

1961



საქართველოს სსრ

524

მეცნიერებათა აკადემიის

მთებზე

გომი XXVII, № 5

82

ქირიტიანი, ქართული ბამოსება

1961

ნთებზერი



შ ი ნ ა ა რ ს ი



მათემატიკა

- 1. ა. ხარაძე. ბესელის ტიპის ზოგიერთი სპეციალური ფუნქცია და მათთან დაკავშირებული უმარტივესი განზოგადებანი . . . . . 521
- 2. ლ. კიკნაძე. ბრტყელი დრეკადობის თეორიის მეორე ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა მახლობელი არეებისათვის . . . . . 521

კიბეზნეტიკა

- 3. რ. სხირტლაძე, ვ. ჭავჭავაძე. დისკრეტულ სტოქასტიკურ მოწყობილობათა სინთეზის საკითხისათვის . . . . . 529

ფიზიკა

- 4. ვ. მიორიანაშვილი, ა. ბურჭულაძე, ნ. ქირიკაშვილი, დ. ბაახოვი. ატმოსფეროში C<sup>14</sup>-ის კონცენტრაციის ცვლილების გავლენა რადიოქტიური ნახშირბადის მეთოდით ასაკის განსაზღვრაზე . . . . . 537

ქიმიკა

- 5. ე. ზედელაშვილი. ორთონიტროანილის რადიაციული გარდაქმნის შესწავლა γ-გამოსხივების მოქმედებისას . . . . . 541

აბრკეჩიკა

- 6. ბ. ვაშაყმაძე. აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადების გავლენა ყურძნის მოსავლიანობაზე . . . . . 547

ბეომგრაფია

- 7. ალ. ჯაგანიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). საქართველოს სსრ ბუნებრივი ლანდშაფტები . . . . . 553

ბიოლოგია

- 8. რ. დამბაშიძე. ცენტრალური აფნაზეთის ზედაცარცული ნალექების სტრატეგრაფია . . . . . 561

სამშენებლო საქმე

- 9. ე. სენიანაშვილი. მატერიალური ღეროების თავისუფალი რზევის სინშირის განსაზღვრის საკითხისათვის დოქადი საყრდენების შემთხვევაში . . . . . 567

- 10. ს. კალმანელიძე. კოლხეთის გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მოკლე დახასიათება და შენობების დასაძირკვლების პირობები . . . . . 575

ენერგეტიკა

- 11. დ. აუცი. დაბალდაწვეიანი ჰიდროელექტროსადგურების გათიშული კასკადის დღეღამური რეგულირების რეჟიმში ხელსაყრელი მუშაობის პირობების შესახებ . . . . . 583

ნიდაგამცოდნეობა

- 12. თ. ფერემიძე. მწვანე სასუქების გავლენა მუხრანის ყავისფერი დაწიდიანი ნიდაგების ზოგიერთ ქიმიურ თვისებაზე . . . . . 589

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- 13. ე. კეცხოველი, დ. ქინქლაძე. ქლოროფილი a და ქლოროფილი b ზოგიერთი ხემცენარის ქერქსა და მერქანში . . . . . 597

პარაფიტოლოგია

- 14. ლ. ქოიავა. მინაური ღორის ჰელმინთოფაუნის შესწავლისათვის საქართველოში . . . . . 601

ზოოლოგია

- 15. ი. ქორქია. ზოგიერთი მონაცემი ემბრიონული ლინზის ღრუს თავისუფალი უჯრედების შესახებ . . . . . 607

ფიზიოლოგია

- 16. ს. ბუთხუზი. კუდიანი ბირთვის აფერენტული კავშირების შესახებ . . . . . 613

მასპარეზობის მედიცინა

- 17. ც. აბაქელია, ნ. ჯიბლაძე, ნ. ცინცაძე და გ. გიორგაძე. ამიერკავკასიის ზახუნების პერიდერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის შედგენილობა . . . . . 619

- 18. გ. ნაცვლიშვილი და თ. ანმეტელი. კორონაროგრაფიის საკითხისათვის . . . . . 625

კლინიკური მედიცინა

- 19. ზ. ხურობაშვილი. ლეიკოციტებში გლიკოგენის შეცულობის საკითხისათვის შიზოფრენიისა და მისი თერაპიის დროს . . . . . 629

- 20. დ. კაკიაშვილი. მოხუცთა გულის ტონების ხანგრძლივობის საკითხისათვის . . . . . 635

ენათმეცნიერება

- 21. ალ. მაჭომეტოვი. პირისა და ჩვენებით ნაცვალსახელთა ბრუნება ტაბასარანულში . . . . . 643

ლიტერატურათმცოდნეობა

- 22. დ. კაკიაშვილი. კიტა აბაშიძე ნ. ბარათაშვილის შემოქმედებაში რეალისტური ნაკადის შესახებ . . . . . 651



ა. ხარაძე

ბინომის ტიპის ზოგიერთი სპეციალური ფუნქცია და  
 მათთან დაკავშირებული უმარტივესი  
 განზოგადებანი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ნუსხელიშვილმა 23.9.1961)

საკითხი შეეხება ზოგიერთ განზოგადებას ანალიზში, რასაც საფუძვლად უძევს რიცხვთა თეორიულ მიმდევრობასთან მიკავშირებული სპეციალური ფუნქციების გამოყენება. უნდა აღინიშნოს, რომ ანალოგიური განზოგადებანი განხილულ იქნენ სხვადასხვა ავტორების მიერ. ასე, მაგალითად, ლ. კარლიცმა [1] და ა. ალ-სალამმა [2] შეისწავლეს სპეციალური ფუნქციები, წარმოშობილნი განზოგადებული ბინომებით, რომელნიც მიკავშირებული არიან მიმდევრობასთან

$$1, 1 + q, \dots, 1 + q + \dots + q^{n-1}, \dots$$

სადაც  $q$  ნამდვილი რიცხვია. ისე, როგორც ჩვეულებრივი ბინომი უკავშირდება ნატურალურ რიცხვთა მიმდევრობას ( $q=1$ ), ზემოხსენებული მიმდევრობაც ზოგად შემთხვევაში წარმოშობს ანალოგიურ ალგებრულ გამოსახულებებს, რაც თურმე ნაცოფიერად გამოიყენება სხვადასხვა სპეციალური ფუნქციების აგებისათვის. იგივე აზრი განვითარებულია სხვა ავტორების შრომებშიც (ბიბლიოგრაფიული ცნობები იხ. [1], გვ. 238 და [2], გვ. 259).

ვთქვათ,  $k \equiv 2$  ფიქსირებული ნატურალური რიცხვია. განვიხილოთ რიცხვთა ორნაირი მიმდევრობა

$$0, 1, k, k + 1, \dots, mk, mk + 1, \dots, \quad (S_k^*)$$

$$0, k - 1, k, \dots, mk - 1, mk, \dots \quad (S_k^{**})$$

აღნიშნოთ  $[x + y]^{mk}$  ან  $[x + y]^{mk+1}$ -ით განზოგადებული ბინომი—მრავალწევრი  $x$  და  $y$ -ის მიმართ—მიკავშირებული  $(S_k^*)$  მიმდევრობასთან როგორც ცვლადთა ხარისხის მაჩვენებლების, ისე კოეფიციენტების მიხედვით<sup>(1)</sup>. აგრეთვე,  $[x + y]^{mk-1}$  ან  $[x + y]^{mk}$  აღნიშნავს განზოგადებულ ბინომს, მიკავშირებულს  $(S_k^{**})$  მიმდევრობასთან.

მეორე მხრივ, განზოგადებული სიმბოლური ბინომი  $[x + a]^{(mk)}$  ან  $[x + b]^{(mk+1)}$  წარმოადგენს მრავალწევრს  $x$ -ის მიმართ, გახსნილს როგორც განზოგადებული ბინომი, მიკავშირებული  $(S_k^*)$  მიმდევრობასთან, მაგრამ ამასთანავე ისე, რომ  $a^{mk}$ ,  $a^{mk+1}$  ხარისხების ნაცვლად ჩაისმის რიცხვითი კოეფი-

<sup>(1)</sup> უფრო დაწვრილებით ამ ბინომების აგებულების შესახებ იხ. [4].





ციენტები  $a_{pk}, a_{pk+1}$ . ასეთივე აზრი აქვს განზოგადებულ სიმბოლურ ბინომს  $\{x + b\}^{(mk-1)}$  ან  $\{x + b\}^{(mk)}$ , მიკავშირებულს ( $S_k^{**}$ ) მიმდევრობასთან.

ვთქვათ, ახლა,

$$a_0 = 1, a_{pk+1} = 0, a_{pk} = (-1)^p \cdot 1 \cdot (k+1)(2k+1) \cdots [(p-1)k+1], p = 1, 2, \dots \quad (1)$$

$$b_0 = 1, b_{qk-1} = 0, b_{qk} = (-1)^q (k-1)(2k-1) \cdots (qk-1), q = 1, 2, \dots \quad (2)$$

განვიხილოთ  $x$  ცვლადზე დამოკიდებულ მრავალწევრთა ორი მიმდევრობა  $\{H_{(n)}(x)\}$  და  $\{h_{(n)}(x)\}$ , რომელნიც განისაზღვრებიან განზოგადებული სიმბოლური ბინომებით

$$H_{(n)}(x) = [x + a]^{(n)}, \quad h_{(n)}(x) = \{x + b\}^{(n)},$$

ამასთანავე პირველ შემთხვევაში  $n$  არის  $mk$  ან  $mk+1$  სახის რიცხვი, ხოლო მეორეში  $mk-1$  ან  $mk$  სახისა. რაც შეეხება  $a_{pk}, a_{pk+1}, b_{qk-1}, b_{qk}$ , ესენი მოიცემიან (1) და (2) ტოლობებით. როგორც ჩანს, როცა  $k = 2$  ორივე შემთხვევაში მიიღება ერთი და იგივე კლასიკური მრავალწევრები.  $H_{(n)}(x)$ -ს ვუწოდოთ ერთი და იგივე პირველი გვარის განზოგადებული მრავალწევრი, ხოლო  $h_{(n)}(x)$ -ს — მეორე გვარისა. ადვილი საჩვენებელია, რომ ეს მრავალწევრები გამოსახებიან როდრიგის ტიპის განზოგადებული ფორმულებით. ასე, მაგალითად, პირველი გვარის მრავალწევრთათვის ადვილი აქვს შემდეგ ტოლობებს:

$$H_{(mk)}(x) = e^{\frac{x^k}{k}} D_k^{(mk)} \left( e^{-\frac{x^k}{k}} \right), \quad H_{(mk+1)}(x) = -e^{\frac{x^k}{k}} D_k^{(mk+k-1)} \left( e^{-\frac{x^k}{k}} \right), \quad (3)$$

რომელშიც  $D_k^{(mk)}$  ოპერატორი წარმოადგენს  $m$ -ჯერ განმეორებული  $D_k^{(k)}$  — ოპერაციის შედეგს, სადაც

$$D_k^{(k)} \equiv \frac{d}{dx} \frac{1}{x^{k-2}} \frac{d}{dx},$$

ხოლო

$$D_k^{(mk+k-1)} \equiv \frac{1}{x^{k-2}} \frac{d}{dx} D_k^{(mk)}.$$

ამ სახით ეს მრავალწევრები პირველად შესწავლილ იქნა პ. ჩატერჯის მიერ [3]; რაც შეეხება მეორე გვარის მრავალწევრებს, ესენი შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვადგინოთ:

$$h_{(mk-1)}(x) = -e^{\frac{x^k}{k}} \Delta_k^{(mk+1)} \left( e^{-\frac{x^k}{k}} \right), \quad h_{(mk)}(x) = e^{\frac{x^k}{k}} \Delta_k^{(mk)} \left( e^{-\frac{x^k}{k}} \right), \quad (4)$$

სადაც  $\Delta_k^{(mk)}$  არის  $m$ -ჯერ განმეორებული  $\Delta_k^{(k)}$  ოპერაციის შედეგი,

$$\Delta_k^{(k)} \equiv \frac{1}{x^{k-2}} \frac{d^2}{dx^2},$$

ხოლო

$$\Delta_k^{(mk+1)} \equiv \frac{d}{dx} \Delta_k^{(mk)}.$$

$H_{(mk)}(x), H_{(mk+1)}(x), h_{(mk-1)}(x), h_{(mk)}(x)$  მრავალწევრები დაკავშირებულინი არიან ბესელის ტიპის ფუნქციებთან. განვიხილოთ შემდეგი სახის მთელი ფუნქციები:



$$E_k(x) = 1 + \frac{x}{1} + \frac{x^k}{1 \cdot k} + \frac{x^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \frac{x^{2k}}{1 \cdot k(k+1)2k} + \dots, \quad (5)$$

$$e_k(x) = 1 + \frac{x^{k-1}}{k-1} + \frac{x^k}{(k-1)k} + \frac{x^{2k+1}}{(k-1)k(2k-1)} + \dots \quad (6)$$

მნიშვნელში მდგომი ნამრავლნი წარმოადგენენ განზოგადებულ ფაქტორიალებს, მიკავშირებულთ შესაბამისად ( $S^*$ ) და ( $S^{**}$ ) მიმდევრობებთან. ცხადია,

$$E_2(x) \equiv e_2(x) \equiv e^x.$$

$E_k(x)$  და  $e_k(x)$  შემდეგნაირად გამოისახებიან პირველი გვარის ბესელის ფუნქციების საშუალებით:

$$E_k(x) = \left(\frac{i}{k}\right)^{\frac{k-1}{k}} \Gamma\left(\frac{1}{k}\right) x^{\frac{k-1}{2}} J_{-\frac{k-1}{k}}\left(\frac{2i}{k} x^{\frac{k}{2}}\right) + \left(\frac{i}{k}\right)^{-\frac{1}{k}} \times \\ \times \Gamma\left(\frac{k+1}{k}\right) x^{\frac{1}{2}} J_{\frac{1}{k}}\left(\frac{2i}{k} x^{\frac{k}{2}}\right), \quad (7)$$

$$e_k(x) = \left(\frac{i}{k}\right)^{\frac{1}{k}} \Gamma\left(\frac{k-1}{k}\right) x^{\frac{1}{2}} J_{-\frac{1}{k}}\left(\frac{2i}{k} x^{\frac{k}{2}}\right) + \left(\frac{i}{k}\right)^{-\frac{k-1}{k}} \times \\ \times \Gamma\left(\frac{2k-1}{k}\right) x^{\frac{k-1}{2}} J_{\frac{k-1}{k}}\left(\frac{2i}{k} x^{\frac{k}{2}}\right). \quad (8)$$

როგორც ნაჩვენებია იყო [4]-ში, ადგილი აქვს განმწკრივებას

$$e^{-\frac{ik}{k}} E_k(xt) = H_{(n)}(x) + H_{(1)}(x) \frac{t}{1} + H_{(k)}(x) \frac{t^k}{1 \cdot k} + \\ + H_{(k+1)}(x) \frac{t^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \dots, \quad (9)$$

ესე იგი, მარცხენა მხარეზე მდგომი გამოსახულება წარმოადგენს  $H_{(mk)}(x)$ ,  $H_{(mk+1)}(x)$  მრავალწევრთა მწარმოებელ ფუნქციას. შეიძლება იმის ჩვენებაც, რომ

$$e^{-\frac{ik}{k}} e_k(xt)$$

არის მწარმოებელი ფუნქცია მეორე გვარის  $h_{(mk-1)}(x)$  და  $h_{(mk)}(x)$  მრავალწევრთათვის, სახელდობრ:



$$e^{-\frac{ik}{k}} e_k(x) = h_0(x) + h_{(k-1)}(x) \frac{i^{k-1}}{k-1} + h_{(k)}(x) \frac{i^k}{(k-1)k} +$$

$$+ h_{(2k-1)}(x) \frac{i^{2k-1}}{(k-1)k(2k-1)} + \dots \quad (10)$$

პ. ტურანის [5] შრომაში ნაჩვენებია, რომ, თუ  $f(z)$  მრავალწევრი წარმოდგენილია ერმიტის ლუწი ხარისხის მრავალწევრთა წრფივი კომბინაციის სახით, მაშინ ამ წარმოდგენის კოეფიციენტების საშუალებით შეიძლება შეუღლებული ჰიპერბოლების მიერ შემოსაზღვრული ისეთი არე ვიპოვოთ, რომლის შიგნით იმყოფება  $f(z)$  მრავალწევრის ყველა წული. თუ გამოვიყენებთ განზოგადებულ მრავალწევრთა თვისებებს, ადვილად დამტკიცდება შემდეგი

თეორემა. თუ

$$f(z) = \sum_{m=0}^n a_{mk} H_{(mk)}(z), \quad M = \max_{m=0, 1, \dots, (n-1)} |a_{mk}|, \quad |a_{mk}| \neq 0, \quad z = re^{i\theta},$$

მაშინ  $f(z)$  მრავალწევრის ყველა წული ძვეს არეში, რომელიც განისაზღვრება უტოლობით

$$r^k |\sin k\theta| \leq c_k \left( 1 + \frac{M}{|a_{mk}|} \right),$$

სადაც

$$c_k = \frac{1}{k^2} + \frac{2}{k} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{1}{k}} \right).$$

როგორც ამ უტოლობიდან ჩანს, წულების განლაგების არე შემოსაზღვრულია შეუღლებული სინუსოიდალური სპირალებით. თუ  $k=2$ , მივიღებთ შეუღლებულ ჰიპერბოლებს (კლასიკურ მრავალწევრთა შემთხვევა).

ანალოგიური დებულება სამართლიანია მეორე გვარის  $h_{(mk)}(z)$  მრავალწევრთათვისაც.

როგორც ცნობილია, ერმიტის მრავალწევრთათვის სამართლიანია ა. ანჯელესკუს ფორმულა [6]

$$H_n(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} (x+it)^n e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

ამას გააჩნია სათანადო ანალოგები პირველი და მეორე გვარის განზოგადებულ მრავალწევრთა შემთხვევაში. წინასწარ შემოვიღოთ  $\int_k[f]$  ფუნქციონალი ისეთ ფუნქციათა კლასში, რომელნიც განსაზღვრული არიან  $k$  სხივისაგან შედგენილ სიმეტრულ კონაზე, რომლის ცენტრი სათავეშია, ხოლო სხივები შეადგენენ ნამდვილ ღერძთან კუთხეებს ზომით







გიურ ტოლობას აქვს ადგილი მეორე გვარის  $h_{(n)}(x)$  მრავალწევრთათვისაც.

დავუბრუნდეთ ისევ განზოგადებულ მაჩვენებლიან ფუნქციას  $\mathcal{E}_k(x)$ . იგი ორი კომპონენტისაგან შედგება—ერთი წარმოადგენს  $x^{pk}$  სახის ხარისხების მიხედვით დალაგებულ მწკრივს, ხოლო მეორე—მწკრივის დალაგებულს  $x^{pk+1}$  სახის ხარისხების მიხედვით. თუ პირველს აღვნიშნავთ  $ch_k(x)$ -ით, ხოლო მეორეს  $sh_k(x)$ -ით, მაშინ გვექნება

$$\mathcal{E}_k(x) = ch_k(x) + sh_k(x).$$

თუ  $\omega_k = e^{i \frac{\pi}{k}}$ , ცხადია მივიღებთ ეილერის განზოგადებულ ფორმულას

$$\mathcal{E}_k(\omega_k x) = C_k(x) + \omega_k S_k(x),$$

სადაც

$$C_k(x) = 1 - \frac{x^k}{1 \cdot k} + \frac{x^{2k}}{1 \cdot k (k + 1) 2k} - \dots, \tag{13}$$

$$S_k(x) = x - \frac{x^{k+1}}{1 \cdot k (k + 1)} + \frac{x^{k+1}}{1 \cdot k (k + 1) 2k (2k + 1)} - \dots \tag{14}$$

ეს ფუნქციები ტრიგონომეტრიული კოსინუსისა და სინუსის ანალოგიურია.

როგორც (7)-დან ჩანს,  $C_k(x)$  ფუნქცია გამოისახება პირველი გვარის რაციონალურ ინდექსიანი ბესელის ფუნქციის საშუალებით. ცნობილია, რომ, თუ  $m$  რაციონალურია,  $J_m(x)$  ფუნქციის ყველა დადებითი ფესვი ტრანსცენდენტულია (ზიგელი). ამ ფაქტის დამტკიცება მოითხოვს საკმაოდ ფაქიზ ანალიზურ ხერხებს, მაშინ როდესაც ფესვთა ირაციონალობის ჩვენება, ზოგიერთი რაციონალური ინდექსისათვის მაინც, თურმე ელემენტარული გზით შეიძლება, თუ სათანადოდ განვაზოგადებთ ერმიტის ცნობილ მეთოდს პრიცხვის ირაციონალობის დასამტკიცებლად. ამ გზით სწორედ ადგილი საჩვენებელია, რომ  $C_k(x)$  ფუნქციის ყველა დადებითი ფესვი ირაციონალურია<sup>(1)</sup>. ამისათვის საკმარისია განვიხილოთ ინტეგრალი

$$I_{(n, k)}(x) = \int_0^1 (1 - t^k)^n C_k(xt) dt.$$

იგი შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

$$I_{(n, k)}(x) = \frac{n! k^n}{x^{nk+1}} [P_n(x) C_k(x) + Q_n(x) S_k(x)],$$

სადაც  $P_n(x)$  და  $Q_n(x)$  მრავალწევრებია მთელი კოეფიციენტებით.

<sup>(1)</sup>  $C_k(x)$  ფუნქციის ფესვები განლაგებულია სიმეტრულად სხივთა ზემოხსენებულ კონაზე.



თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ  $S_k(\lambda) \neq 0$ , როცა  $C_k(\lambda) = 0$  და თუ დაეუშევებთ, რომ  $\lambda$  რაციონალურია, მაშინ წინააღმდეგობას შეეხვდებით ისე, როგორც ამას ადგილი აქვს ერთი მეთოდის გამოყენების დროს ( $k=2$ ), როდესაც განიხილავენ ინტეგრალს

$$\int_0^1 (1 - t^2)^n \cos(xt) dt.$$

ანალოგიურად დამტკიცდება  $J_m(x)$  ფუნქციის ფესვთა ირაციონალობა, როცა

$$m = -\frac{1}{k}.$$

დასასრულ შევნიშნოთ, რომ ადგილი აქვს გამწკრივებას

$$x \frac{C_k(x)}{S_k(x)} = 1 - k^2 b_k \frac{x^k}{1 \cdot k} + k^4 b_{2k} \frac{x^{2k}}{1 \cdot k (k+1) 2k} - k^6 b_{3k} \frac{x^{3k}}{1 \cdot k (k+1) 2k (2k+1) 3k} + \dots,$$

სადაც  $b_{mk}$  კოეფიციენტები წარმოადგენენ ბერნული განზოგადებულ რიცხვებს, რომელნიც განისაზღვრებიან შემდეგი სიმბოლური რეკურენტული თანადრობით

$$[k^{\frac{2}{k}} b + 1]^{(mk+1)} - [k^{\frac{2}{k}} b - 1]^{(mk+1)} = 2(mk + 1).$$

აქ

$$[k^{\frac{2}{k}} b - 1]^{(mk+1)}$$

გამოსახავს ნიშანცვლად წევრებიანს განზოგადებულ სომბოლურ ბინომს, მიკავშირებულს ( $S_k^*$ ) ნიმდევრობასთან. თუ  $k=2$ , მივიღებთ  $x \operatorname{ctg} x$  ფუნქციის კლასიკურ განმწკრივებას.

ანალოგიურ ფაქტებს აქვს ადგილი მეორე გვარის განზოგადებულ მაჩვენებლიანი  $e_k(x)$  ფუნქციისათვის.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 23.9.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. L. Carlitz. Mathem. Nachr., 17, H. 3-6, 224, 1959.
2. W. A. Al-Salam. Mathem. Nachr., 17, H. 3-6, 239, 1959.
3. P. Ch. Chatterjee. Bul. of the Calc. Math. Society, 47, № 1, 27, 1955.
4. A. K. Харадзе. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, 24, № 2, 129, 1960.
5. P. Turán. Известия на математическия институт. Бълг. Академии на науките, 3, кн. 2, 123, 1959.
6. A. Angelescu. Thèse, Paris, n° 1579, 30, 1916.



## დრეკადობის თეორია

ლ. კიკნაძე

 ბრტყელი დრეკადობის თეორიის მეორე ძირითადი  
 სასაზღვრო ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა მახლობელი  
 არემებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ვეკუამ 9.2.1961)

1. ვთქვათ,  $D(C_0)$  არის  $\mathcal{L}$  კომპლექსურ სიბრტყეზე აღებული მარტივადბმული არე, რომლის  $C_0$  საზღვარი მარტივი ჩაკეტილი წრფეა. ვივარაუდოთ, რომ  $C_0$  წირის კოორდინატებს აქვს უწყვეტი წარმოებულები ამ წირის  $\varepsilon$  რკალის მიმართ მეოთხე რივამდე ჩათვლით. განვიხილოთ  $C_0$  წირზე ოთხჯერ უწყვეტად წარმოებადი  $l$  პერიოდის მქონე ( $l$  აღნიშნავს  $C_0$  წირის სრულ სიგრძეს)  $\rho(\varepsilon)$  ფუნქცია. გადავადგილოთ  $C_0$  წირის ყოველი წერტილი  $|\rho(\varepsilon)|$  მანძილით შიგა ნორმალის გასწვრივ, როცა  $\rho(\varepsilon) > 0$ , ხოლო გარე ნორმალის გასწვრივ, როცა  $\rho(\varepsilon) < 0$ . აქ  $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_1$  აღნიშნავს საკმარისად მცირე დადებით პარამეტრს.  $\varepsilon$  პარამეტრის ასეთი მნიშვნელობისათვის მივიღებთ  $C_0$  წირის მახლობელ იმავე სივლთვის მქონე  $C_\varepsilon$  წირთა ოჯახს, რომელიც  $D(C_\varepsilon)$  მარტივადბმულ არეს შემოსაზღვრავს.

ჩვენი მიზანია მივიღოთ ბრტყელი დრეკადობის თეორიის მეორე ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა  $D(C_\varepsilon)$  არისათვის, როცა ამ ამოცანის ამოხსნა ძირითადი  $D(C_0)$  არისათვის ცნობილია.

განვიხილოთ  $\gamma = f_0(\zeta)$  ფუნქცია, რომელიც  $\zeta$  კომპლექსურ სიბრტყეზე აღებულ ერთფურცადადისიან  $R(\gamma)$  წრეს კონფორმულად ასახავს  $D(C_0)$  არეზე შემდეგი ნორმირებით:

$$f_0(0) = 0, \quad f_0'(0) > 0.$$

(ივარაუდოთ, რომ კოორდინატთა სათავე  $D(C_0)$  არეშია მოთავსებული).  $\gamma = f_\varepsilon(\zeta)$  აღნიშნავდეს  $K(\gamma)$  წრის  $D(C_\varepsilon)$  არეზე კონფორმულად ამსახველ ფუნქციას, რომლისთვისაც გვაქვს

$$f_\varepsilon(0) = 0, \quad f_\varepsilon'(0) > 0.$$

ამკარაა, რომ  $\varepsilon$  პარამეტრის მცირე მნიშვნელობისათვის  $\zeta = 0$  წერტილი ეკუთვნის  $D(C_\varepsilon)$  არეს.

ყოველი  $D(C_\varepsilon)$  არისათვის დრეკადობის თეორიის მეორე ძირითადი სასაზღვრო ამოცანა, რომელსაც ( $A$ ) ამოცანას ვუწოდებთ, შემდეგ ინტეგრაციული ფორმულიანი განტოლებაზე მიიყვანება:

$$U^*(\zeta, \varepsilon) = \iint_K \{K_1(\zeta, \zeta_0) G(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) + K_2(\zeta, \zeta_0) \overline{G(\zeta, \zeta_0; \varepsilon)}\} dS_0 + F(\zeta; \varepsilon), \quad (1)$$



სადაც  $U^*(\zeta; \varepsilon)$  წარმოადგენს ( $A$ ) ამოცანის ამონახსნს  $D(C_\varepsilon)$  არისათვის [1]. ცხადია,  $U^*(\zeta; 0) = U^*(\zeta)$  აღნიშნავს ამავე ამოცანის ამონახსნს  $D(C_0)$  არისათვის,

$$K_1(\zeta, \zeta_0) = \frac{\alpha}{4\mu\pi(1+\alpha)} \left[ \operatorname{Igr} \frac{(1-\bar{\zeta}_0\zeta)(1-\zeta_0\bar{\zeta})}{(\zeta-\zeta_0)(\bar{\zeta}-\bar{\zeta}_0)} - \frac{(1-\zeta\bar{\zeta})(1-\zeta_0\bar{\zeta}_0)(2-\zeta_0\bar{\zeta})}{\alpha^2(1-\zeta_0\bar{\zeta})^2} \right],$$

$$K_2(\zeta, \zeta_0) = \frac{1-\zeta\bar{\zeta}}{4\mu\pi(1+\alpha)} \left[ \frac{\zeta-\zeta_0}{(\zeta-\zeta_0)(1-\zeta_0\bar{\zeta})} - \frac{\zeta_0^2}{1-\zeta_0\bar{\zeta}} \right],$$

$$G(\zeta; \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial \bar{\zeta}} \left[ 2(\lambda+3\mu) \frac{f''_\varepsilon(\zeta)}{f'_\varepsilon(\zeta)} U^*(\zeta; \varepsilon) + 2(\lambda+\mu) \frac{\overline{f''_\varepsilon(\zeta)}}{\overline{f'_\varepsilon(\zeta)}} \overline{U^*(\zeta; \varepsilon)} \right], \quad (2)$$

$$F(\zeta; \varepsilon) = \iint_K [K_1(\zeta, \zeta_0) F^*(\zeta_0) + K_2(\zeta, \zeta_0) \overline{P^*(\zeta_0)}] f'_\varepsilon(\zeta_0) \overline{f'_\varepsilon(\zeta_0)} dS_0,$$

$$P^*(\zeta) = X^*(\zeta) + iY^*(\zeta).$$

სადაც  $X^*(\zeta)$ ,  $Y^*(\zeta)$  მოცულობითი ძალის კონტრავარიანტული კომპონენტებია. თუ (1) განტოლებაზე გამოვიყენებთ ნაწილობითი ინტეგრების ფორმულას, მივიღებთ

$$U^*(\zeta; \varepsilon) + \iint_K [Q_1(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) U^*(\zeta_0; \varepsilon) + Q_2(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) \overline{U^*(\zeta_0; \varepsilon)}] dS_0 = F(\zeta; \varepsilon) \quad (3)$$

ინტეგრალურ განტოლებას, სადაც

$$Q_1(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) = 2 \left[ (\lambda+3\mu) \frac{\partial K_1(\zeta, \zeta_0)}{\partial \bar{\zeta}_0} + (\lambda+\mu) \frac{\partial K_2(\zeta, \zeta_0)}{\partial \zeta_0} \right] \frac{f''_\varepsilon(\zeta_0)}{f'_\varepsilon(\zeta_0)}, \quad (2')$$

$$Q_2(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) = 2 \left[ (\lambda+\mu) \frac{\partial K_2(\zeta, \zeta_0)}{\partial \bar{\zeta}_0} + (\lambda+3\mu) \frac{\partial K_1(\zeta, \zeta_0)}{\partial \zeta_0} \right] \frac{\overline{f''_\varepsilon(\zeta_0)}}{\overline{f'_\varepsilon(\zeta_0)}}.$$

(3) განტოლებისათვის გამოვიყენება ფრედჰოლმის თეორია და იგი ამოხსნადია ნებისმიერი  $D(C_\varepsilon)$  არისათვის [1].

ქვემოთ ჩვენ ვიყენებთ ერთ დებულებას, რომელსაც აქ დაუმტკიცებლად მოვიყვანთ.

ეთქვათ,  $R$   $n$  განზომილებიანი სივრცის რაიმე არეა. განვიხილოთ  $\varepsilon$  პარამეტრზე დამოკიდებული ინტეგრალურ განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\psi_i(P; \varepsilon) - \sum_{j=1}^n \int_R K_{ij}(P, Q; \varepsilon) \psi_j(Q; \varepsilon) dQ = F_i(P; \varepsilon) \quad (i=1, \dots, n),$$

სადაც

$$K_{ij}(P, Q; \varepsilon) \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

$R$  არეზე განსაზღვრული ორი  $P(x_1, \dots, x_n)$  და  $Q(y_1, \dots, y_n)$  წერტილის ფუნქციაა,  $\varepsilon$  ნამდვილი პარამეტრია, რომელიც იცვლება  $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_1$  სეგმენტზე.

ლემა. თუ ინტეგრალურ განტოლებათა (4) სისტემას ერთადერთი ამონახსნი აქვს  $\varepsilon$  პარამეტრის ყოველი  $\varepsilon \in [0, \varepsilon_1]$  მნიშვნელობისათვის და გარდა ამისა შესრულებულია პირობები:

1)  $K_{ij}(P, Q; \varepsilon)$  ( $i, j=1, \dots, n$ )  $P \in R$ ,  $Q \in R$  წერტილთა უწყვეტი ფუნქციაა მთელ  $R$  არეში, როცა  $P \neq Q$  და

$$|K_{ij}(P, Q; \varepsilon)| \leq \frac{C}{|PQ|^\alpha} \quad (\alpha < n, \quad C \text{ გარკვეული მუდმივია});$$

2)

$$|K_{ij}(P, Q; \varepsilon) - K_{ij}(P, Q; 0)| \leq \frac{r(\varepsilon)}{|PQ|^\alpha} \quad (i, j=1, \dots, n; \quad \varepsilon \in [0, \varepsilon_1]),$$

როცა  $P \neq Q$  და  $r(\varepsilon)$  ისეთი დადებითი ფუნქციაა, რომ

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} r(\varepsilon) = 0;$$

3)  $F_i(P; \varepsilon)$  უწყვეტია  $P \in R$  წერტილის მიმართ  $\varepsilon$  პარამეტრის ყოველი მნიშვნელობისათვის  $\varepsilon \in [0, \varepsilon_1]$  და

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} F_i(P; \varepsilon) = F_i(P; 0)$$

თანაბრად  $P \in R$  წერტილის მიმართ. მაშინ (4) სისტემის ერთადერთი  $\psi_i(P; \varepsilon)$  ( $i=1, \dots, n$ ) ამონახსნისათვის გვაქვს

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \psi_i(P; \varepsilon) = \psi_i(P; 0).$$

ეს დებულება მარტივად მიიღება ლ. კანტოროვიჩის [2] შრომაში გამოყენებული მსჯელობების საფუძველზე.

