. А. Квалиашвили. О присутствии представителей фауны куяльницкого горизонта в гурийских слоях Гурии. Доклады АН СССР, том XCVI, № 1, 1954.
8. Г. А. Квалиашвили. О верхнем плиоцене Гурии (тезисы доклада), I научная сессия Сектора палеобиологии АН Груз. ССР, 17—18 мая 1954.
9. В. Э. Ливенталя. Геологические исследования в юго-западной части Гурийского нефтеносного района. Труды Азербайджанского нефт. исслед. ин-та (АЗНИИ). Серия работ по общей и прикладной геологии, вып. II, Баку, 1931.
10. К. С. Маслов. Гурийская геолого-разведочная партия. Головой отчет 1935 г. Труды Фил. геолого-поисковой конторы Азнефтегазразведки, 1936.
11. А. Г. Эберзин. Средний и верхний плиоцен Черноморской области. «Стратиграфия СССР», т. XII, 1940.
12. М. Ф. Дзвеляя и К. С. Магдлаперидзе. Новые данные о гурийских слоях Западной Грузии. Доклады АН СССР, т. XCVI, № 1, 1954.
13. А. В. Ульянов. Геологическая история Западной Грузии в третичное время. Изд. АН СССР, 1954.





## ბიბლიოგრაფია

ბ. ძოწინიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

### კალციუმის ფოსფატის მიგრაციის ერთი შემთხვევა ფოსფორიტის საბადოში

კალციუმის ფოსფატის გახსნასა და გატანას დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც ფოსფორიტის პირველადი საბადოს შეცვლის, ისე მეორადი საბადოს გაჩენისათვის. მაგრამ ამ მოვლენის არსზე ყველა მკვლევარი ერთნაირი შეხედულების არ არის. ზოგის აზრით, კოლოფანის მარცვლების შემცველი კირქვების გახსნას კოლოფანი გროვდება გამოფიტვის ნარჩენი პროდუქტების სახით [12]. რიგი ავტორები ფოსფორიტების ინფილტრატული საბადოების გაჩენას ხსნიან ზევიდან გახსნილი ფოსფატის ქვედა შრეებში ჩატანით და იქ კირქვების ჩანაცვლებით. ამის მაგალითად, პირველ რიგში, ასახელებენ გუანოს ქვეშ მდებარე კირქვების ფოსფორიტოზაციას წყნარი ოკეანის ზოგ მარჯნის კუნძულზე [12]. აღნიშნავენ აგრეთვე, რომ ასეთივე ფოსფორიტოზაცია შეიძლება გამოიწვიოს ფოსფატის გახსნამ ზევით მდებარე ფოსფორიტის ქანებიდან და სიღრმეში ჩამდინარე წყლების მიერ ჩატანამ ქვეშ მდებარე ქანებში. ასეთი გზით არა მარტო კირქვების, არამედ ზოგჯერ უფრო გამძლე ქანების ჩანაცვლებაც ხდება. მაგალითად, უ. ტვენხოფელს მოჰყავს დინვილიეს მიერ კუნძულ ნავასაზე (ვესტ-ინდოეთი) აღწერილი ფოსფატით ანდეზიტური ლავის ჩანაცვლების შემთხვევა, სადაც, ბუნებრივია, წარმოიშვა არა კალციუმის, არამედ რკინისა და ალუმინის ფოსფატები (ვივიანიტი და სხვ.). ვ. ლინდგრენი დე ლანაუს ცნობის საფუძველზე ასახელებს მაგალითს სამხრეთ-დასავლეთ საფრანგეთიდან, სადაც ფოსფორიტები თიხასთან ერთად ავსებენ უწყსო ნაპრალებს იურულ კირქვებში [8].

მსგავსი მოვლენა უფრო ფართო მასშტაბით ცნობილია ტენესის შტატში (ამერიკის შეერთებულ შტატებში). აქ დეფონური ასაკის კლასტურ ნალექებში მოქცეული ე. წ. ლურჯი ოლიტური ფოსფორიტის შრეებიდან გამოიტანება გახსნილი ფოსფატი და ილექება ქვეშ მდებარე კირქვების ნაპრალებსა და სიციარელებში, ამასთან ადგილი აქვს კირქვების ჩანაცვლებასაც [10].

ბ. გ. გიმელფარბი ფოსფორიტების საბადოთა კლასიფიკაციაში ცალკე გამოყოფს მეტასომატურ და ხსნარების მიერ გადატანილ და სხვა ადგილას გამოყოფილ ფოსფორიტების საბადოთა ტიპებს [3].

როგორც ვხედავთ, კალციუმის ფოსფატის გახსნას, მის გადაადგილებასა და ამ გზით მეტასომატური საბადოს გაჩენას თითქმის ყველა მკვლევარი თვლის



შესაძლებლად, მაგრამ ამ მოვლენის რიგი მხარე მაინც არ არის საესეებით ნათელი.

ამ წერილში ჩვენ გვინდა ავწერთ საქართველოს ფოსფორიტის ერთ-ერთ საბადოში კალციუმის ფოსფატის მიგრაციის თავისებური შემთხვევა, სადაც ხსნარების არა მარტო დაღმავალი, არამედ აღმავალი მოძრაობაც ჩანს და ამასთან ბაზალტის განფენი ამ ხსნარების შემთავებელი ეკრანის როლს ასრულებს.

ქუთაისის მახლობლად, ტურონული ასაკის ვულკანოგენური წყების ტუფებში ჩვენ მიერ შემჩნეულ იქნა თეთრი ფერის მკვრივი მინერალი, რომელიც სწრაფად გამომსოლ წვრილ ძარღვებსა და უწყესო ფორმის დანაგროვებს ქმნიდა. ძარღვების სიძლიერე 1—2 სმ, იშვიათად, გაბერილ ნაწილში, 5 სმ-დე აღწევდა და სწრაფად ისოლებოდა. უწყესო ფორმის დანაგროვების დიამეტრიც იმავე ფარგლებში იცვლებოდა. ლაბორატორიულმა გამოკვლევამ ვიჩვენა, რომ თეთრი მინერალი კოლოფანიტს წარმოადგენს. მისი გარდატეხის მაჩვენებელი 1.588—1.608 ფარგლებში მდებარეობს. იზოტროპულია. აზოტისა და მარილის მკვებებში იხსნება უნაშთოდ. ქვემოთ მოყვანილი ქიმიური ანალიზიც საესეებით კოლოფანიტის შედგენილობას უპასუხებს (ანალიტიკოსი ო. რაზმაძე).

#### წონითი პროცენტი

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| CaO—                             | 56.33%    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> —  | 36.16     |
| CO <sub>2</sub> —                | 3.20      |
| H <sub>2</sub> O—                | 1.06      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — | 1.21      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — | 1.28      |
| F                                | —არ არის. |

ამ ანალიზის მიხედვით მინერალის შედგენილობა შემდეგნაირად გამოიხატება  $3 \cdot 6\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \frac{1}{3}\text{CaCO}_3 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ .

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ს და Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ს მცირე რაოდენობა, ალბათ, მექანიკური მინარეგის სახით არის მინერალის კოლოიდურ მასაში. შესაძლოა, რომ CaCO<sub>3</sub>-ც მექანიკურ მინარეგს წარმოადგენს.

ამ კოლოფანიტის აღწერა ჩვენ გამოვაქვეყნეთ 1941 წელს [6]. მაშინვე აღვნიშნეთ, რომ მინერალი უდავოდ მეორად მდგომარეობაშია, ის წარმოშობილია სხვა ქანებიდან Ca-ს ფოსფატის გახსნისა და გამოტანის შედეგად.

მაშინ ჩვენ ამ ფოსფორიტის შესაძლო წყაროდ მიგვაჩნდა სენომანის გლაუკონიტური კირქვები, რომლებშიც დადგინდეს იქნა P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ს შემცველობა 2%-მდე. ამავე დროს აღვნიშნავდით, რომ მთავრის წყების ქანები ჯერ შესწავლილი არ არის, ამიტომ საკითხი საბოლოოდ გადაჭრილად არ მიგვაჩნდა. თანაც დავსძენდით, რომ შესაძლოა მთავრის წყებაში კოლოფანიტის ძარღვები და კონკრეციები სხვაგანაც იქნეს აღმოჩენილიო.

ჩვენი წერილის საფუძველზე მთავრის წყებაში ჩატარებულ იქნა დეტალური ძებნა, რის შედეგად გეოლოგმა **ო. ნარჩემაშვილმა** შეძლო წყების ზოგ შრეებში ფოსფორიტის საკმაო შემცველობა დაედგინა.

ჩვენ ორჯერ გვექონდა საშუალება ზოგადად გავცნობოდით საბადოს: ერთხელ **გ. გვახარიასთან**, ხოლო მეორედ **ბ. გიმელფარბთან** ერთად.

ქვემოთ, ამ წერილში მოცემულია ამ გაცნობის დროს მიღებულ შთაბეჭდილებათა ანალიზი.

„მთავრის წყებას“ ტურონული ნალექების ვულკანოგენურ ფაციესს ეძახიან. სახელწოდება მას **ბ. მეფერტმა** მისცა ქუთაისის მახლობლად მდებარე მთის „მთავრის“ გამო, საცა ეს ფაციესი კარგად არის წარმოდგენილი. **ბ. მეფერტს** ეს წყება ბაიოსური ვულკანოგენური სერიის გადარეცხვის ხარჯზე წარმოშობილი ეგონა [9]. **ა. ჯანელიძემ** პირველმა გვიჩვენა წყების ნამდვილი ვულკანოგენური ბუნება [4].

შემდეგ გამოირკვა, რომ ტურონულის ვულკანოგენური ფაციესი საკმაო გავრცელებით სარგებლობს ქუთაისის, წყალტუბოს, წულუკიძისა და ცხაკაის რაიონებში.

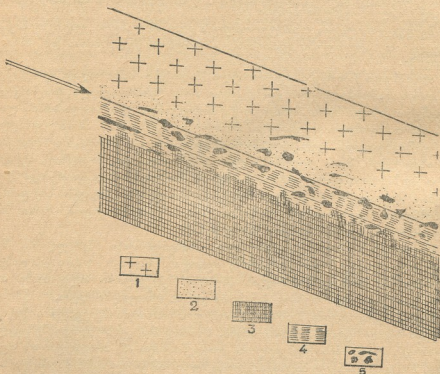
აღნიშნული რაიონების ტურონული ნალექები ძირითადად კირქვებით და მათთან დამორჩილებული ქვიშაქვებით არის წარმოდგენილი, ხოლო ვულკანოგენური მასალა მასში შეიძლება წარმოვიდგინოთ ვებერთელა ზომის ლინზების სახით, რომლებიც ყველა მიმართულებით კირქვებში ან კარბონატულ ქვიშაქვებში გადადიან. ვულკანოგენური ფაციესი, თავისი მხრით, წარმოდგენილია ბაზალტების, მათი ტუფების, ტუფ-ბრექჩიებისა და, ნაკლებად, ტუფოგენური ქვიშაქვების მორიგეობით, რომელთა შორის ხშირად გამოიჩენება მუტნაკლებად ტუფოგენური კირქვის შრეები, რომლებიც ზოგჯერ სხვადასხვა ორგანიზმების ნიჟარების დეტრიტუსით არიან გამდიდრებული, ზოგი შრე კი რუდისტების მდიდარ ფაუნას შეიცავს [5].

გეოლოგების მიერ ფოსფორიტის მნიშვნელოვანი შემცველობა შემჩნეულ იქნა ტუფის შრეში რამდენიმე ადგილას. **ი. მარკოზია** იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ ფოსფორიტის მაღალი შემცველობა ოლიგოცენის ბაზალტის განფენის ქვეშედებარე ქანებთან კონტაქტს უკავშირდება.

მაგრამ გეოლოგებმა შეამჩნიეს, რომ ფოსფორიტის შემცველობა მეტად სწრაფ და მკვეთრ ცვალებადობას იჩენს. ხშირად  $P_2O_5$ -ს 20%-მდე შემცველი პუნქტის გვერდით, მისი შემცველობა რამდენიმე (5—6) პროცენტს არ აღემატება, ზოგჯერ კი ნაკლებიცაა. ამგვარმა სურათმა გეოლოგებს გაუძენლა საბადოს ხასიათის გარკვევა, რადგან ფოსფორიტის პირველად შრეებს, ჩვეულებრივ, ასეთი მკვეთრი ცვალებადობა არ ახასიათებს. ჩვენი დაკვირვებით, მდიდარი უბნები ფოსფორიტს მეორად განლაგებაში შეიცავენ. მრავალრიცხოვან ბუნებრივ და ხელოვნურ გაშიშვლებებში კარგად ჩანს, რომ თეთრი, ოდნავ მოყვითალო ან მოვარდისფრო ფოსფორიტი—კოლოფანიტი—უშუალოდ ბაზალტის განფენის საგებ გვერდთან ქმნის უწყსო ფორმის გროვებს და სწრაფად გამოშლილ მოგრძო ლინზებს, ზოგჯერ კი თვით ბაზალტშიაც არის შეჭრილი ძარღვების სახით.

საგებ გვერდში ბაზალტი, როგორც წესი, საკმაოდ გამოფიტულია, თითქმის გათიხებული. მის საგებ გვერდში მდებარე ტუფის შრეც ძალზე შეცვლილია, გათიხებული და რკინის ჰიდროქსიდებით მოწითლო ქანგისფრად შეღებილი. ამ თიხაშია ც მეტწილად  $P_2O_5$ -ს მნიშვნელოვანი შემცველობა ალინიზება. ზემოაღნიშნული თეთრი ან მოყვითალო და მოვარდისფრო კოლოფანიტის უწყსო გროვები წარმოადგენენ  $P_2O_5$ -თ მდიდარ უბნებს.

როგორც ჩანს, მცირედ დაქანებული შრეების შრეებრიობის სიბრტყის გასწვრივ ჩანაქონი წყალი, რომელიც გამოფიტული ოლივინიანი ბაზალტიდან გამოტუტავს Na-ს და K-ს, მოქმედებს ქვეშ მდებარე ფოსფორიტის შემცველ ტუფის შრეზე, ხსნის ფოსფატს მცირე დოზებით და უმნიშვნელო გადაადგილების შემდეგ კვლავ გამოყოფს მას ამორფული კოლოფანიტის სახით. სქემატურად ეს მოვლენა მოყვანილია ქვემოთ ნახაზზე.



ნახ. 1. 1—ოლივინიანი ბაზალტი; 2—ბაზალტის ქვედა, გამოფიტული ნაწილი; 3—ფოსფორიტანი ტუფის შრე; 4—ტუფის შრის ზედა, გათიხებული ნაწილი; 5—კოლოფანიტის უწყსო გროვები და ძარღვები. ისრით ნაჩვენებია წყლის ჩადენის მიმართულება.

ფოსფატი ხსნარებს, როგორც ჩანს, ზოგჯერ საკმაო მანძილზე გადააქვს. როდესაც ასეთი ხსნარი მთავრის წყების კარბონატით მდიდარ ტუფის შრეს შეეხება, გამოყოფს კალციუმის ფოსფატს კოლოიდური სახით და გეაძლევს კოლოფანიტის წვრილ ლინზისებურ ძარღვებს და უწყსო გროვებს. უკანასკნე-



ლები, ცხადია, მეტასომატური წარმოქმნებისა, რადგან ხსნარი ქანის ნაწილს ხსნის და მის ადგილას კოლოფანიტს ლექავს.

ამის დასადასტურებლად ჩვენ მიერ კარბონატული ტუფის შრეში პირველად ნაპოვნი კოლოფანიტის ლინზები გამოდგება, რომლის მახლობლად პირველადი ფოსფორიტის შემცველი შრე ჯერაც არ არის შემჩნეული.