ლემის გამოყენებით მარტივად მიიღება შემდეგი

თეორემა. თუ ინტეგრალურ განტოლებათა (4) სისტემისათვის შესრულებულია ლემის ყველა პირობა, გარდა ამისა,

a)  $P, Q \in R$  წერტილთა ყოველი წყვილისათვის ( $P \neq Q$ ) არსებობს

$$\frac{\partial K_{ij}(P, Q; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{K_{ij}(P, Q; \varepsilon) - K_{ij}(P, Q; 0)}{\varepsilon} \quad (i, j=1, \dots, n)$$

ისე, რომ

$$\left| \frac{K_{ij}(P, Q; \varepsilon) - K_{ij}(P, Q; 0)}{\varepsilon} - \frac{\partial K_{ij}(P, Q; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right| \leq \frac{r(\varepsilon)}{|PQ|^\alpha}$$

b) არსებობს

$$\frac{\partial F_i(P; 0)}{\partial \varepsilon} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{F_i(P; \varepsilon) - F_i(P; 0)}{\varepsilon} \quad (i=1, \dots, n)$$



თანაბრად  $P \in R$  წერტილის მიმართ, მაშინ (4) სისტემის ერთადერთი  $\psi_i(P; \varepsilon)$  ( $i=1, \dots, n$ ) ამონახსნი წარმოებადია  $\varepsilon=0$  წერტილში  $\varepsilon$  პარამეტრის მიმართ და

$$\varphi_i(P) = \left. \frac{\partial \psi_i(P; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0},$$

ფუნქციათა  $\varphi_i(P)$  ( $i=1, \dots, n$ ) სისტემა წარმოადგენს

$$\begin{aligned} \varphi_i(P) - \sum_{j=1}^n \int_R K_{ij}(P, Q; 0) \varphi_j(Q) dQ = \\ = \left. \frac{\partial F(P; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} + \sum_{j=1}^n \int_R \left. \frac{\partial K_{ij}(P, Q; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} \psi_j(Q; 0) dQ \quad (i=1, \dots, n) \end{aligned}$$

ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის ერთადერთ ამონახსნს.

ეს თეორემა შეიძლება გამოვიყენოთ ინტეგრალურ განტოლებათა (3) სისტემისათვის, რადგან თეორემის ყველა პირობა, როგორც ეს ადვილი საჩვენებელია, მისთვის შესრულებულია, როდესაც ერთეულფუნქციის  $K(\gamma)$  წრის  $D(C_\varepsilon)$  არეზე კონფორმულად ამსახველი  $f_\varepsilon(\zeta)$  ფუნქციის [3]-ში მიღებული ვარიაციული ფორმულის

$$f_\varepsilon(\zeta) = f_0(\zeta) - \varepsilon \frac{\zeta f_0'(\zeta)}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} \frac{\rho(s(t))}{|f'(e^{it})|} dt + R(\varepsilon, \zeta) \quad (5)$$

ნაშთით  $R(\varepsilon, \zeta)$  წვევრს აქვს თვისება

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{R'(\zeta, 0)}{\varepsilon} = 0, \quad \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{R''(\varepsilon, \zeta)}{\varepsilon} = 0$$

თანაბრად  $|\zeta| < 1$  წრეზე.

ამრიგად, თეორემის ძალით, არსებობს

$$\varphi(\zeta) = \left. \frac{\partial U^*(\zeta; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{U^*(\zeta; \varepsilon) - U^*(\zeta; 0)}{\varepsilon}$$

და იგი ინტეგრალური განტოლების

$$\begin{aligned} \varphi(\zeta) + \iint_K [Q_1(\zeta, \zeta_0; 0) \varphi(\zeta) + Q_2(\zeta, \zeta_0; 0) \overline{\varphi(\zeta)}] dS_0 = \\ = \left. \frac{\partial F(\zeta, \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} - \iint_K \left[ \left. \frac{\partial Q_1(\zeta, \zeta_0; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} U^*(\zeta_0; 0) + \right. \\ \left. + \left. \frac{\partial Q_2(\zeta, \zeta_0; \varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} \overline{U^*(\zeta_0; 0)} \right] dS_0 \quad (6) \end{aligned}$$

ამონახსნია. აქ

$$Q_1(\zeta, \zeta_0; 0) = Q_1(\zeta, \zeta_0), \quad Q_2(\zeta, \zeta_0; 0) = Q_2(\zeta, \zeta_0)$$

$D(C_0)$  არეს შესაბამისი განტოლების გულგბია. მაშასადამე,  $\varphi(\zeta)$  ღუნქცია აქმაყოფილებს იმავე განტოლებას, რომელსაც  $U^*(\zeta)$  სხვა მარჯვენა მხარით და იგი მოიძებნება, თუ ცნობილია  $D(C_0)$  არის შესაბამისი ინტეგრალური განტოლების რეზოლვენტი. ამგვარად, ჩვენს პირობებში  $D(C_\varepsilon)$  არისათვის  $(A)$  ამოცანის ამონახსნის მიახლოებითი გამოსახულება ( $\varepsilon$  პარამეტრის მიმართ მაღალი რიგის წვეგრების სიზუსტით) მიიღება ფორმულით

$$U^*(\zeta; \varepsilon) \approx U^*(\zeta) + \varepsilon \varphi(\zeta), \quad (7)$$

რაც ჩვენს მიზანს შეადგენდა.

2. განვიხილოთ კერძო შემთხვევა, როდესაც  $D(C_0)$  არე წრეს წარმოადგენს. მაშინ  $f_0(\zeta) = \zeta$  და

$$f_\varepsilon(\zeta) = \zeta - \frac{\varepsilon \zeta}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} \rho(t) dt + R(\varepsilon, \zeta)$$

$$\delta f'_\varepsilon(\zeta) = \frac{\partial f'_\varepsilon(\zeta)}{\partial \varepsilon} \Big|_{\varepsilon=0} = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} [\rho(t) - i\rho'(t)] dt,$$

$$\delta f''_\varepsilon(\zeta) = \frac{\partial f''_\varepsilon(\zeta)}{\partial \varepsilon} \Big|_{\varepsilon=0} = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} [\rho'(t) - i\rho''(t)] dt. \quad (8)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა  $\varphi(\zeta) = \delta U^*$ ;

$$Q_1(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) = Q_1^*(\zeta, \zeta_0) \frac{f'_\varepsilon(\zeta_0)}{f'_\varepsilon(\zeta)}, \quad Q_2(\zeta, \zeta_0; \varepsilon) = Q_2^*(\zeta, \zeta_0) \frac{\overline{f'_\varepsilon(\zeta_0)}}{\overline{f'_\varepsilon(\zeta)}}.$$

ამის გამო ინტეგრალურ განტოლებათა (3) სისტემიდან მივიღებთ

$$\delta U^*(\zeta) = \delta F(\zeta) - \iint_K [Q_1^*(\zeta, \zeta_0) \delta f'_\varepsilon(\zeta_0) U(\zeta_0) + Q_2^*(\zeta, \zeta_0) \overline{\delta f'_\varepsilon(\zeta_0)} \overline{U^*(\zeta_0)}] dS_0,$$

სადაც

$$U^*(\zeta) = \iint_K [K_1(\zeta, \zeta_0) P^*(\zeta_0) + K_2(\zeta, \zeta_0) \overline{P^*(\zeta_0)}] dS_0$$

(A) ამოცანის ამოხსნა ერთეულოვანი წრისთვის [იხ. [1)];

$$\delta F(\zeta) = \iint_K (\delta f'_\varepsilon(\zeta_0) + \overline{\delta f'_\varepsilon(\zeta_0)}) \{K_1(\zeta, \zeta_0) P^*(\zeta_0) + K_2(\zeta, \zeta_0) \overline{P^*(\zeta_0)}\} dS_0,$$

ხოლო  $\delta f'$ ,  $\delta f''$  გამოსახულებანი (8) ტოლობებით მოიცემა.



მაგალითის სახით განვიხილოთ ერთეულოვან წრეხაზთა მახლობელი ელიფსთა ოჯახი

$$\frac{X^2}{[1 + \lambda(\varepsilon)]^2} + \frac{Y^2}{[1 + \mu(\varepsilon)]^2} = 1, \quad (9)$$

სადაც  $\lambda(\varepsilon)$  და  $\mu(\varepsilon)$   $\varepsilon$  პარამეტრის ორი ნამდვილი ორჯერ უწყვეტად წარმოებადი ფუნქციაა, განსაზღვრული  $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_1$  სეგმენტზე; ამასთან, ვთქვათ,  $\lambda(\varepsilon) \neq 0$ ,  $\mu(\varepsilon) \neq 0$ , როცა  $\varepsilon > 0$  და  $\lambda(0) = \mu(0) = 0$ .  $d(\varepsilon, w)$  აღნიშნავდეს  $C_0$  წრეხაზის რაიმე  $w = e^{i\theta}$  წერტილიდან მანძილს  $C_\varepsilon$  ელიფსამდე. შემოვიღოთ ფუნქცია  $P(\varepsilon, w)$ , რომელიც ტოლია  $d(\varepsilon, w)$ -სი, როცა ეს მანძილი გადაზომილია წრეხაზიდან შიგა ნორმალის გასწვრივ და  $P(\varepsilon, w) = -d(\varepsilon, w)$ , როდესაც  $d(\varepsilon, w)$  გადაზომილია გარე ნორმალის გასწვრივ. მიღებული  $P(\varepsilon, w)$  ფუნქცია, როგორც ეს ადვილი საჩვენებელია, განისაზღვრება განტოლებიდან

$$[1 - P^2(\varepsilon e^{i\theta})] \left\{ \frac{\cos^2 \theta}{[1 + \lambda(\varepsilon)]^2} + \frac{\sin^2 \theta}{[1 + \mu(\varepsilon)]^2} \right\} = 1. \quad (10)$$

$P(\zeta, w)$  ფუნქციის ცხად გამოსახულებას, რომელიც ამ განტოლებიდან განისაზღვრება, ჩვენ არ ამოვწერთ. საყურადღებოა იმის აღნიშვნა, რომ  $P(\varepsilon, w)$  არაა  $\varepsilon \rho(\varepsilon)$  სახის ნამრაველი საზოგადოდ. ეს ერთგვაროვან უხერხულობას ქმნის ელიფსთა ამ ოჯახის განხილვისას, რადგან ასეთი ოჯახი ზემოთ აღწერილ  $C_\varepsilon$  ტიპის ოჯახს არ წარმოადგენს. მაგრამ, როგორც ეს ახლა იქნება ნაჩვენები, ამ სტატის პირველ პუნქტში მიღებული შედეგი სამართლიანია წირთა ასეთი ოჯახისათვისაც.

განვიხილოთ  $C_0$  კონტურის  $s$  რკალისა და  $\varepsilon$  პარამეტრის ნამდვილი  $P(\varepsilon, s)$  ფუნქცია, რომელიც: 1. განსაზღვრულია  $\varepsilon \geq 0$  მნიშვნელობისათვის გარკვეულ  $0 \leq s \leq \varepsilon_1$ , შუალედში და  $s$  ცვლადის ცვლილების  $0 \leq s \leq l$  არეზე, სადაც  $l$  აღნიშნავს  $C_0$  კონტურის სრულ სიგრძეს; 2.  $P(\varepsilon, s)$  ფუნქცია პერიოდულია  $s$  ცვლადის მიმართ  $l$  პერიოდით; 3.  $P(\varepsilon, s) = 0$ , როცა  $\varepsilon = 0$ , უწყვეტია  $\varepsilon$  პარამეტრისა და  $s$  ცვლადის აღნიშნული მნიშვნელობებისთვის და აქვს  $\varepsilon$  პარამეტრის მიმართ მეორე რიგის, ხოლო  $s$  ცვლადის მიმართ მეოთხე რიგის წარმოებულები. თუ  $P(\varepsilon, s)$  ფუნქციის მიმართ გამოვიყენებთ ტეილორის ფორმულას, გვექნება

$$P(\varepsilon, s) = \varepsilon \rho(s) + \varepsilon^2 \tau(\varepsilon, s),$$

სადაც

$$\rho(s) = \left. \frac{\partial P(\varepsilon, \zeta)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} \quad \text{და} \quad \tau(\varepsilon, s) = \frac{1}{2} \left. \frac{\partial^2 P(\varepsilon, s)}{\partial \varepsilon^2} \right|_{\varepsilon=\varepsilon},$$

რომელიც ყოველ შემთხვევაში შემოსაზღვრულია.

ახლა განვიხილოთ  $C_0$  წირის მახლობელი  $C_\varepsilon^*$  წირთა ოჯახი, რომელიც მიიღება  $C_0$  წირის ყოველი წერტილის გადაადგილებით  $|P(\varepsilon, s)|$  მანძილით შიგა ნორმალის გასწვრივ, როცა  $P(\varepsilon, s) > 0$  და გარე ნორმალის გასწვრივ, როცა  $P(\varepsilon, s) < 0$ .  $D(C_\varepsilon^*)$  არეთა ასეთი ოჯახისათვის სამართლიანია (5) ვარიაციული ფორმულა. ეს უკანასკნელი გამომდინარეობს დამხმარე  $C_\varepsilon$  კონტურ-

რის შემოყენით (რომლისთვისაც  $P(\varepsilon, s) = \varepsilon p(s)$ , სადაც  $p(s)$  (11) ტოლობაში მონაწილე ფუნქციაა) და ა. მარკუშევიჩის თეორემის გამოყენებით [4].

როგორც ეს (10) ფორმულიდან გამომდინარეობს, ელიფსთა ზემომოყვანილი ოჯახის შემთხვევაში  $P(\varepsilon, s)$  აკმაყოფილებს ყველა საჭირო პირობას და, მაშასადამე, პირველი პუნქტის შედეგი სამართლიანია წირთა ამ ოჯახისათვისაც. ჩვენს პირობებში იგი შეიძლება დავწეროთ

$$\begin{aligned} \lambda(\varepsilon) &= \lambda_1 \varepsilon + \dots \\ \mu(\varepsilon) &= \mu_1 \varepsilon + \dots \end{aligned} \tag{12}$$

სადაც  $\lambda_1, \mu_1$  აღნიშნავს  $\lambda(\varepsilon)$  და  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქციების პირველ წარმოებულებს  $\varepsilon=0$  წერტილში, მრავალწერტილები კი აღნიშნავს  $\varepsilon^2$ -ის რიგის წევრებს. ამიტომ, თუ გამოვიყენებთ (10) და (12) გამოსახულებებს, მივიღებთ

$$\rho(e^{i\theta}) = -(\lambda_1 \cos^2 \theta + \mu_1 \sin^2 \theta).$$

ჩვენი შემთხვევისათვის (5) ვარიაციული ფორმულის  $\tilde{f}_\varepsilon$  მთავარ ნაწილს ექნება სახე

$$\tilde{f}_\varepsilon(\zeta) = \zeta + \frac{\varepsilon \lambda_1 \zeta}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} \cos^2 t dt + \frac{\varepsilon \mu_1 \zeta}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} \sin^2 t dt.$$

მაგრამ

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} \cos^2 t dt = \frac{1 + \zeta^2}{2},$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{e^{it} + \zeta}{e^{it} - \zeta} \sin^2 t dt = \frac{1 - \zeta^2}{2}.$$

ამრიგად,

$$\tilde{f}_\varepsilon(\zeta) = \zeta + \varepsilon \zeta \left\{ \frac{\lambda_1 + \mu_1}{2} + \frac{\lambda_1 - \mu_1}{2} \zeta^2 \right\}$$

და, მაშასადამე,

$$\delta f'(\zeta) = \frac{\lambda_1 + \mu_1}{2} + \frac{3}{2} (\lambda_1 - \mu_1) \zeta^2$$

$$\delta f''(\zeta) = 3 (\lambda_1 - \mu_1) \zeta,$$

რის გამოც ერთეულოვანი წრის მახლობელი ელიფსური არეებისათვის (A) ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნა მოიცემა შემდეგი ფორმულით:

$$\begin{aligned} U^*(\zeta; \varepsilon) &\approx \iint_K [K_1(\zeta, \zeta_0) P^*(\zeta_0) + K_2(\zeta, \zeta_0) \overline{P^*(\zeta_0)}] dS_0 + \\ &+ \varepsilon \iint_K \left[ \lambda_1 + \mu_1 + \frac{3}{2} (\lambda_1 - \mu_1) (\zeta_0^2 + \overline{\zeta_0^2}) \right] [K_1(\zeta, \zeta_0) P^*(\zeta_0) + \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 & + K_2(\zeta, \zeta_0) \overline{P^*(\zeta_0)}] dS_0 - 3(\lambda_1 - \mu_1) \varepsilon \iint_K [\zeta_0 Q_1^*(\zeta, \zeta_0) \iint_K \{ K_1(\zeta_0, \sigma) P^*(\sigma) + \\
 & + K_2(\zeta_0, \sigma) \overline{P^*(\sigma)} \} d\sigma + \overline{\zeta_0 Q_2^*(\zeta, \zeta_0)} \iint_K \{ \overline{K_1(\zeta_0, \sigma)} \overline{P^*(\sigma)} + \\
 & + \overline{K_2(\zeta_0, \sigma)} P^*(\sigma) \} d\sigma ] dS_0,
 \end{aligned}$$

სადაც

$$K_1(\zeta, \zeta_0), \quad K_2(\zeta, \zeta_0), \quad Q_1^*(\zeta, \zeta_0), \quad Q_2^*(\zeta, \zeta_0)$$

ფუნქციანაა მნიშვნელობები (2) და (2') ტოლობებით მოიცემა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.2.1961)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ლ. კიკნაძე. დრეკადობის თეორიის ბრტყელ ამოცანებში კონფორმულ ასახვათა ერთი გამოყენების შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამათვლელი ცენტრის შრომები, ტ. I, 1960.
2. А. В. Канторович. Функциональный анализ и прикладная математика. Успехи математических наук, т. III, вып. 6, 1948.
3. ლ. კიკნაძე. წრის კონფორმულად ამსახველი ფუნქციის ვარიაციის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამათვლელი ცენტრის შრომები, ტ. I, 1960.
4. А. И. Маркушевич. Конформное отображение областей с переменными границами. Мат. сборник, т. I, (43):6, 1936.

კინემატოგრაფია

რ. სნიტლაძე, ვ. ზაზუანიძე

## დისკრეტულ სტოქასტიკურ მოწყობილობათა სინთეზის საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. ნამასახლისოვმა 20.2.1961)

განხილულია საკითხი ინფორმაციის შემთხვევითად გარდამქმნელი დისკრეტული მოწყობილობის სინთეზის შესახებ. ამ საკითხის გადაწყვეტისათვის გამოყენებულია შემთხვევითი სიგნალების გენერატორისა და შემოსაზღვრულ-დეტერმინირებულ ოპერატორთა [1] მარეალიზებელ მოწყობილობათა გარკვეული შეერთება.

§ 1. შემთხვევითი ოპერატორი. დისკრეტული ინფორმაციის გარდამქმნელი ნებისმიერი მოწყობილობა შეიძლება წარმოვადგინოთ „შავი ყუთის“ სახით, რომელსაც ექნება გარკვეული შესავალი და გამოსავალი არხები, შესავლისა და გამოსავლის სასრულო ანბანი. ასეთი მოწყობილობის მოქმედება იმაში მდგომარეობს, რომ, როცა შესავალზე მიწოდებული იქნება რაიმე სიტყვა (შესავლის ანბანის ასოთა სასრულო მიმდევრობა დროის დისკრეტულ მომენტებში), გამოსავალზე იიღება განსაზღვრული სიტყვა (გამოსავლის ანბანის ასოთა სასრულო მიმდევრობა).

აღნიშნულ მოწყობილობას შეგვიძლია შევუთანადოთ სიტყვათა გარდამქმნის გარკვეული ოპერატორი  $T$ . თუ ინფორმაციის გარდამქმნელი მოწყობილობა ისეთია, რომ ყოველი ტაქტის ბოლოს გამოსავალი ასო დამოკიდებულია მხოლოდ წარსულში და მასთან ერთდროულად შესავალზე მიწოდებულ ასოებზე და თუ ამასთან ამ მოწყობილობას შეუძლია იმყოფებოდეს ფუნქციონალურად განსხვავებულ მხოლოდ სასრულო რაოდენობის მდგომარეობებში, მაშინ მის შესაბამის ოპერატორს ეწოდება შემოსაზღვრულ-დეტერმინირებული ოპერატორი (შემოკლებით **შ-დ** ოპერატორი).

ახლა წარმოვიდგინოთ მოწყობილობა, რომელსაც შეეძლება დროის დისკრეტულ მომენტებში სრულიად შემთხვევით განახორციელოს მისთვის დასაშვებ ოპერატორთა ერთობლიობიდან ერთ-ერთი **შ-დ** ოპერატორი. ცხადია, რომ ასეთი მოწყობილობა არ მოგვეცემს შესავლისა და სისტემის მდგომარეობის წყვილის ცალსახა გარდაქმნას გამოსავალ ასოდ და სისტემის მომდევნო მდგომარეობად. ასეთი სისტემის გამოსავალი იქნება გარკვეული განაწილების კანონის მქონე შემთხვევითი სიდიდე. ამგვარი სტოქასტიკური სისტემა შეიძლება განხორციელებულ იქნეს ისეთ **შ-დ** ქვესისტემათა (**შ-დ** ოპერატორთა მარეალიზებელ მოწყობილობათა) ერთობლიობის სახით, რომლებსაც საერთო შესავლისა და გამოსავლის ანბანი ექნებათ და ამასთან დრო-  
34. „მოამბე“, ტ. XXVII, № 5, 1961



ის ყოველ დისკრეტულ მომენტში მოქმედებაში იქნება მოცემული განაწილების კანონის შესაბამისად შემთხვევითად არჩეული ერთ-ერთი ამ ქვესისტემათაგანი. ფიზიკურად სისტემა შეიძლება განხორციელდეს, თუ აღნიშნულ ქვესისტემათა მოქმედებაში შემთხვევით ჩართვა-ამორთვის პროცესს ვაწარმოებთ განსაკუთრებული მმართველი მოწყობილობის საშუალებით, ისეთი მოწყობილობის საშუალებით, რომლის გამოსავალი სტატისტიკურ-ალბათური აზრით იზომორფული იქნებოდა მოცემულ **შ-დ** ქვესისტემათა სიმრავლისადმი.

ხდომილობათა ორი სრული სისტემა ერთმანეთისადმი სტატისტიკურ-ალბათურად იზომორფული იქნება, თუ ამ სისტემათა ხდომილობათა სიმრავლეებს შორის შეიძლება დაზყარდეს ისეთი ურთიერთცალსახა შესაბამისობა, რომლის დროსაც შესაბამ ხდომილობებს ტოლი ალბათობა ექნებათ [2]. თუ თეორიულად გავაიგივებთ ქვესისტემათა ხსენებულ ერთობლიობას შემთხვევითად მმართველ სისტემის გამოსავალთან, რომელიც ამ ერთობლიობის იზომორფულია, მაშინ ინფორმაციის შემთხვევითად გარდამქმნელი მოწყობილობის ფიზიკური მოდელირების საკითხი შეიძლება დაყვანილ იქნეს ისეთი მოწყობილობის სინთეზის საკითხზე, რომელსაც ექნება შემთხვევითი გამოსავალი მოცემული განაწილების კანონით. ოპერატორების ენაზე შეიძლება ვთქვათ, რომ დისკრეტული ინფორმაციის გარდაქმნის აღწერილი სისტემა ახორციელებს რაღაც შემთხვევით ოპერატორს  $T(t_i)$ -ს, რომლისთვისაც შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგი

გ ა ნ ს ა ზ ღ რ ა. შემთხვევითი ოპერატორი  $T(t_i)$  ეწოდება ისეთ ოპერატორს, რომელსაც დროის ყოველი დისკრეტული  $t_i$  მომენტისათვის შეუძლია მიიღოს განსაზღვრული ალბათობით ამა თუ იმ კონკრეტული **შ-დ** ოპერატორის სახე ისე, რომ წინასწარ უცნობი იყოს, თუ სახელდობრ რომლის.

ყველა იმ **შ-დ** ოპერატორს, რომელთა სახითაც შეიძლება გამოვლინდეს  $T(t_i)$  დროის სხვადასხვა  $t_i$  მომენტში, ვუწოდებთ  $T(t_i)$  შემთხვევითი ოპერატორის მნიშვნელობებს.  $T(t_i)$  შეიძლება ჩაითვალოს ცნობილად, თუ მოცემული იქნება  $T(t_i)$ -ს განაწილების კანონი ყოველი  $t_i$ -თვის. ჩვენ შევიზღუდებით ისეთი  $T(t_i)$ -ით, რომლებსთვისაც განაწილების კანონი არაა დამოკიდებული დროზე. ასეთ შემთხვევით ოპერატორებს შეიძლება ვუწოდოთ ს ტ ა ც ი ო ნ ა რ უ ლ ი.  $T(t_i)$ -ის მნიშვნელობები შეიძლება რეალიზებულ იქნეს შემთხვევით სიგნალთა გადამწოდის ისეთი გამოსავლის სახით, რომლის განაწილების კანონი ისეთივეა, როგორიც  $T(t_i)$ -თვის.

მოწყობილობას, რომელსაც ექნება შემთხვევითი გამოსავალი მოცემული განაწილების კანონით, ვუწოდებთ შემთხვევითი არჩევის მოწყობილობას (**შამ**), ხოლო ოპერატორს, რომელიც გამოხატავს **შამ**-ის ფუნქციონირებას, — შემთხვევითი არჩევის ოპერატორს (**შაო**).

ჩვენ მიერ განხილულ შემთხვევაში  $T(t_i)$ -ს რეალიზებულ მნიშვნელობათა მიმდევრობიდან თითოეული მნიშვნელობის განხორციელება არაა დამოკიდებული წარსული მნიშვნელობებისაგან, ე. ი. სისტემა ვერ „იმახსოვრებს“  $T(t_i)$ -ის ნამყო მნიშვნელობებს, დროის ყოველ მომენტში მისი „გულისყური“



მთლიანად იმ **შ-დ** ოპერატორისადმი „მიპყრობილი“, რომელსაც იგი ამ მომენტში ასახიერებს.

§ 2. (1,  $2^n - 1$ ) პოლუსა შემთხვევითი გამოსავლით. **შამ-ის** რეალიზებისათვის ვსაზღვრობთ განსაზღვრული განაწილების კანონის მქონე რომელიმე შემთხვევითი ფიზიკური პროცესით, განაწილების შემდგომი ტრანსფორმირებით ნებისმიერ განაწილებად რაიმე დეტერმინირებული მოწყობილობის გამოყენებით. ამასთან საწყის პროცესად ვირჩევთ თანაბარი განაწილების მქონე შემთხვევითი გამოსავლიან პროცესს. მაშასადამე, ვიღებთ მაქსიმალური ენტროპიის მქონე ინფორმაციის წყაროს და ვადებთ რა მას განსაზღვრულ შეზღუდვებს, ვღებულობთ სისტემას შემცირებული ენტროპიით.

ორგამოსავლიანი მარტივი **შამ-ის**, ე. წ.  $p$ -სქემის სინთეზის საკითხი განხილულია [3] შრომაში, აქ კი ვიდლებით მრავალგამოსავლიან **შამ-ის** სინთეზის მეთოდს.

სქემის სინთეზისას გამოვდივართ თანაბრად სააღბათო გამოსავლიანი ელემენტებიდან. ამ ელემენტებს კონტაქტებს ვუწოდებთ. კონტაქტის გამტარებლობის მდგომარეობას შევუთანადებთ 1-ს, ხოლო გაუმტარებლობისას — 0-ს. ასეთი კონტაქტებით შექმნილი მოწყობილობისათვის შესავალი იქნება კონტაქტთა შემთხვევითი მნიშვნელობები, ხოლო გამოსავალი — 1 და 0 (გამოსავალ პოლუსზე სიგნალის არსებობა ან არარსებობა), განსაზღვრული განაწილების კანონით. [3] შრომაში ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული კონტაქტებით, მათი პარალელურ-მიმდევრობითი შეერთებით შეიძლება აიგოს სისტემა, რომელიც გასცემდა სიგნალებს ნებისმიერი სასურველი  $p$  ალბათობით. მაგრამ, თუ გამოვიყენებთ ინვერტორებს — ელემენტებს, რომლებიც ახორციელებენ ლოგიკური უარყოფის ფუნქციას, მაშინ ნებისმიერი  $p$ -სქემა შეიძლება აიგოს კონტაქტებისა და ინვერტორების მხოლოდ მიმდევრობითი შეერთებით. ინვერტორების გამოყენება, როგორც ამას ქვემოთ ვნახავთ, საშუალებას იძლევა მარტივად აიგოს ნებისმიერი (1,  $k$ )-პოლუსა გამოსავალი პოლუსების ალგზნების ალბათობათა მოცემული ორობით-რაციონალური მნიშვნელობებისათვის.

თაორემა. ყველა ორობითი წილადისათვის  $\frac{I}{2^n}$ -დან  $\frac{2^n - I}{2^n}$ -

მდე შეიძლება აიგოს კონტაქტებითა და ინვერტორებით ხისებური  $n$  იარუსიანი (1,  $2^n - 1$ )-პოლუსა, რომლის წვეროთა (ფესვის გარდა) ალგზნების ალბათობები იქნება შესაბამად  $\frac{I}{2^n}, \frac{2}{2^n}, \dots, \frac{2^n - I}{2^n}$  წილადთა ტოლი.

დამტკიცება. იმ შემთხვევისათვის, როცა  $n=1$ , ხე წარმოადგენს ერთ კონტაქტს.  $n=2$  შემთხვევისათვის ხე წარმოადგენილია ნახ. 1-ზე. მონაკვეთი ნიშნავს კონტაქტს, წრე — ინვერტორს, 0 შესავალი პოლუსია, ფესვის წვერი (წვეროები გამოსახულია წერტილებით), ხოლო 1, 2 და 3 გამოსავალი პოლუსებია. მათ შესაბამებთ ალგზნების ალბათობებად  $\frac{I}{2}, \frac{I}{4}$  და  $\frac{3}{4}$

8470

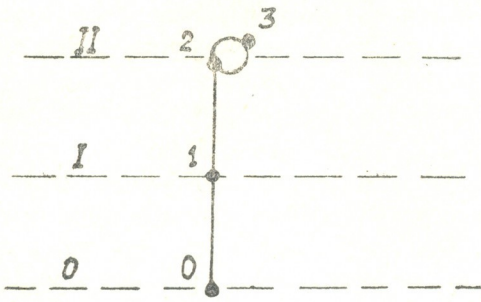






წილადები. ხის იმ წვეროებს, რომელთაც შეესაბამებათ წილადები ორიდან მანქიმალური ხარისხით მნიშვნელში, ვუწოდებთ საბოლოო წვეროებს. ნახ. 1-ზე საბოლოო წვეროებია 2 და 3. თუ თითოეულ საბოლოო წვეროს მიმდევრობით მივუერთებთ კონტაქტსა და ინვერტორს, მივიღებთ ერთი იარუსით მაღალ ხეს.

$n=2$  შემთხვევაში თეორემა სამართლიანია. ეს უშუალოდ ჩანს ნახ. 1-დან. ვაჩვენოთ მისი სამართლიანობა ნებისმიერი  $n$ -თვის, თუ მივიღებთ, რომ იგი სამართლიანია  $(n-1)$ -თვის. ამრიგად, გვაქვს  $n-1$  იარუსიანი ხე, რომელსაც  $2^{n-1}-1$  წვერო აქვს (ფესვის გარდა) და რომელთაგანაც სიგნალის მიღების ალბათობები შესაბამად ეტოლებიან ორობით წილადებს  $\frac{1}{2^{n-1}}$ -დან  $\frac{2^{n-1}-1}{2^{n-1}}$ -მდე.



ნახ. 1

ამ ხის წვეროთა შორის  $2^{n-2}$  საბოლოო იქნება, რადგან ყველა ორობით წილადთა შორის  $\frac{1}{2^{n-1}}$ -დან  $\frac{2^{n-1}-1}{2^{n-1}}$ -მდე,  $2^{n-2}$  წილადს ექნება მნიშვნელად ორის მანქიმალური ხარისხი (ე. ი. ეს წილადები უკვეცი იქნება).

ჩვენ უნდა ავაგოთ ხე, რომლის წვეროთა (ფესვის გარდა) აღზნების ალბათობები ტოლი იქნება  $\frac{1}{2^n}, \frac{2}{2^n}, \dots, \frac{2^n-1}{2^n}$  წილადებისა. ამ წილადთა შორის  $2^{n-1}-1$  წილადი  $n-1$  იარუსიანი ხის წვეროების აღზნების ალბათობებს წარმოადგენენ. რჩება კიდევ  $(2^n-1)-(2^{n-1}-1)=2^{n-1}$  წილადი, რომლებიც არ შეიძლება წარმოადგენდნენ  $(n-1)$  იარუსიანი ხის არც ერთი წვეროს აღზნების ალბათობას.

ვინაიდან  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$  რიგის ყოველი წილადი შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს  $\frac{1}{2}$ -ისა და  $\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}$  რიგის რომელიმე წილადის ნამრავლის ან 1-მდე ამ ნამრავლის დამატების სახით [3], ამიტომ  $n-1$  იარუსიანი ხის საბოლოო წვეროებისადმი კონტაქტ-ინვერტორის მიმდევრობითი შეერთების მიერთებით მიიღება  $n$ -იარუსიანი ხე  $2 \cdot 2^{n-2} = 2^{n-1}$  საბოლოო წვეროთი, რომელთა აღზნების ალბათობები შესაბამად ტოლი იქნება ყველა უკვეცი წილადისა  $\frac{1}{2^n}$ -დან  $\frac{2^n-1}{2^n}$ -მდე.

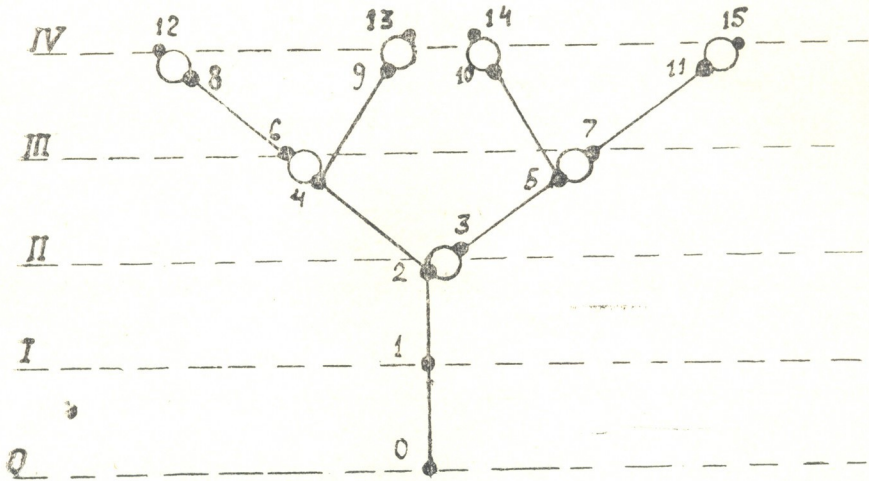
ცხადია, რომ ასე აგებული ხის ყველა წვეროს შეესაბამება სხვადასხვა წილადი და  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$  რიგის ყოველ წილადს შესაბამება ერთი გარკვეული წვერო. ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

წილადებისა  $\frac{1}{2^n}$ -დან  $\frac{2^n-1}{2^n}$ -მდე. ცხადია, რომ ასე აგებული ხის ყველა წვეროს შეესაბამება სხვადასხვა წილადი და  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$  რიგის ყოველ წილადს შესაბამება ერთი გარკვეული წვერო. ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

წილადებისა  $\frac{1}{2^n}$ -ისა და  $\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}$  რიგის რომელიმე წილადის ნამრავლის ან 1-მდე ამ ნამრავლის დამატების სახით [3], ამიტომ  $n-1$  იარუსიანი ხის საბოლოო წვეროებისადმი კონტაქტ-ინვერტორის მიმდევრობითი შეერთების მიერთებით მიიღება  $n$ -იარუსიანი ხე  $2 \cdot 2^{n-2} = 2^{n-1}$  საბოლოო წვეროთი, რომელთა აღზნების ალბათობები შესაბამად ტოლი იქნება ყველა უკვეცი წილადისა  $\frac{1}{2^n}$ -დან  $\frac{2^n-1}{2^n}$ -მდე. ცხადია, რომ ასე აგებული ხის ყველა წვეროს შეესაბამება სხვადასხვა წილადი და  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$  რიგის ყოველ წილადს შესაბამება ერთი გარკვეული წვერო. ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

წილადებისა  $\frac{1}{2^n}$ -დან  $\frac{2^n-1}{2^n}$ -მდე. ცხადია, რომ ასე აგებული ხის ყველა წვეროს შეესაბამება სხვადასხვა წილადი და  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$  რიგის ყოველ წილადს შესაბამება ერთი გარკვეული წვერო. ადვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

$n$ -იარუსიანი ხის ელემენტების რაოდენობა უდრის  $2^{n-1}$ , რომელთა შორის  $\frac{2^{n-1}-2}{2}$  ინვერტორი იქნება. ეს იქიდან გამომდინარეობს, რომ, დაწყებული პირველი იარუსიდან, ყოველი წვეროსადმი მიერთებულია კონტაქტ-ინვერტორის წყვილი.



ნახ. 2

ნახ. 2-ზე მოყვანილია 4-იარუსიანი ხის მაგალითი, რომლის 15 წვეროს აღვწენების ალბათობები შესაბამად უდრის ორობით წილადებს  $\frac{1}{16}$ -დან  $\frac{15}{16}$ -მდე.

§ 3. შამ ორზე მეტი შეუთავსებელი გამოსავლით. ბუნებრივი და ხელოვნური მართვის სისტემებში ხშირად გვხვდება ისეთი სიტუაციები, რომელთა დროსაც ადგილი აქვს არჩევას დისკრეტულ შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობისას, რომლებიც ხდომილობათა სრულ სისტემას ქმნიან. ასეთი სტოქასტიკური მართვის სასრულო სისტემის თეორიული მოდელირებისას წარმატებით გამოიყენება მონტე-კარლოს მეთოდი, როგორც შაო-ს თეორიული რეალიზაციის საშუალება.

ახლა განვიხილოთ ისეთი შაო-ს ფიზიკური მოდელირების საკითხი, რომელიც არჩევას ახდენს ხდომილებათა სრული სისტემიდან, რომელშიც ალბათობები ორობით-რაციონალურ რიცხვებს წარმოადგენენ. დავინახავთ, რომ სასურველი მოდელის სინთეზი სულ ადვილად შეიძლება განხორციელდეს ორგამოსავლიან შამ-თა ( $p$ -სქემათა) ბაზაზე.

ვთქვათ, გვაქვს შაო სამი შეუთავსებელი გამოსავლით, რომელთა ალბათობებია, ვთქვათ,  $p_1$ ,  $p_2$  და  $p_3 = 1 - (p_1 + p_2)$ . შესაბამი შამ შეიძლება ავავოთ ჩვეულებრივი რელე-კონტაქტური სქემის სახით, რომლის რელეების მართვა





იწარმოებს  $p_1$  და  $p_2$ -სქემებისაგან მიწოდებული სიგნალებით. ამ მოწყობის ღირებულების სქემა მოყვანილია ნახ. 3-ზე.

რეღე, რომელიც მართავს შემკრავ  $y_1$  და გამთიშავ  $\bar{y}_1$  კონტაქტებს, აღიგზნება  $p_1^*$ -სქემიდან მიწოდებული სიგნალებით, ხოლო  $y_2$  და  $\bar{y}_2$  კონტაქტთა მმართავი რეღე— $p_2^*$ -სქემიდან მიწოდებული სიგნალებით. აქ

$$p_1^* = p_1, \quad p_2^* = \frac{p_2}{1 - p_1^*}.$$

პოლუსი 1 აღიგზნება  $p_1$ -ის ტოლი ალბათობით, ხოლო პოლუსი 2 აღიგზნება, როცა შეიკვრებიან  $\bar{y}_1$  და  $y_2$  კონტაქტები. ამ რთული ხდომილების ალბათობა კი უდრის

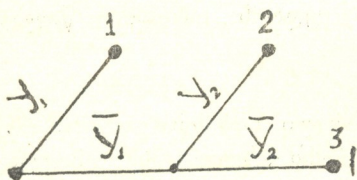
$$(1 - p_1^*) \cdot \frac{p_2}{1 - p_1^*} = p_2.$$

რაც შეეხება პოლუს 3-ს, იგი აღიგზნება, როცა შეიკვრებიან  $\bar{y}_1$  და  $\bar{y}_2$  კონტაქტები, ამის ალბათობა კი უდრის

$$(1 - p_1^*) \left( 1 - \frac{p_2}{1 - p_1^*} \right) = 1 - (p_1 + p_2) = p_3.$$

ახლა განვიხილოთ ისეთი შაშ-ის სინთეზის საკითხი, რომელსაც  $N$  შეუთავსებადი გამოსავლები აქვს და თითოეული ამ გამოსავალთაგანის აღგზნების ალბათობა სასრულო ორობითი წილადის სახით გამოისახება. აღვნიშნოთ ეს ალბათობები  $p_i$ -თი, სადაც

$$i = 1, 2, \dots, N, \quad \sum_{i=1}^N p_i = 1,$$



ნახ. 3.

ხოლო  $p_{ij} = 0$ , როცა  $i \neq j$  ( $p_{ij}$   $i$ -ურ და  $j$ -ური პოლუსების ერთდროულად აღგზნების ალბათობაა). ზოგადობის რაიმე შეზღუდვის გარეშე შეიძლება მივიღოთ, რომ  $p_1 \geq p_2 \geq \dots \geq p_N$ . შე-

საბამი შაშ აიგება კონტაქტური (1,  $N$ )-პოლუსის სახით შემდეგი წესის მიხედვით: ჯერ ვაგებთ (1, 3)-პოლუსის ისე, როგორც ეს წარმოდგენილია ნახ. 3-ზე ალბათობათა  $p_1$ ,  $p_2$  და  $1 - (p_1 + p_2)$  მნიშვნელობებისათვის (ამ შემ-

თხვევაში  $1 - (p_1 + p_2) = \sum_{i=3}^N p_i$ ), სადაც  $y_1$  კონტაქტის შეკვრის ალბათობაა

$p_1^* = p_1$ , ხოლო  $y_2$  კონტაქტის შეკვრის—

$$p_2^* = \frac{p_2}{1 - p_1^*} = \frac{p_2}{1 - p_1}.$$

ვთქვათ, უკვე აგებულია  $(1, k)$ -პოლუსა, რომლის პოლუსთა ალგზნების ალბათობებია

$$p_1, p_2, \dots, p_{k-1}, \quad p_k = 1 - \sum_{i=1}^{k-1} p_i,$$

ხოლო უკანასკნელი შემკრავი კონტაქტის შეკვრის ალბათობა უდრის

$$p_{k-1}^* = \frac{p_{k-1}}{1 - (p_1 + p_2 + \dots + p_{k-2})}.$$

მივუერთოთ  $(1, k)$ -პოლუსს  $\bar{y}_{k-1}$  კონტაქტს ერთი საკუთარი რელეთი მართ-  
 ვადი შემკრავი კონტაქტი  $y_k$  და გამთიშავი კონტაქტი  $\bar{y}_k$   $y_k$ -ს თავისუფალი  
 ბოლო მივიჩნიოთ  $k$ -ურ პოლუსად. ეს პოლუსი რომ აღიგზნოს, საჭიროა არ  
 აღიგზნოს არც ერთი პირველი  $k-1$  პოლუსი და ამასთან შეკრული იყოს  $y_k$ .  
 ალბათობა იმისა, რომ არც ერთი პირველი  $k-1$  პოლუსი არ აღიგზნოს,  
 უდრის  $1 - (p_1 + p_2 + \dots + p_{k-1})$ -ს, ამიტომ  $y_k$  უნდა იკვრებოდეს  $p_k^* =$

$$= \frac{p_k}{1 - (p_1 + p_2 + \dots + p_{k-1})}$$

-ს ტოლი ალბათობით, მისმა  $1 - (p_1 + p_2 + \dots + p_{k-1})$ -ზე ნამრავლმა რომ  $p_k^*$  მოგვცეს. მაშასადამე რელე, რომელმაც  
 უნდა მართოს  $y_k$  და  $\bar{y}_k$ , უნდა იკვრებოდეს  $p_k^*$ -სქემიდან მიწოდებული სიგზა-  
 ლებით. აქ მოყვანილი წესით თანდათანობით შეიძლება აიგოს ყველა მოცე-  
 მულ  $N$  ალბათობათა შესაბამისი პოლუსები.

დასასრულს აღვნიშნოთ შემდეგი. თუ მოვიხოვთ, რომ შან-ის გამოსა-  
 ვალთა ალბათობები იყოს ნებისმიერი რაციონალური წილადები  $p_1, p_2, \dots, p_N$ ,  
 მაშინ მოგვიხდება შესაბამისი რელეები ვმართოთ  $\tilde{p}_i$ -სქემებით, სადაც  
 $\tilde{p}_i$ -ები  $p_i$ -თა რომელიმაც ორობით რაციონალური მიახლოებები იქნება. თუ  
 ყველა მიახლოებას ავიღებთ ნაკლებობით (მოჭარბებით), მაშინ უკანასკნე-  
 ლი  $N$ -ური პოლუსის ალგზნების ალბათობა გადიდდება (მემცირდება)

$$\left| \sum_{i=1}^{N-1} (p_i - \tilde{p}_i) \right| \text{ სიდიდით. ყველა პოლუსზე ცდომილებათა თანაბარი განაწი-}$$

ლებისათვის საჭიროა მოიძებნოს  $p_i$ -თა ორობით რაციონალური წილადებით  
 მიახლოების სათანადო სიზუსტე. შესაძლოა ამ მიზნით გონივრულად ვცნოთ  
 მიახლოებათა ალება რიგ-რიგობით: ხან მოჭარბებით, ხან ნაკლებობით და  
 ამასთან მიახლოებათა სიზუსტის რიგი ავიღოთ მეტი დიდ ალბათობათა მქო-  
 ნე გამოსავალთათვის და ნაკლები მცირე ალბათობის მქონეთათვის. ამით მილ-  
 წეულ იქნება ყველი გამოსავლის მიხედვით გასაშუალოებული ცდომილების  
 შემცირება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 კიბერნეტიკის ინსტიტუტი  
 თბილისი



## დაგონწმევაული ლიტერატურა

1. Н. Е. Кобринский, Б. А. Трахтенброт. О построении общей теории логических сетей. Логические исследования (сб. статей) АН СССР, М., 1959.
2. В. В. Чавчанидзе. Статистико-вероятностное моделирование как возможный принцип построения управляющих систем. Доклад на Втором научно-техническом совещании по автоматическому управлению и вычислительной технике в Москве 6—10 октября, 1959.
3. Р. Л. Схиртладзе. О синтезе р-схемы из контактов со случайными дискретными состояниями. Сообщения АН СССР, т. XXVI, № 2 1961.

## ფიზიკა

ბ. მირიანაშვილი, ა. ბუჩუღაძე, ნ. ჭიჩიკაშვილი, დ. ბააკოვი

ატმოსფეროში  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ცვლილების  
 გავლენა რადიოაქტიური ნახშირბადის მეთოდით  
 ასაკის განსაზღვრაზე

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ. მირიანაშვილმა 20.5.1961)

ორგანული წარმოშობის არქეოლოგიური ნამარხების ხნოვანების განსაზღვრა რადიოაქტიური ნახშირბადის მეთოდით, რომელიც ლიბის [1] მიერაა შემუშავებული (1946), განისაზღვრება ფორმულით

$$t = \tau \ln \frac{A_0}{A}$$

სადაც

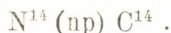
$\tau = 8033$  წ.—რადიოაქტიური ნახშირბადის  $C^{14}$  საშუალო სიცოცხლის ხანგრძლივობა,

$A$ —დასათარიღებელი ნიმუშის აქტივობა გაზომვის მომენტში, რომელიც ექსპერიმენტულად ისაზღვრება,

$A_0$ —დასათარიღებელი ნიმუშის აქტივობა დაღუპვის მომენტში.

ამ უკანასკნელის ექსპერიმენტულად განსაზღვრისათვის იზომება იდენტური წარმოშობის თანამედროვე ნიმუშის აქტივობა, იმ დაშვებით, რომ ცოცხალი ორგანიზმების ხვედრითი აქტივობა უკანასკნელი 50000 წლის განმავლობაში უცვლელი რჩებოდა.

ნეიტრონების დიდი რაოდენობა, რომლებიც აფეთქებების შედეგად წარმოიქმნება ბირთვული იარაღების გამოცდისას, მოქმედებს რა ჰაერის აზოტთან, მკვეთრად ზრდის რადიოაქტიური ნახშირბადის კონცენტრაციას ჰაერში [2, 3, 4, 5, 6, 7], შემდეგი რეაქციით:



ბ რ ე კ ე რ ი ს ა და ვ ო ლ ტ ო ნ ი ს [4] შედარებით სარწმუნო მონაცემების თანახმად, 1955 წლიდან  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ყოველწლიური ზრდა ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ატმოსფეროში საშუალოდ 5%-ს შეადგენს.

ატმოსფეროში  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის გადიდება იწვევს თანამედროვე ნიმუშების ( $A_0$ ) აქტივობის ზრდას, რის გამოც ამ ნიმუშების საშუალებით განსაზღვრული თარიღები გაზრდილია (დაახლოებით 1800 წლით).

ამგვამად, ამ ფაქტორის თავიდან ასაცილებლად, რადონახშირბადის მეთოდით დათარიღებისას, ეტალონად იყენებენ ბირთვული იარაღის გამოც-

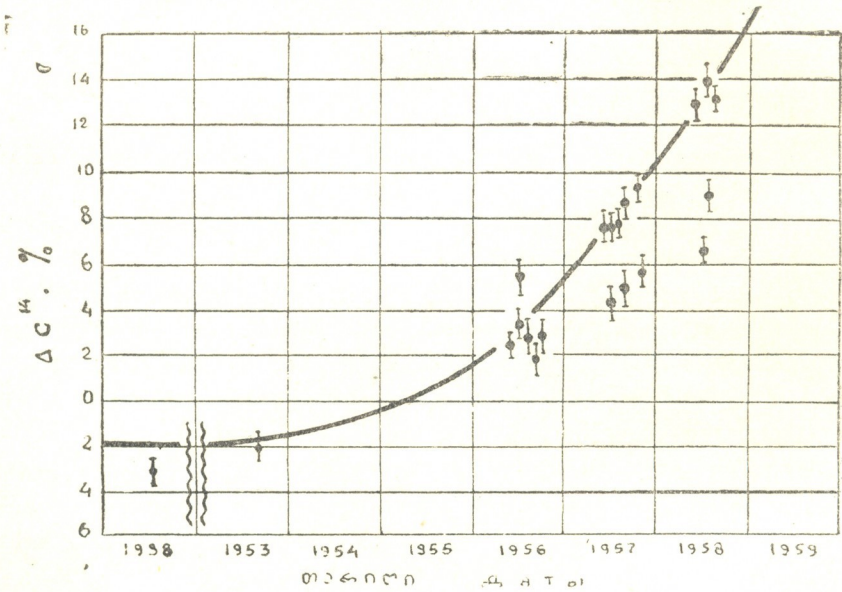




დამდე დალუბულ ნიმუშებს, რადგანაც ისინი სიკვდილის შემდეგ არ იღებენ მონაწილეობას ბიოსფეროში ნახშირბადის ციკლურ ბრუნვაში და თავისუფლები არიან ბირთვული აფეთქებებით გამოწვეული  $C^{14}$ -ის მატებისაგან.

მაგრამ ასეთი ეტალონური ნიმუშების გამოყენების დროსაც კი, უშვებენ საწინააღმდეგო მიმართულების სისტემატურ ცდომილებას (დასათარიღებელი ნიმუშების გაახალგაზრდავება), რაც დაკავშირებულია მადნის წვის პროდუქტების გახსნასთან ატმოსფეროს ნახშირქანგა გაზში (სიუსის ეფექტი). ეს გამოიწვია უკანასკნელ 100 წელიწადში მრეწველობის ინტენსიურმა განვითარებამ. ეს იწვევს ჰაერის ნახშირორქანგში  $C^{14}$  კონცენტრაციის შედარებით შემცირებას.

XIX საუკუნესთან შედარებით  $C^{14}$  კონცენტრაციის შემცირება ატმოსფეროს  $CO_2$ -ში დაახლოებით 2%-ია [4]. ამ შემცირების შესაბამისი ხნოვანების განსაზღვრის ცდომილება დასათარიღებელი ნიმუშის ხნოვანების მიუხედავად +160 წელს შეადგენს.



ნახ. 1

ნახ. 1-ზე მოცემულია 1956-59 წლებში ატმოსფეროს ნახშირორქანგა გაზში  $C^{14}$  კონცენტრაციის ზრდის მრუდი [4]. იგი მიღებულია  $C^{14}/C^{12}$  ფარდობის პირდაპირ მასპექტრომეტრული განსაზღვრით ატმოსფერულ  $CO_2$ -სა და მცენარულ ნივთიერებათა იმ ნიმუშებში, რომლებმაც ნახშირბადი შეითვისეს გაზომვამდე ცოტა ხნით ადრე. როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, მრეწველობის სწრაფი განვითარების გამო  $C^{14}$ -ის კონცენტრაცია ატმოსფეროში შემცირდა, ხოლო ბირთვული იარაღის გამოცდის დაწყების შემდეგ და-

იწყო სწრაფი ზრდა. ატმოსფეროში  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ცვლილების ეს ორი საწინააღმდეგო ფაქტორი 1955 წელს ერთმანეთს აკომპენსირებს.

ამრიგად, რადიაქტიური ნახშირბადის მეთოდით ორგანულ ნაერთთა თარიღის განსაზღვრის სიზუსტე მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ეტალონის შერჩევაზე.

უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე ატმოსფეროში  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ცვლილებით გამოწვეული ცდომილების აცილება შეიძლება სამი გზით. ეტალონურ ნიმუშად გამოყენებულ უნდა იქნეს:

1. XIX საუკუნის ან უფრო ადრეული პერიოდის ისტორიულად ზუსტად ცნობილი ასაკის ნიმუშები, რომლებიც თავისუფალია ატმოსფეროში  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ცვლილების გავლენისაგან;

2. თანამედროვე ნიმუშები, მათი კვდომის მომენტისათვის  $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ცვლილებებზე სათანადო შესწორებათა შეტანით;

3. 1955 წლის ნიმუშები, ვინაიდან ამ წელს ორი საწინააღმდეგო ფაქტორი— $C^{14}$ -ის კონცენტრაციის ზრდა და შემცირება შესაბამისად სათბობის წვეისა და ბირთვული გამოცდათა ხარჯზე—აბათილებენ ერთმანეთს.

უკანასკნელი გზა უფრო მიზანშეწონილია, ვინაიდან 1955 წ. ნიმუშების პოვნის სიადვილეს რომ არ შეეხებოთ, ის საშუალებას გვაცლევს გვერდეს საერთო ეტალონი რადიაქტიური ნახშირბადის მეთოდით დათარიღებისათვის და ამით მოსპობილ იქნეს სხვადასხვა ლაბორატორიებში გაზომილ ერთი და იგივე ნიმუშების თარიღების შორის განსხვავება.

სტალნის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.5.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Ф. Линдби. Определение возраста по радиоуглероду. Изотопы в геологии (сборник статей), 1954, 318.
2. Ю. В. Сивинцев. Фоновое облучение человеческого организма. Атомиздат, 1960.
3. H. de-Vries. Atomic Bomb Effect: Variation of Radiocarbon in Plants, Shells and Snails in the Past 4 yebrs. Science. 128, № 3318, 1958, 250.





4. W. S. Broecker and A. Walton. Radiocarbon from Nuclear Tests. Science. 130, № 3371, 1959, 309.
5. О. И. Лейпунский. Радиактивная опасность взрывов чистоводородной бомбы и обычной атомной бомбы. Атомная энергия. 3, № 12, 1957, 530.
6. А. Д. Сахаров. Радиактивный углерод ядерных взрывов и непо- роговые биологические эффекты. Атомная энергия. 4, № 6, 1958, 576.
7. W. S. Broecker, A. Schulert, E. A. Olson. Bomb Carbon—14 in Human Beings. Science. 130, № 3371, 1959, 331.



მიხილ

## ა. ზედელაშვილი

ორთონიტროანილინის რადიაციული გარდაქმნის შესწავლა  
γ-გამოსხივების მოქმედებისას

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 16.10.1960)

ორგანულ ნაერთებში γ-სხივების ზეგავლენით გამოწვეულ რეაქციებს შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იწვევს არომატული რიგის ნაერთების რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნა.

ამ ნაერთებში ბენზოლის ბირთვის შეუღლებული π-ელექტრონების არსებობის გამო, როგორც ძირითად, ისე ალგზნებულ ელექტრონულ მდგომარეობაში, ცალკეულ ატომებსა და ატომთა ჯგუფებს შორის ხორციელდება ძლიერი ურთიერთგავლენა. ეს მდგომარეობა ხელს უწყობს მოლეკულის მიერ შთანთქმული გამოსხივების ენერჯის გადანაწილებას შეუღლებულ კავშირებს შორის და ამით იცავს ბირთვს დაშლისაგან. ამასთან ერთად რადიაციის ზეგავლენით ადგილი აქვს ბენზოლის ბირთვისა და მისი ცალკეული კავშირების ალგზნებასაც, რასაც, ბუნებრივია, მიყვავართ მთელ რიგ გარდაქმნებთან.

ლიტერატურაში აღწერილია ბენზოლისა [1—3] და მისი წარმოებულების [4—7] რადიაციული გარდაქმნის რეაქციები, რომელთა განხილვა საშუალებას გვაცდევს შევნიშნოთ მათი გარდაქმნის ზოგიერთი საერთო მხარე; ჩამნაცვლებელთაგან დაშოუკიდებლად, ყველა შემთხვევაში ადგილი აქვს ბენზოლის ბირთვის ჰიდროქსილირებას და ფენოლისა და დიფენილის წარმოქმნას. მიუხედავად მრავალრიცხოვანი შრომებისა დღესდღეობით კარგად შესწავლილად შეიძლება ჩაითვალოს მხოლოდ ბენზოლის დაქანგვის მექანიზმი, ხოლო ბენზოლის წყალხსნარების რადიოლიზი ჯერ კიდევ საბოლოოდ დადგენილი არ არის. ძირითად სიძნელეს ამ პროცესების შესწავლის საკითხში, როგორც ცნობილია, რადიოლიზის პროდუქტების გამოყოფა და იდენტიფიცირება წარმოადგენს, რომლის მიზეზია რადიაციულ-ქიმიური რეაქციების დაბალი გამოსავალი.

ეს შრომა მიძღვნილია ორთონიტროანილინის წყალხსნარების რადიოლიზის პროცესის შესწავლისადმი.

ორთონიტროანილინის განზავებული წყალხსნარების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ γ-გამოსხივების გავლენით მათი ფერის ცვლილება სწორხაზოვან დამოკიდებულებაშია გამოსხივების დოზისაგან. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ეს დამოკიდებულება არ ირღვევა დოზის სიმძლავრის ცვლილებისას. მაგრამ ამ რეაქციის რადიაციული გამოსავლის სიმცირის გამო რადიოლიზის პროდუქტების შემდგომი კვლევა გაძნელებულია. ამიტომ რადიოლიზის პროდუქტ-



ტების თვისობრივი კვლევებისათვის ჩვენ მიერ აღებულ იქნა ორთონიტროანილინის უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარები, რადგანაც ეს ხსნარები განზავებულთან შედარებით მაღალ გამოსავალს იძლევიან.

გამოსხივების წყაროდ გამოიყენებოდა  $Cu^{60}$  აქტივობით რადიუმის 300 გ. ექვ. გამოსხივების დოზის სიმძლავრე, განსაზღვრული ფეროსულფატური მეთოდით შეადგენდა 15000 რენტგენ/საათს.

ორთონიტროანილინის გამოსავალი პრეპარატი სუფთავდებოდა წყლის ორთქლით გადადენითა და შემდგომი გადაკრისტალებით წყლიდან. პრეპარატის დნობის ტემპერატურა იყო  $74^{\circ}$ . ნიტროანილინის სისუფთავე მოწმდებოდა მისი რხევითი და შთანთქმის ელექტრონული სპექტრების საშუალებით.

რადიოლიტური გარდაქმნა ისწავლებოდა ორთონიტროანილინის 0,2500—0,8990 გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარისათვის.

ამ ხსნარების გაშუქება წარმოებდა მილესილსაცობიანი მიწის სინჯარებში  $15-17^{\circ}$  ტემპერატურაზე. ჰაერის ატმოსფეროში გამოსაკვლევი სისტემის მიერ შიღებული გამოსხივების დოზა იცვლებოდა 2—5 მილიონ რენტგენამდე.

რადიოლიზის პროდუქტების გამოყოფა და მათი განცალკევება დაუშლელი ორთონიტროანილინისაგან წარმოებდა გაშუქებული ხსნარის წყლის ორთქლით გადადენის, მიღებული ხსნარის შემდგომი ბენზოლითა და ეთერით ექსტრაქციისა და ექსტრაქტის ქრომატოგრაფირების საშუალებით. ქრომატოგრაფირება ხორციელდებოდა უწყლო ალუმინის ჟანგზე.

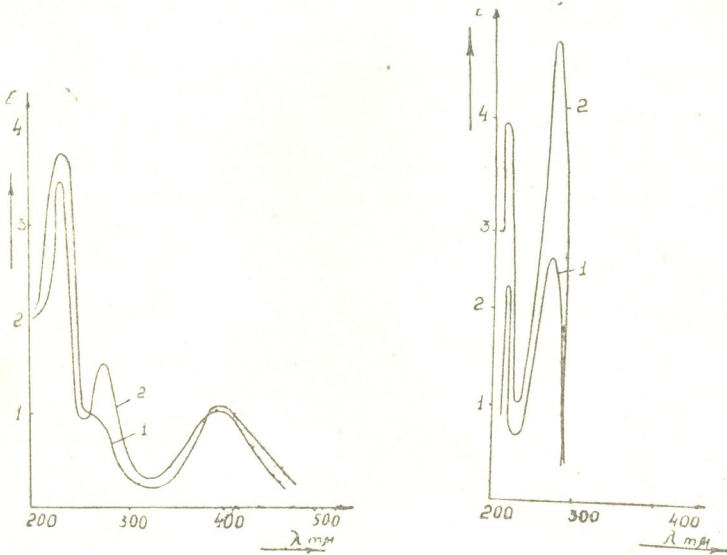
ორთონიტროანილინის გაშუქებული წყალხსნარი წარმოადგენს წარმოქმნილი მყარი ყავისფერი ნივთიერების სუსპენზიას. ამიტომ გადადენამდე ხსნარი წინასწარ განიცდიდა ცენტრიფუგირებას მყარი ნივთიერების მთლიანად დალექვამდე. ნალექი შემდგომ ირეცხებოდა წყლით, ბენზოლით, ეთერთა და შრებოდა ოთახის ტემპერატურაზე.

ამგვარად მიღებული პროდუქტების ანალიზი წარმოებდა შთანთქმის ელექტრონული სპექტრების საშუალებით კვარცის სპექტროფოტომეტრზე  $CF-4$  და შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრების მეოხებით მარეგისტრირებელ სპექტრომეტრზე  $IRC-12$ . 2,5—5 $\mu$  არეში სპექტრები მიიღებოდა  $LiF$ -ის პრიზმის საშუალებით. მყარი ნაერთი ინფრაწითელ უბანში იზომებოდა სუსპენზიის სახით პოლიფტორირებულ ნახშირწყალბადში.

ნიტროანილინის რადიოლიტური გარდაქმნისას ადგილი აქვს მთელი რიგი პროდუქტების წარმოქმნას, რომელთა ანალიზისათვის საჭირო იყო მათი როგორც ერთმანეთისაგან, ისე ხსნარში არსებული დაუშლელი ნიტროანილინისაგან დაცილება.

გაშუქებული ხსნარის ექსტრაქცია ეთერთა არ იძლევა ხსნარში არსებულ ნაერთთა მთლიან დაცილებას; აქ, ეთერის ფენაში ორთონიტროანილინის გარდა, როგორც ამას ინფრაწითელი სპექტრები გვიჩვენებენ, გადადის კიდევ სხვა ნივთიერება (ორთო-ნიტროანილინის რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტი).

გამოსავალი ნივთიერებისაგან დაშლის პროდუქტების დასაშორებლად ორთონიტროანილინის გაშუქებული ხსნარი გადაიდენებოდა წყლის ორთქლით. მაგრამ ამ ხსნარის შემდგომმა ექსტრაქციამ ეთერით და ეთერის ფენის შთანთქმის ინფრაწითელი და ელექტრონული სპექტრების გამოკვლევამ ცხადყო, რომ ორთონიტროანილინი ამ შემთხვევაშიაც არ სუფთავდება დაშლის პროდუქტებისაგან. ამას მოწმობს მისი ელექტრონული სპექტრის ფორმის ცვლილება 250—280 აჟ არეში (იხ. ნახ. 1). ეთერით აქსტრაქციის დროს არა აქვს ადგილი რაიმე ნივთიერების წყლის ფენაში გადასვლას.



ნახ. 1. შთანთქმის ელექტრონული სპექტრები: 1—ეთერის ხსნარი, გაშუქებული ხსნარის წყლის ორთქლით გადანადენის ეთერით ექსტრაქციის შემდეგ; 2—სუფთა ნიტროანილინის ეთერხსნარი

ნახ. 2. შთანთქმის ელექტრონული სპექტრები: 1—წყალხსნარი, გაშუქებული ხსნარის წყლის ორთქლით გადანადენის ბენზოლით ექსტრაქციის შემდეგ, 2—ეთერხსნარი ბენზოლით ექსტრაქციის წყლის ფენის ეთერით ექსტრაქციის შემდეგ

სრულიად სხვა სურათია იგივე გადანადენის ბენზოლით ექსტრაქციისას. ამ დროს, ბენზოლის ფენაში გადადის სუფთა ორთონიტროანილინი, ხოლო წყალში რჩება ნივთიერება, რომლის შთანთქმის ელექტრონული სპექტრი განსხვავდება საწყისი ნივთიერების სპექტრისაგან (იხ. ნახ. 2, მრუდი 1).

ეს ფაქტი საშუალებას იძლევა ვიფიქროთ, რომ წყლის ორთქლით გადანადენის ეთერით ექსტრაქციისას ადგილი აქვს ორთონიტროანილინთან ერთად ეთერში კარგად ხსნადი ისეთი ნივთიერების გადასვლასაც, რომელიც არ ექსტრაგირდება ბენზოლით.

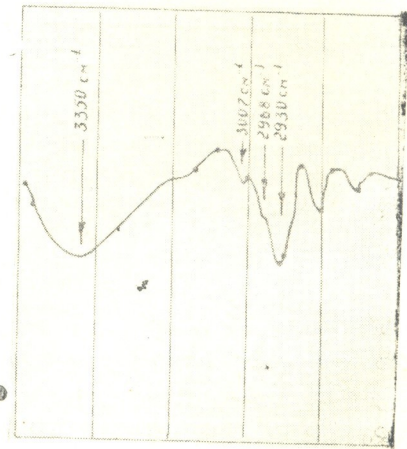
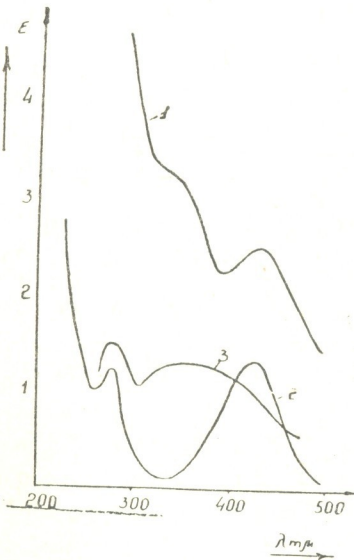
ამის დასამტკიცებლად ბენზოლით ექსტრაქციის წყლის ფენა, რომლის სპექტრი მოც. ნახ. 2-ზე, მრუდი 1 ექსტრაგირდებოდა ეთერით და შთანთქმის



ელექტრონული სპექტრებით მოწმდებოდა ამ ნივთიერების წყლის ფენიდან ეთერის ფენაში გადასვლა. ეთერის ფენის შთანთქმის ელექტრონული სპექტრი მთლიანად იდენტურია ბენზოლით ექსტრაქციის წყლის ფენის სპექტრისა (იხ. ნახ. 2, მრუდი 2). როგორც სპექტრებიდან ჩანს, ამ ნაერთის შთანთქმის მაქსიმუმი მდებარეობს სწორედ 250—280 აუ არეში, სადაც ადგილი აქვს ორთონიტროანილინის სპექტრის დამახინჯებას. ეს კიდევ ერთხელ ადასტურებს გაზუქებული ხსნარის წყლის ორთქლით გადადენისას, გადანადენში მინარევის არსებობას.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ პროდუქტის გამოსავალი ისე მცირეა, რომ სხვა მეთოდებით მისი ანალიზის ჩატარება ჯერჯერობით გაძნელებულია.

გაზუქებული ხსნარის ქრომატოგრაფიებისას აღმოჩნდა, რომ ყველაზე დიდი ადსორბირების უნარი ახასიათებს ყავისფერს, შემდეგ ყვითელს და ბოლოს მოწითალო-მოვარდისფრო ნივთიერებას. ქრომატოგრაფული სვეტის წყლით ჩარეცხვის შემდეგ გადაღებულ იქნა ელექტრონული შთანთქმის სპექტრები მოვარდისფრო ნაერთისათვის (იხ. ნახ. 3, მრუდი 1), ყვითელი ნაერთისათვის (იხ. ნახ. 2, მრუდი 2), რომელიც აღმოჩნდა ორთონიტროანილინი. ყავისფერი ნივთიერება იმდენად ციერ ადსორბირდება, რომ არ გამოირეცხა არც ერთი გამხსნელით. ყავისფერი ნივთიერების სპირტხსნარის ელექტრონული სპექტრი წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე (მრუდი 3).