მთავრის წყების ბაზალტები, საერთოდ, ტუტეების მომეტებული შემცველობით ხასიათდება. ამიტომ, ბუნებრივია, რომ ჩამდინარე წყლებში Na და K-ს იონებიც შედარებით გაზრდილი რაოდენობით იქნებოდა. წყლებში ჰუმუსოვანი მჟავებიც უქველად იქნებოდა, რადგან მიდამოები მდიდარი მცენარეულობით ხასიათდება. თუ ამას დავუმატებთ, რომ ტურონული მთავრის წყება კარბონატით მდიდარია და, მაშასადამე, წყლების შედგენილობაში კალციუმის ბიკარბონატიც საკმაო რაოდენობით შედიოდა, ნათელი ვახდებდა, რომ წყლის pH საკმაოდ მაღალი უნდა ყოფილიყო. ცხადია, ასეთ წყალს Ca-ფოსფატის გახსნის კარგი უნარიც ექნებოდა, რის გამოც მას ინტენსიურად გამოჰქონდა ქვეშ მდებარე ფოსფორიტის შრიდან ფოსფატი და ხელახლა გამოყოფდა მას იქვე, ბაზალტთან კონტაქტში, უწყესო გროვებისა და ძარღვისებრი სხეულების სახით. ბაზალტი ამ პროცესში გარკვეულად ეკრანის როლსაც ასრულებდა, რადგან, აქ რომ რაიმე არა მკიდრო ტუფური ქანი გვექონოდა, ალბათ, ხსნარები მასში გაფანტავდა მოტანილ გახსნილ ფოსფატს და არ გვექნებოდა კოლოფანიტით ასე მდიდარი უბნები.

ბაზალტში კოლოფანიტის ბუდეებისა და ძარღვების გაჩენა იმაზე მიუთითებს, რომ ფოსფატის შემცველ ხსნარებს აღშავალი მოძრაობაც ახასიათებდათ ბაზალტში არსებული წვრილი ნაპრალების გასწვრივ.

ანალოგიური მოვლენა—ხსნარების შეკავება რომელიმე მტკიცე ქანის მიერ და ამის შედეგად მეორადი ფოსფატის გამოყოფა—ცნობილია გერმანიაში, ნასსაუს რაიონში, მდ. ლანის აუზში, სადაც ფოსფატი ქანის ბუდეებს დიაბაზური ტუფის ქვეშ მდებარე დეფონური კირქვის შრის ზედაპირზე [1]. ძნელია დავეთანხმოთ გ. ბერგს იმაში, რომ ეს ფოსფორიტი თითქოს დიაბაზურ ტუფში მყოფი აპატიტის გახსნისა და გამოტანის შედეგად არის გაჩენილი. პირიქით, გ. როზენბუშის მიერ მოყვანილი დახასიათებიდან ჩანს, რომ ამ დიაბაზში ხსნარებს შეუტანიათ კარბონატი და ალბათ მასთან ერთად ფოსფატიც [1].

მთავრის წყების ქანებიდან გამომდინარე გრუნტის წყლებს რომ გახსნილი ფოსფატი ახლაც გამოაქვთ, ამას ადასტურებს შემდეგი გარემოება. გოდოვანთან გზას კვეთს პატარა მშრალი ხევი, რომელშიც წყალი მხოლოდ წვიმების შემდეგ მოედინება; გეოლოგებს შეუშინევიათ, რომ ხევის პირას ერთ ადგილას დაღეილ შავ ქვიშიან თიხას თუ ხელით შეეხე, მას კვამლი ასდის. ქუთაისის პედაგოგიურ ინსტიტუტში ლ. ქელიძის მიერ ჩატარებულმა ანალიზმა უჩვენა, რომ თიხა შეიცავს თავისუფალ ფოსფორს.

ამ ადგილის დათვალიერებამ ჩვენთვის ნათელი გახადა, რომ ამქვედ ხსნარების მიერ გამოტანილი ფოსფატი, მოხვდა რა ჰუმუსით მდიდარი თიხის მასაში, ორგანული ნივთიერების გავლენით განიცდის ალდგენას თავისუფალ

ფოსფორამდე, რომელიც ჰაერზე თავისით ადვილად იწვის. ჩვენ ეპვი არ გვეპარება, რომ ამ შავი თიხის გვერდით დალექილ წითელ თიხაშიაც არის ფოსფორი, მაგრამ არა თავისუფალი, არამედ ფოსფატის სახით, რადგან აქ თიხას არ ურევია ჰუმუსოვანი ნივთიერება, რომელიც ფოსფატს ალადგენდა თავისუფალ ფოსფორამდე.

ასეთია ქუთაისის მიდამოების ტურონული ფოსფორიტის საბადოს ზოგი თავისებურება.

რაც შეეხება პირველადი ფოსფორიტის გენეზისის ტურონულ ნალექებში, ამ საკითხს აქ ჩვენ არ შევხებებით, რადგან საერთოდ ხემოგენური ფოსფორიტების წარმოშობის სქემები მოგვცეს ვ. კაზაკოვმა [7] და გ. ბუშინსკიმ [2] და ქუთაისის რაიონის ტურონული ფოსფორიტების გაჩენაც, ალბათ, მათი მიხედვით უნდა აიხსნას.

აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ საქართველოს ბელტის ცარცული ნალექები საერთოდ  $P_2O_5$ -ს მომეტებული შემცველობით ხასიათდება. ტურონულ ზღვაში ფოსფორიტების ინტენსიურ გამოყოფას უთუოდ ხელი შეუწყო იმ გარემოებამ, რომ ტურონული ვულკანებიდან ამოსროლილი ტუფური მასალა და ამონთხეული ლავები ინტენსიურ ქიმიურ გამოფიტვას განიცდიდა. ამიტომაც, რომ მთავრის წყების მრავალი შრე შედგება სხვადასხვა ხარისხით გათიხებული ოლივინიანი ბაზალტის ნატეხებისაგან. ბაზალტებისა და ტუფების ასეთი გამოფიტვის დროს, ბუნებრივია, ქანებიდან გამოიტანებოდა მათში აპატიტის სახით მყოფი ფოსფატის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რაც ზრდიდა ტურონულ ზღვაში  $P_2O_5$ -ს კონცენტრაციას. ამან, სხვა გარემოებებთან ერთად, უთუოდ ხელი შეუწყო ტურონულ ზღვაში ფოსფატით უფრო მდიდარი შრეების დალექვას, ვიდრე ამას ადგილი აქვს ქვეშ მდებარე სენომანურ ნალექებში. ეს მოსაზრება ჩვენ მიერ აღრეც იყო გამოთქმული [5].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.8.1954)

დამიწმავალი ლიტერატურა

1. Г. Берг. Геохимия месторождений полезных ископаемых. Москва, 1933.
2. Г. И. Бушинский. Апатит, Фосфорит. вивниант. АН СССР, Москва, 1952.
3. Б. М. Гиммельфарб и Т. П. Унаниянц. Сырьевая база туковой промышленности СССР; Москва, 1937.
4. А. И. Джанелидзе. Геологические наблюдения в Окрибе. Тбилиси, 1940.
5. Г. С. Дзоенидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. АН ГССР, Тбилиси, 1948.
6. Г. С. Дзоенидзе. Коллофанит из свиты Мтавари. Сообщения АН ГССР, Т. II, № 6, 1941.
7. А. В. Казаков. Фосфатные фации. Москва, 1939.
8. В. Линдгрэн. Минеральные месторождения, вып. II, Москва, 1934.
9. Б. Ф. Мефферт. Геологический очерк Лечхума: матер. по общей и прикладной геологии, вып. 140, 1930.
10. Е. В. Орлова. Фосфоритноносные бассейны зарубежных стран. Геол. издат. Москва, 1951.
11. Г. Розенбуш. Описательная петрография. Москва, 1934.
12. У. Х. Твенхофел. Учение об образовании осадков. Москва, 1936.



ტექნიკა

ო. კვიციანი

პრასტანდარტულ და სტანდარტულ ნიმუშთა დარტყმითს  
სიბლანტეთა შორის დამოკიდებულების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ხავერდმა 27.5.1954)

შავი ლითონები განსაზღვრულ პირობებში მუშაობის შედეგად შეიძლება გადავიდეს მყიფე მდგომარეობაში, რის შედეგადაც მათზე მოქმედი მნიშვნელოვანი ცვლებადი სიჩქარით დატვირთვის (დინამიკური) შემთხვევაში ასეთი ლითონებისაგან დამზადებულ ნაქეთობანი მეტად სახიფათო პირობებში იქნებიან.

ლითონების სტატიკური გამოცდა გაკვირვებულ და ლუნვებულ ნელი ტემპითა და თანდათანობითი მზარდი დატვირთვით არ იძლევა ლითონის მექანიკური მახასიათებლის მიღების საშუალებას მათზე მოდებული მნიშვნელოვანი ცვლებადი სიჩქარით დატვირთვის შემთხვევაში, ამიტომ, თუ ნაკვებობამ ან მისმა ნაწილმა, მანქანამ ან რაიმე მისმა დეტალმა მუშაობის პროცესში უნდა განიცადოს დინამიკური დატვირთვის მოქმედება, მაშინ საჭიროა, როგორც ეს მოხსენებულია ტექნიკურ პირობებში, აუცილებლად ლითონისაგან დამზადებული ნიმუშების გამოცდა დინამიკურ (დარტყმითს) ძალაზე.

ნიმუშების დინამიკურ, ანუ დარტყმითს ძალაზე გამოცდის შედეგად განსაზღვრავენ მის მექანიკურ მახასიათებელს, სახელდობრ: დარტყმითს სიბლანტეს, რომელიც ტოლია გამოსაცდელი მასალისაგან დამზადებული სტანდარტული ნიმუშის გატეხაზე დახარჯული მუშაობისა და ნიმუშის ჩაჭრის ადგილას განსაზღვრული ფართის შეფარდების სიდიდისა.

დარტყმითი სიბლანტე ლითონის სიმტკიცისა და პლასტიკურობის მახასიათებელია და წარმოდგენს რთულ სიდიდეს, რომელშიც ჯერჯერობით ვერ მიიღო გამოყენება ანგარიშებში. მიუხედავად ამისა, დარტყმითს სიბლანტეს პრაქტიკაში დიდი მნიშვნელობა აქვს [1,2,3], რადგან:

1. ის ძირფესვიანად ამუშავებს მოწყვეტის წინაღობაზე ლითონების თვისებებს როგორც მათზე მოქმედი დიდი სიჩქარით დატვირთების, ისე სხვა არახელსაყრელ პირობებშიაც;

2. ის საგრძნობლად არკვევს მასალის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის სწორად შესრულებას;

3. მას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ნახშირბადიანი და მცირედ ლეგირებული ლითონებისათვის, რომლებიც ექსპლოატაციის პირობების შეცვლის შედეგად ადვილად გადადიან ბლანტი მდგომარეობიდან მყიფე მდგომარეობაში.

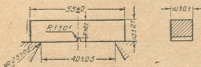


ჩაჭრილი სტანდარტული ნიმუშის (ნახ. 1, გოსტ 1524—42) ღუნვაზე დარტყმითი ძალით გამოცდის შედეგად განსაზღვრავენ დარტყმითის სიბლანტის ( $A_k$ ), რომელიც ტოლია

$$A_k = \frac{A_k}{F} \text{ კგმ/სმ}^2,$$

სადაც  $A_k$  არის ნიმუშის გატეხაზე დახარჯული მუშაობა კგმ-ით,  $F$ —გამოცდამდე, ნიმუშის განივკვეთის ფართი ამოჭრის ადგილას სმ<sup>2</sup>-ით.

ექსპერიმენტებით დამტკიცებულია, რომ გამოცდის შედეგებზე დიდ გავლენას ახდენს ნიმუშის ფორმა და ზომები, ჩანაჭერის ზედაპირის მდგომარეობა, ჩანაჭერის ფორმა და სიღრმის სიდიდე, დატვირთვის მიყენების სიჩქარე, ტემპერატურა და ჩანაჭერის სიღრმის ამა თუ იმ ხერხით ტექნოლოგიური დამუშავება (შესრულება).



ნახ. 1

ცნობილია, რომ გეომეტრიულად მსგავსი ნიმუშებისათვის დარტყმითი სიბლანტე იზრდება მისი ზომების გაზრდასთან ერთად. რაც უფრო ღრმად არის ნიმუშში ჩანაჭერი, მით უფრო ნაკლები რაოდენობის ენერგია შთაინთქმება დარტყმითი ძალის მოქმედებით ნიმუშის გატეხისას ფართის ერთეულზე, რის გამოც ნაკლები იქნება დარტყმითი სიბლანტე [3]. ასეთივე დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩანაჭერის ბოლოში მომრგვალების რადიუსის სიდიდეს და რაც უფრო მეტია აღნიშნული სიდიდე, მით მეტია დარტყმითი სიბლანტე [4].

დარტყმითი სიბლანტის სიდიდეზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე ჩანაჭერის ამა თუ იმ საშუალებით, ტექნოლოგიური პროცესით შესრულება და აღნიშნული სიდიდე მეტია იმ შემთხვევაში, თუ ჩაჭრა განხორციელებულია საზეინკლო საშუალებით, ვიდრე აბრაზიული და მლარავი მეთოდებით [5].

პროპორციული დამოკიდებულება ნიმუშის განივკვეთის ფართსა და იმ მუშაობას შორის, რომელიც უნდა დაიხარჯოს ნიმუშის გატეხაზე ჩაჭრის ადგილას, არ არსებობს, ამიტომ მსგავსების კანონი ნიმუშების დარტყმით სინჯზე გამოცდის შედეგად არ გამოიყენება, რის გამოც დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიმუშთა ფორმასა და ზომების მუდმივობას, რადგან თეორიული გადათვლა ერთი სახის ნიმუშისა მეორე სახის ნიმუშისათვის დარტყმითი სიბლანტის განსაზღვრისათვის დღესდღეობით შეუძლებელია [2].

საბჭოთა მექანიკები დიდ საკვლეო-სამეცნიერო სამუშაოებს აწარმოებენ, რათა ექსპერიმენტების გზით მიღებულ იქნეს ისეთი ფორმულა, რომლითაც შესაძლებელი იქნება არასტანდარტული ნიმუშის დარტყმითი სიბლანტის მიხედვით სტანდარტული ნიმუშისათვის ამავე მექანიკური მახასიათებლის მიღება [2].

აღნიშნული საკითხის გადაჭრის მაზნით ჩვენ ავიღეთ ნებისმიერი უცნობი მარკის სწორკუთხოვანი პროფილის 12×40 მმ კვეთისა და 4,0 მ სი-





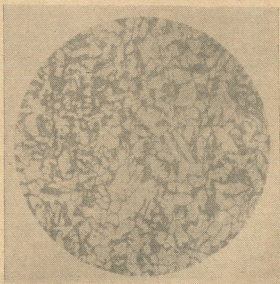
გრძის ფოლადის ღერო. ფოლადის მარკის ზუსტად დადგენის მიზნით ღეროს თავიდან და ბოლოდან დავამზადეთ ხრახნიანი თავებიანი ორი ნიმუში. ნიმუშების გამოცდა მოვახდინეთ წინასწარ შემოწმებულ [7] 50.000 კგ გამგულჯ მანქანაზე 0—25.000 კგ სკალით. დეფორმაციები განვსაზღვრეთ სარკიანი ტენზომეტრებით  $l = 10$  სმ ბაზით. სიმარგის ( $H_{RB}$ ) განსაზღვრის შედეგად ემპირიული ფორმულით [6] გამოთვლილ იქნა ფოლადის სიმტკიცის ზღვარი, რომელიც საკმარისი სიზუსტით დაემთხვა ნიმუშის გაგლეჯის შედეგად მიღებულ სიმტკიცის ზღვარს. ფოლადის მექანიკური მახასიათებლების საშუალო მნიშვნელობანი და ქიმიური ანალიზი მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

| ლოთონის მარკა | მექანიკური მახასიათებლები |            |               |        |                        |       | ქიმიური შედგენილობა |      |      |      | გოსტ 380—41 ზგ. A მიხედვით $a_k$ |    |
|---------------|---------------------------|------------|---------------|--------|------------------------|-------|---------------------|------|------|------|----------------------------------|----|
|               | $\sigma_s$                | $\sigma_b$ | $\delta_{10}$ | $\psi$ | $E$                    | $H_B$ | $H_{RB}$            | C    | Si   | Mn   |                                  | S  |
| ფოლ. 4        | 23,5                      | 46,7       | 29,5          | 59,5   | 2,08 · 10 <sup>6</sup> | 132   | 73                  | 0,24 | 0,35 | 0,68 | 0,053                            | 11 |

აღებული მისალის მიკროსტრუქტურა ( $\times 150$ ) მოცემულია ნახ. 2-ზე.