ნახ. 3. ქრომატოგრაფიებისას მიღებული ხსნარების შთანთქმის ელექტრონული სპექტრები: 1—ვარდისფერი ნივთიერების წყალხსნარი; 2—ყვითელი ნივთიერების წყალხსნარი; 3—ყავისფერი ნივთიერების სპირტხსნარი

ნახ. 4. ყავისფერი ნალექის ინფრაწითელი სპექტრი

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ყავისფერი ნივთიერება, რომელიც სუს-პენზიის სახით გვექონდა ხსნარში, გამოიყოფოდა ცენტრიფუგირების საშუალებითაც. ამგვარად მიღებული ნივთიერება არ იხსნება მთელრიგ ორგანულ განხსნელებში. ამიტომ მისი ინტრაწითელი სპექტრები ისწავლებოდა მყარი მდგომარეობისათვის.

ყავისფერი ნივთიერების ინტრაწითელ სპექტრში მკაფიოდ იჩენს თავს  $3350 \text{ სმ}^{-1}$  არეში ბრტყელი ზოლი, რომელიც, ეჭვგარეშეა, ჰიდროქსილის ჯგუფს უნდა მიეწეროს (იხ. ნახ. 4).

ზემოთ მოყვანილ ინტრაწითელ სპექტრზე დაყრდნობის საფუძველზე შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ორთონიტროანილინის წყალხსნარის რადიოლიზის დროს ადგილი აქვს ჰიდროქსილირების პროცესს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ფიზიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16. 10. 1960)

დამოწმებული ლიტერატურა

- 1 G. Stein, I. weiss. The Formation of free Radicals. The Action of x-Rays on Benzene and Benzoic Acid, I. Chem. Soc., 1949, p. 3249.
- 2 T. U. Sworsky. Some Effects of Cobalt gamma-Radiation on Aqueous Benzene Solutions. I. chem phis., 29, N II, 1952, p. 1817.
3. Е. В. Барелко, Л. И. Карташева, М. А. Проскурнин. О природе не-растворимого продукта, образующегося при радиолитическом окислении бензола в воде. ДАН, СССР, сер, 116, № 1, 1957, стр. 74.
4. А. В. Зимин, С. В. Чурмантеев, А. Д. Верина. Действие  $\gamma$ -излучения на, смесь  $\text{NH}_3 + \text{C}_6\text{H}_6$  и  $\text{Cl}_2 + \text{C}_6\text{H}_6$ . Сборник работ по радиационной химии. Изд. АН СССР, 1955, стр. 249.
5. H. Loeble, G. Stein, I. Weiss. Hydroxylation of Nitrobenzene by Free Radicals Produced by x-Ray, J. chem. soc, 1950, p. 2704.
6. M. U. Day, G. Stein. Chemical Measurement of Sonizing Radiations, Nature 164, 1949, p. 670
7. М. А. Проскурнин, Б. В. Барелко. Сенсибилизация радиолитического окисления бензола. Сборник работ по радиационной химии. Изд. АН СССР, 1955 стр. 99.



აგროქიმია

ბ. ვაშაშვიდი

აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადების გავლენა ყურძნის  
 მოსავლიანობაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. კანიშვილმა 30.6.1961)

ყურძნის უხვი და კარგი ხარისხის მოსავლის მიღებისათვის, სხვა აგრო-ტექნიკურ ღონისძიებებთან ერთად, დიდი მნიშვნელობა აქვს ვენახში მიწ-რალური სასუქების რაციონალურად გამოყენებას [1, 2, 3].

ვაზი მისი განვითარების ფაზების მიხედვით აზოტის სხვადასხვა რაოდენობას იყენებს, ამასთან შედარებით მეტ რაოდენობას ვეგეტაციის პირველ ნახევარში მოითხოვს. დადგენილია, რომ ვაზის ორგანოებში აზოტი დიდი რაოდენობით ყვავილობისა და ისვრილობის ფაზებში გროვდება [4].

ამასთან დაკავშირებით ვენახში აზოტიანი სასუქების მთლიანი დოზის ერთდროულად შეტანა მიზანშეწონილი არ არის, არამედ უმჯობესია მისი ნაწილ-ნაწილ შეტანა, რათა უზრუნველყოთ ამ საკვები ელემენტის უკეთესი გამოყენება მცენარის მიერ.

რადგან ეს საკითხი საქართველოს პირობებში ნაკლებადაა შესწავლილი, ჩვენ შევეცადეთ სპეციალური ცდებით შეგვესწავლა განვითარების სხვადასხვა პერიოდში ვაზის მოთხოვნილება აზოტიან სასუქებზე და, აქედან გამომდინარე, დაგვეზუსტებინა აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადები.

ცდა დავაყენეთ 1959 წელს მცხეთის მევენახეობის საბჭოთა მეურნეობაში სრულმსხმოიარე სარწყავ ვენახში. საცდელი ნაკვეთი მდებარეობს მეურნეობის ვენახების მასივის დასავლეთ ნაწილში. ვაზის კვების არე 3,36 კვ. მეტრია, ჯიში—ჩინური, დამყნობილი რიპარია X ბერლანდიერის 5 ბზ-ზე. ცდა წარმოებს ოთხი განმეორებით. თითოეული დანაყოფი შედგება ექვსი მწკრივისაგან, რომელთაგან ორი კიდური დამცველია, ხოლო ორი—შუა სააღრიცხვო. თითოეულ დანაყოფზე 55—60 ძირი სააღრიცხვო ვაზია.

ცდა ტარდება შემდეგი სქემით:

1. უსასუქო (საკონტროლო);
2.  $P_{150} K_{100}$  (ფონი);
3.  $PK + N_{150}$ —წვენის მოძრაობის პერიოდში;
4.  $PK + N_{100}$ —წვენის მოძრაობის პერიოდში +  $N_{50}$  ყვავილობის დაწყების წინ;
5.  $PK + N_{100}$ —წვენის მოძრაობის პერიოდში +  $N_{50}$  ისვრილობის დროს;

6. PK+N<sub>100</sub>—წვენის მოძრაობის პერიოდში+N<sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილების დროს;

7. PK+N<sub>50</sub>—ყვავილობის დაწყების წინ+N<sub>50</sub> ისვრილობის პერიოდში+N<sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილების ფაზაში;

8. PK+N<sub>50</sub>—წვენის მოძრაობის პერიოდში+N<sub>50</sub> ყვავილობის დაწყების წინ+N<sub>50</sub> ისვრილობის ფაზაში;

9. PK+N<sub>50</sub> წვენის მოძრაობის პერიოდში+N<sub>50</sub> ყვავილობის დაწყების წინ+N<sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილების ფაზაში;

10. PK+N<sub>50</sub> წვენის მოძრაობის პერიოდში+N<sub>50</sub> ისვრილობის პერიოდში+N<sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილების ფაზაში.

ცდის წარმოებისას ისწავლებოდა შემდეგი საკითხები:

1. ვაზის ფენოლოგიური ფაზების მსვლელობა: ტირილი, კვირტების გაშლა, ყვავილობა, ყურძნის შეთვალვა, ყურძნის სრული სიმწიფე, ფოთოლცვენა;

2. აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადების გავლენა ვაზის ზრდაგანვითარებაზე: ა) განვითარებული ყლორტების რაოდენობაზე, ბ) მწვანე ოპერაციების შემდეგ ანახლავის წონაზე; გ) ანახლავის წონაზე გასხვლის შემდეგ;

3. ყვავილცვენის ინტენსივობა;

4. აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადების გავლენა ვაზის მოსავლიანობის ელემენტებზე; ა) ერთ-, ორ- და სამეტენიანი ყლორტების რაოდენობაზე; ბ) მტევნების საერთო რაოდენობაზე თითოეულ დანაყოფზე და ცალკეულ ვაზზე; გ) მტევნების საშუალო წონაზე დანაყოფების მიხედვით.

ნიადაგები მცხეთის მევენახეობის საბჭოთა მეურნეობისა, სადაც ცდას ვაწარმოებდით, ტყის ყავისფერი ტიპისაა. მექანიკური შედგენილობის მხრივ მიეკუთვნებიან მსუბუქ თიხნარებს.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი დამახასიათებელია ხსენებული მეურნეობისათვის. ამ ნიადაგის ზოგიერთი აგროქიმიური მაჩვენებელი მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის ზოგიერთი აგროქიმიური მაჩვენებელი

№№ რიგ.	სიღრმე (სმ-ით)	pH წყლის გამონაწურაში	CaCO <sub>3</sub> (%)	ჰუმუსი (%)	საერთო აზოტი %	მოძრავი P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> მგ 100 გ ნიად.	მოდრ. K <sub>2</sub> O მგ 100 გ ნიად.
1	0—10	7,2	8,33	3,02	0,17	0,013	25,92
2	20—30	7,3	3,75	3,39	0,18	0,011	28,47
3	45—55	7,1	12,08	2,66	0,14	0,009	15,33
4	65—75	7,3	27,50	1,17	0,08	კვალი	13,98
5	95—105	7,2	25,41	0,85	0,05	„	12,53
6	130—140	7,1	2,25	0,27	—	„	11,81

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ნიადაგის არის რეაქცია ოდნავ ტუტეა, ნიადაგი კარბონატულია და კარბონატების რაოდენობა სიღრმეში მატულობს.

ჰუმუსის შემცველობა საშუალოა ამ ტიპის ნიადაგებისათვის, ქვედა ფენებში—50—60 სმ-დან ჰუმუსის შემცველობა მკვეთრად კლებულობს. ჰუმუსის



შესატყვისად იცვლება აგრეთვე საერთო აზოტის რაოდენობაც. მცენარისთვის ადვილად შესათვისებელი კალიუმის რაოდენობა მაღალია, განსაკუთრებით ზედაფენებში; ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის შემცველობა კი 0—60 სმ-მდე სიღრმეზე ძლიერ უმნიშვნელოა და არ აღემატება 0,013 მგ-ს 100 გ მშრალ ნიადაგში, ხოლო ქვედაფენებში იგი თითქმის არ მოიპოვება. ეს მონაცემები გვიჩვენებს, რომ საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ძალიან ღარიბია აზოტითა და მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორით, ხოლო მდიდარია კალიუმით.

ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქები ნიადაგში შეგვკონდა სუპერფოსფატისა და ქლორკალიუმის სახით გვიან შემოდგომაზე, ხოლო აზოტიანი სასუქი (ამონიუმის გვარჯილა)—ცდის სქემის თანახმად.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში ვაწარმოებდით საკვები ელემენტების დინამიკის შესწავლას ვაზის განვითარების ძირითადი პერიოდების მიხედვით. ნიადაგის ნიმუშებს ვიღებდით ერთი განმეორების ყველა ვარიანტზე 0—20, 20—40 და 40—60 სმ სიღრმეზე. წყლის გამონაწურში ისახვრებოდა pH, ამონიაკი, ნიტრატები, ნიტრიტები, ხოლო ჰაერმშრალ ნიმუშებში სათანადო დამუშავების შემდეგ—მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორი და კალიუმი.

ცდის ვარიანტებს შორის pH, ამონიაკისა და ნიტრიტების რაოდენობრივი შემცველობის მხრივ არსებითი სხვაობა არ გამოვლინდა. ნიტრატები

ცხრილი 2

აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადების გავლენა ყურძნის მოსავლიანობაზე (1959)

№1 რიგ.	ვ ა რ ი ა ნ ტ ე ბ ი	მოსავალი	მოსავლიანობა	ტვირთის უპროდუქტიულობა	ტვირთის ტიტრული მუცობა
		მ/ც-ზე ცენტნერობით	მ/ც-ით	მ/ც-ით	%-ით
1.	უსასუქო (საკონტროლო)	65,50	100,00	18,69	10,1
2.	P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> (ფ ო ს ი)	71,27	108,81	18,89	10,5
3.	PK + N <sub>150</sub> წვენი მობრარობის პერიოდში	75,47	115,22	19,02	9,8
4.	PK + N <sub>100</sub> წვენი მობრ. პერიოდში + N <sub>50</sub> ყვავილობის დაწყების წინ.	84,49	128,99	18,63	11,8
5.	PK + N <sub>100</sub> წვენი მობრ. პერიოდში + N <sub>50</sub> ისვრილობის პერიოდში.	85,48	130,35	18,62	10,8
6.	PK + N <sub>100</sub> წვენი მობრ. პერიოდში + N <sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილებების პერიოდში.	75,23	114,85	20,40	10,1
7.	PK + N <sub>50</sub> ყვავილობის დაწყების წინ + N <sub>50</sub> ისვრილობის პერიოდში + N <sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილებების პერიოდში.	77,31	118,04	19,35	10,5
8.	PK + N <sub>50</sub> წვენი მობრ. პერიოდში + N <sub>50</sub> ყვავილობის დაწყების წინ + N <sub>50</sub> ისვრილობის პერიოდში	68,18	104,09	19,94	10,6
9.	PK + N <sub>50</sub> წვენი მობრ. პერიოდში + N <sub>50</sub> ყვავილობის დაწყების წინ + N <sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილებების პერიოდში.	74,96	114,44	20,17	10,3
10.	PK + N <sub>50</sub> წვენი მობრ. პერიოდში + N <sub>50</sub> ისვრილობის პერიოდში + N <sub>50</sub> მარცვლის დამსხვილებების პერიოდში.	79,78	121,81	19,26	10,3

საკმაო რაოდენობით თანაბრად მოიპოვება ყველა ვარიანტში, რაც მიუთითებს ამ ნიადაგის ნიტრიფიკაციის კარგ უნარზე.



მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა ერთ-ნაირად მცირე იყო ყველა ვარიანტზე.

ბევრად უკეთესი მდგომარეობაა ადვილად შესათვისებელი კალიუმის შემცველობის მხრივ, მაგრამ სასუქის შეტანას მასზე არავითარი გავლენა არ მოუხდენია.

პარალელურად ტარდებოდა დაკვირვებები ვაზის მსხმოიარობისა და მოსავლიანობის ელემენტებზე, რომელთაგან მე-2 ცხრილში მოყვანილია მხოლოდ ზოგიერთი მაჩვენებელი.

ცდის დაყენებამდე ვაზი საკონტროლო ვარიანტზე სიძლიერის მიხედვით არ ჩამორჩებოდა დანარჩენ ვარიანტებს და დაახლოებით იმდენივე ყლორტი ჰქონდა განვითარებული, რამდენიც სხვა ვარიანტებზე.

როგორც მეორე ცხრილიდან ჩანს მოსავლის მატების მხრივ გამოირჩევა მეოთხე და მეხუთე ვარიანტი, სადაც აზოტით გამოკვება ჩატარდა ყვავილობის წინ ან ისვრილობის პერიოდში, ხოლო უმეტესი წილი აზოტიანი სასუქისა, შეტანილი იყო წვეწის მოძრაობის პერიოდში. აღნიშნულ ვარიანტებში მოსავლიანობის მატება, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, 28—30%-ს აღწევს, ხოლო მესამე ვარიანტთან შედარებით, სადაც აზოტის მთლიანი დოზა (150 კგ-ჰა) შეტანილი იყო გაზაფხულზე წვეწის მოძრაობის დაწყების პერიოდში, ეს მატება 20—22%-ს უდრის. დანარჩენ ვარიანტებში მოსავლის მატების განსხვავება თვალსაჩინო არ არის და შეიძლება ცდის დაყენებამდე ვაზებს შორის არსებულ სხვაობას მიეწეროს.

ანასხლავის საშუალო წონაში ვარიანტების მიხედვით დიდ განსხვავებას ადგილი არ აქვს, რაც ადასტურებს ლიტერატურაში არსებულ მოსაზრებას, რომ სხვადასხვა პერიოდში მინერალური სასუქების შეტანა გამოკვების სახით, ძირითად განოციერებასთან შედარებით, არ იწვევს ვაზის საგრძნობ ზრდას [5].

1960 წელს საცდელ ნაკვეთზე ვაზის მოსავლიანობის ციფრობრივი მასალა მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

1959 წელს საკონტროლო ვარიანტი დატვირთვის მხრივ უსწრებდა აზოტით განოციერებულ ვარიანტებს, 1960 წელს კი განოციერებული ვარიანტების უმრავლესობამ დატოვებული კვირტების რაოდენობით საგრძნობლად გადააჭარბა მას; განვითარებული ყლორტების პროცენტული რაოდენობით საკონტროლოს გაცილებით სჯობდა განოციერებული ვარიანტები. ეს ადასტურებს ცნობილ დებულებას იმის შესახებ, რომ მინერალური სასუქების ეფექტურობა ვენახში გაცილებით მეტია შეტანის მეორე წელს [6].

საკონტროლო ვარიანტზე ერთი ვაზის საშუალო მოსავალი უდრის 2,38 კგ-ს, რაც სრულ მსხმოიარობაში შესული ამ ჯიშისათვის საცხებით ნორმალურია.

აზოტიანი სასუქის მთლიანი დოზის (150 კგ) შეტანამ გაზაფხულზე წვეწის მოძრაობის პერიოდში ერთი ვაზის მოსავალი საკონტროლოსთან შედარებით დაახლოებით 500 გრამით გაზარდა, ხოლო მთელი დოზის ორჯერად შეტანით 100 კგ წვეწის მოძრაობის დაწყების პერიოდში და 50 კგ



აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადების გავლენა ყურძნის მოსავლიანობაზე (1960 წ.)

№.წ. რ.	ვ ა რ ი ა ნ ტ ე ბ ი	მოსავალი ტ/ჰეკტარზე რობით	მოსავლიანობა % -ით	ტექნიკის შეყვანილობა % -ით	ტექნიკის ტიტრული უკონა, %/ი
1	უ ს ა ს უ ქ ი (საკონტროლო)	70,85	100,00	15,09	6,74
2	$P_{150}K_{100}$ (ფ თ ნ ი)	81,24	114,66	16,06	7,03
3	$PK + N_{150}$ წვენი მოძრაობის პერიოდში	86,79	121,26	16,40	7,11
4	$PK + N_{100}$ წვენი მოძრ. პერიოდში + $N_{50}$ ყვავილობის დაწვევის წინ.	94,66	133,59	15,40	7,24
5	$PK + N_{100}$ წვენი მოძრ. პერიოდში + $N_{50}$ ისვრის მოძრაობის პერიოდში	95,02	134,11	15,40	7,17
6	$PK + N_{100}$ წვენი მოძრ. პერიოდში + $N_{50}$ მარცვლის დასხვილების პერიოდში	82,76	116,91	14,06	7,11
7	$PK + N_{50}$ ყვავილობის დაწვევის წინ + $N_{50}$ ისვრის მოძრაობის პერიოდში + $N_{50}$ მარცვლის დასხვილების პერიოდში	84,63	119,45	16,40	7,17
8	$PK + N_{50}$ წვენი მოძრ. პერიოდში + $N_{50}$ ყვავილობის დაწვევის წინ + $N_{50}$ ისვრის მოძრაობის პერიოდში	77,76	109,74	16,40	7,11
9	$PK + N_{50}$ წვენი მოძრ. პერ. + $N_{50}$ ყვავილობის დაწვევის წინ + $N_{50}$ მარცვლის დასხვილების პერიოდში	73,59	104,87	15,09	7,24
10	$PK + N_{50}$ წვენი მოძრ. პერიოდში + $N_{50}$ ისვრის მოძრაობის პერიოდში + $N_{50}$ მარცვლის დასხვილების პერიოდში	89,57	126,37	15,40	7,03

ყვავილობის დაწვევის წინ, უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, ერთი ვაზის საშუალო მოსავალი 800 გრამით, ხოლო მე-3 ვარიანტთან შედარებით, სადაც აზოტის მთელი დოზა ადრე გაზაფხულზე, წვენი მოძრაობის დაწვევისას გვექონდა შეტანილი, დაახლოებით 300 გრამით გაიზარდა.

კარგ შედეგს იძლევა აგრეთვე ვაზის გამოკვება ისვრის მოძრაობის პერიოდში, როცა ჰექტარზე 100 კგ აზოტი შეგვაქვს ადრე გაზაფხულზე და 50 კგ ისვრის მოძრაობის პერიოდში. ამ ვარიანტის მოსავლიანობა თითქმის ისეთივეა, რაც მეოთხე ვარიანტზე.

ცდის მეოთხე და მეხუთე ვარიანტებთან შედარებით დაბალი მაჩვენებელია მიღებული შედეგები ვარიანტზე, რომელშიაც აზოტიანი სასუქის მთელი დოზიდან 100 კგ აზოტი შეტანილი იყო ადრე გაზაფხულზე, წვენი მოძრაობის დაწვევის პერიოდში და 50 კგ მარცვლის დასხვილების ფაზაში: აქ მოსავლიანობა ნაკლებია არა მარტო მეოთხე და მეხუთე ვარიანტებთან, არამედ მესამესთანაც შედარებით. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ აზოტით გამოკვება ამ პერიოდში დადებით შედეგს არ იძლევა.

ყურძნის მოსავლიანობის გადიდებით დადებით შედეგს არ იძლევა აგრეთვე აზოტიანი სასუქის სამ ნაწილად შეტანა.

ყურძნის ტექნიკის შექვიანობა-მყოფის მაჩვენებლებზე აზოტიანი სასუქის შეტანის ვადები არსებით გავლენას არ ახდენს.

საყველად ნაკვეთის ყველა ვარიანტიდან ცალ-ცალკე დაკრეფილი ყურძნისაგან დამზადებულია შამპანური ტიპის ღვინო-მასალა.

## დასკვნა

1. მუხრანის ველის ტყის ყავისფერ ნიადაგებზე ვენახის განოყიერება 150 კგ აზოტით (ფოსფორ-კალიუმის ფონზე) უზრუნველყოფს ყურძნის მაღალ მოსავალს ჰექტარზე 80—90 ც, მისი ხარისხის შემუშავებლად.

2. აზოტის ხსენებული დოზა უმჯობესია შეტანილ იქნეს ორჯერად: ადრე გაზაფხულზე, წველის მოძრაობის დაწყების დროს—100 კგ და ყვავილობის ან ისვრილობის დასაწყისში—50 კგ.

3. ვაზის გამოკვება აზოტიანი სასუქით უფრო გვიან ვადებში, ვიდრე ისვრილობაა, ბევრად უფრო ნაკლებ შედეგს იძლევა.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია  
 მებაღეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტი  
 (რედაქციას მოუვიდა 30.6.1961)

## დაგოწმებული ლიტერატურა

1. Ф. В. Турчин. О природе действия удобрений. Москва, 1936.
2. А. Л. Хачатурян и А. Г. Сурмеян. Влияние калийного удобрения на развитие корневой системы виноградной лозы. Садоводство, виноградарство и виноделия, № 1, Молдавия 1960.
3. А. С. Арутюнян, Л. М. Жанполодян, А. М. Самвелян и А. Л. Хачатурян. Удобрение виноградников как средство, повышения качества вина. Виноделия и виноградарство СССР, № 3, 1960.
4. ბ. თ ა ვ ა ძ ე. ვაზის მინერალური კვება. თბილისი, 1950.
5. Л. В. Колесник и А. Г. Тимошенко. Виноградное растение и условия питания. Садоводство, виноградарство и виноделие, № 1, Молдавия, 1961.
6. ვ. ლ ე შ ა ვ ა. მინერალური სასუქების ეფექტიანობა ვაზის ქვეშ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრებები, ტ. XI, № 6, 1950.



## გეოგრაფია

აღ. ჯაშახიშვილი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

## საქართველოს სსრ ბუნებრივი ლანდშაფტები

ბუნებრივი ანუ ფიზიკურ-გეოგრაფიული ლანდშაფტი წარმოადგენს ფიზიკურ-გეოგრაფიული ელემენტების ურთიერთშორის დაკავშირებულ და შეპირობებულ კომპლექსს, რომელიც ბუნებაში თავის გამოვლინების არეს ტიპურ ხასიათს აძლევს. ფიზიკურ-გეოგრაფიული ელემენტების გარკვეული კომპლექსი, ანუ ლანდშაფტის ტიპი, ხასიათდება გარკვეული გავრცელებით, ანუ თავისი გავრცელების რაიონით.

ფიზიკურ-გეოგრაფიულ ლანდშაფტები და მათი გავრცელების რაიონები თავის წარმოქმნაში და განვითარებაში ემორჩილებიან ფიზიკურ-გეოგრაფიული პროცესების გარკვეულ კანონზომიერებებს.

ფიზიკურ-გეოგრაფიულ ლანდშაფტთა ტიპების წარმოქმნა და მათი განვითარება, გავრცელება ატარებს კანონზომიერ ხასიათს, ე. ი. გარკვეულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ გარემოს შესაბამება ფიზიკურ-გეოგრაფიულ ელემენტების კომპლექსის გარკვეული ტიპები და ამ უკანასკნელთა გავრცელების არეები. ამრიგად, საქართველოში ფიზიკურ-გეოგრაფიულ ლანდშაფტთა ტიპებისა და მათი გავრცელების რაიონების გამოსავლინებლად საჭიროა დავეყრდნოთ აქ ქვეყნის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებათა წარმოქმნისა და გავრცელების კანონზომიერებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ლანდშაფტთა ტიპების ხასიათს და მათი გავრცელების ადგილებს.

საქართველოში ფიზიკურ-გეოგრაფიული ლანდშაფტები და მათი გავრცელების რაიონები კანონზომიერად ვლინდებიან ამ ქვეყნის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ გარემოს შემდეგ თავისებურებებთან დაკავშირებით.

საქართველოს მთიანი ხასიათი, შეპირიბებული რთული გეოლოგიური აგებულებით, სტრუქტურული და ლითოლოგიური, გამოირჩევა თავისი ძლიერი დანაწევრებით და ბუნებრივი პირობების დიფერენციაციით, რის გამო ლანდშაფტშემქმნელი ფაქტორები და პროცესები ამ ქვეყანაში მრავალგვარია და თვით ლანდშაფტებიც მრავალი ტიპებით და მათი შესაბამისი რაიონებით არიან წარმოდგენილნი.

მაგრამ ლანდშაფტშემქმნელი ფაქტორები და პროცესები, აგრეთვე თვით ლანდშაფტთა ტიპები და მათი გავრცელების რაიონები კანონზომიერ კავშირში იმყოფებიან ამ მთიანი ქვეყნის რელიეფის ძირითად სახეობასთან.

ამ ქვეყნის ტერიტორია, მდებარე მესამეული დანაოჭების ზონაში, წარმოდგენილია სამი მსხვილი მორფოლოგიური ნაწილით, რომლებიც ზონალურად არიან განლაგებულნი: ჩრდილოეთით იგი წარმოდგენილია კავკასიონის სამხრეთი კალთით, სამხრეთ მხარეზე—საქართველოს სამხრეთი მთიანეთით, და ამ ორ მთიან ნაგებობათა შორის ვაჭიმული მთათაშორისი ბარის ზონით. კავკასიონის სამხრეთი კალთა, შემდგარი კვიანა ქედების სისტემისაგან, ამ-



ფითეატრალურად აღიმატება კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედისკენ. სამხრეთი მთიანეთი, გარშემორტყმული მათათაშორისი ბარის მხრიდან ნაოჭა ქედებით, თავის შუა ნაწილში მოიცავს მაღალ ზეგანს, რომელიც სამხრეთით წინა აზიისკენ ვრცელდება. მათათაშორისი ბარი იწყება ზღვის ნაპირებიდან და ვრცელდება აღმოსავლეთით კასპიის ზღვის დებრესიის მიმართულებით.

საქართველოს ტერიტორიის სამი მსხვილი ბუნებრივი ნაწილი,—კავკასიონის სამხრეთი კალთა, სამხრეთი მთიანეთი და ამ მთიან მხარეთა შორის მდებარე ბარი, გაწოლილი ზოლის სახით, წარმოადგენენ ერთმანეთისაგან განსხვავებულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ არეებს და თითოეულ მათგანში ლანდშაფტთა ტიპები წარმოიქმნებიან სხვადასხვა სახით და მათი გავრცელებაც სხვადასხვა გზით მიიმართება.

საქართველოს ტერიტორიის ამ სამი მსხვილი ნაწილის თავისებურებას ერთვის კიდევ შემდეგი გარემოება: ამ ტერიტორიის დასავლეთი მხარე, დახრილი შავი ზღვის დებრესიისკენ, მნიშვნელოვნად განსხვავდება თავისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული თვისებებით აღმოსავლეთ მხარისაგან, რომელიც კასპიის ზღვის დებრესიისაკენ არის მიქცეული და წინა აზიის არიდული ჰავის გავლენას განიცდის. ეს გარემოება თავის მხრივ წარმოადგენს საქართველოს დასავლეთ და აღმოსავლეთ მხარეთა ფიზიკურ-გეოგრაფიული თვისებების განსხვავებებს.

საქართველოს ტერიტორიის დახრილობანი დასავლეთით და აღმოსავლეთით, დაკავშირებული ამ ტერიტორიის შუა ნაწილის შემალღებებთან, აპირობებს აგრეთვე ქედებისა და ხეობების განლაგების განსხვავებულ გეგმიანობას დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილებში.

საქართველოს ტერიტორიის რელიეფის ამ ძირითად თავისებურებებთან მისი გეოლოგიური აგებულებებით, დაკავშირებულია: ბუნებრივი პირობების ვერტიკალური ზონალობა, ბუნებრივი პირობების ჰორიზონტული დიფერენციაცია დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ და სამხრეთი მთიანეთის ცენტრალური ნაწილის გამოყოფილობა.

რელიეფის ამ თავისებურებებში თავიანთ შესაფერის გამოხატულებას პოულობენ ბუნებრივი თავისებურებანი ლანდშაფტების დანარჩენი კომპონენტებისა: ჰავის, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების, მცენარეული საფარის, ნიადაგების, ცხოველთა სამყაროს და მოსახლეობის გავრცელება.

ამიტომ, საქართველოს ბუნებრივი ლანდშაფტების დახასიათებისას, ლანდშაფტთა ტიპებისა და მათი გავრცელების რაიონების დადგენისას, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ამ ქვეყნის რელიეფის შემოადინიშნული თავისებურებებიდან გამოვლიოდეთ და მათთან დავაკავშიროთ ლანდშაფტის დანარჩენ კომპონენტთა თავისებურებანი, ე. ი. რელიეფის მორფოლოგიურ ტიპებს დავუკავშიროთ ბუნებრივ ლანდშაფტთა ტიპები.

შემოადინიშნულის მიხედვით, რელიეფის ტიპთა ორ მთავარ მორფოლოგიურ კომპლექსს, მათათაშორის დაბლობთა რელიეფისა და მთიანი რელიეფის ტიპთა კომპლექსებს, შეესაბამება ორი ჯგუფი ბუნებრივი ლანდშაფტებისა—მათათაშორისი ბარისა და მთის ლანდშაფტებისა; ლანდშაფტთა პირვე-



ლი ჯგუფის გავრცელებას წარმოადგენს მათათაშორის ბარის ზონა, მთის ლანდშაფტებისა კი—კავკასიონისა და სამხრეთი მთიანეთის მხარეები.

მათათაშორისი ბარის ლანდშაფტთა ჯგუფი, დასავლეთისა და აღმოსავლეთის განსხვავებათა მიხედვით, შეიცავს ორ ქვეჯგუფს: ნოტიო სუბტროპიკული აუზისა და მტკვრის ჰუმიდური აუზის ლანდშაფტთა ქვეჯგუფებს. ეს ქვეჯგუფები თავის მხრივ ლანდშაფტთა ცალკეული ტიპებისაგან შესდგებიან, რომელთა ბუნებრივი პირობები თანამიმდევრულად და კანონზომიერად იცვლებიან ზღვის ნაპირებიდან აღმოსავლეთით კასპიისაკენ. ეს ლანდშაფტებია: ზღვის სანაპიროს ლანდშაფტი, დაბალ მთა-ხეობიანი ლანდშაფტი, მტკვრის ქვემო დაბლობისაკენ დაქანებული ლანდშაფტები, ზომიერ ნოტიო ლანდშაფტი და უკიდურესი აღმოსავლეთი ლანდშაფტი—გორაკ-სერებიანი, ზეგანისებური, მშრალი ტრამალის. ლანდშაფტთა ამ ცალკეული ტიპების გავრცელების არეებს წარმოადგენენ: კოლხეთის ზღვისპირა ბარი და იმერეთის მაღლობი მათათაშორისი ბარის დასავლეთ ქვეზონაში, აღმოსავლეთ ქვეზონაში კი—მიდა ქართლის, ქვემო ქართლის, ალაზნის ბარი და იორის ზეგანი.

კავკასიონის ზონის და სამხრეთი მთიანეთის დასავლეთის და აღმოსავლეთის ქვეზონათა ფარგლებში მთის ლანდშაფტთა ჯგუფი, აგრეთვე დასავლეთისა და აღმოსავლეთის განსხვავებათა მიხედვით, შეიცავს მთის ლანდშაფტთა ორ ქვეჯგუფს: ნოტიო ზღვისპირა აუზისა და მტკვრის ჰუმიდური აუზის ლანდშაფტებისას. მთის ლანდშაფტთა ეს ქვეჯგუფები მოიცავს მთა-ხეობათა ლანდშაფტთა ტიპებს, რომლებშიც გამოიყოფა მთა-ხეობათა ძირის და მთა-ხეობათა კალთების ქვეტიპები. კავკასიონისა და სამხრეთი მთიანეთის მაღალ ნაწილებს შეესაბამება მთის თხემებისა და მიმდებარე მთის კალთების ლანდშაფტთა ქვეჯგუფი, რომელიც თავისი მაღალი მდებარეობის გამო, დასავლეთურ და აღმოსავლეთურ გავლენას აღარ განიცდის; აქ ლანდშაფტთა სიმალღესთან ერთად თანამიმდევრულად ერთნაირად მიჰყვებიან—სუბალპური, ალპური და ცივი უდაბური, კლდოვანი, ყინვარებიანი და მარად თოვლიანი ლანდშაფტთა ტიპები.

მთის ლანდშაფტთა ცალკე ქვეჯგუფებად გამოიყოფა აგრეთვე მაღალი ზეგნის ლანდშაფტი, მოქცეული საცხრეთ მთიანეთის 'მიდა ნაწილში და გავრცელებული ჯავახეთის ზეგანზე, ახალქალაქის, წალკის და გომარეთის პლატოების სახით.

მთის ლანდშაფტთა ძირითად ჯგუფში გამოიყოფა კიდევ რამდენიმე მნიშვნელოვანი მათათაშორისი ამოქვამბულები, რომლებიც თავიანთი ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებებით გამოირჩევიან და განსხვავდებიან მიმდებარე მთიანი მხარის ლანდშაფტებისაგან.

საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული ლანდშაფტთა ტიპების და მათი გავრცელების რაიონების სქემას ასახავს რუკა; მხოლოდ ლანდშაფტთა ტიპების თავისებურებების კავშირის სათვალსაჩინოდ ლანდშაფტის დანარჩენ კომპონენტებთან მოგვყავს ცალკე ტაბულა, რომელშიც აღნიშნულია ზოგადი და მოკლე დამახასიათებელი მაჩვენებლები რუკაზე აღნიშნული ლანდშაფტთა თითოეული ტიპისა.



ლექსები

ბუნებრივი ლანდშაფტების ტიპები და მათი რაიონები

ლანდშაფტის ნომერი რაცაა რუკაზე	ბუნებრივი ლანდშაფტების ტიპები	გავრცელების რაიონები
<b>A. მთათაშორისი ბარის ლანდშაფტები</b>		<b>მთათაშორისი ბარის ზონა</b>
ზღვისპირა აუზის ნოტიო ლანდშაფტები		დასავლეთის ქვეზონა
<b>I. ზღვისპირა ბარის ლანდშაფტი</b>		კოლხეთის ბარი
ა) ზღვისპირა-ჭაობიანი "		
ბ) დაბლობ-ვაკიანი "		
გ) გორაკ-ბორცვიანი "		
დ) წინამთების "		
<b>II. დაბალ-მთა-ხეობიანი ლანდშაფტი</b>		იმერეთის მაღლობი
<b>მტკვრის აუზის ჰუმიდური ლანდშაფტი</b>		აღმოსავლეთის ქვეზონა
<b>III 1. ლანდშაფტი შიდა, მაღალი, ზომიერ-ნოტიო</b>		შიდა ქართლის ბარი
<b>2. " მტკვრის ქვემო დაბლობისაკენ</b>		ქვემო ქართლის ბარი
<b>3. " მტკვრის ქვემო დაბლობისაკენ დაბალი, ზომიერ-ნოტიო</b>		ალაზნის ბარი
<b>IV ლანდშაფტი გორაკ-სერებიანი, დაბალი ზეგნის, მშრალი ტრამალისა</b>		იორის ზეგანი
<b>B. მთის ლანდშაფტები</b>		<b>კავკასიონისა და სამხრეთ მთიანეთის ზონები</b>
<b>1. ზღვისპირა აუზის ნოტიო ლანდშაფტები</b>		დასავლეთის ქვეზონა
ა) ლანდშაფტი მთა-ხეობათა ძირისა		
ბ) " მთა-ხეობათა ფერდობებისა		
<b>2. მტკვრის აუზის ჰუმიდური ლანდშაფტები</b>		აღმოსავლეთის ქვეზონა
ა) ლანდშაფტი მთა-ხეობათა ძირისა		
ბ) " მთა-ხეობათა ფერდობებისა		
<b>V. მთის თხემებისა და მიმდებარე კალთების ლანდშაფტები</b>		<b>მაღალმთიანი კავ- კასიონისა და სამხ- რეთი მთიანეთი</b>
1. ლანდშაფტი სუბალპური		
2. " ალპური		
3. " ცივი-უდაბური, ქვიან-კლდოვანი, ყინვა- რებით და მარადი თოვლით		
<b>VI. მაღალი ზეგნის ლანდშაფტი</b>		<b>ჯავახეთის ზეგანი (ანაკლაქის, წალკის, გომარეთის პლატოები)</b>
<b>VII. მთათაშორისი ამოჭვებულობათა ლანდშაფტები</b>		რაჭა-ლეჩხუმის ამოჭვებუ- ლი
1. ლანდშაფტი ზღვისპირა აუზის სინკლინურ დებრესიაში		ახალციხის ამოჭვებული
2. " ჰუმიდური კლიმატის გავრცელების სინკლინურ დებრესიაში		თბილისის ამოჭვებული
3. " განვითარებული დაბალმთიან ზონის გარდირადმო ხეობაში		

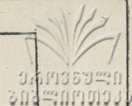


საქართველოს სსრ გუნებაჩივი ღანღეჯაუფეხეი

შავეჯახეი ალ ჭავახიშვილი

ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ГРУЗИНСКОЙ ССР

составил АЛ ДЖАВАХИШВИЛИ



## მთათაშორისი ბარის ლანდშაფტები

## ზღვის სანაპიროს ნოტიო აუზის ლანდშაფტები

I. ზღვის სანაპირო ბარის ლანდშაფტი; 0—500 მ ზ. დ., ნოტიო. უხვ-წყლიანი, მუხისა და წიფლის ტყეების რელიქტებით, სუბტროპიკული მცენარეულობით; მჭიდროდ დასახლებული.

ა) ლანდშაფტი ზღვისპირა ჭაობიანი, ტორფიან-ჭაობიანი ნიადაგებით.

ბ) ლანდშაფტი დაბლობ-ბორცვიანი, 20—200 მ, თბილი ზამთრითა და ცხელი ზაფხულით, სუბტროპიკული მცენარეულობით, ეწერი ნიადაგებით; მჭიდროდ დასახლებული.

გ) ლანდშაფტი წინამთების, გორაკ-ბორცვიანი, 200—500 მ, ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით, მეტად უხვწყლიანი, ეწერი, წითელი და ყვითელი მიწა ნიადაგებით, სუბტროპიკული მცენარეულობით; მეტად მჭიდროდ დასახლებული.

II. ლანდშაფტი დაბალმთახეობიანი, 500—1000 მ, ზომიერ ნოტიო, ხანგრძლივი ზაფხულით, შებლღებულ ნაწილში ცივი ზამთრით, უხვწყლიანი, წინამთების მუხნარ და წიფლნარ-რცხილნარი ტყეებით, ნეომოპალა-კარბონატული ნიადაგებით. სოფლის კულტურებით: ხილეულით, ვაზით, ბალბოსტნეულით; მჭიდროდ დასახლებული.

## მტკვრის აუზის მთათაშორისი ბარის ჰუმიდური ლანდშაფტები

III. 1. ლანდშაფტი მაღალი, შიდა, 500—1000 მ, ზომიერ ნოტიო ცხელი ზაფხულით ქვედა ზონაში და ზომიერი ცივი ზამთრით ზედაზონაში, მცირე-წყლიანი, ძეძენარი მცენარეულობით, ალუვიური და ყავისფერი ტყის ნიადაგებით; სოფლის კულტურებით: ხილეულით და მარცვლეული კულტურებით; მჭიდროდ დასახლებული.

2. ლანდშაფტი მტკვრის ქვემო დაბლობისკენ დაქანებული, 200—500 მ, მშრალი, ზომიერ ცივი, ცხელი ზაფხულით, მეტად მცირე წყლიანი, უროიანი მცენარეულობით, წაბლა და ტყის ყავისფერი ნიადაგებით, მშრალი სუბტროპიკული მცენარეულობით, სოფლის კულტურებით: ვაზით, ხილეულით და ხორბლეულით; მჭიდროდ დასახლებული.

500—1000 მ, ზომიერ ნოტიო, ზომიერ ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით, მცირე წყლიანი, ძეძენარი მცენარეულობით.

3. ლანდშაფტი დაბალი, მტკვრის ქვემო დაბლობისკენ დაქანებული, 200—500 მ, ზომიერ ნოტიო, ზომიერ ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით, მეტად მცირე წყლიანი, ალუვიური და მთის ყავისფერი ნიადაგებით, მშრალი სუბტროპიკული მცენარეულობით, სოფლის კულტურით: ვაზით, ხილეულით; მჭიდროდ დასახლებული.

IV. ლანდშაფტი დაბალი ზეგნის გორაკ-სერებიანი, მშრალი, ტრამალის (სტეპური), ხანგრძლივი ცხელი ზაფხულით, ჩრდილო ნაწილში კი—ზომიერ



ნოტიო, ცხელი ზაფხულით, მცირეწყლიანი, უროიანი და ვაციწვერა მცენარეულობით, შავმიწა, ყავისფერი, წაბლა და მურა ნიადაგებით; იშვიათი მოსახლეობით სამხრეთ ნაწილში.

#### მკის ლანდშაფტები

##### V. ლანდშაფტები ნოტიო, ზღვის სანაპირო აუზისა

ა) ლანდშაფტი მთის ხეობათა ძირისა, 500—1000 მ, ნოტიო, ზომიერ, ცივი ზამთრით და თბილი ზაფხულით, წიფლნარ-რცხილნარი და ნაძვნარ-სოჭნარი ტყეებით, ნეშომპალა-კარბონატული, გაეწრებული, მურა და ყავისფერი ნიადაგებით; დასახლებით ხეობის გასწვრივ.

ბ) ლანდშაფტი მთის ხეობათა კალთებისა, 1000—2000 მ, ცივი, ნოტიო ზამთრით, ხანგრძლივი, გრძელი ზაფხულით, მეტად უხვწყლიანი, ნაძვნარ-სოჭნარი, ნეშომპალა-კარბონატული, გაეწრებული, მურა და ტყის ყავისფერი ნიადაგებით; იშვიათი მოსახლეობით.

##### ლანდშაფტები ჰუმაღური, მტკვრის აუზისა

2. ა) ლანდშაფტი მთის ხეობათა ძირისა, 500—1000 მ, ზომიერ ნოტიო ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით, მცირეწყლიანი, მუხის ტყეებით, ნეშომპალა-კარბონატული, მურა და ტყის ყავისფერი ნიადაგებით; მოსახლეობით ხეობების გასწვრივ.

ბ) ლანდშაფტი მთის ხეობათა ფერდობებისა, 1000—2000 მ, ზომიერ ნოტიო, ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით, ზომიერ წყლიანი, წიფლის ტყეებით, ნეშომპალა-კარბონატული, გაეწრებული, მურა და ტყის ყავისფერი ნიადაგებით; დასახლებით კუნძულებრივ.

##### ლანდშაფტები მთის თხემებისა და მიმდებარე ფერდობებისა

VI. 1. ლანდშაფტი სუბალპური, 2000—2500 მ, ნამდვილ ზაფხულს მოკლებული, უხვწყლიანი, თოვლის საფარით 6 თვის ხანგრძლივობით საშუალოდ, სუბალპური ტყეებით და მდელოებით, მთამდელოს ნიადაგებით; დროებითი მოსახლეობით.

2. ლანდშაფტი ალპური, 2500—3000 მ, მდინარეთა სათავეების ზემოდ, ცივი, წლიური ტემპერატურით 0,02 დაბალით, ალპური მდელოებით, მთამდელოს ნიადაგებით, დროებითი მოსახლეობით.

3. ლანდშაფტი ცივ-უდაბური, კლდოვან-ქვიანი, ყინვარებითა და მარადი თოვლით.

##### მაღალი ზეგნის ლანდშაფტი

VII. 1500—2000 მ, ზომიერ მშრალი, ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით, მცირეწყლიანი, მხოლოდ ტბების სიუხვით, სუბალპური მდელოებით, მთის შავმიწა ნიადაგები; საზაფხულო და საშემოდგომო ხორბლით, ქერით, კართოფლით; საშუალო დასახლებით.

## VIII. მთათაშორის ქვაბურთა ლანდშაფტები

1. ლანდშაფტი ზღვის სანაპიროს აუზში, სინკლინურ დებრესიაში, 1000—2000 მ, ნოტიო, ზომიერ ცივი, მოკლე თბილი პერიოდით, უხვწყლიანი, მუხისა და წაბლის ტყეებით, ნეომპალა-კარბონატული, ტყის მურა ნიადაგებით, სოფლის კულტურებით: ვაზით, სიმინდით; ქვაბურის ძირზე მჭიდრო მოსახლეობით;

2. ლანდშაფტი სინკლინურ დებრესიაში, 1000—2000 მ, გარდამავალი ჰავით მშრალიდან ზომიერ ნოტიოსკენ, ცივი ზამთრით და გრილი ხანგრძლივი ზაფხულით, მცირეწყლიანი, მუხის, რცხილის და ზემო ნაწილში ფიჭვის ტყეებით; ყავისფერი და ტყის მურა ნიადაგებით, სოფლის კულტურებით: ვაზით, ხილეულითა და ხორბლეულით; საშუალოდ დასახლებული.

3. ლანდშაფტი დაბალმთიან ნაოჭა ზონაში, 400—1000 მ; მშრალი, ცხელი, ხანგრძლივი ზაფხულით, არა ძლიერ ცივი ზამთრით, მცირეწყლიანი, მშრალი ლეღეებით, მლაშე ტბებით, ბუჩქნარი მცენარეულობით, ხშირი მოსახლეობით, თბილისში შემჭიდროებით; ზემო ნაწილში—ზომიერ ნოტიო, თბილი და გრილი ზაფხულით, მუხისა და რცხილის ტყეებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახელობის

გეოგრაფიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.5.1961).



რ. ლაბაზშიძე

 ცენტრალური აფხაზეთის ზედაცარცული ნალექების  
 სტრატობრაფია

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. კაჭარავამ 27.6.1960)

ცენტრალური აფხაზეთის ზედაცარცული ნალექების შესწავლა გასული საუკუნის მეორე ნახევარში დაიწყო. რიგი ავტორებისა — ა. სოროკინის [1], ლ. კონუშეცკის [2], მ. შვეცოვის [3], ა. კოზლოვის [4], მ. ერისთავის [5], ა. ცაგარელის [5] და სხვათა მიერ ზედაცარცულში ფაუნისტურად დადგენილია სენომანური, ზედატურონული, კონიაკური, კამბანური და დანიური სართლები. მიუხედავად ამისა, ზედაცარცული ნალექების სტრატოგრაფიული სქემა დახუსტებასა და შემდგომ დეტალიზაციას საჭიროებდა. არსებული ხარვეზის შევსების მიზნით ამ წერილის ავტორს მოუხდა მუშაობა ცენტრალურ აფხაზეთში; 1959 წლის ზაფხულში შესწავლილ იქნა ზედაცარცული ნალექების გავრცელების ზოლი მდ. კოდორიდან მდ. ფსირცხამდე. შედგენილ იქნა 11 დეტალური გეოლოგიური ქრილი, განსაზღვრულ იქნა ქრილებში დაგროვილი ფაუნა (54 სახე). აღნიშნული კვლევით საგრძობლად დაუსტდა ზედაცარცულის სტრატოგრაფია, ფაუნისტურად დადგინდა სანტონური და მასტრიხტული სართლების არსებობა. რიგ ქრილებში, რომლებშიც აღრე ფაუნა არ იყო ცნობილი, შესაძლებელი გახდა ზოგიერთი სართლის გამოყოფა პალეონტოლოგიურად.

წინამდებარე წერილში მოკლედ არის გადმოცემული ცენტრალური აფხაზეთის ზედაცარცული ნალექების სტრატოგრაფიის ზოგი საკითხი.

## სენომანური

აფხაზეთის ზედაცარცული სენომანური სართული იწყება. ეს უკანასკნელი ყველგან თანხმობით არის განლაგებული ალტურ ფაუნთან მერგელოვან თიხებსა და მერგელებზე და ვიწრო, უწყვეტი ზოლის სახით არის გავრცელებული მდ. კოდორის ხეობიდან მდ. ფსირცხამდე. სენომანური ნალექები წარმოდგენილია გლაუკონიტის ქვიშაქვების, მერგელების, მერგელოვანი თიხებისა და მერგელოვანი კირქვების წყებით. გლაუკონიტის ქვიშაქვების ფაციესი გავრცელებულია საკვლევი რაიონის აღმოსავლეთ და ცენტრალურ ნაწილში (კოდორის, კელასურისა და გუმისთის აუზებში), ხოლო დასავლეთისკენ (მდ. ფსირცხის ხეობა, ახალი ათონი) გლაუკონიტის ქვიშაქვები თითქმის მთლიანად მერგელოვანი კირქვებით, მერგელებითა და მერგელოვანი თიხებით იცვლება.

მდ. მდ. კოდორისა და გუმისთის აუზებში სენომანურის ქრილი მთავრდება მოწითალო-იისფერი კონტინენტური თიხების თხელი შრეებით, რაც სენომანურის რეგრესიულ ხასიათზე მიუთითებს [5].

სენომანური სართული, რომლის სიმძლავრე ცენტრალურ აფხაზეთში 15 მ-მდე აღწევს, კარგადაა ფაუნისტურად დახასიათებული. მდ. კოდორის 36. „მოამბე“, ტ. XXVII, № 5, 1961



ხეობაში გლაუკონიტთან ქვიშაქვებში დაგროვილი მაქვს სენომანური ამონიტების ფაუნა: *Puzosia djumensis* Sim., *Schloenbachia* cf. *varians* Sow.

მდ. კელასურის ხეობაში (სოფ. ჯადარი) მერგელების დასტაში აღმოჩნდა: *Inoceramus crippsi* Mant., *Taenioceramus* cf. *etheridjei* Woods., *Mytiloides bohemicus* Leon., *Puzosia crebrisulcata* Kossm. დასახელებული ფორმები მთელი სენომანურის განმავლობაში გვხვდება, მაგრამ მათთან ერთად *Taenioceramus pictus* Sow.-ის პოვნა შემცველი შრეების ზედასენომანურ ასაკზე მიუთითებს.

მდ. აღმოსავლეთ და დასავლეთ გუმისთის წყალგამყოფზე (სოფ. ახალშენის ჩრდილოეთით) გლაუკონიტთან ქვიშაქვებში დაგროვილი მაქვს სენომანური ფაუნა: *Inoceramus orbicularis* Noetl., *Taenioceramus* cf. *pictus* Sow., *T. etheridjei* Woods, *T. virgatus* Schlüt., *Puzosia djumensis* Sim., *Mantelliceras couloni* d'Orb. ამავე ნალექებიდან ა. ცაგარელს განსაზღვრული აქვს: *Taenioceramus pictus* Sow., *Puzosia planulata* Sow., *Mantelliceras mantelli* Sow., *Turrilites* cf. *cenomaniensis* Schlüt. და სხვ. [5]. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნულა, *Taenioceramus pictus* Sow. ზედასენომანური ფორმაა, მაგრამ იგი ზოგჯერ ქვედასენომანის ზედა ნაწილშიც გვხვდება [5]. მასთან ერთად ნაპოვნი *Mantelliceras mantelli* Sow., მართალია, ქვედასენომანური ფორმაა, მაგრამ ზოგჯერ ზედა სენომანშიც გადადის [5]. ამ ორი ნამარხის ერთად პოვნა საშუალებას იძლევა მათი შემცველი გლაუკონიტის ქვიშაქვები ქვედა და ზედა სენომანურის მოსაზღვრე შრეებზე ჩავთვალოთ, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი, ყველგან აფხაზეთში, სადაც კი ეს ფაუნა არის ცნობილი, სენომანურის კრილის ძუა ნაწილშია წარმოდგენილი.

ქვედა და ზედა სენომანურის საზღვარს შეესაბამება მდ. აღმოსავლეთ გუმისთის ხეობაში გამოვლენილი გლაუკონიტის ქვიშაქვები *Mantelliceras mantelli* Sow. და *Puzosia djumensis* Sim.-ით, ხოლო ქვიშაქვების ქვეშდებარე 4—5 მ სისქის მერგელებისა და მერგელოვანი თიხების დასტა *Inoceramus crippsi* Mant. და *In. cf. reachensis* Eth.-ით ქვედასენომანური ასაკისა უნდა იყოს.

მდ. დასავლეთ გუმისთის ხეობაში მერგელებში აღმოჩნდა ზედასენომანური *Taenioceramus pictus* Sow. და მასთან ერთად *Taenioceramus etheridjei* Woods-ი. ამავე ხეობაში ნაპოვნი მაქვს სენომანური *Puzosia* cf. *djumensis* Sim., *P. planulata* Sow., *Gaudriceras* cf. *vatonei* Coq.

სოფ. ფსირცხის მიდამოებში მერგელებისა და მერგელოვანი კირქვების დასტის ზედა ნაწილში აღმოჩნდა *Taenioceramus pictus* Sow. (ზედასენომანური). ზედა სენომანურსა და ალბურ აუცილინებიან მერგელოვან თიხებს შუა მოქცეულია 4—5 მ სისქის დასტა, რომელშიც *Taenioceramus etheridjei* Woods, *T. tenuis* Mant. და *Mytiloides bohemicus* Leon. შეხვდა (ქვედასენომანური.) ახალი ათონის მიდამოებიდან ა. ცაგარელს განსაზღვრული აქვს ქვედასენომანური სახელმძღვანელო ნამარხი *Aucellina krasnopolskii* Pavl., რომელიც მერგელებისა და მერგელოვანი თიხების დასტაშია აღებული.

მდ. ფსირცხის ხეობაში (სოფ. ქუჩუკ-სტამბულის სამხრეთით) მერგელოვანი კირქვებისა და მერგელების წყებაში მდიდარი სენომანური ფაუნა აღმო-



ჩნდა: *Taenioceramus pictus* Sow., *T. virgatus* Schüt., *T. tenuis* Mant., *Puzosia* cf. *planulata* Sow., *P.* cf. *djumensis* Sim., *Mantelliceras mantelli* Sow. სამწუხაროდ, ჩამოთვლილი ნამარხების ნაწილი ძირითად განლაგებაში არ არის აღებული. ამიტომ ძნელი დასადგენია, ფაუნის შემცველი შრეები სენომანის რა ნაწილს ეკუთვნის.

### ტ უ რ ო ნ უ ლ ი

ტურონული სართულის ნალექები ტრანსგრესიულადაა განლაგებული სენომანურზე. უთანხმო განლაგება ჩანს მდ. კოდორის, აღმოსავლეთ და დასავლეთ გუმისთის აუზებში. საკვლევი რაიონის დასავლეთ ნაწილში (მდ. ფსირცხის ხეობა) სენომანურიდან ტურონულში გადასვლა თანხმობითი უნდა იყოს.

ტურონული სართული წარმოდგენილია თეთრი და ვარდისფერი, წითელი კაყებით მდიდარი კირქვების მორიგეობით შემდგარი წყებით. ამასთან ქანების ვარდისფერი შეფერვა ინტენსიურია საკვლევი რაიონის ცენტრალურ ნაწილში (გუმისთის და კელასურის აუზები), ხოლო დასავლეთით (მდ. ფსირცხა) ვარდისფერი კირქვები მთლიანად თეთრით არის ჩანაცვლებული.

ტურონული სართულის სიმძლავრე 40 მ-მდე აღწევს. ცენტრალურ აფხაზეთში ფაუნისტურად დადგენილი ქვედატურონული ჯერჯერობით არსად ცნობილი არ არის. ვინაიდან ვარდისფერ კირქვებში დაცული ზედატურონული ფაუნა ჩვეულებრივ წყების ფუძიდან 20—30 მ-ის სიმაღლეზეა. ზოგიერთი მკვლევარი [5] დასაშვებად მიიჩნევს ვარდისფერი კირქვების ქვედა ნაწილში ქვედატურონულის არსებობას, გამომდინარე იქიდან, რომ აღმოსავლეთ აფხაზეთის ზედაცარცულის უწყვეტ კრილში ქვედატურონულს მიეკუთვნება ფაუნით დათარიღებული 10 მ სისქის დასტა. მდ. ფსირცხის ხეობაში ფაუნისტურად დადგენილი სენომანურსა და ზედატურონულს შუა მოქცეულია 15—20 მ სისქის მონაცრისფრო-თეთრი მერგელების დასტა, რომელიც სტრატეგრაფიული მდებარეობის მიხედვით ქვედატურონულს უნდა შეესაბამებოდეს.

ზედატურონული ფაუნა რამდენიმე ადგილას არის ცნობილი. ამხელების ტბის დასავლეთ ნაპირზე ვარდისფერ კირქვებში ნაპოვნი მაქვს *Inoceramus* cf. *schloenbachi* Böhm, რომელიც ზედატურონულის სულ ზედა ნაწილისათვის არის დამახასიათებელი. მდ. ფსირცხის მარჯვენა ნაპირზე სქელშრეებრივი თეთი კირქვები შეიცავენ ზედატურონულ *Orthoceramus lamarecki* Park.-ს.

### კ ო ნ ი ა კ უ რ ი

კონიაკური სართული წარმოდგენილია ვარდისფერი და თეთრი კირქვების წყების ზედა ნაწილში. მხოლოდ მდ. ფსირცხის ხეობაში ვარდისფერი კირქვები ისევ თეთრით არის ჩანაცვლებული. საკვლევ რაიონში კონიაკურის სიმძლავრე 70—80 მ-ია. იგი მრავალ ადგილას გამოიყოფა ფაუნისტურად.

მდ. კოდორის ხეობაში ვარდისფერი კირქვები შეიცავენ კონიაკურ *Volviceramus involutus* Sow.-ის და *Volviceramus* sp. (ex gr. *wandereri* And.)-ს.

ამტყელის ტბის ნაპირზე, ვარდისფერი და თეთრი კირქვების წყების ფუძიდან 40-ოდე მ-ის სიმაღლეზე აღმოჩნდა *Inoceramus* cf. *inconstans* Woods.,



*Volviceramus involutus* Sow., *Volv. wandereri* And., ჰირველი ნამარხი ტურონულ-სენონურია, ხოლო დანარჩენი ორი კონიაკური სართულისათვის არის დამახასიათებელი.

აღმოსავლეთ და დასავლეთ გუმისთის წყალგამყოფზე (სოფ. ახალშენის ჩრდილოეთით) ვარდისფერ კირქვებში შენახვდა *Volviceramus involutus* Sow.

მდ. ფსირცხის მარცხენა ნაპირზე თეთრი კირქვების ქვედა ნაწილში დაგროვილი მაქვს მდიდარი ფაუნა: *Inoceramus inconstans* Woods, *In brightonensis* Renn., *In. deformis* Meek, *Volviceramus wandereri* And., *Volv. koeneni* Müll. წყების ფუძიდან 60-ოდე მეტრის დონეზე აღმოჩნდა *Volviceramus* cf. *undabundus* Met H. მდინარის მარჯვენა ნაპირზე იმავე კირქვებიდან განსაზღვრული მაქვს *Inoceramus inconstans* Woods, *Orthoceramus glatziae* Fleg., *Orth. websteri* Mant. დასახელებული სახეებიდან: *Volviceramus koeneni* Müll. და *Volviceramus undabundus* Met H. კონიაკური ნამარხებია, *Inoceramus deformis* Meek, *Orthoceramus websteri* Mant. და *Orth. glatziae* Fleg. ზედატურონულ-კონიაკურია, *Inoceramus brightonensis* Renn. კონიაკურიდან კამპანურამდე აღის. როგორც ფაუნის სტრატეგრაფიული ვაგროვლება გვიჩვენებს შემცველი შრეების კონიაკური ასაკი ეჭვს არ უნდა იწვევდეს.

### ს ა ნ ტ ო ნ უ რ ი

სანტონური სართული თანხმობით აგრძელებს კონიაკურს. იგი წარმოდგენილია სქელშრეებრივი პელიტომორფული კირქვებით, მომწვანო-ნაცრისფერი მერგელების შუაშრეებით. კირქვებში გვხვდება ნაცრისფერი კაჟების კონკრეციები.

სანტონური სართული ძნელად გამოიყოფა კამპანურისაგან. ამიტომ მისი სიმძლავრის განსაზღვრა მხოლოდ მიახლოებით შეიძლება. იგი 40—50 მ-მდე უნდა ვივარაუდოთ.

სანტონური ფაუნა *Cordiceramus brancoi* Wegn. აღმოჩნდა მდ. კოდორის ხეობაში (ბაგაღის კლდეებთან). მდ. დიდი მაქარის ხეობაში, ანტიკლინის გულში გაშიშვლებულია პელიტომორფული კირქვები *Inoceramus crassus* Petr., *Cordiceramus* cf. *brancoi* Wegn. ეს ნამარხები ერთად სანტონურისათვისაა დამახასიათებელი.

სანტონური სართული გამოიყოფა მდ. აღმოსავლეთ გუმისთის ხეობაში, სადაც კირქვებში ნაპოვნი მაქვს *Inoceramus inconstans* Woods, *Cordiceramus* cf. *haenleini* Müll. ეს უკანასკნელი დასავლეთ ევროპისა და საქართველოს სანტონურისათვის არის დამახასიათებელი.

მდ. ფსირცხის ხეობაში კირქვებში დაგროვილი მაქვს: *Inoceramus* cf. *undulato-plicatus* Röm., *In inconstans* Woods, *In sarumensis* Woods, *Orthoceramus waltersdorfensis* And. ჩამოთვლილი ფორმები მხოლოდ სანტონურში გვხვდება ერთად.

### კ ა მ პ ა ნ უ რ ი

კამპანურ სართულს ეკუთვნის ნაცრისფერი კაჟებით მდიდარი სქელშრეებრივი ლითოგრაფიული კირქვები, რომლებშიც მომწვანო-ნაცრისფერი მერგელოვანი კირქვებისა და მერგელების თხელი შრეები გამოერევა.



კამპანური სართულის სიმძლავრე საკვლევ რაიონში დაახლოებით 40—50 მ აღწევს.

მდ. კოდორის ხეობაში კირქვებში აღმოჩნდა *Inoceramus regularis* d'Orb., *In. balticus* Böhm, *In. taeniolineatus* Hall. დასახელებული ნამარხები დასავლეთ ევროპის, ჩრდილოეთ ამერიკისა და საქართველოს კამპანურისათვის არის დამახასიათებელი.

კამპანური ფაუნა ნაპოვნი მაქვს ამტყელის ტბის დასავლეთ ნაპირზე: *Inoceramus colchicus* Tsag., *In. cf. georgicus* Tsag., *In. cf. salisburgensis* F et K. მდ. ბესლეთის ხეობაში ლითოგრაფიულ კირქვებში აღმოჩნდა კამპანური *Inoceramus pertenuis* M et H.

მდ. დიდი მაჭარის ხეობაში კამპანურს ეკუთვნის ლითოგრაფიული ტიპის კირქვები ნაცრისფერი მერგელების შუაშრეებით, რომელშიც *Inoceramus georgicus* Tsag. არის. მართალია, ეს ნამარხი კამპანურ-მაასტრიხტულია, მაგრამ მისი სტრატეგრაფიული მდებარეობა შემცველი შრეების კამპანურ ასაკზე მიუთითებს ვინაიდან ისინი ფაუნისტურად დათარიღებულ სანტონურსა და მაასტრიხტულს შუაა მოქცეული.

მდ. კელასურის მარჯვენა ნაპირზე კირქვები შეიცავს ინოცერამების კამპანურ კომპლექსს: *Inoceramus balticus* Böhm, *In. cf. colchicus* Tsag., *In. decipiens* Zitt.

მდ. გუმისთის ხეობაში ლითოგრაფიულ კირქვებში ნაპოვნი მაქვს *Inoceramus georgicus* Tsag. და *Inoceramus cf. mülleri* Petr. ეს ორი ნამარხი ერთად კამპანურ სართულში გვხვდება. მდ. აღმოსავლეთ გუმისთის ხეობაში ნაპოვნი მაქვს კამპანური *Inoceramus salisburgensis* F et K, ხოლო მდ. დასავლეთ გუმისთის ხეობის ლითოგრაფიული კირქვებიდან განსაზღვრული მაქვს ისევ კამპანური ფაუნა: *Inoceramus cf. regularis* d'Orb. და *Inoceramus cf. georgicus* Tsag.

### მაასტრიხტული

მაასტრიხტული სართული თანხმობით აგრძელებს კამპანურს. იგი წარმოდგენილია მუქი ნაცრისფერი, ზოგჯერ მერგელოვანი ან მოთეთრო-ყვითელი ტლანქშრეებრივი კირქვებით, რომლებშიც ნაცრისფერი კაჟის კონკრეციები გამოიჩენება.

მაასტრიხტული სართულის სიმძლავრე დაახლოებით 50—60 მ-მდე უნდა აღწევდეს, თუმცა ზოგიერთი მკვლევარი 100 მ-მდეც ანგარიშობს [5].

მაასტრიხტული ნალექები ფაუნისტურად შედარებით ლარიბია. მდ. კოდორის ხეობაში კირქვებში აღმოჩნდა *Inoceramus cf. georgicus* Tsag., რომელიც სტრატეგრაფიული მდებარეობის გამო შემცველ შრეებს მაასტრიხტულად ათარიღებს.

მდ. დიდი მაჭარის ხეობაში კირქვებში ნაპოვნი მაქვს მაასტრიხტული *Belemnitella mucronata* Schloth.

### დანიური

დანიური სართული თანხმობით არის განლაგებული მაასტრიხტულზე. მას ეკუთვნის რბილი, ცარცისმაგვარი თეთრი კირქვები, რომლებშიც ზოგჯერ

მკვრივი, მოყვითალო კირქვები გამოერევა, ნაცრისფერი ან შავი კაჟის კონკრეტებით.

დანიური სართულის სიმძლავრე 120—130 მ-მდე აღწევს.

მდ. კოდორის ხეობაში დანიური შეიცავს ორსაგდულიანების ფაუნას. *Pycnodonta* cf. *vesicularis* Lam., *Gryphaea* cf. *pitcheri* Mort. სოფ. წებელ-დაში კირქვებში აღმოჩნდა *Gryphaea pitcheri* Mort., *Exogyra* sp.

მდ. დიდი მაჭარის ხეობაში გაშიშვლებულია ცარცისმაგვარი კირქვები, რომლებშიც ნაპოვნი მაქვს *Exogyra ostracina* Lam., *Pycnodonta* cf. *vesicularis* Lam., *Gryphaea pitcheri* Mort., *Ostrea hippopidium* Nills., *Terebratulla semiglobosa* Sow.

ამტყელის ტბის სამხრეთ ნაპირზე დანიურ კირქვებში შემხვდა *Ostrea dzevrensis* Sim.

მდ. პატარა მაჭარისა და ჯამბალის ხეობაში ცარცისმაგვარ კირქვებში აღმოჩნდა დანიური ნამარხი *Gryphaea* cf. *pitcheri* Mort.

მდ. ბესლეთის ხეობაში, კირის ქარხნის მახლობლად გაშიშვლებულია დანიური კირქვები *Pycnodonta vesicularis* Lam. და *Gryphaea similis* Push.-ით.

*Pycnodonta vesicularis* Lam. აღმოჩნდა სოფ. შრომის სამხრეთით (კირის ქარხანასთან) გაშიშვლებულ კირქვებში, მდ. გუმისთის მარცხენა მხარეს, სოხუმ-გუდაუთის გზატკეცილის პირას. მდ. დასავლეთ გუმისთის ხეობაში, სოფ. შუბარას ჩრდილოეთით მასთან ერთად *Gryphaea pitcheri* Mort. მაქვს ნაპოვნი.