სწორკუთხოვანპროფილიანი ფოლადის ღეროს დამუშავება მოვახდინეთ სპეციალური მოწყობილობის დახმარებით სახარატო ჩარხზე. დამუშავების შედეგად მიღებული  $10 \times 10$  მმ კვეთისა და 55 მმ სიგრძის ღეროების შუაში ჩაჭრა სხვადასხვა სიმაღლეებზე (2,3,4,5,6 და 7 მმ) ვაწარმოეთ მღარავით, რომლის მიმრგვალების რადიუსის მოხაზულობა ( $R=1$  მმ) წინასწარ იქნა დამუშავებული. ნიმუშების სისქეს ( $b$ ) და სიმაღლეს ჩაჭრის ადგილას ( $h$ ) ეზომავდით ბრინჯლის მიკროსკოპისა და ინდიკატორის დახმარებით 0,01 მმ სიზუსტით.



ნახ. 2

ნიმუშების გატენახზე საკირო მუშაობის არასაკმარისობის გამო ჩაჭრის ადგილას 0,7 სმ და მათზე ნაკლები ჩაუჭრელი ნაწილით სიმაღლის ნიმუშები



გამოცდილ იქნა თბილისის რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა ინსტიტუტის მასალათა გამძლეობის ლაბორატორიაში 10 კგმ მუშაობის მარაგის მქონე ურნალზე 4,93 მ/სეკ სიჩქარით, ხოლო მათზე მეტი სიმაღლის ნიმუშები—კიევის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ლითონმცოდნეობის ლაბორატორიაში 30 კგმ მუშაობის მარაგის მქონე ურნალზე 20 კგმ სკალით და 4,97 მ/სეკ სიჩქარით, რომლებიც წინასწარ შემოწმებულ იქნა ინსტრუქციის მიხედვით [7].

$A_k$ -ს მნიშვნელობა ავიღეთ 0,001 კგმ სიზუსტით, ხოლო აქედან გამოდინარე დარტყმითი სიბლანტის სიდიდე  $a_k = 0,01$  კგმ/სმ<sup>2</sup> სიზუსტით. სულ გამოცდილ იქნა 75-ზე მეტი ნიმუში.

დარტყმითი სიბლანტის ( $a_k$ ) საშუალო მნიშვნელობა ნიმუშის ჩაქრილ ადგილას ( $h$ ) სიმაღლეზე დამოკიდებულებით მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

| №№ რიგზე | ნიმუშის სიმაღლე ჩაქრის ადგილას $h$ , მმ | დარტყმითი სიბლანტის საშუალო მნიშვნელობანი $a_k$ საშ. კგმ/სმ <sup>2</sup> |
|----------|---|--|
| 1        | 8                                       | 14,43  |
| 2        | 7                                       | 11,77  |
| 3        | 6                                       | 10,49  |
| 4        | 5                                       | 9,16   |
| 5        | 4                                       | 7,99   |
| 6        | 3                                       | 6,90   |

მე-3 ცხრილში მოთავსებულია ერთისა და იმავე ჩაქრის სიმაღლის მქონე ნიმუშის დარტყმითი სიბლანტის მინიმუმი და მაქსიმუმი სიდიდეები და მათ შორის განსხვავებანი პროცენტობით, როგორც ურთიერთ შორის, ისე საშუალო მნიშვნელობებისაგან.

ცხრილი 3

| №№ რიგზე | ნიმუშის სიმაღლე ჩაქრის ადგილას $h$ , მმ | დარტყმითი სიბლანტის მინიმალური მნიშვნელობა $a_k$ მინ. კგმ/სმ <sup>2</sup> | დარტყმითი სიბლანტის მაქსიმალური მნიშვნელობა $a_k$ მაქს. კგმ/სმ <sup>2</sup> | განსხვავებანი $a_k$ მინ. და $a_k$ მაქს. შორის %-ით | განსხვავებანი $a_k$ მინ. და $a_k$ საშ. შორის %-ით | განსხვავებანი $a_k$ საშ. და $a_k$ მაქს. შორის %-ით |
|----------|---|---|---|--|---|--|
| 1        | 8                                       | 13,78   | 14,97   | 7,9  | 4,5   | 3,6  |
| 2        | 7                                       | 11,27   | 12,28   | 8,2  | 4,3   | 4,2  |
| 3        | 6                                       | 9,97  | 11,03   | 9,6  | 4,9   | 4,9  |
| 4        | 5                                       | 8,93  | 9,83  | 9,2  | 2,5   | 6,9  |
| 5        | 4                                       | 7,68  | 8,43  | 8,9  | 3,9   | 5,2  |
| 6        | 3                                       | 6,67  | 6,96  | 4,2  | 3,0   | 1,2  |



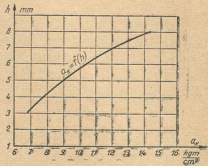
№ 2 ცხრილში მოყვანილი სიდიდეების მიხედვით ავაგეთ  $a_k = f(h)$  გრაფიკი (ნახ. 3).

აღნიშნული გრაფიკის გამოყენებით ჩვენ მივიღეთ ემპირიული ფორმულა:

$$a_k^{em} = (a_k)_{საშ. 3(10 \times 10)} + 15,1) - \sqrt{423 - (h + 11)^2} \quad \text{კგმ/სმ}^2 \quad I,$$

რომელიც გამოხატავს დარტყმითს სიბლანტესა და ნიმუშის ჩაქრის ადგილას სიმაღლეს ( $h$ ) შორის დამოკიდებულებას  $10 \times 10$  მმ კვეთიანი და  $h=3$  მმ ნიმუშის დარტყმითი სიბლანტის გათვალისწინებით.

მე-4 ცხრილში მოყვანილია ნიმუშთა ჩაქრის ადგილას ( $h$ ) სიმაღლეთა ზიხედვით (პირველი სვეტი) დარტყმითი სიბლანტის საშუალო ექსპერიმენტული მნიშვნელობანი (მე-2 სვეტი), მიღებული ემპირიული ფორმულით (1) გამოთვლილი დარტყმითი სიბლანტის მნიშვნელობანი (მე-3 სვეტი) და განსხვავებანი  $\%$ -ით ემპირიული ფორმულით გამოთვლილ და ექსპერიმენტული გზით მიღებულ დარტყმითს სიბლანტეთა შორის (მე-4 სვეტი).



ნახ. 3

მიღებულ დარტყმითს სიბლანტეთა შორის (მე-4 სვეტი).

ცხრილი 4

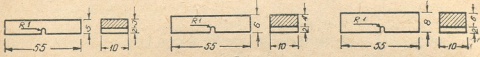
| ნიმუშის სიმაღლე ჩაქრის ადგილას $h$ , მმ | დარტყმითი სიბლანტის საშუალო ექსპერიმენტული მნიშვნელობა $a_k$ საშ. კგმ/სმ <sup>2</sup> | ემპირიული ფორმულით გამოთვლილი დარტყმითი სიბლანტის მნიშვნელობა $a_k^{em}$ , კგმ/სმ <sup>2</sup> | ემპირიული ფორმულით გამოთვლილი და ექსპერიმენტული გზით მიღებული $a_k^{em}$ და $a_k$ საშ. შორის განსხვავებანი $\%$ -ით |
|---|---|--|---|
| 1                                       | 2   | 3  | 4   |
| 8                                       | 14,43   | 14,43  | -2,1  |
| 7                                       | 11,77   | 12,05  | +2,3  |
| 6                                       | 10,49   | 10,42  | -0,7  |
| 5                                       | 9,16  | 9,08   | -0,9  |
| 4                                       | 7,99  | 7,93   | -0,8  |
| 3                                       | 6,90  | 6,93   | -0,4  |

საშუალო გადახრა -0,3  
 მაქსიმალური გადახრები  $\begin{cases} +2,3 \\ -2,1 \end{cases}$

იმ მიზნით, რომ შეგვემოწმებინა აქვს თუ არა გავლენა  $10 \times 10$  მმ ნიმუშის ნაწილს ჩაქრის მხრიდან დარტყმით სიბლანტეზე, ჩვენ დავამზადეთ არასტანდარტული სახის ნიმუშები  $5 \times 10$  მმ,  $6 \times 10$  მმ და  $8 \times 10$  მმ კვეთით, 2 მმ ჩაქრის სიღრმითა და  $R=1$  მმ ნომრგვალების რადიუსით (ნახ. 4).



მე-5 ცხრილში მოცემულია აღნიშნული ნიმუშების დარტყმითი სიბლანტის მაქსიმალური და მინიმალური სიდიდეები (1, მე-5, მე-9 სვეტი) და სა-



ნახ. 4

შუალო მნიშვნელობანი (მე-2, მე-6, მე-10 სვეტი), ხოლო მე-4, მე-8 და მე-12 სვეტებში განსხვავებანი პროცენტობით შესაბამისად 10×10 მმ კვეთიანი 3, 4, 6 მმ სიმალით ჩაჭრის ადგილას მიღებული ნიმუშების დარტყმითი სიბლანტიკისაგან აღებული მე-2 ცხრილიდან.

ცხრილი 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 5 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K5}$ (5 × 10) მაქსიმ. და მინიმალ. მნიშვნელობანი კგმ/სმ <sup>2</sup> | 5 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K5}$ (5 × 10) საშუალო მნიშვნელობა კგმ/სმ <sup>2</sup> | 10 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K6}$ (10 × 10) საშუალო მნიშვნელობა კგმ/სმ <sup>2</sup> | განსხვავებანი $a_{K5}$ (5 × 10) და $a_{K6}$ (10 × 10) შორის %-ით | 6 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K4}$ (6 × 10) მაქსიმალ. და მინიმალ. მნიშვნელობანი კგმ/სმ <sup>2</sup> | 6 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K4}$ (6 × 10) საშუალო მნიშვნელობა კგმ/სმ <sup>2</sup> | 10 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K4}$ (10 × 10) საშუალო მნიშვნელობა კგმ/სმ <sup>2</sup> | განსხვავებანი $a_{K4}$ (6 × 10) და $a_{K4}$ (10 × 10) შორის %-ით | 8 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K8}$ (8 × 10) მაქსიმალ. და მინიმალ. მნიშვნელობანი კგმ/სმ <sup>2</sup> | 8 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K8}$ (8 × 10) საშუალო მნიშვნელობა კგმ/სმ <sup>2</sup> | 10 × 10 მმ კვეთიანი ნიმუშის $a_{K8}$ (10 × 10) საშუალო მნიშვნელობა კგმ/სმ <sup>2</sup> | განსხვავება $a_{K8}$ (8 × 10) და $a_{K8}$ (10 × 10) შორის %-ით |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10   | 11   | 12   |
| 6,84<br>6,53   | 6,70   | 6,90   | 2,9  | 8,03<br>7,68   | 7,83   | 7,99   | 2,0  | 10,37<br>10,31   | 10,33  | 10,49  | 1,5  |

როგორც მე-5 ცხრილის მე-4, მე-8 და მე-12 სვეტებში მოთავსებული სიდიდეებიდან ჩანს, განსხვავებანი ცხრილის მე-2 და მე-3, მე-6 და მე-7, მე-10 და მე-11 სვეტებში აღნიშნულ სიდიდეთა შორის უმნიშვნელოა, რაც ამტკიცებს 10×10 მმ კვეთიან ნიმუშის ჩაჭრის მხრიდან ნაწილის უმნიშვნელო გავლენას დარტყმითი სიბლანტეზე.

ჩაჭრის ადგილას  $h=3$  მმ სიმალის (5×10) მმ კვეთიანი არასტანდარტული ნიმუშების გამოცდის შედეგად განსაზღვრული დარტყმითი სიბლანტით (საშუალო მნიშვნელობის გათვალისწინებით) ემპირიული ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$a_k^{\text{შ}} = (a_{k \text{ საშ. } 8(5 \times 10)} + 15,3) - \sqrt{423 - (h + 11)^2} \text{ კგმ/სმ}^2 \quad \text{II}$$





II ფორმულით გამოთვლილი დარტყმითი სიბლანტის მნიშვნელობანი სხვადასხვა  $h$  მნიშვნელობისათვის და განსხვავებანი პროცენტობით ექსპერიმენტული გზით განსაზღვრული დარტყმითი სიბლანტისაგან მე-4 ცხრილში აღნიშნული სიდიდეების ანალოგიური იქნება.

დასკვნა

1. როგორც მე-2 ცხრილიდან და აგებული გრაფიკიდან  $a_k=f(h)$  ჩანს, დარტყმითი სიბლანტე მცირდება ნიმუშში ჩაჭრის სიმაღლის გადიდებით;
2. როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, ემპირიული ფორმულებით (I ანუ II) გამოთვლილ და ექსპერიმენტული გზით მიღებულ დარტყმით სიბლანტეთა შორის საშუალო გადახრა  $-0,3\%$  და მაქსიმალური გადახდრა  $+2,3\%$ ,  $-2,1\%$ , (მე-4 სვეტი) წარმოადგენს მცირე სიდიდეს, რაც ამტკიცებს ჩვენ მიერ მიღებული ემპირიული ფორმულის სისწორეს;
3. მიღებული ემპირიული ფორმულები (I, II), ჩვენი მოსაზრებით, გამოიყენება მხოლოდ 1 ცხრილში მითითებული ფოლადის მარკისათვის და მათი გამოყენება სხვადასხვა ფოლადის მარკის მასალისათვის დღესდღეობით ჩვენი კვლევის საგანს წარმოადგენს;
4. მიღებული ემპირიული ფორმულების საშუალებით შეგვიძლია არასტანდარტული სახის ნიმუშების გამოცდის შედეგად განვსაზღვროთ ნებისმიერი  $h$  მნიშვნელობისათვის ( $3 \leq h \leq 8$  მმ) ფოლადის დარტყმითი სიბლანტე, რასაც თეორიულ ინტერესთან ერთად პრაქტიკული მნიშვნელობაც ექნება.

ვ. ი. ლენინის სახელობის  
რკინიგზის ტრანსპორტის ინჟინერთა  
თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 24.5.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Я. Б. Фридман. Механические свойства металлов. Оборонгиз, М., 1952.
2. Д. О. Славин и Д. М. Шапиро. Механические испытания металлов. Металлургия, М., 1950.
3. Б. А. Авдеев. Техника определения механических свойств металлов. Машгиз, М., 1952.
4. Машиностроение, Энциклопедический справочник, т. 3, Машгиз, М., 1947.
5. С. М. Максимов. Заводская лаборатория. Металлургия, XV, 8, 1949.
6. თ. კვიციანიძე. გაკვიმვისას სიმტკიცის ზღვარსა და ფოლადის ბურთულის ჩაწნევის სიღრმით განსაზღვრული სიმაგრის რიცხვს შორის დამოკიდებულების შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV, № 4, 1953.
7. Контроль машин и приборов для механических испытаний металлов. Металлургия, М., 1949.

6. ჯიბლაძე, ე. კილუშაძე, ლ. ახმეტელი

## ძალის სისხლისა და ძვლის ტვინის შედგენილობის ნორმების დადგენის საკითხისათვის<sup>(1)</sup>

(წარმოადგინა აკადემიის ნაშრომმა წევრმა კ. გრისთავამ 19.1.1954)

ამჟამად ჰემატოლოგიით დაინტერესებული არიან ბიოლოგიური მეცნიერების სხვადასხვა დარგის წარმომადგენლები. პათოლოგიისა და რთული ფიზიოლოგიური პროცესების შესწავლისას მკვლევარმა, სხვა მაჩვენებლებთან ერთად, პერიფერიულ სისხლსა და ძვლის ტვინში მომხდარი ცვლილებებიც უნდა შეისწავლოს.

ორგანიზმის ამა თუ იმ ნაწილში მომხდარ ცვლილებებზე მსჯელობისას გარკვეული ნორმებიდან გამომდინარეობენ. ასეთი ნორმები ადამიანის პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის შედგენილობისათვის შემუშავებულია.

სხვაგვარად დგას საქმე ექსპერიმენტულ მიმდინარეში; ჯერ კიდევ არ არის დადგენილი პერიფერიული სისხლისა და განსაკუთრებით ძვლის ტვინის ნორმული შედგენილობა სხვადასხვა საცდელი ცხოველებისათვის.

გავეცანით რა სათანადო ლიტერატურას, ჩვენ დავინახეთ, რომ რიგი ავტორების მიერ მოწოდებულია ნორმები ძალის პერიფერიული სისხლის შედგენილობისათვის. შესწავლილია პერიფერიული სისხლის ცვლილებები ძალეებში სხვადასხვა დაავადების დროსაც. მაგრამ ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ვერ ვნახეთ ძალის ძვლის ტვინის პუნქტატის ნორმული შედგენილობის ამსახველი შრომები, უკანასკნელის ცოდნა კი სისხლის წარმოქმნაზე მსჯელობის დროს აუცილებელია.

ამის გამო, ჩვენ განვიზრახეთ შეგვესწავლა ჯანსაღი ძალეების ძვლის ტვინის უჯრედოვანი შედგენილობა. ერთდროულად ვიკვლევდით პერიფერიულ სისხლსაც.

ჩვენ მონაცემების გაცნობისას მხედველობაში მისალბებია, რომ შესწავლის ობიექტს, ისევე როგორც საერთოდ საექსპერიმენტო ძალეების დიდი უმრავლესობას, მაწანწალა ძალეები წარმოადგენს. მათი შენახვისა და კვების პირობები სხვადასხვაა, რაც უთუოდ გავლენას ახდენს სისხლის წარმოქმნაზე. ვფიქრობთ, რომ ამით უნდა აიხსნას სისხლისა და ძვლის ტვინის ცალკეული მაჩვენებლების მერყეობის დიდი საზღვრები.

<sup>(1)</sup> მოხსენდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ მუშაკთა მესამე სამეცნიერო კონფერენციას 1952 წლის 30 ივნისს.

ჩვენ მიერ გამოკვლეულია 100 ძალი. პერიფერიულ სისხლს გამოსაკვლევად ვიღებდით ძალის ყურის გარე ზედაპირის განაპირა ვენიდან.

საკუთარ მასალაზე მიღებული შედეგები ვარიაციული სტატისტიკის წესით დავამუშავეთ. ამ გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება როგორც საშუალო არითმეტიკული სიდიდე, ისე საშუალო ცდომილება და საშუალო კვადრატული გადახრა (სიგმა). ჩვენ მიერ შედგენილია ორი ნორმა: ვიწრო, ერთი სიგმის მერყეობის ფარგლებში, და გაფართოებული—ორი სიგმის მერყეობის ფარგლებში (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ძალის სისხლის ზოგიერთი მაჩვენებელი

| სისხლის მაჩვენებლები       | საშუალო არითმეტიკული $M \pm m$ | ვიწრო ნორმა $M \pm \sigma$ | გაფართოებული ნორმა $M \pm 2\sigma$ |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| ჰემოგლობინი $\%$ -ით       | $82,5 \pm 1,03$                | 72,2—92,8                  | 61,9—103,1                         |
| ჰემოგლობინი გრ. $\%$ -ით   | $14,7 \pm 0,2$                 | 12,8—16,4                  | 11,1—18,1                          |
| ერთთროციტები (მილიონობით)  | $5,75 \pm 0,08$                | 4,91—6,59                  | 4,07—7,43                          |
| ფერადობის მაჩვენებელი      | $0,8 \pm 0,01$                 | 0,7 — 0,9                  | 0,6 — 1,0                          |
| ლეიკოციტები (ათასობით)     | $10,6 \pm 0,24$                | 8,15—13,05                 | 5,7 — 15,5                         |
| რეტეკულოციტები ( $\%$ -ით) | $15 \pm 0,65$                  | 8,5 — 21,5                 | 2 — 28                             |

ლ ე ი კ ო ც ი ტ უ რ ი ფ ო რ მ უ ლ ა

|                               |                 |           |           |
|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| აზალგაზრდა ნეიტროფ.           | $0,03 \pm 0,03$ | 0 — 0,33  | 0 — 0,63  |
| ჩხირბირთვიანი „               | $2,6 \pm 0,21$  | 0,44—4,76 | 0 — 6,92  |
| სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფ.     | $66,6 \pm 0,94$ | 58,2—75,0 | 49,8—83,4 |
| სულ ნეიტროფილები              | $68,6 \pm 0,77$ | 60,9—76,3 | 53,2—84   |
| ლიმფოციტები                   | $22 \pm 0,6$    | 16 — 28   | 10 — 34   |
| მონოციტები                    | $7 \pm 0,15$    | 5,5 — 8,5 | 4 — 10    |
| ეოზინოფილები                  | $5,1 \pm 0,2$   | 3,1 — 7,1 | 1,1 — 9,1 |
| ბაზოფილები                    | $0,1 \pm 0,03$  | 0 — 0,4   | 0 — 0,7   |
| ტიურკის გაღიზიანების უჯრედები | $0,3 \pm 0,12$  | 0 — 1,5   | 0 — 2,7   |

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: M საშუალო არითმეტიკულია, m—საშუალო ცდომილება,  $\sigma$ —საშუალო კვადრატული გადახრა.

ნეიტროფილების ბირთვის მომწიფების ინდექსი  $\frac{\text{მიელოც.} + \text{აზალგ.} + \text{ჩხირბ.}}{\text{ნეიტროფილები}} = 0,03 - 0,04.$

ნეიტროფილები = მიელოც. + აზალგ. + ჩხირბ. + სეგმენტბ.

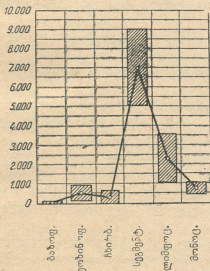
გამოკვლეული ძაღლების დიდი უმრავლესობა ვიწრო ნორმის ფარგლებში თავსდება და მხოლოდ ზოგიერთი ძაღლის სისხლის მაჩვენებლები სცილდება გაფართოებული ნორმის ფარგლებს, თავსდება რა საშუალო არითმეტიკულად  $2\frac{1}{2}$  სიგმით გადახრის ფარგლებში.

როგორც ცნობილია, ლეიკოციტების მხოლოდ პროცენტული თანაფარდობა სრულად ვერ გამოხატავს სისხლის შედგენილობაში არსებულ ცვლილებებს, ამიტომ საჭიროა ლეიკოციტების აბსოლუტური რაოდენობის გამოანგარიშებაც.

ამ მიზნით ჩვენ შევადგინეთ ლეიკოციტური პროფილი ძაღლების სისხლისათვის მაშკოვსკის ლეიკოციტური პროფილის მსგავსად (იხ. დიაგრამა 1).

• დიაგრამა 1

ლეიკოციტური პროფილი



ჩხირბირთვიანი

ნეიტროფილები = 0—633

სეგმენტბირთვიანი

ნეიტროფილები = 5.067—9.052

ლიმფოციტები = 1.060—3.604

მონოციტები = 424—1.060

ეოზინოფილები = 116—965

ბაზოფილები = 0—74.

ამ სქემაში მოცემული 6 სეგტი შეეფარდება ლეიკოციტთა ძირითად სახეებს (ბაზოფილები, ეოზინოფილები, ჩხირბირთვიანი ნეიტროფილები, სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფილები, ლიმფოციტები და მონოციტები).

ყოველი სწორკუთხედის სიმაღლე განსაზღვრავს ლეიკოციტთა მოცემული სახეობის აბსოლუტური რაოდენობის ნორმული მერყეობის ფარგლებს. მერყეობის ფარგლები ჩვენ მიერ გამოანგარიშებულია ლეიკოციტურ ფორმულაში ცალკეულ წარმომადგენელთა პროცენტულ მერყეობათა გადაანგარიშებით ლეიკოციტთა საერთო რაოდენობაზე—10.600-ზე, რომელიც მიღებული გვაქვს საშუალო ნორმად.

ლეიკოციტურ ფორმულაში უმრავლესობას ნეიტროფილები შეადგენენ. თვალსაჩინოა ნეიტროფილების პროტოპლაზმის უფრო მკრთალი შეფერილობა და მათი მკირე ზომები. ლიმფოციტთა პროცენტული რაოდენობა ნაკლებ



ბია. მონოციტები ხშირად პატარა ზომისაა და ბირთვები მეტწილად ძეხვისებური ფორმისა აქვთ. ეოზინოფილების ბირთვი ნაკლებად არის დანაწევრებული, პროტოპლაზმაში ხშირად აღინიშნება ვაკუოლები, რომლებიც გამორეცხილი მარცვლოვანების შთაბეჭდილებას ტოვებენ. ბაზოფილები ძლიერ მცირე რაოდენობითაა. მათი ბირთვების საზღვრები საკმაოდ ნათლად არის გამოხატული, მარცვლოვანება შედარებით მცირერიცხოვანია.

ზოგჯერ პერიფერიულ სისხლში გვხვდება უმნიშვნელო რაოდენობით პოლიქრომატოფილური ერითროციტები და ჟოლის სხეულაკების შემცველი ერითროციტები, ძლიერ იშვიათად ნორმობლასტები. უფრო ხშირად გვხვდება პლაზმური უჯრედები—5-მდე 200 ლეიკოციტზე.

მკვლევრისთვის მნიშვნელოვანია პერიფერიული სისხლის ანალიზთან ერთად ძვლის ტვინის მდგომარეობის გამოკვლევა.

პრაქტიკაში ძვლის ტვინის შესწავლა ფართოდ ჩაინერგა მხოლოდ 1928 წლის შემდეგ, როდესაც არინკინმა აღწერა მკერდის ძვლის პუნქციის თავისი მეთოდი.

ძვლის ტვინის პუნქცია არინკინის მეთოდით ძალღებზე პირველად აწარმოვა ალექსანდროვმა 1930 წელს.

ჩვენ ძვლის ტვინის პუნქციას ვაწარმოებდით თეძოს ძვლის წინა ზედა წვეტის მიდამოში.

ძვლის ტვინის პუნქტატის მონაცემები, ისევე როგორც პერიფერიული სისხლისა, ჩვენ მიერ დამუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკის წესით, შედგენილია ვიწრო და გაფართოებული ნორმები (იხ. ცხრილი 2).

სისხლის წარმოქმნის მდგომარეობის შეფასებისას არ არის საკმარისი ვიხელმძღვანელოთ უჯრედთა ძირითადი ჯგუფების მხოლოდ საერთო რაოდენობის ცვლილებებით, არამედ მნიშვნელოვანია ამ ჯგუფების შიგნით ახალგაზრდა და შედარებით უფრო მომწიფებული ფორმების ურთიერთშეფარდების გამოკვლევა.

ალექსევიცის მიხედვით, ძვლის ნორმულ სურათში ყოველი უჯრედოვანი ჯგუფის ელემენტებს შორის არსებობს კანონზომიერი შეფარდება: ელემენტთა პროცენტული შედგენილობა ერთსა და იმავე რიგში—ნეიტროფილური, ეოზინოფილური და ა. შ.—მათი დიფერენცირების ხარისხის შესაბამისად იზრდება. რაც უფრო დაბალი განვითარებისაა ელემენტი, მით უფრო ნაკლები რაოდენობითაა ის ძვლის ტვინში. ასეთ კანონზომიერებას ალექსევიცე შემდეგნაირად ხსნის: ნორმულ პირობებში სისხლის წარმოქმნა წარმოებს მზა რეზერვების—მიელოციტური და ერითრობლასტური ელემენტების ხარჯზე; დედა უჯრედები კი (პროერითრობლასტები, მიელობლასტები, ჰემოციტობლასტები), როგორც სისხლწარმოქმნის უფრო ღრმა რეზერვები, ნაკლები რაოდენობითაა ძვლის ტვინში. ეს კანონზომიერება ალექსევიცემა ჩამოაყალიბა ძვლის ტვინის უჯრედების ჰარმონიული განვითარებისა და დიფერენცირების ხარისხის მიხედვით მათი განაწილების წესში.

ჩვენ მიერ შედგენილია დიაგრამა, რომელზედაც ცალკეული უჯრედოვანი ელემენტების საშუალო არითმეტიკული სიდიდეები გამოსახულია თარა-

ძალღის ძღღის ტღინის უჯრედოღანი შედღენიღობა

| უჯრედოღანი ეღღემენტები             | საშუაღლო არით-<br>მეტიკული<br>M ± m | ვიწრო ნორმა<br>M ± σ | ღაღართოღებულღ<br>ნორმა<br>M ± 2σ |
|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| მიეღობღასტები                      | 0,82 ± 0,06                         | 0,22—1,42            | 0—2,02                           |
| ნეიტროფიღღური პრღმიეღოციტები       | 1,27 ± 0,09                         | 0,37—2,17            | 0—3,07                           |
| „ მიეღოციტები                      | 4,42 ± 0,18                         | 2,54—6,3             | 0,66—8,18                        |
| „ აზღღაზრღღები                     | 6,46 ± 0,24                         | 4—8,92               | 1,54—11,38                       |
| „ ჩზირბირთღიანები                  | 17 ± 0,5                            | 12—22                | 7—27                             |
| „ სეღმენტბირთღიანები               | 31,6 ± 0,92                         | 22,4—40,8            | 13,2—50                          |
| სულ ნეიტროფიღღები                  | 58,7 ± 0,91                         | 49,6—67,8            | 40,5—76,9                        |
| ეოზინოფიღღური მიეღოციტები          | 0,71 ± 0,03                         | 0,4—1,02             | 0,09—1,33                        |
| „ აზღღაზრღღები                     | 0,75 ± 0,03                         | 0,44—1,06            | 0,13—1,37                        |
| „ ჩზირბირთღიანები                  | 1,15 ± 0,04                         | 0,7—1,6              | 0,25—2,05                        |
| „ სეღმენტბირთღიანები               | 3,21 ± 0,15                         | 1,71—4,71            | 0,21—6,21                        |
| სულ ეოზინოფიღღები                  | 6 ± 0,19                            | 4,1—7,9              | 2,2—9,8                          |
| ბაზოფიღღები                        | 0,2 ± 0,02                          | 0—0,4                | 0—0,6                            |
| მონოციტები                         | 1,43 ± 0,1                          | 0,43—2,43            | 0—3,43                           |
| ღიმფოციტები                        | 3,38 ± 0,23                         | 1,08—5,68            | 0—7,98                           |
| ღეიკობღასტური ეღღემენტების დაცოღა  | 0,14 ± 0,06                         | 0—0,74               | 0—1,34                           |
| სულ ღეიკობღასტური ეღღემენტები      | 66 ± 1,0                            | 56—76                | 46—86                            |
| პროფირითრობღასტები                 | 0,43 ± 0,02                         | 0,14—0,72            | 0—1,01                           |
| ბაზოფიღღური მაკრობღასტები          | 2,2 ± 0,12                          | 1—3,4                | 0—4,6                            |
| პოღიქრომატოფიღღური „               | 1,48 ± 0,12                         | 0,28—2,68            | 0—3,88                           |
| ორთოქრომული „                      | 0,2 ± 0,02                          | 0—0,4                | 0—0,6                            |
| ბაზოფიღღური ნორმობღასტები          | 4,03 ± 0,14                         | 2,61—5,45            | 1,19—6,97                        |
| პოღიქრომატოფიღღური „               | 17,3 ± 0,6                          | 11,3—23,3            | 5,3—29,3                         |
| ორთოქრომული „                      | 7,16 ± 0,4                          | 3,16—11,16           | 0—15,16                          |
| შიშვეღი ბირთღები                   | 0,9 ± 0,06                          | 0,3—1,5              | 0—2,1                            |
| ერითრობღასტური ეღღემენტების დაცოღა | 0,7 ± 0,05                          | 0,2—1,2              | 0—1,7                            |
| სულ ერითრობღასტური ეღღემენტები     | 31,4 ± 1,0                          | 21,4—41,4            | 11,4—51,4                        |
| მეღაკარიოციტები                    | 0,9 ± 0,05                          | 0,4—1,4              | 0—1,9                            |
| პღღაზღური უჯრედღები                | 0,5 ± 0,04                          | 0,1—0,9              | 0—1,3                            |
| რეტიკულღ-ენღოთეღღური უჯრედღები     | 0,3 ± 0,02                          | 0,1—0,5              | 0—0,7                            |

ძღღის ტღინის ინღექსები:

ნეიტროფიღღების ზირთღის მომწიფების ინღექსი=0,3 (0,2—0,4);

ერითრობღასტების მომწიფების ინღექსი=0,8 (0,7—0,9);

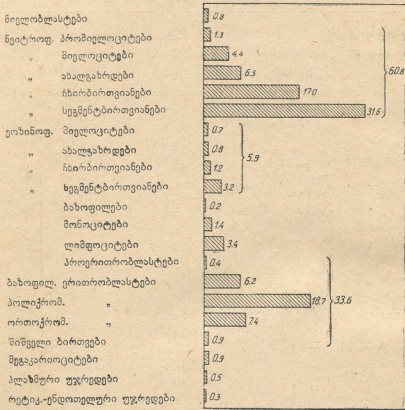
ღეიკო-ერითრობღასტური შეღარღღბა=2,6 (1,2—4,2).