როგორც ირკვევა, ცენტრალური აფხაზეთის ზედაცარცულში შესაძლებელი ხდება ფაუნისტურ საფუძველზე ქვედა და ზედა სენომანურის, ზედა ტურონულის, სენონურის ყველა სართულისა და დანიურის გამოყოფა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიური ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.6.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Сорокин. Краткий очерк геологических исследований Сухумского отдела в 1876 году. Мат. для Геол. Кавказа, сер. 1, кн. 7, 1877.
2. Л. К. Коношевский. Отчет о геологических исследованиях в Сухумском округе и смежных частях Черноморской и Кубанской области, произведенных в 1909—10 г. г. Мат. для Геол. Кавк., сер. IV, кн. 1, 1911.
3. М. С. Швецов. Палеоценовые и смежные с ними слои Сухума. Бюл. МОИП, нов. серия, т. X, 1932.
4. А. Л. Козлов. Предварительный отчет о геологических исследованиях в Сухумском уезде в 1929 г. Изв. Всес. Геол. Разв. Объед., 1, вып. 68, 1932.
5. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Моногр., № 5, Геол. института АН ГССР, 1954.



## მ. სენინაშვილი

 მატერიალური დეროების თავისუფალი რხევის  
 სიხშირის განსაზღვრის საკითხისათვის  
 დრეკადი საყრდენების შემთხვევაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 13.6.1960)

§ 1. მექანიკური სისტემების თავისუფალი რხევის სინჯრეთა განსაზღვრის ამოცანებში ხშირად ვხვდებით ისეთ შემთხვევებს, როდესაც დეროების ბოლოები კუთხური დეფორმაციების მიმართ დრეკადად არის ჩამაგრებული საყრდენებში.

აღნიშნული ამოცანა ამოხსნილია გოგენემზერისა და პრაგერის მიერ [1] და მოყვანილია ზოგიერთ ცნობარში (მაგ., [2]) მხოლოდ იმ კერძო შემთხვევათათვის, როდესაც მატერიალური პრიზმატული დერო დატვირთულია მალზე თანაბრად განაწილებული ტვირთით. თუმცა ამ კერძო შემთხვევისათვის ამოხსნა მოცემულია ზოგადი სახით, მოყვანილი ფორმულებით სარგებლობა სინჯლეს წარმოადგენს ვეგენტოლობის განო და, რაც მთავარია, ამოხსნის განზოგადება იმ ამოცანებზე, როდესაც მატერიალური დეროს სიხისტე და მასა ცვალებადია, შეუძლებელია.

წინამდებარე სტატიაში გაკეთებულია ცდა დრეკადი საყრდენების მქონე მატერიალური დეროების თავისუფალი რხევის სიხშირის განსაზღვრის ამოცანის ამოხსნის მარტივი წესით. ამოცანის ამოხსნისათვის გამოყენებულია ბ. გალიორკინის ვარიაციული მეთოდი, სააპრაქსიმაციო ფუნქცია კი შერჩეულია დრეკადად ჩამაგრებული ბოლოების მქონე დეროების დრეკადი ჩალუნვის ხაზის განტოლების მიხედვით, როდესაც დერო დატვირთულია მალზე თანაბრად განაწილებული საკუთარი მასის ინტენსივობით.

§ 2. როგორც ცნობილია [1], დრეკადი პრიზმატული მატერიალური დეროების თავისუფალ რხევათა დიდერენციალური განტოლება შემდეგი სახისაა:

$$EI \frac{\partial^4 y(x, t)}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (2.1)$$

სადაც

 $EI$  დეროს სიხისტეა, $m$ —გრძივი მასა.

ჰარმონიულ რხევათა შემთხვევაში

$$y(x, t) = X(x) \sin kt, \quad (2.2)$$

სადაც

 $X(x)$  რხევის მდგარი ტალღაა, $k$ —თავისუფალი რხევის სიხშირე.

(2.2)-ის (2.1)-ში შეყვანის შემდეგ მივიღებთ

$$EI \frac{d^4 X(x)}{dx^4} - mk^2 X(x) = 0, \tag{2.3}$$

გალიორკინის მეთოდში საძიებელი ფუნქცია  $X(x)$  მიიღება მწკრივის სახით:

$$X(x) = \sum_{i=1}^n a_i \varphi_i(x), \tag{2.4}$$

სადაც  $\varphi_i(x)$  მათარაქსიმებული ფუნქციაა, რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს სასაზღვრო პირობებს,  $a_i$  — უცნობი კოეფიციენტები; ძირითადი პირობა კი, რომელიც უნდა დაკმაყოფილდეს გალიორკინის მეთოდით, შემდეგია:

$$\int_0^l L(x, y, y', y'', \dots) \varphi_k(x) dx = 0, \tag{2.5}$$

$(k = 1, 2, 3, \dots, n)$

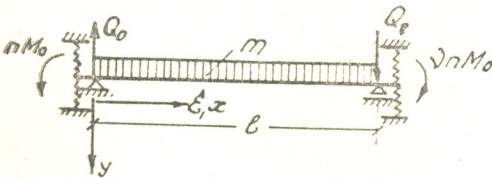
სადაც  $L$  დიფერენციალური ოპერატორია.

თუ (2.4) მწკრივში შევიწარმოებთ მხოლოდ პირველ წევრს, მივიღებთ მხედველობაში (2.5)-ს და (2.1)-ს, თავისუფალი რბევის სიხშირის განსაზღვრისათვის გალიორკინის განტოლებას მივიღებთ შემდეგი სახით:

$$\int_0^l [EI \varphi_1^{IV}(x) - mk^2 \varphi_1(x)] \varphi_1(x) dx = 0. \tag{2.6}$$

უკანასკნელ განტოლებაში მათარაქსიმებული ფუნქცია  $\varphi_1(x)$  მივიღოთ, როგორც იყო აღნიშნული ზემოთ, მატერიალური ღეროს ჩაღუნვის; ღერძის განტოლების სახით, როდესაც ღერო დატვირთულია საკუთარი მასით; ჩაღუნული ღერძის განტოლების ჩაწერისათვის კი გამოვიყენოთ ნ. სნიტკოს მიერ წამოყენებული საწყისი პარამეტრების მეთოდი [3].

§ 3. განვიხილოთ დრეკადი პრიზმატული მატერიალური ღერო, რომელიც დატვირთულია საკუთარი  $m$  მასით და რომლის ბოლოები დრეკადადა



ნახ. 1

ჩამაგრებული საყრდენებში (ნახ.

1). ვერტიკალური მიმართულებით საყრდენების გადაადგილება უდრის ნულს. ღეროს მარცხენა ბოლოზე მოდებულია დრეკადი აღმდგენი მომენტი  $nM_0$ , მარჯვენა ბოლოზე კი  $-\nu nM_0$ . სიდიდე  $n$  ჩამაგრების სიხისტის მაჩვენებელია და უდრის ფაქტობრივი მღუნავი მომენტის შეფარდებას იმ მღუნავ მომენტთან, რომელიც წარმოიქმნება აბსოლუტურად ხისტი ჩამაგრების შემთხვევაში. ცხადია, რომ  $0 \leq n \leq 1$ . სიდიდე  $\nu$  გვიჩვენებს, თუ წარცხენა ბოლოზე მოდებულ მომენტის რა ნაწილს შეადგენს მღუნავი მომენტი, რომელიც მოქმედებს მარჯვენა ბოლოზე.

ბელია და უდრის ფაქტობრივი მღუნავი მომენტის შეფარდებას იმ მღუნავ მომენტთან, რომელიც წარმოიქმნება აბსოლუტურად ხისტი ჩამაგრების შემთხვევაში. ცხადია, რომ  $0 \leq n \leq 1$ . სიდიდე  $\nu$  გვიჩვენებს, თუ წარცხენა ბოლოზე მოდებულ მომენტის რა ნაწილს შეადგენს მღუნავი მომენტი, რომელიც მოქმედებს მარჯვენა ბოლოზე.



ჩალუნული ღერძის განტოლება მაკლორენის მწკრივის სახით ეწერება [3]:

$$y(x) = y(0) + y'(0) \frac{x}{1!} + y''(0) \frac{x^2}{2!} + y'''(0) \frac{x^3}{3!} + y^{IV}(0) \frac{x^4}{4!} + \dots, \quad (3.1)$$

სადაც

$$y(0) = y_0, \quad y'(0) = \alpha_0, \quad y''(0) = \frac{M_0}{EI}, \quad y'''(0) = \frac{Q_0}{EI}, \quad y^{IV}(0) = \frac{m_0}{EI}$$

და ა. შ.,  $y_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $M_0$ ,  $Q_0$ ,  $m_0$  და ა. შ. საწყისი პარამეტრებია. განსახილველ შემთხვევაში (ნახ. 1) გვექნება

$$y(0) = y_0 = 0, \quad y'(0) = \alpha_0, \quad y''(0) = \frac{nM_0}{EI},$$

$$y'''(0) = -\frac{1}{EI} \left[ \frac{ml}{2} + \frac{nM_0}{l} (1 - \nu) \right], \quad y^{IV}(0) = \frac{m}{EI}. \quad (3.2)$$

თუ ჩავსვამთ (3.2)-ს (3.1)-ში და განვსაზღვრავთ  $\alpha_0$  იმ პირობიდან, რომ მარჯვენა საყრდენზე ჩალუნვა ნულის ტოლი იყოს, მივიღებთ განსახილველი შემთხვევისათვის ჩალუნული ღერძის განტოლებას

$$y(\xi) = \frac{ml^4}{24EI} (\xi - 2\xi^3 + \xi^4) - \frac{nM_0 l^2}{6EI} [(2 + \nu)\xi - 3\xi^2 + (1 - \nu)\xi^3], \quad (3.3)$$

სადაც 
$$\xi = \frac{x}{l}.$$

განტოლება (3.3)-დან შეგვიძლია მივიღოთ პრიზმატული მატერიალური ღეროს ჩალუნვის დრეკადი ღერძის განტოლებები სხვადასხვა კერძო სასაზღვრო პირობებისათვის. მაგალითად, თავისუფლად დაყრდნობილი ღეროსათვის სასაზღვრო პირობები შემდეგია:  $M_0 = 0$ ,  $\nu = 0$ .

მაშინ მივიღებთ

$$y(\xi) = \frac{ml^4}{24EI} (\xi - 2\xi^3 + \xi^4). \quad (3.4)$$

ხისტად ჩამაგრებული ბოლოების მქონე ღეროსათვის უნდა მივიღოთ შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

$$M_0 = \frac{ml^2}{12}, \quad n = 1, \quad \nu = 1.$$

ამ შემთხვევისათვის გვექნება

$$y(\xi) = \frac{ml^4}{24EI} (\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) \quad (3.5)$$

და ა. შ.

§ 4. დასმული ამოცანის ამოხსნისათვის, ე. ი. ზოგად შემთხვევაში რხევის სიხშირის განსაზღვრისათვის, (2.6) განტოლებაში სააპრაქსიმაციო ფუნქცია  $\varphi_1(x)$  მივიღოთ (3.3) გამოსახვის მიხედვით.

მაშინ გვექნება:

$$\varphi_1(\xi) = \frac{ml^4}{24EI} (\xi - 2\xi^3 + \xi^4) - \frac{nM_0 l^2}{6EI} [(2 + \nu)\xi - 3\xi^2 + (1 - \nu)\xi^3],$$

და 
$$\varphi_1^{IV}(\xi) = \frac{m}{EI}.$$

ჩავსვათ მიღებული (2.6) განტოლებაში, გვექნება

$$\int_0^l \left\{ m - mk^2 \left[ \frac{ml^4}{24EI} (\xi - 2\xi^3 + \xi^4) - \frac{nM_0 l^2}{6EI} [(2 + \nu)\xi - 3\xi^2 + (1 - \nu)\xi^3] \right] \right\} \left\{ \frac{ml^4}{24EI} (\xi - 2\xi^3 + \xi^4) - \frac{nM_0 l^2}{6EI} [(2 + \nu)\xi - 3\xi^2 + (1 - \nu)\xi^3] \right\} d\xi = 0.$$

ამ განტოლების ამოხსნით მივიღებთ თავისუფალი რხევის ძირითად სიხშირეს

$$k = \frac{9,876}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \times \sqrt{\frac{1 - 5 \frac{nM_0}{ml^2} (1 + \nu)}{1 - \frac{306}{31} \frac{nM_0}{ml^2} (1 + \nu) + \frac{48}{31} \frac{n^2 M_0^2}{m^2 l^4} (16 + 31\nu + 16\nu^2)}}. \quad (4.1)$$

იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ღეროს ორივე ბოლო თავისუფლად დაყრდნობილია საყრდენებზე ( $M_0 = 0, \nu = 0$ ), (4.1) ფორმულიდან მივიღებთ

$$k = \frac{9,876}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad (4.2)$$

რომელიც განსხვავდება ცნობილი კლასიკური მეთოდით ამოხსნის შედეგისაგან [2] 0,1%-ით.

იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ღეროს ორივე ბოლო ხისტად ჩამაგრებულია

$$M_0 = \frac{ml^2}{12}, \quad n = 1, \quad \nu = 1,$$

(4.1) ფორმულიდან მივიღებთ

$$k = \frac{22,45}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad (4.3)$$

რომელიც განსხვავდება ზუსტი შედეგისაგან [2] 0,36%-ით.

განვიხილოთ სხვა კერძო შემთხვევები:

ა) ღეროს ორივე ბოლო დრეკადაა ჩამაგრებული საყრდენებში (ჩამაგრების ხარისხი ერთნაირია). მაშინ (4.1) ფორმულაში უნდა დავუშვათ შემდეგი სასაზღვრე პირობები

$$M_0 = \frac{ml^2}{12}, \quad 0 \leq n \leq 1, \quad \nu = 1.$$

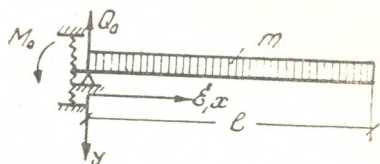


მივიღებთ

$$k = \frac{9,876}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \times \sqrt{\frac{I - \frac{5}{6}n}{I - \frac{5I}{3I}n + \frac{2I}{3I}n^2}} \quad (4.4)$$

ამ ფორმულაში თუ დავუშვებთ  $n = 0$  (თავისუფალი დაყრდნობა), მივიღებთ (4.2) ფორმულას. თუ დავუშვებთ  $n = 1$  (ხისტი ჩამაგრების შემთხვევა), მივიღებთ (4.3) მნიშვნელობას.

ბ) ღეროს მარცხენა ბოლო დრეკადააა ჩამაგრებული, მარჯვენა ბოლო კი თავისუფლადაა დაყრდნობილი. მაშინ (4.1) ფორმულაში უნდა მივიღოთ შემდეგი სასაზღვრო პირობები:



ნახ. 2

$$M_0 = \frac{ml^2}{8}, \quad 0 \leq n \leq 1, \quad v = 0.$$

გვექნება:

$$k = \frac{9,876}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \times \sqrt{\frac{I - \frac{5}{8}n}{I - \frac{153}{124}n + \frac{12}{3I}n^2}} \quad (4.5)$$

გ) ღეროს მარცხენა ბოლო ხისტადაა ჩამაგრებული, მარჯვენა ბოლო კი—დრეკადა. მაშინ სასაზღვრო პირობები შემდეგი გვექნება:

$$M_0 = \frac{ml^2}{4(2+v)}, \quad n = 1, \quad 0 \leq v \leq 1.$$

(4.1) ფორმულიდან მივიღებთ

$$k = \frac{15,45}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \times \sqrt{\frac{I + \frac{1}{6}v - \frac{1}{6}v^2}{I - \frac{25}{38}v + \frac{5}{58}v^2}} \quad (4.6)$$

თუ მარჯვენა ბოლო თავისუფლად დაყრდნობილია ( $v=0$ ), ფორმულიდან (4.6) მივიღებთ

$$k = \frac{15,45}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad (4.7)$$

რომელიც განსხვავდება ზუსტი შედეგისაგან [2] 0,19%-ით.

(4.4), (4.5) და (4.6) ფორმულების გამოყენებით განხილული შემთხვევებისათვის გამოთვლილია თავისუფალ რხევათა ძირითადი სიხშირეები, როგორც ღეროების ბოლოთა ჩამაგრების სიხისტის ხარისხის ფუნქცია (იხ. ცხრილი 1).

მოყვანილი ცხრილის საფუძველზე აგებულია მრუდები  $k = f(n, v)$  (ნახ. 3).

ცხრილი 1

№. №	სტატიკური სქემა	n, γ										
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	ღეროს ორივე ბოლო დრეკადაა ჩამაგრებული (ჩამაგრების სიხისტის ხარისხი ერთნაირია)	9,876	10,301	10,794	11,357	12,019	12,809	13,777	15,012	16,651	18,942	22,450
2	ღეროს მარცხენა ბოლო დრეკადაა ჩამაგრებული, მარჯვენა ბოლო კი თავისუფლად დაყრდნობილი	9,876	10,192	10,538	10,923	11,348	11,822	12,355	12,977	13,678	14,498	15,450
3	ღეროს მარცხენა ბოლო აბსოლუტურად ხისტადაა ჩამაგრებული, მარჯვენა ბოლო კი—დრეკადაა ჩამაგრებული	15,450	16,099	16,748	17,412	18,092	18,787	19,498	20,224	20,966	21,707	22,450

შენიშვნა: ყველა კოეფიციენტი მრავლდება  $\sqrt{\frac{EI}{ml^4}}$ -ზე.

§ 5. განესაზღვროთ კონსოლოვანი პრიზმატული ღეროს თავისუფალი ბოლოს ძირითადი სიხშირე, როდესაც ღეროს მარცხენა ბოლო დრეკადაა ჩამაგრებული საყრდენში, მარჯვენა ბოლო თავისუფალია, ღეროს მასა თანაბრადა განაწილებული მალზე (ნახ. 2). ასეთი ღეროს ჩაღუნული ღერძის განტოლება შემდეგი სახით ჩაიწერება:

$$y(\xi) = \alpha_0 l \xi + \frac{ml^4}{24 EI} (6 \xi^2 - 4 \xi^3 + \xi^4), \quad (5.1)$$

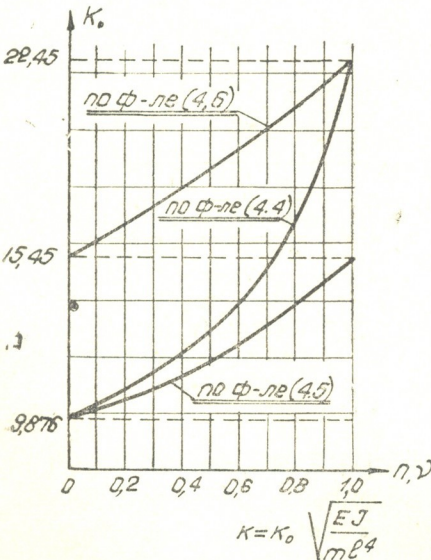
სადაც  $\alpha_0$  კვეთის მობრუნების კუთხეა კოორდინატთა დასაწყისში,  $\xi = \frac{x}{l}$ .

შემოვიღოთ აღნიშვნა:

$$\frac{24 EI}{ml^3} \alpha_0 = \frac{I}{w}$$

მაშინ (5.1) განტოლება გადაიწერება ასე:

$$y(\xi) = \frac{ml^4}{24 EI} \times \left( \frac{I}{w} \xi + 6 \xi^2 - 4 \xi^3 + \xi^4 \right). \quad (5.2)$$



ნახ. 3



ცხადია, რომ მარცხენა ბოლოს ხისტი ჩამაგრების შემთხვევაში ( $\alpha_0 = 0$ ,  $w = \infty$ ) განტოლება (5.2) გარდაიქმნება ცნობილ განტოლებად მარცხენა ბოლოთი ხისტად ჩამაგრებული კონსოლის ჩაღუნვის ღერძის გამოსახვისათვის.

განსახილველ შემთხვევაში რხევის ძირითადი სიხშირის განსაზღვრის მიზნით გალიორკინის (2.6) განტოლებაში ჩავსვათ სააპრაქსიმაციო ფუნქცია (5.2) ის მიხედვით.

მივიღებთ

$$\int_0^1 \left[ m - mk^2 \frac{ml^4}{24 EI} \left( \frac{1}{w} \xi + 6 \xi^2 - 4 \xi^3 + \xi^4 \right) \right] \frac{ml^4}{24 EI} \times \\ \times \left( \frac{1}{w} \xi + 6 \xi^2 - 4 \xi^3 + \xi^4 \right) d\xi = 0.$$

ამ განტოლების ამოხსნით გვექნება

$$k = \frac{3,530}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \times \sqrt{\frac{1 + \frac{5}{12} \frac{1}{w}}{1 + \frac{3}{104} \left( \frac{26}{w} + \frac{5}{w^2} \right)}}. \quad (5.3)$$

როდესაც მარცხენა ბოლო ხისტადაა ჩამაგრებული ( $\alpha_0 = 0$ ,  $w = \infty$ ), ფორმულიდან (5.3) მივიღებთ

$$k = \frac{3,530}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad (5.4)$$

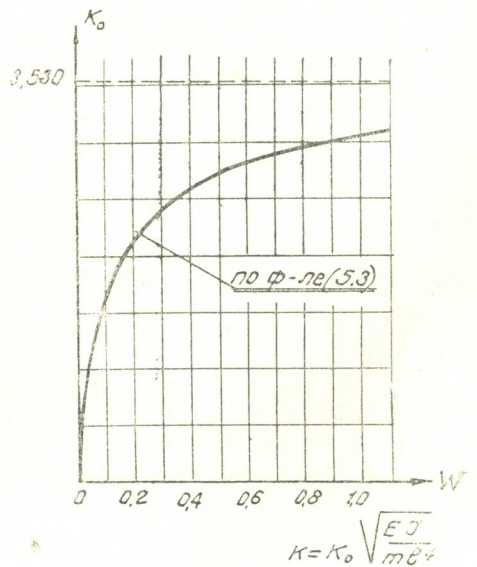
ე. ი. შედეგს, რომელიც განსხვავდება ცნობილი ზუსტი შედეგისაგან [2] 0,42%-ით.

როდესაც  $w = 0$  (ე. ი. მარცხენა ბოლო თავისუფალაა დაყრდნობილი)

$$k = 0.$$

(5.3) ფორმულის გამოყენებით განხილული შემთხვევისათვის გამოთვლილია თავისუფალი რხევის ძირითადი სიხშირე, როგორც მარცხენა ბოლოს ჩამაგრების სიხისტის ხარისხის ფუნქცია (ცხრილი 2) და აგებულია მრუდი  $k = f(w)$  (ნახ. 4).

§ 6. მოყვანილი მრუდები ცხადყოფს, რომ ღეროთა ბოლოების ჩამაგრების მცირე ღრეკადობაც კი იწვევს თავისუფალ რხევათა ძირითადი სიხშირის საგრძნობ ცვლილებას.



ნახ. 4



გამოყენილი (4.4), (4.5), (4.6) და (5.3) ფორმულებით სარგებლობა შეიძლება იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა განისაზღვროს თავისუფალ რხევათა ძირითადი სიხშირე ორ საყრდენზე მდებარე კონსოლების მქონე კოჭებისა; სამშალიანი უჭრი კოჭებისა, რომელთა განაპირა მალეები შედარებით მცირეა; ჩარჩოების რიგელებისა, როდესაც ჩარჩოების დგარების სიხისტე საგრძნობია და ა. შ.

ცხრილი 2

სტატიკური სქემა	n											
	0	0,01	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	10,0	100,0
მარცხენა ბოლოთი დრეკად აღმაგრებული პრიზმატული კონსოლოვანი ღერო	0	0,593	1,257	1,677	2,146	2,598	2,824	2,962	3,038	3,256	3,472	3,524

შენიშვნა: ყველა კოეფიციენტი მრავლდება  $\sqrt{\frac{EI}{ml^4}}$ -ზე.

ამოხსნის მოყენილი ხერხი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იმ მატერიალურ ღეროთა თავისუფალ რხევათა სიხშირის განსაზღვრისათვის, როდესაც ღეროს სიხისტე და მასა ცვალებადია, საყრდენები კუთხური დეფორმაციების მიმართ—დრეკადი.

შრომის წითელი დროშის ორდენისანი  
 ლენინის სახელობის  
 საქართველოს პოლიტექნიკური  
 ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 17.6.1960)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. Гегенемзер и В. Прагер. Динамика сооружений. ОНТИ, М.—Л., 1936.
2. И. В. Ананьев. Справочник по расчету собственных колебаний упругих систем. ГТТИ, М.—Л., 1946.
3. Н. К. Снитко. Новый метод нахождения упругой линии бруса при помощи ряда Маклорена. Труды МИИТ, вып. XV, 1930.



## სამშენებლო საქმე

ს. კალაშვილიძე

 კოლხეთის გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების  
 მოკლე დახასიათება და შენობების დასაძირკვლების  
 პირობები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 3.6.1960)

კოლხეთი წარმოადგენს ზღვისპირა დაბლობს, რომელიც წარმოქმნილია მდინარეების: რიონის, ინგურის, კოდორის, ხობის, აბაშის, ტეხურას, ცივას, სუფსასა და სხვათა ეროზიულ-აკუმლაციური მოქმედებით. კოლხეთის ცალკეული ნაწილები თავისი ჰიფსომეტრიული მდებარეობით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ერთი მათგანი ხასიათდება დაბალი მდებარეობით, სუსტადაა დაქანებული აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ და ცნობილია კოლხეთის დაბლობის სახელწოდებით; მეორე ნაწილს უფრო მაღალი მდებარეობა უჭირავს და შეიცავს ზოგან ვაკიან, ზოგან კი ბორცვიან-გორაკიან ზედაპირს, რომელიც თანდათან მაღლდება კავკასიონისკენ და მესხეთის ქედისაკენ. პირველ ნაწილში ძირითადად გავრცელებულია ალუვიური წარმოშობის გრუნტები, რომლებიც მაქსიმალურადაა გაჟღენთილი წყლით, ხოლო მეორე ნაწილში ჭარბობენ ნაკლებად ტენიანი დელუვიური გრუნტები. განსაკუთრებით სუსტი სამშენებლო თვისებებით ხასიათდება კოლხეთის დაბლობზე გავრცელებული ძლიერ დატენიანებული გრუნტები; მათი მაღალი ტენიანობის გამომწვევი მიზეზებია: ატმოსფერული ნალექების დიდი რაოდენობა, გრუნტების ცუდი წყალგამტარიანობა და ვაკე რელიეფი.

ჭარბი ტენიანობა დიდ როლს ასრულებს გრუნტების ფორმირების პროცესში და თავისებური გზით წარმართავს მათი თვისებების ჩამოყალიბებას. ჭარბი ტენიანობა და ორგანული ნარჩენების გახრწნა ანაერობული გარემოს პირობებში იწვევს გაღებების პროცესის ინტენსიურ განვითარებას. გრუნტების გაღებება კი, როგორც ცნობილია, წარმოადგენს რთულ ბიოქიმიურ პროცესს, რომლის დროსაც მიმდინარეობს აღდგენითი რეაქციები. გაღებების პროცესის გამო გრუნტებში არსებული რკინის ჟანგის ნაერთები ვარდაიქმნება რკინის ჟანგეულას ტიპის ნაერთებად. ეს პროცესი მიმდინარეობს სხვადასხვა სახის ანაერობული ბაქტერიების მონაწილეობით, რომელთა ბუნება ჯერჯერობით შესწავლილი არ არის. მიმდინარე პროცესის გამო გრუნტი ლებულობს მონაცრისფრო-მოცისფრო ფერს, კარგავს სტრუქტურას და უარესდება მისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

კოლხეთის დაბლობზე გვხვდება როგორც გაღებულში, ასევე გაულე-  
ბებელი სხვადასხვა მექანიკური და მინერალოგიური შედგენილობის გრუნ-  
ტები, რომელთა ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა საშუალებას მო-  
გვცემს დავადგინოთ შენობების დასაძირკვლების პირობები და მივიღოთ ის  
კონსტრუქციული ღონისძიებანი, რომლებიც უზრუნველყოფენ შენობის ნორ-  
მალურ ექსპლოატაციას. კოლხეთის გრუნტების თვისებები შევისწავლეთ ლა-  
ბორატორიულ პირობებში, იმ მეთოდის სრული დაცვით, რომელიც წარედ-  
გინება გეოტექნიკურ ლაბორატორიებს.

### გაულეებელი თიხები

კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილში, სადაც დაჭაობების ნიშნები  
უფრო ინტენსიურადაა გამოსახული, გაულეებელი თიხების სიმძლავრეები  
იცვლება 0,5—1,5 მეტრის ფარგლებში, აღმოსავლეთისაკენ მათი სიმძლავრე  
თანდათან მატულობს და ზოგ ადგილას 3,5 მეტრსაც აღწევს. ამ გრუნტების  
მექანიკურ შედგენილობაში თიხის ფრაქციების რაოდენობა თითქმის ყოველ-  
თვის მეტია 40%-ზე და ხშირად 50%-საც აღწევს. გვხვდება გაულეებელი  
მტვეროვანი თიხები, მაგრამ უფრო ხშირად ამ ტიპის გრუნტებში მტვერის  
ფრაქციების რაოდენობა უმნიშვნელოა. ბუნებრივ პირობებში ისინი პლასტი-  
კურ მდგომარეობაშია, რაც საერთოდ დამახასიათებელია კოლხეთის გრუნ-  
ტების ზედაფენებისათვის. წყალგაქვნილობის კოეფიციენტი თითქმის ყო-  
ველთვის ნაკლებია 1-ზე და იცვლება 0,62—0,95-ის ფარგლებში. გაულეებ-  
ებელ თიხებში დიდი რაოდენობით ვხვდებით ორგანულ ნარჩენებს, გავარვარე-  
ბისაგან დანაკარგი აღწევს 8—10%-ს და ზოგჯერ 15—20%-საც. ორგანული  
ნარჩენების დიდი რაოდენობა ამცირებს გრუნტის მოცულობით წონებს, რო-  
მელიც იცვლება 1,5—1,8 ტ/მ<sup>3</sup>-ის საზღვრებში. უფრო ხშირად კი 1,6—1,7  
ტ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლია. ხვედრითი წონის სიდიდე კი მერყეობს 2,7—2,85 გრ/სმ<sup>3</sup>-ის  
ფარგლებში.

გაულეებელი თიხების მექანიკური თვისებებიდან განისაზღვრა კომპრესია  
და ძვრის წინაღობის ძალები. გაულეებელი თიხების კუმშვა თანაბრად მიმ-  
დინარეობს და წყლის მიმატება არ აჩქარებს კუმშვის პროცესს. კუმშვადო-  
ბის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:  $a = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{p_2 - p_1}$  სმ<sup>2</sup>/კგ,  
0,25—3,0 კგ/სმ<sup>2</sup> დატვირთვების დიაპაზონში იცვლება 0,04—0,1 სმ<sup>2</sup>/კგ-ის  
ფარგლებში, ე. ი. გაულეებელი თიხები კუმშვადობის მიხედვით საშუალო  
და ძლიერ კუმშვად გრუნტებს მიეკუთვნება. შიდა ხახუნის კუთხე იცვლება  
10—18°-ის ფარგლებში, ხოლო შეჭიდულობის ძალის სიდიდე  $c = 0,09—0,2$   
კგ/სმ<sup>2</sup>. გაულეებელი თიხების ფელტრაციის კოეფიციენტი დამოკიდებულია  
გრუნტის სიმკვრივისა და ორგანული ნარჩენების რაოდენობისაგან, იგი იცვ-  
ლება  $10^{-5}—10^{-7}$  სმ/სეკ-ის ფარგლებში.

### გაულეებელი თიხები

გაულეებელ თიხებს დიდი ფართობები უკავიათ კოლხეთის დაბლობის  
დასავლეთ ნაწილში, სადაც ეს გრუნტები გვხვდება ზედაპირიდან 0,5—1,5



მეტრის სიღრმეში. აქ მათი სიმძლავრე ხშირად აღწევს 8—10 მეტრის მეტსაც. კოლხეთის აღმოსავლეთ ნაწილში ისინი უფრო ღრმა ფენებში არიან ჩამარხული და გვხვდებიან ზედაპირიდან 1,5—3,5 მეტრის სიღრმიდან. გაულებელ თიხებთან შედარებით მათ უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობა ახასიათებს. თიხის ფრაქციების რაოდენობა 40—80%-ის ფარგლებში იცვლება და მექანიკური შედგენილობის მიხედვით მძიმე თიხებს მიეკუთვნება. ბუნებრივ პირობებში დენად-პლასტიკურ და უფრო ხშირად დენადი მდგომარეობის ზღვართან არიან. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ დენად მდგომარეობაში მყოფი თიხები შურფის გათხრისას არ კარგავენ მდგრადობას და შურფის კედელი ინარჩუნებს ვერტიკალურ მდებარეობას. ორგანული ნივთიერებები უფრო მეტადაა გახრწნილი გაულებელ თიხებთან შედარებით და გავარვარების დანაკარგი იცვლება 6—9%-ის საზღვრებში. მოცულობითი და ხვედრითი წონები ისეთივეა, როგორც გაულებელ თიხებში, ხოლო ჩონჩხის მოცულობითი წონები უფრო ნაკლებია და 0,6—1,2 ტ/მ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში იცვლება. მოცულობითი წონები საგრძნობლად იზრდება მცირე ვერტიკალური დატვირთვების მიყენებითაც. მაგალითად, 0,5 კგ/სმ<sup>2</sup> დატვირთვის გამო გალებებული თიხების მოცულობითი წონა 1,60-დან 1,74 ტ/მ<sup>3</sup>-დე გაიზარდა. ეს ფაქტი იმის მაჩვენებელია, რომ გალებებული თიხები არამყარ მდგომარეობაშია და ახალგაზრდა ტიპის გრუნტებს წარმოადგენენ. სტრუქტურის არავითარი ნიშანი მათ არ ეტყობა და მაქსიმალურად წყლით გაჟღენთილ ამორფულ მასას წარმოადგენენ. წყალგაჟღენთილობის კოეფიციენტი გალებებული თიხებისათვის თითქმის ყოველთვის 1,0-ს უდრის, ხოლო ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე იცვლება  $10^{-6}$ — $10^{-8}$  სმ/სეკ-ის ფარგლებში. გალებებულ თიხებს გაულებელთან შედარებით უფრო ცუდი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ახასიათებს. შეჭიდულობის ძალები შემცირებულია და იცვლება 0,04—0,1 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის საზღვრებში, ხოლო კუმშვადობის კოეფიციენტი  $\alpha$ -ს მიხედვით გალებებული თიხები ძლიერ კუმშვად გრუნტებად ითვლება. გალებებული თიხების კომპრესია განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიმუშის დატვირთვიდან პირველი 3—4 საათის განმავლობაში და სტაბილიზაცია მყარდება 15—20 საათის შემდეგ.

### გ ა უ ლ ე ბ ე ბ ე ლ ი თ ი ხ ნ ა რ ე ბ ი

გაულებელი თიხნარები კოლხეთის დაბლობზე გვხვდება როგორც დასავლეთ ნაწილში, ისე აღმოსავლეთშიც. მსუბუქი და საშუალო თიხნარები უფრო ხშირად გავრცელებულია მდინარეების მახლობელ ველებში, ხოლო მძიმე თიხნარებს, გაულებელი თიხების მსგავსად, შეიძლება შევხვდეთ კოლხეთის დაბლობის მთელ ტერიტორიაზე. გაულებელი თიხნარებს ღრმა ფენებში არ ვხვდებით, ეს გრუნტები მიწის ზედაპირის მახლობლადაა განლაგებული და მათი სიმძლავრე 1—3 მეტრის საზღვრებში იცვლება. ამ გრუნტების მექანიკურ შედგენილობაში ჭარბობენ მტვრის ფრაქციები, რომელთა რაოდენობა თითქმის ყოველთვის მეტია 50%-ზე და ხშირად 80%-საც აღწევს. თიხნარების სამივე სახესხვაობა იმყოფება დენად-პლასტიკურ მდგომარეობაში, ტ. XXVII, № 5, 1961





რობაში და მხოლოდ დიდი გვალვების დროს აღწევენ ისინი პლასტიკურობის ზღვარს. წყალგაყენითობის კოეფიციენტი თიხნარებისათვის იცვლება 0,7—1,0-ის ფარგლებში. ხვედრითი წონები თიხნარებისათვის უფრო სშირად იცვლება 2,7—2,75 გრ/სმ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში. მძიმე თიხნარების ჩონჩხის მოცულობითი წონები საშუალოდ შეგვიძლია მივიღოთ 1,3—1,35-ის ტოლად, ხოლო საშუალო და მსუბუქი თიხნარებისათვის ჩონჩხის მოცულობითი წონები უფრო პატარაა და იცვლება 1,15—1,35 გრ/სმ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში.

გაულებებელი მძიმე თიხნარები კომპრესიის მიხედვით თიხებს მიემსგავსებიან. ამიტომ მათი კუმშვადობის კოეფიციენტი 0—3,0 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის დატვირთვების ფარგლებში 0,05—0,1 სმ<sup>2</sup>/კგ-ს აღწევს, ხოლო შეჭიდულობის ძალა  $c=0,1—0,18$  კგ/სმ<sup>2</sup>-ს, მსუბუქი თიხნარებისათვის  $a=0,02—0,07$  სმ<sup>2</sup>/კგ-ს, ხოლო შეჭიდულობის ძალის სიდიდე მძიმე თიხნარებთან შედარებით საგრძნობლად შემცირებულია და 0,04—0,1 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის ფარგლებში იცვლება.

საშუალო თიხნარები კომპრესიული თვისებებით და შეჭიდულობის ძალის სიდიდით უფრო ახლოსაა მსუბუქ თიხნარებთან. შიდა ხახუნის კუთხე სამივე სახესხვაობის გაულებებელ თიხნარებში დაახლოებით ერთნაირია და 17—22°-ის ფარგლებში იცვლება.

ფილტრაციული თვისებებით მძიმე თიხნარები უახლოვდება გაულებებელ თიხებს, ხოლო საშუალო და მსუბუქი თიხნარებისათვის ფილტრაციის კოეფიციენტი შედარებით დიდია და  $10^{-3}—10^{-4}$  სმ/სეკ-ს აღწევს.

### გ ა ლ ე ბ ე უ ლ ი თ ი ხ ნ ა რ ე ბ ი

გალებებული თიხნარებიდან უფრო ხშირად ვხვდებით საშუალო და მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის გრუნტებს, ამ გრუნტებს კოლხეთის დაბლობზე ვხვდებით როგორც მთლიანი ფენის სახით, რომლის სიმძლავრე 2—5 მეტრს და მეტსაც აღწევს, ასევე ცალკეული 0,5—1,0 მეტრის სიმძლავრის ლინზების სახითაც. გალებებული თიხნარების მექანიკურ შედგენილობაში ჭარბობენ მტვრის ფრაქციები, რომელთა რაოდენობა ყოველთვის მეტია 50%-ზე და გაულებებელ თიხნარებთან შედარებით უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობა აქვთ. ბუნებრივ პირობებში ისინი პლასტიკურ და დენად მდგომარეობაში არიან. მოცულობითი და ხვედრითი წონები დაახლოებით ისეთივეა, როგორც გაულებებელი თიხნარებისათვის. წყალგაყენითობის კოეფიციენტი იცვლება 0,9—1,0-ის ფარგლებში.

გაულებებელ თიხნარებთან შედარებით საგრძნობლად შემცირებულია შეჭიდულობის ძალები, რომელნიც იცვლებიან 0,03—0,08 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის ფარგლებში. წყლით მაქსიმალურად გაყენითობის გამო გაულებებელ თიხნარებთან შედარებით მათ ახასიათებს უფრო დიდი კუმშვის უნარი. კუმშვადობის კოეფიციენტი გაულებებელი მძიმე თიხნარებისათვის 0,08—0,25 სმ<sup>2</sup>/კგ-ს უდრის, საშუალო თიხნარებისათვის  $a=0,04—0,15$  სმ<sup>2</sup>/კგ და მსუბუქი თიხნარებისათვის  $a=0,04—0,1$  სმ<sup>2</sup>/კგ-ს, ე. ი. გალებებული თიხნარები კუმშვადობის მიხედვით საშუალო და ძლიერ კუმშვად გრუნტებს მიეკუთვნება, მათი



წყალგამტარიანობა ნაკლებია გაულელებელ თიხნარებთან შედარებით. მაგალითად, გალელებულ მსუბუქ თიხნარებში ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე  $10^{-4}$ — $10^{-6}$  სმ/სეკ-ის ფარგლებში იცვლება, ამავე ტიპის გაულელებელ გრუნტებში კი საშუალოდ  $k=10^{-4}$  სმ/სეკ. შიდა ხახუნის კუთხე ცოტათი უფრო ნაკლებია გაულელებელ თიხნარებთან შედარებით და  $15$ — $21^{\circ}$ -ის ფარგლებში იცვლება. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ გალელებული გრუნტების ფიზიკურ-ტექნიკურ თვისებებს შორის განსხვავება თანდათანობით მცირდება გრუნტების მექანიკური შედგენილობის გამსუბუქებასთან დაკავშირებით.

### გ ა უ ლ ე ბ ე ბ ე ლ ი და გ ა ლ ე ბ ე ბ უ ლ ი ქ ვ ი შ ნ ა რ ე ბ ი

ზღვისპირა ზოლში და მდინარეების ნაპირებზე ქვიშნარები მიწის ზედაპირის მახლობლადაა განლაგებული, ხოლო კოლხეთის დაბლობის სხვა ადგილებში ისინი ღრმა ფენებში არიან ჩამარხული. ზღვისპირა ზოლის ქვიშნარები ზღვიური წარმოშობისაა, მცირე რაოდენობით შეიცავენ ორგანულ ნარჩენებს და ამიტომ გალელებულ ქვიშნარებს აქ იშვიათად ვხვდებით. კოლხეთის სხვა რაიონის ქვიშნარები კი ალუვიური წარმოშობისაა, დიდი რაოდენობით შეიცავენ ორგანულ ნარჩენებს, თითქმის ყოველთვის გალელებულია და თიხოვანი გრუნტების მასაშია მოქცეული ცალკეული ლინზების სახით.

ქვიშნარების მექანიკურ შედგენილობაში ჭარბობენ  $0,025$ — $0,05$  მმ-ის ქვიშის ფრაქციები და მიწისქვეშა წყლების ჰიდროდინამიკური წნევის გამო ადვილად მოდიან ატვინირებულ მდგომარეობაში. ამ გრუნტების ბუნებრივი ტენიანობა თითქმის უტოლდება დენადობის ზღვარს. ბუნებრივი ქანობის კუთხე წყლის ქვეშ ქვიშნარებისათვის  $25$ — $30^{\circ}$ -ის ფარგლებში იცვლება. კომპრესიული თვისებების მიხედვით მიეკუთვნებიან საშუალოდ კუმშვად გრუნტებს. ფილტრაციის კოეფიციენტი საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლება და საშუალოდ შეიძლება მივიღოთ  $10^{-3}$  სმ/სეკ-ის ტოლი.

### გ ა უ ლ ე ბ ე ბ ე ლ ი და გ ა ლ ე ბ ე ბ უ ლ ი ქ ვ ი შ ე ბ ი

ქვიშებიც, ქვიშნარების მსგავსად, ძირითადად გავრცელებულია ზღვისპირა ზოლში. ქვიშებს ვხვდებით კოლხეთის დაბლობის სხვა ადგილებშიც, სადაც ისინი მდინარეების მიერ მთებიდან ჩამოტანილი მასალების დალექვის პროდუქტებია და მიწის ზედაპირიდან დიდ სიღრმეში არიან ჩამარხული. გაულელებელი ქვიშა მურა ან მოყავისფერია, ხოლო გალელებული მონაცრისფერია. მექანიკური შედგენილობის მიხედვით ისინი დაახლოებით ერთნაირი არიან, ფრაქციათა  $80$ — $90\%$  მოდის ქვიშის ნაწილაკებზე. მინერალოგიურ შედგენილობაში ჭარბობენ ქარსები და კვარცები. წყლით გაჟღენთილი ქვიშები დატვირთვების გამო საგრძნობ კომპრესიას განიცდიან. ბუნებრივი ქანობის კუთხე უდრის  $30$ — $33^{\circ}$ -ს, ხოლო ფილტრაციის კოეფიციენტი საშუალოდ  $0,014$ — $0,017$  სმ/სეკ-ის ფარგლებში იცვლება.



ზემოთ ჩამოთვლილი გრუნტების გარდა, კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილში ხშირად ვხვდებით აგრეთვე ტორფებს, რომლებიც ზოგჯერ ცალკეული ლინზების სახითაა ჩამარხული ღრმა ფენებში, ზოგჯერ კი მიწის ზედაპირზე გამოდიან.

ამგვარად, კოლხეთის გაღებებული გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლიდან ჩანს, რომ გაღებების გამო მკვეთრად უარესდება გრუნტების სამშენებლო თვისებები და ეს გაუარესება ძირითადად თიხებსა და თიხნარებშია შესამჩნევი. ამ გრუნტებში გაღებების პროცესის გამო იზრდება დისპერსიულობა და კომპრესიის მაჩვენებლები, მცირდება ძვრის წინააღობის ძალები, გრუნტი იძენს ცოცვის თვისებას, რის გამოც არხები, გაყვანილი ასეთ გრუნტებში, ხშირად განიცდიან დეფორმაციას.

### კოლხეთის გრუნტების სამშენებლო თვისებები და შენობების დასაძირკვლების პირობები

კოლხეთის დაბლობზე გავრცელებული გრუნტები სამშენებლო თვისებების მიხედვით შეგვიძლია გავაერთიანოთ 5 დიდ ჯგუფად.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება გაუღებელი და ნაწილობრივ გაღებებული გრუნტები, რომლებსაც ახასიათებს მოყვითალო-მონაცრისფრო ანდა მურა შეფერვა. ამ ჯგუფის გრუნტების მექანიკური შედგენილობა იცვლება მსუბუქი თიხნარებიდან თიხებამდე და განლაგებული არიან რა ძირითადად მიწის ზედაპირის მახლობლად, ნაკლებად განიცდიან გრუნტის წყლების ზეგავლენას, უფრო ინტენსიურად შრებიან და გადადიან მყარ მდგომარეობაში. ქვედა ფენებთან შედარებით მათ ახასიათებთ მეტი სიმკვრივე, სტრუქტურულობა და შეჭიდულობა. სიმძლავრე ამ გრუნტებისა იცვლება 1,0—3,5 მეტრის ფარგლებში. სამშენებლო თვისებების მიხედვით ამ ჯგუფის გრუნტები შედარებით უკეთესია კოლხეთის გაღებულ გრუნტებთან შედარებით, ამიტომ პროექტირების დროს, სადაც კი შესაძლებელია შენობის დასაძირკვლება უნდა მოვახდინოთ გაუღებელ გრუნტებზე. მათი საანგარიშო წინაღობა 1,5—2,0 მეტრის სიღრმეზე იცვლება 0,7—1,2 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის ფარგლებში. შენობის დასაძირკვლების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმ გარემოებას, რომ საძირკვლის ქვევით განლაგებული გაუღებელი ფენის სიმძლავრე დაახლოებით თანაბარი იყოს შენობის მთელი სიგრძის ფარგლებში, წინააღმდეგ შემთხვევაში დაბლა ფენებში გავრცელებული ძლიერ კუმშვადი გრუნტების არსებობის გამო შესაძლებელია მოხდეს შენობის არათანაბარი დაჯდომა, რაც გამოიწვევს მის დეფორმაციას. თანაბარი დაჯდომა შენობისათვის არაა სახიფათო და, როგორც ანგარიშებმა გვიჩვენა, ამ ტიპის გრუნტებზე 1,0—1,5 კგ/სმ<sup>2</sup> დატვირთვის დროს მოსალოდნელია 10—20 სმ-ის სიდიდის დაჯდომა. შენობის საძირკვლის ყველაზე უფრო რაციონალურ სახეს ამ ტიპის გრუნტებზე ლენტისებრი საძირკველი წარმოადგენს.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება გაღებებული თიხა და თიხნარი გრუნტები, რომელთაც ახასიათებთ მოცისფრო-მომწვანო შეფერვა. ამ ჯგუფ-



ფის გრუნტები მაქსიმალურადაა გაჟღენთილი წყლით, ხშირად მიღწეული არიან დენადობის ზღვრამდე, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში აჭარბებენ კიდევაც ამ ზღვარს. მათი სიმძლავრე ხშირად აღწევს 8—10 მეტრს და ძლიერ კუმშვად გრუნტებს მიეკუთვნებიან. საანგარიშო წინაღობა 1,5—2,0 მეტრის სიღრმეზე მეტად დაბალია და საშუალოდ იცვლება 0,4—0,6 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის ფარგლებში. ამ ტიპის გრუნტებზე შენობის დასაძირკვლების დროს დაჯდომის სიდიდემ შესაძლებელია 50—60 სმ მიაღწიოს, ამიტომ პროექტირებისას საჭიროა გავითვალისწინოთ ეს მდგომარეობა და ავამაღლოთ შენობის ცოკოლი მოსალოდნელი დაჯდომის მხედველობაში მიღებით. ასეთ გრუნტებზე შენობის დასაძირკვლებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სიღრმეში გრუნტების ერთგვაროვან განაწილებას, წინააღმდეგ შემთხვევაში მოსალოდნელია დიდი ზომის არათანაბარი დაჯდომები. ამ ჯგუფის გრუნტების არათანაბარი კუმშვადობის გამო შენობის საძირკვლად სასურველია გამოვიყენოთ მთლიანი რკინა-ბეტონის ფილა, ხიმინჯებიანი ფუძეები, ანდა მივმართოთ გრუნტების ხელოვნურ გამაგრებას ელექტროდენის მოქმედებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც შენობის დასაძირკვლება არ გეხდება ძლიერ ღრმად, შესაძლებელია გამოვიყენოთ ხრეშოვან-ქვიშოვანი ბალიში. იმისათვის, რომ დავიცვათ შენობა დიდი არათანაბარი დაჯდომის გავლენისაგან, საჭიროა მივცეთ მას დიდი სიხისტე და მოვახდინოთ მისი ცალკეული ნაწილების განცალკევება ჯდომითი ნაკერებით.

მესამე ჯგუფის გრუნტებს მიეკუთვნება მტერიანი ქვიშნარები და წვრილმარცვლოვანი ქვიშები. ეს გრუნტები გაჟღენთილია წყლით და კუმშვადობის მიხედვით საშუალო კუმშვად გრუნტებს მიეკუთვნებიან. მათი საანგარიშო წინაღობა 1,5—2,0 მეტრის სიღრმეზე შესაძლებელია მივიღოთ 0,4—0,6 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის ტოლი. ამ ჯგუფის გრუნტების კუმშვა შედარებით მალე მთავრდება და აბსოლუტური სიდიდემ დაჯდომისა არ აღემატება 10—15 სმ-ს. მესამე ჯგუფის გრუნტებზე მშენებლობისას უმჯობესია გამოვიყენოთ შემდეგი ტიპის საძირკვლები: ლენტისებრი, რკინა-ბეტონის ფილა, ხიმინჯები, ანდა მივმართოთ გრუნტის შეცვლას ხრეშოვან-ქვიშოვანი ბალიშით. ქვიშებსა და ქვიშნარებში ხის ხიმინჯოვანი ფუძის მოწყობისათვის შესაძლებელია ვისარგებლოთ შემდეგი მონაცემებით: ხიმინჯის ზედაპირის ხვედრითი წინაღობა ქვიშნარებისათვის—1—1,5 ტ/მ<sup>2</sup>, ქვიშებისათვის—2—3 ტ/მ<sup>2</sup>.

მეოთხე ჯგუფს მიეკუთვნება ტორფოვანი გრუნტები, რომლებიც შეიცავენ 35%-ზე მეტ ორგანულ ნარჩენებს. შენობის აგება ფუძეზე, რომლის სიღრმეშიც იმყოფება ტორფის ფენა, ყოველთვის ძნელ ამოცანად ითვლებოდა, ამიტომ ხშირად ასეთ ადგილას, თუ ფენის სიმძლავრე დიდი იყო, მშენებლობაზე ხელს იღებდნენ, ხოლო პატარა სიმძლავრის დროს მიმართავდნენ ამ ფენის ამოჭრას. ტორფი წარმოადგენს ორგანული ნარჩენებისა და გახრწნილ ნივთიერებათა ნარევის და კუმშვადობის მიხედვით ძლიერ კუმშვად გრუნტად ითვლება. კუმშვის აბსოლუტურმა სიდიდემ, პროფ. ვასილევის მონაცემებით, შესაძლებელია მიაღწიოს ტორფოვანი ფენის საწყისი სიმძლავრის 60%-ს. კოლხეთის დასავლეთ ნაწილში გავლებული გრუნტების



მასაში ვხვდებით ტორფების სამ ჰორიზონტს, რომელთაგანაც ძველი წარმოშობის ტორფები ძლიერ ღრმა ფენებშია ჩამარხული და შედარებით დიდი სიმძლავრეებით ხასიათდება. ახალგაზრდა ტორფები მიწის ზედაპირის მახლობლადაა განლაგებული და მათი სიმძლავრე 0,5—0,7 მეტრს არ აღემატება. ლაბორატორიული გამოკვლევით დადასტურდა, რომ სამივე ჰორიზონტის ტორფები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დაშლის ხარისხით, სტრუქტურით და მინერალური ნივთიერებების შემცველობით. ზევითა ჰორიზონტის ტორფები უფრო ნაკლებადაა შეკუმშული, მაგრამ მეტადაა მინერალიზებული, ვიდრე ქვედა ტორფები, ამიტომ მოცულობითი წონები სამივე ჰორიზონტის ტორფებისა დაახლოებით ერთნაირია და 1,04—1,25 ტ/მ<sup>3</sup>-ის ფარგლებში იცვლება, ასევე ხვედრითი წონებიც 1,57—2,25 გრ/სმ<sup>3</sup>.

ტენიანობა ტორფებისა დიდია და იცვლება 169—392%-ის ფარგლებში. ტორფის ფენა თუ მიწის ზედაპირის მახლობლადაა, შენობის დასაძირკვლებისას უმჯობესია მიემართოს ქვიშოვან-ხრეშოვანი ბალიშის მოწყობას, ხოლო როდესაც ღრმა ფენებშია ჩამარხული, შეიძლება გამოვიყენოთ ხიმინჯებიანი ფუძეები. ხის ხიმინჯის ზედაპირის ხვედრითი წინაღობა ტორფოვან გრუნტებში  $\rho=0,5-1,0$  ტ/მ<sup>2</sup>-ს.

მეხუთე ჯგუფის გრუნტებია საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი ქვიშები, ხასიათდებიან დამკმაყოფილებელი სამშენებლო თვისებებით და უფრო ახლოს დგანან პირველი ჯგუფის გრუნტებთან. ეს გრუნტები კუმშვადობის მიხედვით სუსტ და საშუალოდ კუმშვად გრუნტებად ითვლება. მათი კუმშვა სწრაფად მიმდინარეობს და ძირითადად მშენებლობის პროცესში მთავრდება. დაჯდომის სიდიდე არ აღემატება 5—10 სმ-ს, ესეც იმ დროს, როდესაც ქვიშები წყლითაა გაჟღენთილი. საანგარიშო წინაღობა 1,5—2,0 მეტრის სიღრმეზე ამ ჯგუფის გრუნტებისათვის, მათი სიმკვრივისდა მიხედვით, შეიძლება მივიღოთ 1,5—2,0 კგ/სმ<sup>2</sup>-ის ტოლად. შენობის დასაძირკვლებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ გრუნტის წყლების დონეს. იმ შემთხვევაში, როდესაც გრუნტის წყლების დონე საძირკვლის ფუძის ზევითაა აწეული, ქვიშების ტვირთამტანიანობა დაახლოებით ნახევრად მცირდება.

ამ ჯგუფის გრუნტებზე მშენებლობისას, შესაძლებელია გამოვიყენოთ ყველა ტიპის საძირკველი. ხის ხიმინჯების ზედაპირის წინაღობა დაახლოებით 3—4 ტ/მ<sup>2</sup>-ს უდრის.

ამგვარად, კოლხეთის გრუნტების ზოგადი დახასიათებიდან და შენობების დასაძირკვლების პირობების განხილვიდან ჩანს, რომ კოლხეთის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები ძლიერ რთულია. ამიტომ პროექტირებისას უნდა გავითვალისწინოთ ეს გარემოება და დეტალურად იქნეს შესწავლილი სამშენებლო მოედნის საინჟინრო გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები. ყოველი კაპიტალური შენობის პროექტირებისას საჭიროა განისაზღვროს მოსალოდნელი არათანაბარი დაჯდომები და სათანადო კონსტრუქციულ ღონისძიებათა მიღებით უზრუნველყვით შენობის სიმდგრადე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 3.6.1960)



ენერგეტიკა

დ. აუცი

დაბალდაწვნიანი ჰიდროელექტროსადგურების გათიშული  
კასკადის დღეღამური რეჟიმების რეჟიმში  
ხელსაყრელი მუშაობის პირობების  
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. შენგელიამ 16.4.1961)

ჰიდროელექტროსადგურების დღეღამური უთანაბრო მუშაობის [1,2,3,4] ეფექტურობის მაჩვენებელი შეიძლება ასეთი სახით წარმოვადგინოთ (აგრეგატების მარგი ქმედების კოეფიციენტების მუდმივობის დაშვებით [5]):

$$K_{cc} = \frac{H}{H_m}, \quad (1)$$

სადაც

$H_m$  ჰესის დაწნევა წყალდინების რეჟიმზე მუშაობის დროს,  
 $H$  — ჰესის საშუალო დაწნევა დღეღამურ უთანაბრო მუშაობის დროს.  
ცხადია, რომ

$$K_{cc} = f \left( P = \frac{Q_{cc}}{Q_p} \right), \quad (2)$$

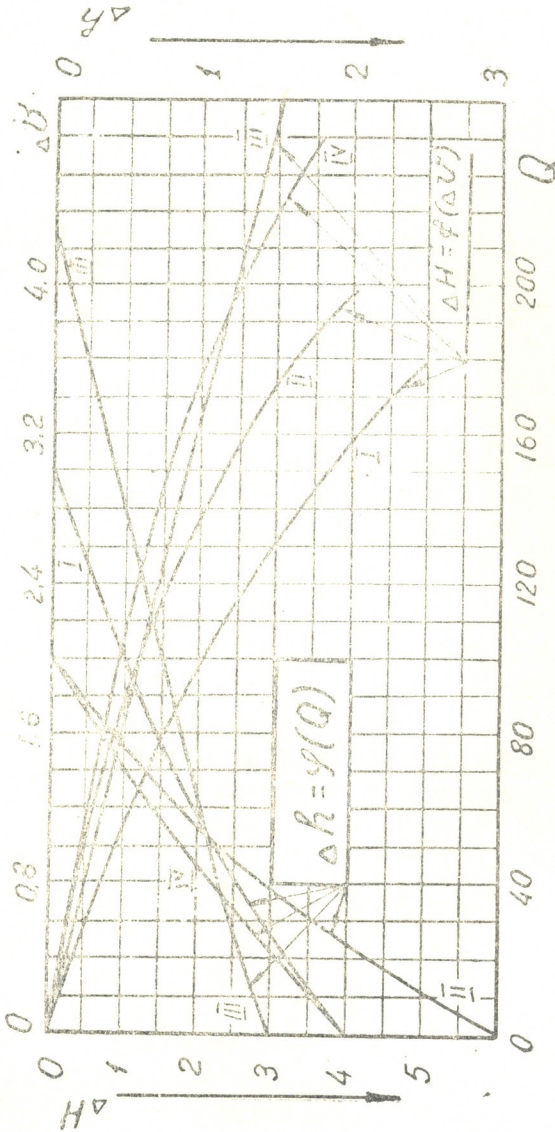
სადაც

$Q_{cc}$  საშუალო დღეღამური ხარჯია,  
 $Q_p$  — მაქსიმალური ხარჯი დღეღამური რეგულირების დროს.

ნახ. 2-ზე მოცემულია  $K_{cc} = f(P)$  მნიშვნელობის გრაფიკები ოთხი ჰიდროელექტროსადგურისათვის, რომელთა პარამეტრები მოცემულია ნახ. 1-ზე. ნახ. 2-დან ჩანს, რომ  $P=40\%$  დროს დღეღამური რეგულირება უმჯობესია დავაკისროთ IV და II ჰესებს.

(1) მაჩვენებელი არის გამარტივებული, მაგრამ იგი საშუალებას გვაძლევს საკმარისი სიზუსტით გადავწყვიტოთ საპროექტო და საექსპლოატაციო ამოცანები.

აღვნიშნოთ, რომ [8]-ში აგრეთვე მოცემულია კასკადის მარგი ქმედების კოეფიციენტის გამოთვლა დღელამური რეგულირების დროს, როგორც პიკე-



ნახ. 1 Q—ჰესის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ; ΔH—ზემო ბიუის დაწვეა მაქსიმალურ მუშა კოორბონტი-  
დან, მ; Δh—ქვემო ბიუის დაწვეა Q<sub>h</sub> ხარჯის შესაბამის ნიშნულიდან, მ; ΔU—დამუშავებუ-  
ლი წყლის მოცულობა, მლნ. მ<sup>3</sup>.

ბის მოხსნის დროს გამოზუშავების შეფარდებბისა, მდინარის ხარჯზე მისი მუ-  
შაობბისას მიღებულ გამოზუშავებასთან.

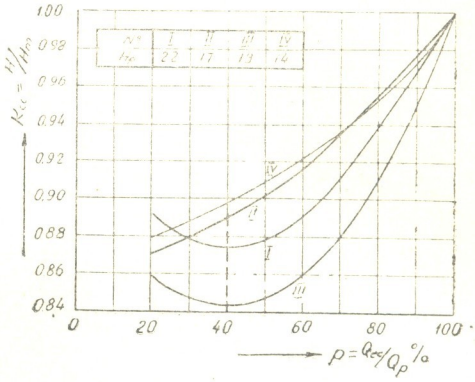


დიდ ინტერესს იწვევს ქვემოთ მოყვანილი მაჩვენებლების მიღება ჰიდროელექტროსადგურების კასკადებისათვის. ჯერ განვიხილოთ ორსადგურის გათიშული კასკადი.

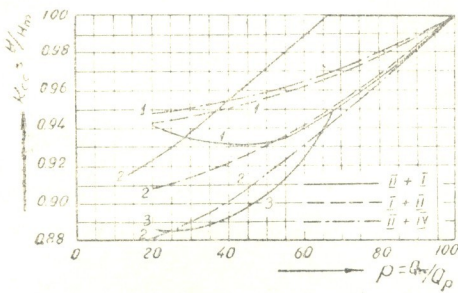
როგორც ცნობილია, ასეთი კასკადის მუშაობა დღელამური უთანაბრობით შეიძლება ორგანიზებულ იქნეს ერთ-ერთ სამთავან ჰესის სქემიდან [6, 7]: 1—რეგულირებას ატარებს ქვედა სადგური, ზედა მუშაობს წყალსადინარის რეჟიმზე, 2—რეგულირებას ატარებს ზედა სადგური და ორივე სადგური მუშაობს სინქრონულად, 3—რეგულირებას ატარებს ორივე სადგური, მათი ზედა ბიეფების დაცლის საშუალებით.

ნახ. 3-ზე მოცემულია  $K_{cc} = f(P)$  მრუდები ორსადგურის კასკადისათვის, ეს მრუდები შედგენილია I, II, III და IV ჰიდროელექტროსადგურების სხვადასხვა შეთავსებისათვის.

ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ამა თუ იმ სქემის უპირატესობის გამოსაანგარიშებლად კასკადში ჰიდროელექტროსადგურების სხვადასხვა შეთავსების დროს შეიძლება გამოყვანილ იქნეს კონკრეტული მაჩვენებლები. ასე, მაგალითად, კასკადში II+IV ჰესის მუშაობის დროს, თუ დავიცავთ პირობას, რომ  $Q_{p,B} = Q_{p,H} = Q_p$  (ინდექსი „B“ ნიშნავს კასკადის ზედა ჰესს, ხოლო ინდექსი „H“—ქვედას), მაშინ ზე-2 სქემის უპირატესობის პირობა, I სქემას-



ნახ 2. სანგარიშო ბოტუტა წნევები.  $H_p$ —სხვაობა ზემოთ ბიეფის მაქსიმალურ და  $Q_p$  ხარჯის შესაბამის ქვემო ბიეფის ნიშნულებს შორის, I, II, III და IV ჰესებისათვის შესაბამისად 22, 13, 17 და 14 მ.



ნახ. 3

თან შედარებით, შემდგენიარად დაიწერება:

$$\left(\frac{\Delta H}{2} + \Delta h\right)_B < \left(\frac{\Delta H}{2}\right)_H, \quad (3)$$

სადაც

$\Delta H$  ჰესის ზედა ბიეფის დონის დაწვევა  $Q_{cc}$ -ის  $Q_p$ -ში მთლიანი ტრანსფორმაციის დროს,

$\Delta h$  ქვედა ბიეფის დონის დაწვევა  $Q_{cc}$  დროს  $Q_p$  ნიშნულის მიმართ.

ჰესების II+I შეფარდების დროს,  $Q_{p,II} > Q_{p,B}$  და  $Q_{cc} < Q_{p,II}$ . ანალოგიური კრიტერიუმს მეორე სქემის უპირატესობისა, I-ის მიმართ, აქვს სახე

$$\left(\frac{\Delta H}{2}\right)_B + (\Delta h)_{B'} Q_{cc} < \left(\frac{\Delta H}{2}\right)_H + (\Delta h)_{H'} Q_{p,II} \quad (4)$$

ბოლოს, ჰესების შემდეგი შეფარდებისას I+II,  $Q_{p,II} < Q_{p,B}$ . გვექნება

$$\left(\frac{\Delta H}{2}\right)_B + (\Delta h)_{B'} Q_{cc} - (\Delta h)_{B'} Q_{p,II} < \left(\frac{\Delta H}{2}\right)_H \quad (5)$$

პირობები (3), (4) და (5) გულისხმობენ ორივე სადგურის კვეთში მდინარის ხარჯის ტოლობას და დღე-ღამის განმავლობაში ამ ხარჯის მუდმივობას. მოსალოდნელი დამატებითი მოდინება შეიძლება ადვილად იქნეს ნაანგარიშვეი მოყვანილი ფორმულებით.

ქასკადში ორზე მეტი ჰიდროელექტროსადგურის არსებობის შემთხვევაში რეგულირების წარმოების ხელსაყრელობის პირობები გამოიყვანება ზემოთ მოყვანილი მსჯელობის ანალოგიურად. ეს პირობები პრაქტიკულ ანგარიშში შეიძლება იქნეს გამოყენებული.

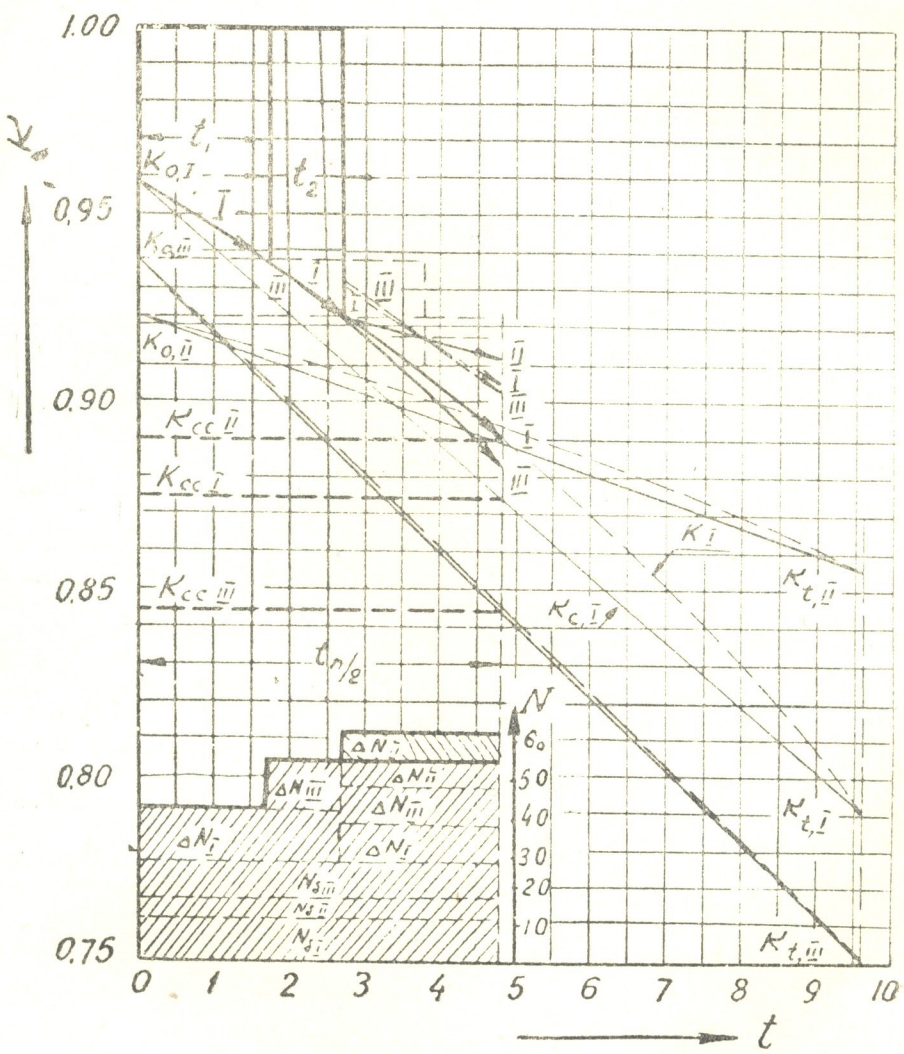
დაბალდაწვევიანი ჰესების დღელამური რეგულირების პროცესში მორიგეობით ჩართვის განსასაზღვრავად არაა საკმარისი  $K_{cc}$  მაჩვენებელი. ამიტომ ჩვენ მიერ წარმოდგენილია სხვა მაჩვენებელი, რომელიც წარმოადგენს პიკური რეჟიმის  $t$  დროის ინტერვალში გამომუშავებული ენერჯის ( $Q_2$ )-ს შეფარდებას ჰესის ნაკლები ხარჯის დროს მიღებულ ( $Q_1$ ) გამომუშავებასთან, ერთდროულად საჭიროა დაცულ იქნეს პირობა:  $tQ_2 = TQ_1$ , სადაც  $T$  დრო იგულისხმება პატარა ინტერვალად.