ზული სვეტების სახით. ისინი განლაგებული არიან ჯგუფობრივად დიფერენცირების ხარისხის მიხედვით (იხ. დიაგრამა 2).

დიაგრამა 2

ძალღის ნორმული მიელოგრამა



ლეიკო-ერიტრობლასტური შეფარდება = 2,1.

როგორც ამ დიაგრამიდან ჩანს, უჯრედთა ცალკეული სახეების ურთიერთშეფარდება ძირითადი ჯგუფების შიგნით ეთანხმება ალექსევის მიერ აღნიშნულ კანონზომიერებას—უფრო მომწიფებული ფორმები აკარბებენ ახალგაზრდებს. გამონაკლისს წარმოადგენს ერითრობლასტური ნაწილი, სადაც მეტი რაოდენობითაა პოლიქრომატოფილური ერითრობლასტები და არა ორთოქრომული. შესაძლებელია პოლიქრომატოფილური ერითრობლასტების მომწიფება ორთოქრომულად და უჯრედის მიერ ბირთვის დაკარგვა თითქმის ერთდროულად ხდებოდეს, რის გამოც ორთოქრომული ერითრობლასტები ნაკლები რაოდენობით გვხვდება.

აღსანიშნავია, რომ ძვლის ტვინის უჯრედთა ცალკეული ჯგუფების ახალგაზრდა ფორმები ძალღებში საერთოდ ნაკლები რაოდენობითაა, ვიდრე



ადამიანში. როგორც ჩანს, უჯრედთა მომწიფება მათში საზოგადოდ აჩქარებულია.

ამრიგად, ჩვენ მიერ მიღებული მიელოგრამა შეიძლება ნორმულად ჩაითვალოს, ვინაიდან ის, ეთანხმება რა ჰარმონიული განვითარების კანონზომიერებას, ასახავს ძვლის ტვინში სისხლის წარმოქმნის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობას.

ერიტრობლასტთა საერთო რაოდენობა ძალღებში ხშირად უფრო მეტია, ვიდრე ადამიანებში, ამიტომ ლეიკობლასტური ელემენტების ერიტრობლასტებთან შეფარდება ნაკლებია და 2—4 ფარგლებში მერყეობს.

ნეიტროფილების ძვლის ტვინის ინდექსი, ე. ი. ნეიტროფილური პრომიელოციტების, მიელოციტებისა და ახალგაზრდა უჯრედების შეფარდება ჩხირბირთვიანი და სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფილების რაოდენობასთან ძალღებში ნაკლებია და საშუალოდ 0,3 (0,2-დან—0,4-მდე).

ერიტრობლასტების მომწიფების ინდექსი, ე. ი. პოლიქრომატოფილური და ორთოქრომული უჯრედების შეფარდება ერიტრობლასტების საერთო რაოდენობასთან, საშუალოდ 0,8-ს უდრის და 0,7-დან 0,9-ს ფარგლებში მერყეობს.

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები წარმოადგენს საორიენტაციო ნორმებს, რომლებიც დაეხმარება მკვლევარს განსაჯოს, თუ რამდენად არის გამოსადეგი ცდებისათვის შერჩეული ძალღი და განსაზღვროს ამა თუ იმ ექსპერიმენტის შედეგად ძვლის ტვინში განვითარებული ცვლილებები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და  
ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.1.1954)



ტ. გულავა

ქართულ-ხუნძურს ლექსიკური შემხვედრების შესახებ<sup>(1)</sup>

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა არნ. ჩიქობავამ 15.5.1954)

იბერიულ-კავკასიურ ენათა ნათესაობა როგორც ამ ენათა გრამატიკული წყობის, ისე ძირითადი ლექსიკურა ფონდის საერთო წარმომავლობას ემყარება. ამდენად საკითხის დასმა ქართულ-ხუნძური ლექსიკური შეხვედრების შესახებ სრულებით ბუნებრივია<sup>(2)</sup>. ვლადიმეროვმა და შეხვედრების შესახებ, ხაზგასმით უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამგვარი შეხვედრების დადგენას არ შეუძლია კანონზომიერ ფონეტიკურ შესატყვისობებზე დამყარებული სიტყვათშედარების მაგივრობა ვაწიოს<sup>(3)</sup> და მაინც ამგვარი ძიება ინტერესს არაა მოკლებული: ჯერ ერთი იმიტომ, რომ სანამ ფონეტიკურ შესატყვისობათა სისტემა არ გამოვლენილა, საჭიროა დაგროვდეს გარკვეული მასალა, რაც თვით ამ შესატყვისობათა გამოსავლინებლად საჭირო, მეორეცა და შესატყვისობები დადგენილიც რომ იყოს, შესადარებელ ენებში მაინც დარჩება მსგავსი სიტყვათა ერთი რიგი, რომელთა მსგავსება განსაზღვრულია არა გენეალოგიური ნათესაობით, არამედ სხვა ფაქტორებით. ამგვარ სიტყვათა შესწავლა კი მნიშვნელოვანია ენის წარსულის გარკვეული მხარეების გასათვალისწინებლად.

ხუნძურსა და ქართულს შორის საკმაოდ ბევრია საერთო სიტყვები. ამ ორ ენას შორის საერთო სიტყვების (და სიტყვათა ძირების) არსებობას ოთხი მთავარი ფაქტორი განაპირობებს: 1. ორსავე ენაში (ქართულშიცა და ხუნძურშიც) სიტყვა შეთვისებულია მესამე ენიდან (ამ მხრივ ისტორიულ პერიოდში ყველაზე მეტი ხვედრი წილი აქვთ არაბულს, სპარსულს, ბოლო ხანებში რუსულს, ხოლო შედარებით ნაკლები—თურქულსა და სხვ. ენებს); 2. საერთო სიტყვა ერთერთი შესადარებელი ერთეულის კუთვნილებას და ამ უკანასკნელისაგანაა შეთვისებული მეორე ენაში; 3. საერთო სიტყვა ყოველ შესადარებელ ენაში წარმოქმნილია დამოუკიდებლად. ასეთი სიტყვები ცოტაა და თითქმის მუდამ ხმაბაძვიით ხასიათისაა; 4. საერთო სიტყვა შეპირობებულია შესადარებელ ენათა გენეალოგიური ნათესაობით, იგი ამოსავალი ერთე-

(1) მოხსენდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკთა სემინარს 23.III.1954 წ.

(2) ხუნძურ-ქართული ლექსიკური შეხვედრების შესახებ არნ. ჩიქობავამ 1947 წლის სექტემბერში სპეციალური მოხსენება წაიკითხა.

(3) ხუნძურსა და ქართულს შორის ერთი ამგვარი შესატყვისობა (ხუნძ. ტფ: ქართ. მ[ვ]) ცალკე გვაქვს განზილული.



ულის დიფერენციაციის შედეგია. ამგვარს შემთხვევებში სიტყვათა პირდაპირი დამთხვევა იშვიათია—საერთოა ძირი, ხოლო აფიქსები უმეტეს შემთხვევაში მასალობრივად განსხვავებული<sup>(1)</sup>.

ხუნძორსა და ქართულს შორის შეინიშნება რიგი ხმაბადებითი სიტყვების ერთგვარობა: 1. ხუნძ. ზუზ-უ-ღ-იზე ზუზუნია (ქარის), ბზუილია (ბუზის)—ქართ. ზუზ-უნ-ი 2. ხუნძ. ჰიფიჰ-ი-ღ-იზე ზეფიფინია—ქართ. ზეფეფინი 3. ხუნძ. ჰეჰ-ე-ღ-იზე ზამლის ყვილია—ქართ. ყვილია! (შდრ. რუს. кураперу) 4. ხუნძ. ჰეჰ-ე-ღ-იზე ზერინია—ქართ. ზერინ-ვა, მეგრ. ზურნ-ინ-ი 5. ხუნძ. ჟუჟუჟ-ღ-იზე ჟიჟინია (ბაყაყის), ჯაკანი (ქათმის)—მეგრ. ჯა-რ-ჯა-ღ-ი ჯაკანი, ჟა-რ-ჟა-ღ-ი || ჟუჟ-ღ-ი ჟიჟინია, ქართ. ჟიჟინ-ი, ჟაჟან-ი 6. ხუნძ. ჰეჰ-ე-ღ-იზე ჟიჟილ-კივილია—მეგრ. ჰირჰ-ღ-ი ჟიჟილ-კივილია.

არსებითად ამავე რიგისა ზოგ არსებით სახელთა ერთიანობა: 7. ლო-ღობ. (=ლოდობერიული) ზუჰუ, ჰამალ. (=ჰამალური) ზუჰ ბუჰ—ქართ. ზუ; შდრ. ბაცბ. (=ბაცბიური) ზუჰიჰ || ზუჰა, ჩეჩნ. ბოგ, ზუჰა ბუჰ 8. ხუნძ. გეგო, გეგუ, გეგო, გეგო, შუჰ ზუგოლი—ქართ. გუგუ-ღ-ი, შდრ. ჰამალ. გელჰ. არჰ. (=არჰიული) გეჰუ ბაცბ. გუგუ ზუგული (იხ. [1], გვ. 331). ეს სიტყვა, როგორც ცნობილია, ხმაბადებითა რიგს არაკავკასიურ ენაშიც (მაგ. რუს. ку-кушка) 9. ხუნძ. ჟეჟეჟ (ერვატ. ყორყ-ო-ცა, მრ. რ. ყორყ-ი), ბოთლიხ. (=ბოთლიხური) ყორყუ, ჰამალ. ყუყუჰ... ბაყაყა—ქართ. ბა-ყაყ-ი. ქართულში ბა-წარმოშობით გრამატიკული კლასის ნიშანია, ხოლო ჟუჰ-ძირი. ხმაბადებითივე ძირი გვაქვს ძვ. ქ. შ-ჟუ-არ-ში (ბაყაყა). ეს უკანასკნელი მიმდებარე შეიძლება გავიგოთ. 10. ხუნძ. ბო-რ-ე-ინე ზერენია—ქართ. ზერენ-ა. მეგრულში ამ სიტყვის სრულხმოვნიანი სახეა დაცული: ზურ-ინ (←\*ფორ-ინ-), რაც ქართულში ზარ-ძირს გვაგვარაუდებინებს (შდრ. ქართ. ზარ-ფლი-ი თევზის ფრთე; საბას განმარტებით [2]). ხუნძორში თავიადური ზ გრამატიკული კლასის მიხედვით იცვლება, ხოლო ე (←ღ) გენეტურად „ინფინიტივის ნიშანს“ უკავშირდება. ბოთლიხურში ამ სიტყვის ძირია ზურ (ზურ-ღ-ი ზერენა), აქ ზ უცვლელია. ანალოგიურ ძირს ვხვდებით აფხაზურშიც: ა-ფურ-რა ზერენა ([7], გვ. 35). ხუნძორის მიხედვით თავიადური ზ || ფ ყველა ხსენებულ ენაში კლასის ნიშნისაგან მომდინარედ უნდა მივიჩნიოთ და ძირეულ მასალად მხოლოდ რ დავგვრჩება. მაგრამ არაა გამორიცხული სხვა შესაძლებლობაც: სიტყვა წარმოშობით ხმაბადებითა და თავიადური ზ ხუნძორში გრამატიკული კლასის ნიშნად შემდგომ იქნა გავებული (რიენტერპრეტაციის საინტერესო შემთხვევასთან უნდა გვექნდეს საქმე).

ხუნძორ-ახლიურ ენებსა და ქართულს შორის შეინიშნება ზოგი ისეთი სიტყვაც, რომელიც ერთერთი შესაძარბელი ენიდან უნდა იყოს შესული მეორეში. ამგვარ სიტყვათა ერთი რიგი სპეციალურ ლიტერატურაში ცნობილია ([1, 2, 3] და სხვ.). მიუთითებთ კიდევ რამდენიმე მაგალითზე:

(<sup>1</sup> აქვე გვინდა მიუთითოთ ერთ პატარა დეტალზე: იბერიულ-კავკასიურ ენებში გაცილებით მეტია ლექსიკური ერთიანობა ცხოველთა აღნიშვნელ სახელებში, ვიდრე მცენარეთა სახელებში. ეს გარემოება ჩვენი ენებისა და მასზე მოლაპარაკე ხალხების შორეული წარსულის გასათვალისწინებლად შეიძლება უმნიშვნელო არ იყოს.

1. ხუნდ. ხინკ (შრ. რ. ხინკ-ალ) 'ხინკალი'—ქართ. ხინკალი. ქართულში ხუნდურიდან უნდა იყოს შემოსული მრავლობითი რიცხვის ფორმით, რაც სრულებით ბუნებრივია.

2. ანდ. (=ანდიური ენა) ჰორჰი-დედალი, ძუ; ცოლი, ბოთლიხ. ჰორჰი, ტინდ. (=ტინდიური) ჰაჰუჰ დედალი, ძუ; ცოლი. სიტყვა სხვადასხვა ფონეტიკური ვარიანტით გვხვდება ყველა ანდიურ ენაში. ხუნდურში ამ სიტყვის ძირეულ ჰი-ჰ-ს შესატყვისება წი: წუჰ-ა-ბ ძუ. (აქედანვე \*წუჰ-უო-წუჰუ (ცოლი). ქართულში ამ სიტყვის ფარდია ხარჰა „ცოლს გარდა სხვა ქალი“ [2]. ეს სიტყვა, რომელიც სომხურშიც გვხვდება, დაღესტნურ ენათა სამყაროდან მოდის.

3. ამავე რიგში შეიძლება მოვაქციოთ ქართ. ცელი. ამ სიტყვას ლაკურ და ჩაჩნურ მასალებთან აკავშირებს თ. გონიაშვილი ([4], გვ. 613). ქართულთან უფრო ახლოს მდგომი სახეობა ხუნდურში გვაქვს: ხაროცელ 'ცელი, (სიტყვისიტყვი: ხერ, ნათ. ბრ. ხარ-ი-ლ 'ბალახის' +ცელ). ცელ ეტიმოლოგიურად უკავშირდება ხუნდურსავე ბე-ც-ი-ზე-ს ('თიბვა'). -ელ ხუნდურში სიტყვაწარმოების აფიქსია. საინტერესოა, რომ ივ. ჯავახიშვილი ამ სიტყვის ქართულობას ეჭვის ქვეშ აყენებს ([5], გვ. 91).

4. ლოდობერიულში გვხვდება სიტყვა ღამურა 'ღამურა' შდრ. ქართ. ღამურა (სიტყვისაგან ღამე). თუ აქ შემთხვევითი დამთხვევა არა გვაქვს, ცხადია, სიტყვა ქართულიდანაა შესული ლოდობერიულში. სხვა ანდიურ ენებში ეს სიტყვა დადასტურებული არაა.

5. ხუნდ. ხუნჰა-ა-ჰე 'ხერხეა'—ქართ. ხერხე-ა. აქედანვე ხუნდ. ხუნჰა-ა-ღერო 'ხერხი', ქართ. ხერხი. ეგვე ფუძეა შეგრულშიც: ხონჰ-ი 'ხერხი', ხონჰ-უ-ა 'ხერხეა'. ანალოგიური ფუძე დაღესტნის ენებში ფართოდაა გავრცელებული (მაგ. ტინდ. ხა-ჰ-ო 'ვახერხა', ჰამალ. ხუნჰანა 'ხერხეა', ხვარშ. (=ხვარშიული) ხერჰე, კაბუჰ. (=კაბუჰური) ხოდლო, ლაკ. (=ლაკური) ხუნჰუ- 'ხერხეა', ხარჰა-ნი 'ხერხი'. ეგვე ფუძე ჩანს ჩაჩნურში ხერჰ და აფხაზურშიც ახაარხ. სიტყვა წარმოშობით ხმაბაძეითი შეიძლება იყოს (იგულისხმება ხერხის ხმა). ეტიმოლოგია ამ სიტყვისა თითქოს ქართველურ ენათა მონაცემების საფუძველზეა ნათელი, მხედველობაში გვაქვს 'ხერხეა'-ს ფონეტიკური და სემასიოლოგიური სიახლოვე ხერჰ-სა და ხან-უნ-თან. ამოსავალი მნიშვნელობა ამ სიტყვებში უნდა გვქონდეს. ამას მხარს დაუჭერდა ფონეტიკური შესატყვისობაც ქართულსა და მეგრულს შორის: მეგრ. ხონჰ- ქართულში ხანჰ-ს გვევარაუდებინებს, რაც ხანუნ-ში გვაქვს კიდევ<sup>1</sup>. საინტერესოა, რომ თ. გონიაშვილს ჩაჩნ. ხერჰ ქართულიდან შეთვისებულ სიტყვად მიაჩნია ([4], გვ. 615), ასეთივე აზრისაა ა. დირი ხვარშ. ხერჰ-ის შესახებ ([6], გვ. 105).

განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია ხუნდურსა და ქართულს შორის ისეთი ლექსიკური შეხვედრები, რაც ამ ენათა გენეტურ ნათესაობაზე მიუთითებს. საქმე ეხება ამ ენათა ძველისძველ საერთო ლექსიკურ კუთვნილებას,

<sup>1</sup> ამგვარ აზრას თუ გავიზიარებთ, ქართ. ხერჰ-ში რ ფონეტიკურად განვითარებული აღმოჩნდება.



რასაც დროთა ვითარებაში რიგი ცვლილება განუცდია და თავისებური სახე მიუღია სხვადასხვა ენაში. ბუნებრივია, რომ ამგვარ შემთხვევებში სხვა იბერიულ-კავკასიური ენებიც ქართულსა და ხუნძურს უდგებიან მხარში, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ საანალიზო სიტყვა იბერიულ-კავკასიურ ენათა ფუძე ენიდან იღებს სათავეს. ანალიზი ჯერ კიდევ არ იძლევა ყოველი ცალკეული ფაქტის განვითარების ისტორიის ნათლად აღდგენის საშუალებას—რიგი კავკასიური ენა ჯერჯერობით არაა სათანადოდ შესწავლილი—მაგრამ ხერხდება ძირეული მასალისა, კლასის ნიშნებისა და დეტერმინანტი სუფიქსების მიხედვითი გამოყოფა. ასევე, ჯერ არაა ნათელი, თუ ერთისა და იმავე სიტყვის ძირის იმ სხვადასხვა ბგერითი სახეობიდან, რაც სხვადასხვა ენასა და ენათა ქვეჯგუფებში გვხვდება, რომელია ამოსავალი და რომელი მეორეული, არ ხერხდება კანონზომიერ ბგერითს შესატყვისობებზე ვილაპარაკოთ (იხ. ზემოთ), მაგრამ რომ განხილული მაგალითები ერთმანეთთანაა კავშირში, რომ ისინი ერთი ამოსავალი ოდენობის სხვადასხვაგვარ სტრუქტურულ და ფონეტიკურ ვარიანტებს წარმოადგენენ—ამაში ძნელია დაეჭვება.

არსებითად ასეთივე ვითარებაა იმ სიტყვებში, რომლებიც იბერიულ-კავკასიურ ენებში საერთო ძირს ავლენენ. სპეციალურ ლიტერატურაში ამ სიტყვათა მატერიალური ერთიანობა მეტ-ნაკლები სიცხადით დადგენილია, ამიტომ მხოლოდ ჩამოვთვლით ზოგ მათგანს:

1. ქართ. გული, ზან. (=ზანური) გური, სვან. (=სვანური) გუი. ხუნძ. რაკ, ანდ. რაკუ, ბოთლიხ. რაკუ, ქამალ. მაკუ... ლაკ. ღაკ, არკ. იაკუ, დარგ. (=დარგეული) ურკი, ლეზგ. (=ლეზგიური) რიკ, ალულ. (=ალულური) მირკუ, წახ. (=წახურული) მიკ, რუთ. (=რუთულური) მიკ, ტაბას. (=ტაბასარანული) მტკ, უდ. (=უდური) უკ, ბაცბ. ღოკ, ჩაჩნ. ღოკ, აფხ. (=აფხაზური) აგუ, ყაბ. (=ყაბარდოული) გგუ, ქვ. ადიღ. (=ქვემო ადიღეური) გუ, ქუ, კუ... ძირეული მასალაა გ, ქ, კ<sup>1</sup>. სიტყვა უკლასისნიშნოა ქართველურ ენებსა და აფხაზურ-ადიღეურში. არკულსა და უდურში შენახულია მისი თანმხლები ხმოვანი.

2. ქართ. ცეცხლი, ზან. ღაჩჩირი, ხუნძ. წა, ანდ. წა, ბოთლიხ. წა... დიდ. წი, ჰინუხ. ქე... ლაკ. წუ, არკ. ოწ, დარგ. წა, ლეზგ. წა, ტაბას. წა, ალულ. წა, წაა, რუთ. წაა, წახ. წი, უდ. წიღ ('ნაკვერჩხალი')<sup>(2)</sup>, ბაცბ. წე, ჩაჩნ. წე, აფხაზ. ამგ. ძირეული მასალაა ც (→ჩ), წ (→ჭ). კლასის ნიშანი ქართველურ ენებსა და აფხაზურში გვაქვს.

3. ქართ. ძაღლი, ზან. ჯოდორი, სვან. ეღუ; ხუნძ. ჰტუ; ანდ. სოა, ბოთლიხ. სტა... დიდ. ღტაა; ხვარშ. ღტე, კაბუქ. ტო (←\*ღტო ელ. ლო მთიანე)

(<sup>1</sup> ძირეული თანხმოვანი ლაბიალიზებული უნდა ყოფილიყო. ესა და ქვემოთ მოყვანილი ზოგი სხვა მაგალითიც ('ძაღლი', 'კვამლი') გვაფიჭობინებს, რომ იბერიულ-კავკასიურ ენებს უნდა ჰქონოდათ ლაბიალიზებული უკანა რიგის თანხმოვნები, რაც დიფერენცირებულ მასალაშიც კი აიხაზა (ამაზე ცალკე).

(<sup>2</sup> აქ და ქვემოთ წარმოდგენილი უდური, წახურული და რუთულური მაგალითები მომართა დოც. ევგ. ჯეირანიშვილმა.





[8], გვ. 34), დარგ. ხტე, აღულ. ღუმ, ხუმ, წახ. ხოა, უდ. ხაა, ტაბას. ხუა, (ჩაჩნ. ჯჰალი)... ძირეული მასალაა ლ, ჰ, ხ. ქართველურ ენებში \*ღ- კლასის ნიშნის სახეცვლილებაა ძა-, ჯო-, ეე-

4. ქართ. დათვი, მეგრ. თუნთი, ქან. მთუთი, თუთი, სევან. ღაშტუ, ხუნდ. ცი (←\*ცი-ინ), ანდ. სეგ, ბოთლიხ. სიის, ქამალ. სეკიის; ახეახ. შიის... დიდ. ზეგ, ხეარშ. ზეგ, კაპუტ. სის, ლეზგ. ხეტ, წახ. ხაო, უდ. შტე, ტაბას. შოგ (ამავე ძირისა შეიძლება იყოს ლაკ. ცუშა, არკ. ხამს, დარგ. სინქა), აფხ. აშა. ძირეული მასალაა თ, ს, ც, შ, ზ, ში (←\*შ-ტ). ეს სიტყვა კლასიფიკაციის ქართველურ ენებსა და აფხაზურში, დეტერმინანტი სუფიქსი კი ყველა ენაში გვაქვს.

5. ქართ. თაგვი, ქან. მთუგი, მეგრ. ჭუგი, ხუნდ. მუნგა, ანდ. ჰინგუ, ბოთლიხ. ჰინგუა, კარ. (=კარატული) ჰერგუა, ახეახ. ინგუტი, ტინდ. ჰეიუდე, ქამალ. ჰეიუდე... კაპუტ. ანუო, არკ. ნოჟონ, ლაკ. გულუ, ლეზგ. კიჩ, წახ. კტუ, აღულ. მულ, უშლ, ტაბას. ფრლ, ბაცბ. დაჰკ, ჩაჩნ. დაჰქ, დაჰქა. ძირეული მასალაა გ, ქ, ქა, კა, ვა, ფ, სვ, სქ<sup>(1)</sup>. ეს ძირი შეიძლება ლაბიალიზებული ყოფილიყო. ქართველურ ენებში თა-, თუ (→ჭუ) კლასის ნიშანია (←\*ღ). წარმოშობით კლასის ნიშანია აგრეთვე ხუნდ.-ანდ.-დიდ. ენათა მუნ-, ჰინ-, ჰერ-, ინ-, ჰე-, ან- მარცვლებიც (ამაზე ცალკე); აგრეთვე არკ. ნო- და ბაცბ. და..

6. ქართ. ვაშლი, ხან. უშქური, სევან. ტისგ(ტ), ხუნდ. მუნ, ანდ. ინა, ბოთლიხ. იმჟ, ტინდ. ეჩი, ერჩი, ბაგვ. ერ, ქამალ. ეშ, მიზნ(!), ახეახ. ეჩე... ხეარშ. ეშ, დიდ. ჰენეშ, ლაკ. იჩ, არკ. ანშ, დარგ. ჰინგ, ლეზგ. იჩ, წახ. ეჩ, უდ. ეშ, რუთ. შჩ, აღულ. ჰეჩ, ჰიჩ, ჰაჩ, ჩაჩნ. ჭაქ. ძირეული მასალაა შ, ჩ, ზ, ე. ამ სიტყვას უნდა ჰქონოდა კლასის ნიშანი, რომელიც ამჟამად ყველგან სახეცვლილია ან დაკარგული: ქართ. ვა←ხა (შდრ. ვარცხნა || ხარცხნა), ხოლო ხუნდ.-ანდ. ენათა თავკიდური მარცვალი ნი || ნე ფორმანტებისაგან მოდის.

სპეციალურ ლიტერატურაში დადგენილია 'ვერცხლის' 'ქალის' 'ვაის' და რიგ რიცხვით სახელთა აღმნიშვნელი სიტყვების მასალობრივი ერთიანობა იბერიულ-კავკასიურ ენებში. ქვემოთ შედარებით უფრო ვრცლად შეგჩერდებით ანალოგიური ხასიათის სხვა მაგალითებზე:

1. ხუნდ. ზა-კ 'ადგილი, მხარე; სკამი'—ქართ. ა-ღ-გ-ილ-ი, ღ-გ-ა-ს. ძირეული მასალაა კ (ხუნდ.) და გ (ქართ.). ზა- გრამატიკული კლასის ნიშნის გაქვევებული ნიშანია. ამგვარივე ოდენობაა ქართ. ღ ([9]). ანდიურ ენებში სათანადო სიტყვები გვხვდება მაჟა, მაკა (ბოთლიხ., ქამალ...) და მოკტო-ს (ანდ.) სახით: ამოსავალი ფორმაა \*ზა-კ(ტ)-ან ([10]). ზა კლასის ნიშანია, ხოლო ან—ფუძის დეტერმინანტი. ამავე ძირისაა ლაკ. კან-უ, არკ. ზი-ჟუ, აღულ. მუ-უ 'ადგილი'. აქვე უნდა მოვიხსენიოთ აფხ. ა-გ-უ-ლა-რა 'დგომა'. ბგერათმომართება ქართ. კ: ხუნდ. კ: აფხ. გ—კანონზომიერია.

2. ხუნდ. წაან 'მარილი', ბოთლიხ. კარატ. წაან-ი, ქამალ. წაან, წაან-ა, ტინდ. ცაჰან, ანდ. წაან... ჩაჩნ, რიგ ანდიურ ენაში ბოლოკიდური ნ დასუს-

(<sup>1</sup> გვინიშნებული თანხმონებები მეორეულია. შეფარდება ქართ. მცდერსა და ხუნდ. ანდ.-დიდ. ენათა ყრუ თანხმონებს შორის კანონზომიერია.



ტებულა<sup>1</sup>. ეგვე თანხმოვანი დაკარგულია ლაკურში (წუ) და დარგულში (ძი || ცი)<sup>2</sup>. მასალობრივად ამ სიტყვებს უკავშირდება მეგრ. ჯიშ-უ←ჯუშ-უ←ჯოშ-უ 'მარილი', რომელსაც ქართულში შეესატყვისება ძმ-არ-ი←\*ძამ-არ-ი (მნიშვნელობის გადახრით. [11], გვ. 172). ქართველურ ენათა ძამ- || ჯომ- და ხუნდ.-ანდ. წან- || წონ- ერთმანეთს ფარავს. ანალოგიური ძირია აფხაზურში აჯიკა და უბიზური ჯი 'მარილი', რასაც პ. ჭარაია მეგრ. ჯიშ-უსთან აკავშირებს ([7], გვ. 23).

3. ხუნდ. კაჟ-ა 'კვამლი'—ქართ. კვ-ამ-ლ-ი (ძვ. ქ. კუ-ამ-ლ-ი), მეგრ. კუ-შ-ა, ჭან. კო-შ-ა. ქართველურ ენებში სიტყვის ძირია კუ, ხოლო ამ- და ლ- დეტერმინანტი სუფიქსები ([11], გვ. 161, [3], გვ. 155). კუ ძირი ხუნდ. კაჟ-ს ფარდია. ეგვე ძირი დალესტნის თითქმის ყველა ენაში გვხვდება, ამასთან ირკვევა, რომ -ამ სუფიქსი ხსენებულ სიტყვას უძველეს დროშივე ჰქონდა (ზოგან იგი უკვალოდ დაკარგულა. ანდიურ ენებსა და ხუნძურში მას ი-→ა დართვია. ამგვარი მოვლენა ხშირია). შდრ. ლეზგ. გჷშ, წახ. ქუშ, ალულ. ქუშ, ტაბას. ქუშ, უდ. კუჷან, დარგ. გაჷ. ანდიური ენები: ანდ. კოჷ (<←\*კონი), ტინდ. ქუჷი (<←\*ქუნი), ქუჷიჷი, ქუჷიჷცი, ბაგვ. (=ბაგვალური) კუ (<←\*კუნი), ახვან. ქუჷ (<←\*ქუნი). დიდოური ენები: დიდ. გუჷ, ხვარშ. გუჷ; ჩაჩნ. კურ. არ-ქულსა და ლაკურში ამ სიტყვას კლასის ნიშნის კვალს უჩანს: არქ. ჰუ-ჷ, ლაკ. ფურ-ჷ. ლაკ. ფურკუ ორმაგ კლასის ნიშანს ავლენს (ფურ-ბურ), რაც ამ ენაში ჩვეულებრივია. ეს ლაკური სიტყვა მეგრულშიც ჩანს: ფურკი დიდი, ბლუჯა-ბლუჯა კვამლი'. ძირეული თანხმოვნები (გ, კ, ქ, ქა, გ, ჟ) ერთმანეთთან კანონზომიერ მიმართებაშია.

4. ხუნდ. ში-ჭა 'ჭინჭარი'—ქართ. ჭი-ნ-ჭ-არი, ძირეულია ჭა, ჭ. თავიდან ხუნდ. ში და ქართ. ჭი (<←\*ჯი-ლი [3], გვ. 174) კლასის გაქვევებული ნიშანია. ანალოგიური ძირები გვხვდება ანდიურ ენებში (მაგ. ჭამალ. ში-წა-ჷ, ტინდ. ში-ჩა-ა...), ქისტურ ენებში (ბაღვ. ნი-ჭტ, ჩაჩნ. ნი-თთ), ლაკურში (მე-ჭ), უდურში (მე-ჭ) და სხვ. ამ სიტყვის შესახებ (იხ. [12]).

5. ახვან. მახანუ 'მსხალი'—ქართ. მ-სხ-ალ-ი, მეგრ. სხ-ულ-ი, ჭან. მ-ცხ-ულ-ი, სვან. ი-ცხ. ქართველურ ენებში ძირად ითვლება სხ ([11], გვ. 120). ჭანურსა და სვანურში სხ—ცხ. სხ არაა მარტივი ძირი: ს კლასის ნიშანია ძირთან შეხორცებული. ს ძირი ხუნძურში არა ჩანს, მაგრამ გვხვდება ანდიურ-დიდოურ ენებში (რედუბლიცირებული სახით): ანდ. ჰიჰი, ბოთლიხ. ჰიჰჷჷ, ჭამალ. ჰიჰჷჷ, ბაგვ. ჰიჰჷ, ტინდ. ჰიჰჷჷ, კარატ. ჰიჰჷჷ, ახვან. მა-სახუ, ხვარშ. ჰიჰჷჷ. ამ სიტყვის უკლასისნიშნო ფორმებს წარმოგვიდგენს: დარგ. ჯერ, ქისტ. ჯორ (ამ სიტყვას ბაცბიურში 'ვამლის' მნიშვნელობა მიუღია [13], გვ. 314), ლაკ. ჯაორთ, არქ. ჯერთ. ამავე რიგში დგას აფხაზ. ა-ჰა (და, ალბათ, აღიდ. ჯუჷ). ლეზგიურ ენებში ამ სიტყვას გაქვევებული კლას-ნიშანი აქვს: ლეზგ. ჩუჩგერ, ტაბას. ჯე-ჯერ, წახ. ჯიხა (<←\*ჯიხარ), ალულ. ჯიხერ, ჯეხერ, ჯიხინ, ეხერ (შდრ. უკლას-

<sup>1</sup> ამავე ძირს გვხვდებით დიდოურ ენებში: დიდ. ციჷო, ხვარშ. ცი ოო, კაბუტ. ცა, შინუტ. ჩიჷო (ცნობა მომავლად გ. ლომთაძემ).

<sup>2</sup> დარგულში ძ || ცა კანონზომიერი შესატყვისია ხუნდ. წა-სი.

ნიშნო რთუ. სჯრ), ჩუ-, ჯი-, ჯე-, ჯე- ამ მაგალითებში  $\xi$  კლასის ნიშნისა და მისი თანმხლები ხმოვნის ფონეტიკურ სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. ამრიგად, იბერიულ-კავკასიურ ენებში ამ სიტყვის ძირია ს, ჯ, ჰ. დეტერმინანტი სუფიქსებია: ალ (→ა აფხაზ.), ულ, არ, ვრ, ორ, გრ (ანდიურ ენებში კი \*ან, \*უნ). ახსნა სქირდება ლაკ. და არკ. თ სუფიქსს.

6. ხუნძ. ნა-წა 'ტილი', ქართ. ტ-ილ-, მეგრ. ტ-ი || ტ-იშ, სვან. ტ-იშ. ძირია ტ; -ილ-, -იშ დეტერმინანტი სუფიქსია ([3], გვ. 118). ქართულში წ-იანი ვარიანტიც გვაქვს: წ-ილ. ამავე ძირისაა აფხაზ. აწა. ხუნძურში ძირია წა, ხოლო ნა-კლასის ნიშანი. ამგვარივე აგებულებისაა ეს სიტყვა სხვა ენებშიც: ანდ. ნოწა-ი, ბოთლიხ., ტინდ., ახვახ. ნაცა-ი, ბაგვ., ჰამალ. ნაცა, კარატ. ნაცა-ე, დიდ. ნოცა-ი, ხვარშ. ნოცა-ო, კაპუტ. ნაცა-ო, ლაკ. ნაწ, არკ. ნაწ, დარგ. ნიღ, ნეზ, ლეზგ. ნეო, ალულ. ნეტ, ტაბას. მეცა, უდ. ნეწ, წახურ. ნაწ; ბაცბ. შაწ, ინგუშ. შეწ-ა. ამრიგად, ძირეული მასალაა  $\xi$ , თ, ტ; (ძ), ც, წ; ცა, წა. ამოსავალი  $\xi$ , თ, ტ რიგშია საძიებელი.

7. ხუნძ. ჭ-ეც 'რწყილი'—ქართ. რ-წყილ-, მეგრ. წყ-ირ-ი, ჰან. შ-წყ-ირ-ი 'რწყილი'. ქართულსა და ზანურში სიტყვის ძირია წყ (→წყ ჰანურში) [11], გვ. 116. სვან. ზი-სე (←\*ლი-სე [14], გვ. 61) 'რწყილი' გვაფიქრებინებს, რომ წყ→სე (დი-კლასის ნიშანია). უ (წყ კომპლექსში) მეორეულია. წ ძირის ფარდია აფხაზ. ა-ძ 'რწყილი'. ხუნძურში -ეც დეტერმინანტი სუფიქსია. ეს სიტყვა დალესტრის თითქმის ყველა ენაში გვაქვს (სხვადასხვა დეტერმინანტი სუფიქსით): ანდ. ჭონი (←ჭ-ონ-დი), ბოთლიხ., ლოდობ., ახვახ. ჭანტი (←ჭ-ან-დი), ჰამ. ჭან, ტინდ. ჭანდ, ბაგვ. ჭანტ, კარატ. ჭანტე, დიდ. ჭიქი, ხვარშ. ჭექე, კაბ. ჭიქე, ლაკ. ჭაქა' დარგ. წიქურ, ლეზგ. ჭეთ, ალულ. ჭირ, ჭიღ, რთუ. ჭიტ, წახ. ჭინ, უდ. ინ (ძირი დაკარგულია), არკ. ჭინ.

8. ხუნძ. წაუ-წა-რა 'ჰიანჭველა'—ქართ. ჯი-ნ-ჭველ (←\*ღინ-ჭველ) მეგრ. ჭკი-ჭკი-ტ-ია, ჰან. ღი-შ-ჭკუ. ღი ოდინდელი კლასის ნიშანია ([3], 174, [11], გვ. 114), ძირია ჭვ (ზან. ჭკუ || ჭკი). ხუნძურში ძირია წა, რომელსაც წინ უძღვის ოდინდელი კლასის ნიშანი წაუ—...ღუ (ასიმილაციით), შდრ. ქართულში მომხდარი ღი→ჯი→ჭი ([14], გვ. 59). ხუნძ. -რა ძირის კუთვნილება არაა<sup>1</sup>. კლასის ნიშნისეული  $\xi$  ბოთლიხურში შენახულია თ-ს სახით (ძირისეულ ყრუ წა-სთან ასიმილაციის გამო): თა-ნ-წა-ა 'ჰიანჭველა'. შდრ. სხვა ენათა: ტინდ. ეუ-ნ-ეუ, ჰამალ. ჯუ-ნ-ჯუ, ეუ-ეა, არკ. ზი-შ-ზ-ი, ალულ. ზი-ბ-ზ, ზე-ბ-ზ, დარგ. ზი-მი-ზ-ა-ლა (მნიშვნელობის გადახრით ლაკ. ზიმიზ 'ბუზი'). ნ (შ, ჰ), რომელიც ძირს უძღვის წინ, ძველი ჩანს (სულ ერთია, მას განვითარებულად მივიჩნევთ თუ კლასის მეორე ნიშნად). დალესტური ენებისთვის სიტყვა საინტერესოა— $\xi$  გრამატიკული კლასის ნიშნის კვალი ჩანს და იმიტომ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი  
თბილისი  
(რედაქციას მოუვიდა 20.5.1954)

<sup>1</sup> შესაძლოა ამავე სიტყვის ფონეტიკური ვარიანტი იყოს ხუნძ. ეუნქა და ანდ. ენათა თაბცაუ 'ბაილინჯი'.

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Я. Марр. Непечатный источник истории Кавказского мира. С.-П., 1917.
2. ს. ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი. თბილისი, 1928.
3. არნ. ჩიქობავა. სახელის ფუძის უძველესი აგებულება ქართველურ ენებში. თბილისი, 1942.
4. თ. გონიშვილი. ლექსიკური შეხვედრები ჩანჭურისა ქართველურ ენებთან. „ენიმიკი“-ს მოამბე, ტ. V—VI, 1940.
5. ი. ჯავახიშვილი. საქართველოს გეოგრაფიული ისტორია. ტ. II, თბილისი, 1934.
6. А. Дирр. Материалы для изучения языков и наречий андо-лидийской группы. Тифлис, 1909.
7. П. Чарая. Об отношении абхазского языка к ифетическим. С.-П., 1912.
8. ტ. გუდავა, დ. იმნაიშვილი, ე. ლომთაძე, ზ. მახომედბეკოვა, ი. ცერცვაძე. ხუნძურ-ანდიურ-დიდოურ ენათა ბგერათშესატყვისობისათვის. ენათმეცნიერების ინსტიტუტის III (IX) სამეცნ. სესიის თეზისები. თბილისი, 1952.
9. ვ. თოფურია. დ- თავსართიანი ზმნები ქართულში. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, XXV, 1942.
10. ტ. გუდავა. მესამე გრამატიკული კლასის ნიშნის ერთი ვარიანტი ხუნძურ-ანდიურ-დიდოურ ენებში. „იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება“, ტ. IV, 1953.
11. არნ. ჩიქობავა. ტანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
12. K. Bouda. Baskisch-Kaukasische Etymologien. Heidelberg. 1949.
13. Ю. Д. Дешериев. Бацбийский язык. Москва, 1953.
14. გ. როგავა. ნაფიქსარი დ-ს ფონეტიკური სახეცვლილებანი და ზეცა ფუძის აგებულების საკითხი. აღ. წულუკიძის სახ. ქუთაისის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, ტ. XI. 1952—53.





# მეთხუთმეტე ტომის შინაპარსი

## მათემატიკა

|   |     |
|---|-----|
| ი. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი).<br>გარსთა თეორიის სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნის შესახებ . . . . .       | 3   |
| თ. ებანოძე. ერთი კლასის არაწრფივ ინტეგრალურ განტოლებათა<br>შესახებ . . . . .  | 7   |
| ა. ჯვარშიევილი. ტრიგონომეტრიული მწკრივების კრებადობის<br>შესახებ . . . . .  | 65  |
| თ. გეგელია. ჰილბერტის სასაზღვრო ამოცანა და სინგულარული ინ-<br>ტეგრალური განტოლებები ურთიერთგადამკვეთი კონტურების<br>შემთხვევაში . . . . . | 69  |
| ა. ჯვარშიევილი. განზოგადებულად აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნ-<br>ქციების შესახებ . . . . .  | 129 |
| მ. ტიმანი. ორი ცვლადის ფუნქციის ინტეგრალური გარდაქმნა . . . . .   | 135 |
| თ. ბურკულაძე. დრეკადი ტანის რხევის საკუთარი ფუნქციების ასიმ-<br>პტოტური განაწილების შესახებ . . . . .                                     | 193 |
| შ. ფხაკაძე. აბსოლუტურად ნულზომის სიმრავლეების შესახებ . . . . .   | 201 |
| ნ. ბერიკაშვილი. ტოპოლოგიურ ჯგუფთა პირდაპირი და შებრუნე-<br>ბული სპექტრების შესახებ . . . . .  | 257 |
| თ. მარუაშვილი. ალგებრული განტოლებების ყველა ნამდვილი ფეს-<br>ვის მოძებნა ინტეგრატორზე . . . . .   | 265 |
| ზ. კიკვიძე. შერეული ტიპის კერძოწარმოებულნიან განტოლებათა ერთი<br>სისტემის შესახებ . . . . .   | 321 |
| ბ. ხვედელიძე. ერთი კლასის კოშის გულიან სინგულარულ ინტეგ-<br>რალურ განტოლებათა შესახებ . . . . .   | 401 |
| ნ. ბერიკაშვილი. ორადობის თეორემების შესახებ ნებისმიერ სი-<br>მრავლეთათვის . . . . .   | 407 |
| თ. გეგელია. კოშის ტიპის ინტეგრალის სასაზღვრო მნიშვნელობათა<br>შესახებ არაგლუვი ფართეულებისათვის . . . . .                                 | 481 |
| შ. ფხაკაძე. აბსოლუტურად ნულზომის სიმრავლის ცნების სხვადა-<br>სხვა განსაზღვრის შესახებ . . . . .   | 489 |
| ა. ჯვარშიევილი. ა. ზიგმუნდის ერთი უტოლობა ორი ცვლადის<br>ფუნქციისათვის . . . . .  | 561 |
| პ. ზერაგია. პარაბოლური ტიპის დიფერენციალური განტოლების სა-<br>საზღვრო ამოცანის ამოხსნა პოტენციალთა მეთოდით . . . . .                      | 569 |
| ნ. გაბადაძე. წრფივ კონგრუენციათა თეორიაში კომპლექსური რიც-<br>ხების გამოყენების შესახებ . . . . .   | 641 |



- შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). შენიშვნები ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნების თეორიის შესახებ . . . . . 647
- გ. ჭოღოშვილი. ბიკომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრების გამოყენებისათვის ჰომოლოგიის თეორიაში . . . . . 655

დრეკადობის თეორია

- რ. მინასიანი. შედგენილი მცირედ გაღუნული ძელის გაქიმვის ამოცანა . . . . . 207
- ვ. კუპრაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი) და მ. ბაშელეიშვილი. ანიზოტროპული დრეკადი ტანის თეორიის ახალი ინტეგრალური განტოლებები . . . . . 327
- ვ. კუპრაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი) და მ. ბაშელეიშვილი. ანიზოტროპული ტანის დრეკადობის თეორიის ახალი ინტეგრალური განტოლებები და მათი გამოყენება სასაზღვრო ამოცანების ამოსახსნელად . . . . . 415
- ს. ტერსენოვი. ცილინდრული გარსის რხევების საკუთრივ მნიშვნელობათა და საკუთრივ ფუნქციათა შესახებ . . . . . 575

ფიზიკა

- გ. მუსხელიშვილი. კოსმოსური გამოსხივების ელექტრონული კომპონენტის წარმოშობის შესახებ ზღვის დონიდან 3250 მ სიმაღლეზე . . . . . 497
- ვ. ასრიბეკოვი. ნუკლონ-ანტინუკლონურ წყვილთა ანიჰილაციის თეორიისათვის . . . . . 505
- გ. მუსხელიშვილი. ღვარული პროცესებისათვის პოლიას განაწილების ფუნქციის გამოყენების შესახებ . . . . . 583
- ვ. ასრიბეკოვი. „ნუკლონიუმის“ თეორიისათვის . . . . . 587

ბიოფიზიკა

- ა. ბუხნიკაშვილი, ვ. ქებულაძე. მოხეტიალე დენების გავლენის შესახებ მიწის რეგიონალური ელექტრული დენის ჩანაწერებზე . . . . . 513

მათეორიკობი

- ო. ქურდიანი. ნორმალური ტიპის ფსიქრომეტრული დანადგარის ვენტოლაციის საკითხისათვის . . . . . 215
- გ. სულაქველიძე. სველი თოვლის სითბოგამტარობის ზოგიერთი საკითხის შესახებ . . . . . 517

ასტროფიზიკა

- მ. ვაშაქიძე. მზის კორონის გამოსხივების პოლარიზაციის გამოკვლევა 1952 წლის 25 თებერვალს მზის სრული დაბნელების დავირების საფუძველზე . . . . . 663

ჰიმი

|  |     |
|--|-----|
| რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი) და ლ. ჯაფარიძე. ლითონური მანგანუმის პოტენციალები და კოროზია ამონიუმის ქლორიდში . . . . .                              | 143 |
| ი. ზალკინდი და ქ. დოლიაშვილი. ტეტრაბუთილბუთინდიოლის სინთეზი, გამოკვლევა და კატალიზური ჰიდრირება . . . . .  | 151 |
| რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი) და ლ. ჯაფარიძე. ამონიუმის ქრომატის დანამატის გავლენა მანგანუმის პოტენციალსა და კოროზიაზე ამონიუმის ქლორიდში . . . . . | 219 |
| ი. ზალკინდი და ქ. დოლიაშვილი. დიბუთილაცეტილენილკარბონოლის სინთეზი, გამოკვლევა და სივრცითი ფაქტორის გავლენის შესწავლა შემჭიდროების რეაქციაზე . . . . .                            | 227 |
| ქრ. არეშიძე და თ. ჩარკვიანი. ჰიდრირებისა და დეჰიდრირების კატალიზატორი ნიკელი გუმბრინზე . . . . .   | 423 |
| უ. ბრეგვაძე. მანგანუმის ორქანგის განსაზღვრა ორვალენტოვანი რკინის თანაობისას მანგანუმის კარბონატულ მადნებში . . . . .   | 591 |

ჰიმიური ტექნოლოგია

|   |     |
|---|-----|
| რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი) და ი. ბერიკაშვილი. პერმანგანატის მიღება მწვავე კალიუმის წყალხსნარში ფერომანგანუმის ანოდური გახსნით . . . . . | 335 |
| მ. მერაბიშვილი, ს. ფილატოვი, ნ. ტულუში. სარიგოუხის საბადოს ბენტონიტები სომხეთში . . . . .   | 431 |

აბროჰიმი

|  |     |
|--|-----|
| ი. ნაკაიძე. მინერალური სასუქების ფენობრივად შეტანის გავლენა სიმინდის მოსავალზე . . . . . | 75  |
| ვ. ლეჟავა. მიკროელემენტების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავლიანობაზე . . . . .                 | 523 |

ბიოჰიმი

|  |    |
|--|----|
| ე. კლეინი. გლუტამინის მჟავას ჟანგვითი დეჰამინირება და მისი როდენობითი განაწილება თავის ტვინის სხვადასხვა ნაწილში . . . . . | 13 |
|--|----|

გეოგრაფია

|  |     |
|--|-----|
| დ. უკლება. „მეორე ახტალის“ ტალახის ვულკანის შესახებ . . . . .  | 21  |
| ლ. ვლადიმეროვი და ნ. უკლება. მთის მდინარეების საშუალო დეკადური ხარჯების უზრუნველყოფის მრუდების გამოყენების საკითხისათვის . . . . . | 83  |
| გ. ჩანგაშვილი. „უძირო ტბა“ და მისი წარმოშობა . . . . .   | 159 |



|   |     |
|---|-----|
| ნ. ასტახოვი და ლ. მარუაშვილი. თიანეთის ქვაბული მდ. ივრის ხეობაში, როგორც მაგალითი მდინარეთა ხეობების ტექტონიკური შეგუბებით გაპირობებული მორფოგენეზისა . . . . . | 233 |
| ი. პავლიაშვილი. ნადარბაზევის ტბა . . . . .  | 343 |
| დ. წერეთელი. ალაზნის ველის პალეოგეოგრაფიისა და რელიეფის განვითარების ისტორიისათვის . . . . .  | 437 |
| ვ. ჯაოშვილი. კახეთის მოსახლეობის გეოგრაფიისათვის . . . . .  | 597 |
| ი. პავლიაშვილი. ჰიდროლოგიური ხელსაწყო „ტუმბო“ . . . . .   | 605 |

გეოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| ნ. ხიმშიაშვილი. აფხაზეთის ფერადი წყების ასაკის საკითხისათვის                             | 87  |
| გ. ქელიძე. რუსთავის მიდამოების შუა მიოცენის ზედა ნაწილის სტრატოგრაფიის შესახებ . . . . . | 93  |
| ნ. ბენდუქიძე. მთავრის წყების ასაკისათვის სოფელ გოდოგანთან .                              | 163 |
| გ. კვალაიაშვილი. გურიიში გავრცელებული გურიული შრეების სტრატოგრაფიისათვის . . . . .       | 671 |

პალეონტოლოგია

|   |     |
|---|-----|
| მ. ერისთავი. საქართველოს ქვედაცარცული ზღვის ზღარბების შესახებ . . . . .   | 349 |
| ფ. მჭედლიშვილი. დასავლეთ საქართველოს პონტურ ნალექებში <i>Pinus pithyusa</i> Standw. გირჩის პოვნის შესახებ . . . . . | 445 |

პეტროგრაფია

|   |     |
|---|-----|
| შ. ჯავახიშვილი. მიკროპეგმატიტების გენეზისის შესახებ ლოქის მასივის გრანიტოიდებში . . . . . | 167 |
|---|-----|

მინერალოგია

|  |     |
|--|-----|
| თ. ივანიცკი. სფალერიტის ქალკობირიტით ჩანაცვლების საკითხისათვის . . . . .   | 271 |
| გ. ძოწენიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). კალციუმის ფოსფატის მიგრაციის ერთი შემთხვევა ფოსფორიტის საბადოში . . . . . | 679 |

ბიჰნია

|   |     |
|---|-----|
| რ. ლორთქიფანიძე. რხევის სიხშირეთა გამოთვლის საკითხისათვის   | 99  |
| ე. სარქისიანი. თალის ძაბვის რეგულირება ლერძის გადაადგილებით   | 451 |
| ო. კვირიკაძე. არასტანდარტულ და სტანდარტულ ნიმუშთა დარტყმით სიბლანტეთა შორის დამოკიდებულების შესახებ . . . . . | 685 |

ენობათმცოდნეობა

|   |    |
|---|----|
| პ. შენგელია. მდინარეთა პოტენციალური ენერჯის მარაგის დადგენისა და მისი გამოყენების საკითხისათვის . . . . . | 25 |
|---|----|



|  |     |
|--|-----|
| ვ. ჭიჭინაძე. არაწრფივი უკუკავშირიანი რეგულაციის სისტემების შესახებ . . . . . | 459 |
| ბ. ლორთქიფანიძე. კათოდური დაცვის გათვლის საკითხისათვის                       | 529 |

მეტალურგია

|  |     |
|--|-----|
| რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნამდვილი წევრი) და ვ. მოხოვი. მანგანუმის სპილენძთან შენადნობის შესწავლა . . . . . | 33  |
| ფ. თავაძე და ქ. დოლიაშვილი. მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობების დაშლა . . . . .  | 275 |

ბოტანიკა

|   |     |
|---|-----|
| ი. შტეპა. კავკასიური ფიჭვებისა და ნაძვის მტერის შესწავლის საკითხისათვის . . . . .                   | 175 |
| ქ. ოდიშარია. ზოგიერთი მონაცემი პალმის ბიოლოგიის შესწავლისათვის . . . . .                            | 239 |
| ნ. შარაშიძე. პროტოპლაზმის მდგომარეობა თბილისის პირობებში მოზამთრე მარადმწვანე მცენარეებში . . . . . | 281 |
| ქ. ოდიშარია. ზოგიერთი მონაცემი აგავისა და ბამბუკის ბიოლოგიის შესწავლისათვის . . . . .               | 355 |

მემცენარეობა

|   |     |
|---|-----|
| მ. გოგოლიშვილი. დამულჩვის გავლენა ციტრუსების მოსავლიანობაზე აჭარის ასს რესპუბლიკაში . . . . . | 359 |
| გ. ყრუაშვილი. საშემოდგომო ხორბლისათვის ნაქარხლარის დამუშავების სიღრმის შესახებ . . . . .      | 515 |

ენტომოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| ლ. შავკაციაშვილი. ლუფის მავნებლების შესწავლის საკითხისათვის დასავლეთ საქართველოში . . . . .  | 183 |
| თ. ალხაზიშვილი. მწვანეთვალა ბუზის ( <i>Chlorops pumilionis</i> Bjerk.) შესწავლის შედეგები საქართველოში . . . . .   | 363 |
| ნ. თულაშვილი, ა. აბაშიძე და თ. ალხაზიშვილი. მარცვლეულ კულტურათა მავნებლების წინააღმდეგ დდტ-სა და ჰექსაქლორანის გამოცდის შედეგები მცენარის ტოქსიკაციის გზით . . . . . | 609 |

ზოოლოგია

|  |     |
|--|-----|
| თ. ეიფილაშვილი. მასალები ქადრის ჭიჭინობელას ( <i>Edwardsiana platani</i> A. Zach. in litt.) ბიოეკოლოგიის შესწავლისათვის თბილისისა და მისი მიდამოების პირობებში . . . . . | 371 |
|--|-----|

## პარაზიტოლოგია

- ე. ქიაბერაშვილი. ზოგიერთი მონაცემი ფრინველების ექინოსტო-  
მური ქიის განვითარების შესახებ . . . . . 287
- ლ. ქოიავა. გარეული ღორის ნემატოდის ახალი სახეობა—*Simondsia  
petrowi* nov. sp.—საქართველოდან . . . . . 467

## ფიზიოლოგია

- ა. როიტბაჟი. დაუნარკოზებელი კატის თავის ტვინის დიდი ჰემისფე-  
როების ქერქის ბიოელექტროლი ეფექტები ბგერით გალიზიანებებზე . . . . . 41

## ანატომია

- ს. კახიანი. ახალშობილთა საყლაპავი მილის არტერიები . . . . . 295

## მასპარეზობის მემორია

- ი. მახათაძე და გ. გზირიშვილი. კუჭის მექანიკური გალიზიანების  
დროს გულის ფუნქციური ცვლილებების საკითხისათვის . . . . . 107
- გ. გზირიშვილი. კუჭის მექანორეცეპტორების გალიზიანებით გამო-  
წვეული კუჭის წვენის სეკრეციის საკითხისათვის . . . . . 377
- გ. გზირიშვილი და ე. კილურაძე. კუჭის ინტეროცეპტორების  
გალიზიანების გავლენა პერიფერიული სისხლის სურათზე და ლეი-  
კოციტოზის განვითარების მექანიზმი . . . . . 543
- მ. მაჩაბელი. თეთრი ვირთაგვების ერიტროციტების რეზისტენტობის  
ცვლელადობა ასაკთან, აკრილი და პოლიმორფულუჯრედოვანი სარ-  
კომის განვითარების სტადიებთან დაკავშირებით . . . . . 615
- ნ. ჯიბლაძე, ე. კილურაძე, ლ. ახმეტელი. ძალის სისხლისა  
და ძვლის ტვინის შედგენილობის ნორმების დადგენის საკითხისა-  
თვის . . . . . 693

## ფსიქოლოგია

- ი. ბეალავა. ფსიქიკის მოქმედების I და II დონე და ტვინის სიგნალი-  
ზაციის I და II სისტემა . . . . . 247
- ი. ბეალავა. პირობით-რეფლექსური კავშირის ორმხრივი მოქმედებ-  
ისათვის . . . . . 621

## ენათმეცნიერება

- კ. წერეთელი. ქართული ეთნიკური ტერმინის „მესხ“-ის ისტორი-  
ისათვის . . . . . 111
- ტ. გუდავა. ქართულ-ხუნძური ლექსიკური შეხვედრების შესახებ . . . . . 701

## ფილოლოგია

- გ. იმედაშვილი. „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“-ს სათაურის გაგებისა-  
თვის . . . . . 330



რ. ბარამიძე. კომპოზიციის საკითხი ქართულ აგიოგრაფიულ თხზუ-  
ლებებში . . . . . 633

ისტორია

ვ. ცისკარიშვილი. განძანის წარწერების შესახებ . . . . . 385 ✓

არქეოლოგია

ი. გძელიშვილი. ყორღანი თრიალეთში . . . . . 49

ი. გძელიშვილი. თეთრი წყაროს რაიონის ნასოფლარები . . . . 311

მეცნიერების ისტორია

პ. ფირფილაშვილი. სამთავროს სამაროვანში გათხრების შედეგად  
მოპოვებული მასალები ძვალთა სისტემის დაადგენების შესწავლისა-  
თვის . . . . . 551

ლიტერატურის-ისტორია

მ. ჩიქოვანი. მ. ბარათაშვილის ერთი ლექსის განმარტებისათვის . . 189

მ. ჩიქოვანი. XVIII საუკუნის რუსული ხალხური სიმღერა ქართულ  
ენაზე . . . . . 627

ხელოვნების ისტორია

გ. გაფრინდაშვილი. ვარძიის ქვაბთა გეგმარების ტიპოლოგიისა-  
თვის . . . . . 57

ვ. დოლიძე. ხოზიტა-მაირამი—საქართველოსა და ჩრდილო კავკასიის  
ხალხთა კულტურული ურთიერთობის საბუთი . . . . . 119

ა. ვოლსკაია. კედლის მხატვრობის ფრაგმენტები „ხოზიტა-მაირა-  
მის“ ქართულ ტაძარში . . . . . 295 473

ნ. ალადაშვილი. რელიეფი ოპიზიდან აშოტ კურაპალატის გამოსა-  
ხულებით . . . . . 475 553



ბ ვ ტ ო რ თ ა ს ს ძ ი ე ბ ე ლ ი

აბაშიძე ა. 609  
 აგლაძე რ. 33, 143, 219, 335  
 ალადაშვილი ნ. 473  
 აღონაზიშვილი თ. 363, 609  
 არეშიძე ქრ. 423  
 ასრიბუკოვი ვ. 505, 587  
 ასტანოვი ნ. 233  
 ახმეტელი ლ. 693  
 ბარამიძე რ. 633  
 ბაშელეიშვილი მ. 327, 415  
 ბენდუქიძე ნ. 163  
 ბერიკაშვილი ი. 335  
 ბერიკაშვილი ნ. 257, 407  
 ბელოვა ი. 247, 621  
 ბრეგვაძე უ. 591  
 ბურჭულაძე თ. 193  
 ბუნიაშვილი ა. 513  
 გაბაძაძე ნ. 641  
 გაფრინდაშვილი გ. 57  
 გებელია თ. 69, 481  
 გზირიშვილი გ. 107, 377, 543  
 გოგოლიშვილი მ. 359  
 გუღაზა ტ. 701  
 გძელიშვილი ი. 49, 311  
 დოლიაშვილი ქ. 151, 227, 275  
 დოლიძე ვ. 119  
 ებანაიძე თ. 7  
 ერისთავი მ. 349  
 ვაშაიძე მ. 663  
 ვეკუა ი. 3

ვლადიმროვი ლ. 83  
 ვოლსკია ა. 393  
 ვალეკინდი ი. 151, 227  
 ვერაგია პ. 569  
 თავაძე ფ. 275  
 თულაშვილი ნ. 609  
 ივანიცკი თ. 271  
 იშქელაშვილი გ. 303  
 კახიანი ს. 295  
 კვალიაშვილი გ. 671  
 კვირიკაძე ო. 685  
 კიკვიძე ზ. 321  
 კილურაძე ე. 543, 693  
 კლეინი ე. 13  
 კუპრაძე ვ. 327, 415  
 ლეიკა ვ. 523  
 ლორთქიფანიძე ბ. 529  
 ლორთქიფანიძე რ. 99  
 მარუაშვილი თ. 265  
 მარუაშვილი ლ. 233  
 მანაბელი მ. 615  
 მახათაძე ი. 107  
 მერაბიშვილი მ. 431  
 მინასიანი რ. 207  
 მიქელაძე შ. 647  
 მოსოვი ვ. 33  
 მუსხელიშვილი გ. 497, 583  
 მჭედლიშვილი ფ. 445



|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| ნაკაიძე ი. 75           | შავკაციშვილი ლ. 183         |
| ოღიშარია კ. 239, 355    | შარაშიძე ნ. 281             |
| პავლიაშვილი ი. 343, 605 | შენგელია პ. 25              |
| ქიქილაშვილი თ. 371      | შტეპა ი. 175                |
| როიტბაკი ა. 41          | ჩანგაშვილი გ. 159           |
| სარქისიანი ე. 451       | ჩარცვიანი თ. 423            |
| სულაქველიძე გ. 517      | ჩიქოვანი მ. 189, 627        |
| ტერსენოვი ს. 575        | ციხარიშვილი ვ. 385          |
| ტიმანი მ. 135           | ძონენიძე გ. 679             |
| ტულუში ნ. 431           | წერეთელი დ. 437             |
| უკლება დ. 21            | წერეთელი კ. 111             |
| უკლება ნ. 83            | ჭელიძე გ. 93                |
| ფილატოვი ს. 431         | ჭიაბერაშვილი ე. 287         |
| ფირფილაშვილი პ. 551     | ჭიჭინაძე ვ. 459             |
| ფხაკაძე შ. 201, 489     | ჭოლოშვილი გ. 655            |
| ქეზულაძე ვ. 513         | ხვედელიძე პ. 401            |
| ქოიავა ლ. 467           | ხიმშიაშვილი ნ. 87           |
| ქურდიანი ი. 215         | ჯავახიშვილი შ. 167          |
| ყრუაშვილი გ. 535        | ჯაოშვილი ვ. 597             |
|                         | ჯაფარიძე ლ. 143, 219        |
|                         | ჯვარჭიშვილი ა. 63, 129, 561 |
|                         | ჯიბლაძე ნ. 693              |

სარედაქციო კოლეგია

ნ. ბერძენიშვილი, გ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), კ. ერისთავი, ნ. კეცხოველი, ნ. მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 9.12.1954; შეკვ. № 1461; ანაწეობის ზომა 7×11;  
ქაღალდის ზომა 70×103; სააღრიცხვო-საკამომც. ფურცლების რაოდენობა 6;  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 5; უე 17641; ტირაჟი 1000.

დედაუღოზა „საბართხელოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მეშუა-კებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გამოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა — ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საკვებით გამოზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაერთი შეწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეტლებისდავარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს უფრანლოს 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 წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენაზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებდ შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძაგინისკის ძ., 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР. Т. XV, 1954

Основное, грузинское издание







დ ა მ ტ კ ი ც ე ბ უ ლ ი ა  
საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ  
22.10.1947

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

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

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძაგინისძის ქ., 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XV, № 10, 1954

Основное, грузинское издание