ნახ. 4-ზე მაჩვენებელი  $K = \frac{H}{H_m}$  წარმოდგენილია პიკის  $t$  ხანგრძლივობის ფუნქციად  $P=40\%$  მიღებული მნიშვნელობის დროს (პუნქტირი). საწყისი მნიშვნელობების  $K=K_0$  შედარება ცალკეული ჰესებისათვის საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მათი პიკური რეჟიმში შეყვანის მიზანშეწონილი რიგისობა. როგორც ჩანს, პირველად შეყვანილ უნდა იქნეს I ჰესი ( $K_{0,I} = \max$ ).  $t$  დროის მონაკვეთში  $K_I$  დარჩება უდიდესი, ანუ ჰესმა I-მა თავის თავზე უნდა მიიღოს მთლიანი დატვირთვა, დანარჩენ სადგურებზე რეგულირების ჩატარება არარენტაბელურია.  $t_1$  აბსცისის დროს  $K_I = K_{0,III}$  და ამ დროს რეგულირების ციკლში უნდა შევიდეს ჰესი III და ა. შ.

$t_1+t_2$ -დან  $t_{n/2}$  ინტერვალში ნაჩვენებია სამივე ჰესის მონაწილეობის შესაძლებლობა დღელამურ რეგულირებაში იმ პირობით, თუ დაცულია საშუალო  $K$ -ს ტოლობა. აქ გაანგარიშება ხდება პიკური ხარჯის  $Q$  არჩევით,  $K$ -ს ცნობილი (დაშვებული) მნიშვნელობის დროს, მოცულობის ნასესხების ბალანსის დროის საანგარიშო მომენტთან შენახვის მხედველობაში მიღებით.



თუ მთელი პიკის ხანგრძლივობას დავყოფთ მოკლე მონაკვეთებად, შეიძლება დატვირთვების განაწილება ჰიდროელექტროსადგურებს ან ჰიდროელექტროსადგურების კასკადებს შორის თანდათანობით ჩავატაროთ. ჰიდრო-



ნახ. 4.  $t$  — პიკური დატვირთვის ხანგრძლივობა, ს;  $N$  — ჯამური სიმძლავრე დატვირთვის გრაფიკის მიხედვით, მგვტ

ელექტროსადგურების კასკადების შემთხვევაში იზოლირებული სადგურის რეჟიმის სწრაფად შეცვლის მაჩვენებლის დაცემის მრუდი შეიცვლება მრუ-



დით, რომელიც კასკადის ექსპლოატაციის არჩეულ სქემას შეეხება.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღწერილი ორი მაჩვენებლის გამოყენების შეთავსება საშუალებას გვაძლევს მიახლოებით გადავწყვიტოთ დღელამური რეგულირების ზოგიერთი საკითხი როგორც ხარისხის, ისე რიცხვობრივობის მხრივ.

ვინტერის სახელობის  
ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის  
თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.4.1961)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. И. Кикодзе, Н. А. Цабадзе, Д. А. Ауце. Показатель энергетической эффективности регулирования работы ГЭС и его использование для эксплуатации. ТНИСГЭИ, 1958.
2. Б. И. Кикодзе. Оценка возможностей и эффективности регулирования режима работы ГЭС. „Известия ТНИСГЭИ“, т. 12, Госэнергоиздат, 1960.
3. Н. А. Цабадзе. Показатель энергетической эффективности суточного регулирования электростанций. Сборник трудов ТНИСГЭИ, выпуск 2, Тбилиси, 1958.
4. Б. И. Кикодзе, Н. А. Цабадзе, Д. А. Ауце. Режимные вопросы эксплуатации ГЭС и энергосистемы. „Известия ТНИСГЭИ“, т. 13, Госэнергоиздат, 1961.
5. Г. Г. Горбунов. Недельное и суточное регулирование на гидроэлектростанциях, Госэнергоиздат, 1951.
6. Д. А. Ауце. Вопросы эксплуатации каскада низконапорных гидроэлектростанций. Сборник трудов ТНИСГЭИ, вып. 2, 1958.
7. Д. А. Ауце. Исследование условий оптимального использования низконапорных ГЭС, расположенных по каскадной схеме, в процессе суточного регулирования. Сборник трудов конференции. Институт энергетики и гидравлики АН Арм. ССР, Ереван, 1960.
8. R. Clausnizer. Erfahrungen mit dem Tagesschwellbetrieb von Wasserkraftwerken. Diskuss. Elektrizitätswirtschaft, № 13, 1960.



წინამდებარე ნაშრომის შესახებ

თ. მუხრანისძე

მწვანე სასუქების გავლენა მუხრანის ქაშისფერი  
 ღაწვიღული ნიადაგების ზოგიერთ ქიმიურ თვისებაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 9. 12. 1960)

მწვანე სასუქების გამოყენებას დიდი ხნის ისტორია აქვს. დღემდე სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ ზონებში ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდების მონაცემებმა დაგვანახა, რომ მწვანე სასუქები არა მარტო ამდიდრებენ ნიადაგს ორგანული ნივთიერებით, არამედ აგრეთვე აუმჯობესებენ მის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს, ამაღლებენ ბიოლოგიურ მოქმედებას.

მუხრანის ვაკის ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდებიან მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების მინიმალური შემცველობით (ნიადაგის პროცენტში ჰუმუსის მაქსიმალური მაჩვენებელი 2,07%-ია, საერთო აზოტი კი—0,14%), უსტრუქტურობით, დაწიდულობით, არახელსაყრელი ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით. ხორბლის მოსავლიანობა ამ ნიადაგებზე ჰექტარზე არ აღემატება 10—13 ცენტერს.

ასეთი ნიადაგების ამაღლების ერთ-ერთ ღონისძიებად მწვანე სასუქების გამოყენება შეიძლება მივიჩნიოთ.

ცდის სქემა და მეთოდები

ცდის სქეზით შერჩეულ იქნა მუხრანის ვაკის ნიადაგური და კლიმატური პირობებისათვის რეკომენდებული სასიდერატო კულტურები: ბარდა 1528, თეთრი ცულისპირა და ახალქალაქის ცერცველა. ცდა ტარდებოდა შემდეგი (8-ვარიანტიანი) სქემის მიხედვით: უსიდერატო და უსასუქო ფონი (კონტროლი); მინერალური სასუქებით  $N_{25}P_{60}K_{60}$  (კონტროლი); მინერალური სასუქების ფონზე  $N_{25}P_{60}K_{60}$ : ცულისპირა, ცერცველა და ბარდა; უსასუქო ფონზე: ცულისპირა, ცერცველა და ბარდა.

სანაწვერალო სიდერატები ითესებოდა ივლისის მესამე დეკადაში ნორმით: ცულისპირა 200 კგ ჰექტარზე, ცერცველა—180 კგ და ბარდა—200 კგ.

ცდის პირველ წელს (1953) ნიადაგი მომზადდა და თითოეულ ნაკვეთზე (100მ<sup>2</sup>) დაითესა შესაფერისი სიდერატი, რომლის ჩახენის შემდეგ ამ ნაკვეთებზე დაითესა ხორბალი დოლის პური 35/4.

ცდის მეორე წელს (1954) თითოეული ნაკვეთი გაეყავით შუაზე და ნახევარზე დაითესა სიდერატი: მისი ჩახენის შემდეგ ორივე ნახევარზე დაითესა ხორბალი. ამრიგად, შესწავლილ იქნა სიდერატების როგორც პირდაპირი, ისე შემდგომი მოქმედება.



ხორბლის თესვის წინ მინერალურსასუქიანი ვარიანტებზე დამატებით შეგვეკონდა  $P_{30}K_{15}$ , ხოლო გაზაფხულზე ჯეჯილის გამოკვებას ვაწარმოებდით  $N_{15}$ -ით. სიდერატებისა და ხორბლის ნათესის მოვლის მიზნით ტარდებოდა თესვისშემდგომი და შემდეგ ორი სავეგეტაცია მორწყვა; საჭიროების და მიხედვით ვაწარმოებდით გამარგვლას.

ცდის პერიოდში ვაწარმოებდით ფენოლოგიურ დაკვირვებას სიდერატებისა და ხორბლის ზრდა-განვითარებაზე. სიდერატების ჩანვნის წინ ვსაზღვრავდით მიწისზედა მწვანე მასის რაოდენობას; ამასთან ნ. კ ა ჩ ი ნ ს კ ი ს მეთოდით ვსაზღვრავდით 30 სმ-ის სიღრმეზე (25 სმ X 25 სმ) ფესვების რაოდენობას.

სიდერატების მოქმედების დადგენის მიზნით ვსწავლობდით ნიადაგის ქიმიური თვისებების ცვალებადობას; ვსაზღვრავდით მილიან ჰუმუსს და საერთო აზოტს.

ს ი დ ე რ ა ტ ე ბ ი ს გ ა ნ ვ ი თ ა რ ე ბ ა

მუხრანის ვაკის კლიმატური ზირობები და სარწყავი ქსელის არსებობა ქმნის სანაწვერალო სიდერატების ზრდა-განვითარებისათვის კარგ პირობებს (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

სასიდერატო მასის მოსავალი ცენტნერობით ჰექტარზე

ვარიანტი	ფონი	მიწისზედა მასა						მიწისქვედა მასა ნიადაგის 30 სმ-ის ფენაში					
		1953		1954		საშუალო		1953		1954		საშუალო	
		მწვანე	მშრალი	მწვანე	მშრალი	მწვანე	მშრალი	ნედლი	მშრალი	ნედლი	მშრალი	ნედლი	მშრალი
ცულისპირა თეთრი 1528	მინ. სასუქის ფონზე	229,7	51,0	241,8	54,1	235,7	52,5	74,2	22,6	78,7	21,9	76,4	22,2
	უსასუქო	124,2	30,1	127,3	31,3	127,5	30,7	39,7	11,1	40,0	12,3	39,8	11,7
ცერცველა ახალქალაქისა	მინ. სასუქის ფონზე	218,2	47,4	210,5	44,1	214,3	45,7	68,4	17,1	65,9	18,9	67,1	18,0
	უსასუქო	112,0	25,6	115,7	26,3	113,8	25,9	36,9	9,7	37,5	10,6	37,2	10,1
ბარდა	მინ. სასუქის ფონზე	240,4	48,3	233,4	46,2	236,9	47,2	79,5	20,0	74,1	20,4	76,8	20,2
	უსასუქო	131,5	29,3	127,9	28,8	129,7	29,1	41,3	11,4	45,4	13,0	43,3	11,2

1 ცხრილიდან ჩანს, რომ სიდერატები ცულისპირა, ცერცველა და ბარდა სანაწვერალო პერიოდის განმავლობაში  $N_{25}P_{60}K_{60}$ -ის ფონზე იძლევიან სასიდერატო მასის საკმაოდ დიდ რაოდენობას. უსასუქო ფონზე მათი მწვანე მასისა და ფესვების რაოდენობა ნიადაგის 30 სმ-ის ფენაში, მინერალურსასუქიან ფონთან შედარებით, ნახევარს შეადგენს.



## მწვანე სასუქების მოქმედება ნიადაგში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესზე

ნიადაგში მოხვედრილი მწვანე მასა განიცდის ბიოქიმიურ გარდაქმნას მიკრობების მიერ და წარმოიქმნება სხვადასხვა ნივთიერებები, რომლებიც თავის მხრივ კვლავ ექცევიან რთულ ბიოქიმიურ გარდაქმნებში; ამის შედეგად წარმოიქმნება სპეციფიკური, უფრო მყარი, რთული კომპლექსური შენაერთი—ჰუმუსი. ორგანულ ნივთიერებათა დაშლის შესახებ მოიპოვება მრავალი ლიტერატურული წყარო, რომლებიც სხვადასხვა კლიმატური ნიადაგური პირობებისათვის გვაცნობენ დაშლის პროცესებს [1,2,3,4].

სიდერატების მოქმედებით გამოწვეული ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესება სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში სხვადასხვანაირად ვლინდება. ამ პროცესის მიმართულება და ტემპი დამოკიდებულია სიდერატების სახეზე, მის გამოყენების ხასიათზე, მასთან დაკავშირებულ აგროტექნიკურ ღონისძიებებზე და სხვა.

მწვანე სასუქის დაშლის პროცესში ჰუმუსის რაოდენობის ცვალებადობის დამახასიათებელი მონაცემები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცდის წარმოების მეორე წლის გაზაფხულზე ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის ზრდის ტენდენციას აქვს ადგილი, რაც გამოწვეული უნდა იყოს შემოდგომით ორგანული მასის ნაწილობრივი დაშლის და ჰუმინოვან ნივთიერებებად გარდაქმნით. ზამთრის პერიოდში ამ ნივთიერებებმა განიცადეს დენატურირება და ამიტომ გაზაფხულზე, როცა ნიადაგი ჯერ კიდევ დაბალი ტემპერატურით ხასიათდება, ისინი ვლინდებიან კონდენსირებული სახით. უნდა აღინიშნოს, რომ ჰუმუსის ამგვარი ზრდა ჩახუნული მასის მიხედვით, ანალიზის ჩატარების ამ ვადაში გარკვეულ კანონზომიერებას ემორჩილება.

ცდის მეორე წლის ზაფხულში აღებულ ნიმუშებში მკვეთრადაა გამოსახული ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის შემცირება, რაც გამოწვეულია იმით, რომ მაღალი ტემპერატურა და ტენის საკმაოდ რაოდენობა უფრო შესაფერის პირობებს ქმნის ორგანული ნივთიერებების დაშლისათვის, ვიდრე სინთეზისათვის. ამას თან ერთვის ის გარემოება, რომ ერთწლიანი მცენარეები, კერძოდ, ხორბალი, რომლითაც ჩვენი ცდის ამ პერიოდში დაკავებული იყო საცდელი ნაკვეთი, ამცირებს ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობას. როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ჰუმუსის რაოდენობის შემცირებას აქვს ადგილი თანმყოფ საკონტროლო სასუქიან ვარიანტებზედაც. ჰუმუსის რაოდენობა ჩახუნული მასის რაოდენობის პროპორციულობის თვალსაზრისით არ იჩენს გარკვეულ კანონზომიერებას, ამიტომ სიდერატების სასუქიან და უსასუქო ფონთა შორის არსე, ბიოქიმიური განსხვავების გამოვლინება ძნელდება. აქ საგულისხმოა ის გარემოება, რომ ანალოგიურ სურათს აქვს ადგილი პ. თაღეოსიანის [5], ზ. უსპენსკაიას [6], ე. ალექსეევისა [2] და სხვათა შრომებშიც.

ბარდის ნათესში ჰუმუსის მატება ისე არ არის გამოსახული, როგორც ცულისპირასა და ცერცველას ფონზე. ეს შესაძლებელია აიხსნას იმით, რომ ბარდა თავის ბიოლოგიურ თვისებების გამო (სინახე) დაშლის მიმართ ნაკლებ გამძლეობას იჩენს სხვა სიდერატებთან შედარებით და იგი სწრაფად განიცდის მინერალიზაციის პროცესს.

ჭუმუსის და აზოტის რაოდენობის ცვალებადობა მწვანე სასუქების ფონზე

ვარიანტები	მწვანე სასუქების მიკემდობა	პირიზინის სი- ღრმე	II წელი III თვე			II წელი VII თვე			III წელი III თვე			III წელი VII თვე		
			ჭუმუსი	მთლიანი აზოტი, %	C:N	ჭუმუსი, %	მთლიანი აზოტი, %	C:N	ჭუმუსი %/ით	მთლიანი აზოტი	C:N	ჭუმუსი %/ით	მთლიანი აზოტი %/ით	C:N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
საკონტრო- ლო NPK-ს ფონზე	—	0—10	1,92	0,130	8,46	1,49	0,112	7,71	1,77	0,109	9,39	1,72	0,120	8,30
		15—25	1,96	0,111	8,30	1,72	0,129	7,64	1,90	0,120	9,66	1,77	0,130	7,40
		25—35	1,50	0,109	7,07	1,38	0,120	6,66	1,49	0,119	7,10	1,42	0,121	6,81
ცულისპირა მინერალურ სასუქიან ფონზე	შემდგომი	0—10	—	—	—	—	—	—	2,21	0,156	8,21	2,12	0,150	8,19
		15—25	—	—	—	—	—	—	2,03	0,130	9,16	1,88	0,149	7,31
		25—35	—	—	—	—	—	—	1,70	0,129	7,64	1,67	0,120	8,06
	პირდა- პირი	0—10	2,25	0,159	8,91	2,18	0,151	8,37	2,38	0,169	8,17	2,35	0,160	8,51
		15—25	2,22	0,135	9,53	2,04	0,129	9,17	2,09	0,129	9,39	1,97	0,151	7,56
		25—35	1,72	0,120	6,64	1,77	0,121	8,52	1,82	0,122	8,64	1,72	0,130	7,67
ცულისპირა უსასუქო ფონზე	შემდგომი	0—10	—	—	—	—	—	—	2,05	0,129	9,21	2,00	0,131	8,85
		15—25	—	—	—	—	—	—	1,89	0,133	8,24	1,77	0,130	7,89
		25—35	—	—	—	—	—	—	1,50	0,118	7,37	1,62	0,112	8,38
	პირდა- პირი	0—10	2,14	0,132	9,47	1,95	0,130	8,70	2,12	0,148	8,30	1,98	0,131	8,76
		15—25	1,98	0,129	8,89	1,90	0,120	9,18	2,15	0,149	8,36	2,09	0,137	8,85
		25—35	1,51	0,109	8,03	1,72	0,122	8,17	1,93	0,130	8,60	2,17	0,140	8,98



შე-2 ცხრილის გაგრძელება

38. „მთაბეჭე“, ტ. XXVII, № 5, 1961

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ცერცველა მინერალურ- სასუქიან ფონზე	შემდგომი	0—10	—	—	—	—	—	—	2,28	0,159	8,31	2,20	0,151	8,45
		15—25	—	—	—	—	—	—	2,21	0,121	8,66	2,11	0,129	9,48
		25—30	—	—	—	—	—	—	2,02	0,117	8,01	2,00	0,120	9,30
პირდა- პირი	პირდა- პირი	0—10	2,23	0,141	9,37	1,85	0,143	7,53	2,31	0,160	8,36	2,25	0,156	8,36
		15—25	2,14	0,105	7,83	1,76	0,134	7,61	1,98	0,149	7,70	1,93	0,130	8,60
		25—35	1,40	0,194	8,63	1,66	0,121	8,17	2,10	0,120	8,17	1,98	0,158	7,26
ცერცველა უსასუქო ფონზე	შემდგომი	0—15	—	—	—	—	—	—	1,94	0,129	8,72	1,88	0,130	8,38
		15—25	—	—	—	—	—	—	1,87	0,120	9,04	2,01	0,125	9,32
		25—35	—	—	—	—	—	—	1,69	0,123	7,96	1,70	0,119	8,28
პირდა- პირი	პირდა- პირი	0—10	2,00	0,130	8,92	2,12	0,139	8,84	1,98	0,140	8,20	1,98	0,129	8,89
		15—25	1,61	0,121	7,71	1,93	0,126	9,13	2,15	0,135	9,23	2,13	0,149	8,31
		25—35	1,68	0,110	8,05	2,02	0,130	9,00	1,87	0,112	8,57	2,03	0,120	9,80
ბარდა მინერალურ- სასუქიან ფონზე	შემდგომი	0—10	—	—	—	—	—	—	2,17	0,159	7,91	2,15	0,151	8,25
		15—25	—	—	—	—	—	—	1,83	0,120	8,84	1,72	0,140	7,19
		25—35	—	—	—	—	—	—	1,94	0,140	8,10	1,88	0,133	8,19
პირდა- პირი	პირდა- პირი	0—10	2,26	0,141	9,29	1,78	0,122	8,46	2,82	0,153	8,79	2,26	0,151	8,68
		15—25	2,00	0,112	8,35	1,99	0,149	7,74	2,14	0,149	8,20	1,92	0,149	7,46
		25—35	1,32	0,110	6,95	1,61	0,103	9,06	1,88	0,147	7,41	2,09	0,150	8,08
ბარდა უსასუქო ფონზე	შემდგომი	0—10	—	—	—	—	—	—	1,80	0,117	8,92	1,74	0,131	7,77
		15—25	—	—	—	—	—	—	1,83	0,129	8,22	1,81	0,125	8,39
		25—35	—	—	—	—	—	—	1,61	0,119	7,84	1,53	0,112	7,91
პირდა- პირი	პირდა- პირი	0—10	1,84	0,119	8,96	1,69	0,134	7,31	1,88	0,133	8,19	2,14	0,140	8,86
		15—25	2,06	0,139	9,11	1,89	0,120	9,13	1,92	0,141	7,89	1,90	0,129	8,64
		25—35	1,60	0,108	8,54	1,69	0,123	7,95	1,74	0,112	9,00	1,94	0,122	9,22

ცდის მესამე წელს აღებულ ნიმუშებში ჩვენ შევისწავლეთ მწვანე სასუქების გავლენა ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობის ცვალებადობაზე, როგორც პირდაპირი (ე. ი. ორჯერ ჩახნული მასის), ისე შემდგომი (ე. ი. მხოლოდ პირველ წელს ჩახნული მასის) მოქმედებით.

საერთოდ, მესამე წლის მონაცემებში ჰუმუსის რაოდენობა გაზრდილი მაჩვენებლებით ხასიათდება.

მწვანე სასუქების პირდაპირი და შემდგომ მოქმედებათა შედარებით, ჩანს პირდაპირი მოქმედების გარკვეული უპირატესობა, რომელიც გამოსახულია თითქმის ნიადაგის ყველა ჰორიზონტში, თუმცა პირდაპირი მოქმედების მაჩვენებლები ისე დიდად არ არიან გაზრდილი, შემდგომ მოქმედებასთან შედარებით. მართალია, პირდაპირი მოქმედების ვარიანტში წინა წელს ჩახნულ მასას კიდევ დაემატა ახალი მეორედ ჩახნული მასა, მაგრამ ამ უკანასკნელმა ჯერ ვერ მოასწრო მთლიანად დაშლა და ამიტომ ერთხელ და ორჯერ ჩახნულ ვარიანტებს შორის განსხვავება მცირეა.

ცდის მესამე წლის შემდგომი მოქმედების გაზაფხულის მაჩვენებლებს ემჩნევათ ჰუმუსის მატების ნიშნები, წინა წლის მაჩვენებლებთან შედარებით. აღნიშნული გარემოება, ჩვენი აზრით, შეიძლება აიხსნას იმით, რომ იმ ნიადაგების მძიმე მექანიკურ შედგენილობის გამო (აერაციის პირობები) ჩახნული მასის უხეში ნაწილების დაშლა ხანგრძლივდება; ამას თან ერთვის ის გარემოება, რომ ჩვენ ცდებში მწვანე მასის ჩახვნას ვაწარმოებდით საკმაოდ ღრმად (18—20 სმ).

მუხრანის ვაკის პირობებში ჩახნული მწვანე მასა ძირითადად ერთ სავეგეტაციო პერიოდში ასწრებს მინერალიზაციას; როგორც მ. კონონოვა [7], გ. ტალახაძე [8] და სხვა ავტორები აღნიშნავენ, ეს ზონა (საქართველო) ორგანულ ნივთიერებათა დაშლის სწრაფ ციკლს მიეკუთვნება და ამიტომ მწვანე სასუქების მიერ წარმოქმნილი ჰუმუსიც აქ სწრაფად განიცდის დაშლას.

ჩვენი აზრით, ამ უკანასკნელით უნდა აიხსნას ის ფაქტიც, რომ ცხრილში მოცემული ჰუმუსის რაოდენობრივი მაჩვენებლები დიდად არ იზრდება, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო ჩახნური მწვანე მასის შესაბამისად. ჰუმუსის ნამატიც, როგორც ეს მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, შედარებით სწრაფად კლებულობს.

ცნობილია, რომ ნიადაგში აზოტის ბალანსის რეგულირების შესაძლებლობათა შორის ერთ-ერთს პარკოსანი მცენარეები წარმოადგენენ მათ ფესვებზე დასახლებულ კოჟრის ბაქტერიებით.

სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში სიდერატები განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან აზოტის დაგროვების მხრივაც.

პარკოსანი მცენარეების მიერ ნიადაგში დაგროვილი აზოტის რაოდენობა დამოკიდებულია მრავალ მიზეზზე; მათ შორის ერთ-ერთ მიზეზს ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქები წარმოადგენენ, რომლებიც ზრდიან მწვანე მასის მოსავალს და ამ გზით ნიადაგში აზოტის რაოდენობას აღიდებენ.



ჩვენ ექსპერიმენტულად შევისწავლეთ მწვანე სასუქების გავლენა ნიადაგის აზოტის შემცველობაზე. ცდის შედეგები წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ცდის წარმოების მეორე წლის გაზაფხულზე აღებული ნიმუშები, საწყის ნიმუშებთან შედარებით, აზოტის შემცველობის გარკვეული მატებით ხასიათდებიან. ამ მხრივ სხვა ვარიანტებთან შედარებით გამოირჩევა ცულისპირას ვარიანტის სასუქიანი და უსასუქო ნაკვეთი.

ცდის მეორე წლის ზაფხულის პერიოდში აღებული ნიმუშები, ამავე წლის გაზაფხულზე აღებულ ნიმუშებთან შედარებით, ჰუმუსის პარალელურად, აზოტის შემცველობის ერთგვარ შემცირებას გვიჩვენებენ.

ცდის მესამე წლის გაზაფხულზე ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა ორჯერ ჩახნული ვარიანტის გარკვეული უპირატესობა ერთხელ ჩახნულთან შედარებით; საერთოდ კი აზოტის შემცველობა, წინა წლებთან შედარებით ამ პერიოდში მომატებულია, რაც გარკვევით ემჩნევა პირდაპირი მოქმედების ვარიანტებს.

როგორც ჩანს, აზოტის დაგროვება მკიდრო კავშირშია ჩახნული მცენარეული მასისა და ფესვთა სისტემის რაოდენობასთან.

ცდის მესამე წლის ზაფხულის პერიოდში ჩატარებული გამოკვლევები გვიჩვენებენ აზოტის შემცველობის მეტ-ნაკლებ ცვალებადობას, წინა განსაზღვრასთან შედარებით, რაც, ჩვენი აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს ზაფხულის პერიოდში ცხელი კლიმატური პირობებით.

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ C:N შეფარდება საერთოდ მცირე მაჩვენებლებით ხასიათდება, რაც მიუთითებს აზოტის მინერალიზაციის პროცესის სისწრაფეზე და ამასთან დაკავშირებით მცენარისათვის მის შესათვისებელ ფორმაში გადასვლაზე.

ბალახიან ვარიანტებში C:N შეფარდება, საკონტროლოსთან შედარებით, მცირედ კლებულობს, ხოლო პერიოდებს შორის მისი ცვალებადობის გარკვეული კანონზომიერება არ აღინიშნება.

ავტორები [9,10] აღნიშნავენ, რომ თესლბრუნვებში სხვადასხვა სასუქები მიუხედავად იმისა, რომ იწვევენ ორგანული ნახშირბადისა და აზოტის შემცველობის საგრძნობ ცვლილებებს, შეფარდება C:N მცირე ცვალებადობას განიცდის.

აღსანიშნავია, რომ ორჯერ ჩახნული მწვანე სასუქის მოქმედებამ საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი ჰექტარზე გაზარდა 4,77—7,02 ცენტნერით, მინერალურ სასუქებით განოციერებულ საკონტროლოსთან შედარებით, ხოლო ერთხელ ჩახნული მასის პირველი შემდგომი მოქმედების ეფექტი მხოლოდ 0,75—1,18 ცენტნერით ჩამორჩება ორჯერ ჩახნული მასის პირდაპირ მოქმედების ვარიანტებს.

## დასკვნები

1. მუხრანის ვაკის ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდებიან გამკვრივება-დაწილულობით და არახელსაყრელი აგროსაწარმოო მაჩვენებლებით. მათში მცენარის საკვები ელემენტების მარაგი მცირეა, რაც ხელს უშლის მცენარის ნორ-

მალურ ზრდა-განვითარებას და ამცირებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას.

2. მუხრანის ვაკის კლიმატური პირობები და სარწყავი ქსელის არსებობა ქმნის სანაწვერალო სიდერატების გამოყენების კარგ პირობებს.

3. სასიდერატო კულტურები ცულისპირა, ცერცველა და ბარდა მუხრანის ვაკის პირობებში სანაწვერალო პერიოდის განმავლობაში  $N_{25}P_{60}K_{60}$ -ის ფონზე იძლევიან სასიდერაციო მასის დიდ რაოდენობას: ცულისპირა—302,2 ც/ჰა, ცერცველა—261,5 ც/ჰა და ბარდა—312,7 ც/ჰა.

უსასუქო ფონზე აღნიშნულ სიდერატების მწვანე მასისა და ფესვების რაოდენობა ნიადაგის 30 სმ-ის ფენაში მინერალურ სასუქიან ნაკვეთების მწვანე მასისა და ფესვების რაოდენობასთან შედარებით, დაახლოებით ნახევარს შეადგენს.

4. მწვანე სასუქების გამოყენებამ გაუმჯობესა ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა, რამაც მნიშვნელოვანი გავლენა იქონია ხორბლის მოსავლის გაზრდაზე.

შრომის წითელი დროშის ორდენისანი  
 საქართველოს სას.-სამეურნეო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.12.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. А. Костычев. Почвы черноземной области России, Избр. труды. Изд. АН СССР, 1951.
2. Е. К. Алексеев. Зеленое удобрение в СССР. Сельхозгиз. Москва, 1948.
3. С. П. Гусев. Разложение органических веществ в почве и влияние их на физическое и физико-химическое свойства почв. Ж. Хим. соцземл., № 5, 1940.
4. Ф. Е. Колясев. Некоторые результаты опытов по разложению органических веществ в почве. Научно-агрономический журнал, № 9, 1928.
5. ჰ. თაღეოსიანი. მწვანე სასუქი აღმოსავლეთ საქართველოს მემინდვრობაში. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები. ტ. V, 1953.
6. З. Т. Успенская. Разложение зеленой массы люпина в почве. Удобрение и урожай, № 7—8, 1930.
7. М. М. Кононова. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Москва, 1951.
8. გ. ტაღაბაძე. საქართველოს შავმიწები. ავტორეფერატი, თბილისი, 1957.
9. Э. Рассел. Почвенные условия и рост растений. Москва, 1955.
10. Д. Н. Прянишников. Агрохимия. III изд. Сельхозгиз. Москва, 1940.



მიცენიერებათა ფიზიკოლოგია

მ. კაცხოველი, ღ. ქინკლაძე

ქლოროფილი a და ქლოროფილი b  
 ზოგიერთი მცენარის ქერქსა და  
 მერქანში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 6.2.1961)

ლიტერატურაში ვხვდებით ცალკეულ მონაცემებს ქლოროფილ a და ქლოროფილ b-ს დაბალ შემცველობაზე შედარებით ახალგაზრდა ყლორტებში, განსაკუთრებით მათ მერქანში (მსგავსად ზოგიერთი წყალმცენარისა) [1, 2]. ამასთანავე, სოკოლოვის მიხედვით, ქლოროფილი a-სა და b-ს შეფარდება ერთწლიანი მერქნისათვის რამდენადმე მაღალია და უდრის 3:1, რაც დამახასიათებელია მწვანე ფოთლებისათვის [3]. ზოგიერთი ცნობა ქერქის ამ პიგმენტების შეფარდებაზე მოცემულია პირსონის შრომაშიც [4]. ამ შრომებით ამოიწურება ჩვენი ცოდნა ქერქისა და მერქნის ქლოროფილ a და b-ს შეფარდების შესახებ. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ აღნიშნული საკითხი მოითხოვს დაზუსტებას, მით უმეტეს, რომ ამით რამდენადმე ხელი შეეწყობა ამ ფოთოლგარე პიგმენტების მონაწილეობის საკითხის გარკვევას ფოტოსინთეზის პროცესში.

ამასთან დაკავშირებით 1960 წლის თებერვალში ჩატარდა ფოთოლცვენია და ფოთლოვანი მარადმწვანე ხემცენარეების ორწლიანი ფოთლების, ქერქისა და მერქნის, ზოგიერთ შემთხვევაში კი 5-წლიანი ქერქისა და მერქნის ქლოროფილ a-სა და ქლოროფილ b-ს სპექტროფოტომეტრიული გამოკვლევა. ქლოროფილის აცეტონიანი გამონაწურის სიმკვრივე განისაზღვრებოდა  $CF-4$ -ით სხვადასხვა სიგრძის ტალღებზე, ხოლო ქლოროფილ a-სა და ქლოროფილ b-ს რაოდენობა განისაზღვრებოდა, აკადემიკოს ტ. გოდენევის მითითების თანახმად, ვეტშტეინის მიერ მოცემული ფორმულებით [5].

გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ქლოროფილ a-სა და ქლოროფილ b-ს შემცველობა ფოთლოვანი მცენარეების 2-წლიანი ღეროების ქერქსა და მერქანში რამდენადმე მეტია, ვიდრე ფოთლოვან მარადმწვანე მცენარეებში (ცხრილი 1 და 2, რომლებშიაც ასო „ფ“ ნიშნავს ფოთოლს, ასო „ქ“ — ქერქს და ასო „მ“ — მერქანს).

ქლოროფილების a-სა და b-ს შეფარდება ფოთოლცვენია მცენარეების ქერქში მერყეობს 2-დან 2,8-მდე, ხოლო მერქანში — 1,5-დან 2,4-მდე.

ქლოროფილ ა-სა და ქლოროფილ ბ-ს შემცველობა  
(მგ % ცოცხალ წონაზე) ზოგიერთი ფოთოლცვენია ხე-  
მცენარის ქერქსა და მერქანში

№№	მცენარის დასახელება	ობიექტის წლო- ვანება		a	b	a + b	$\frac{a}{b}$
1	<i>Albizia julibrissin</i> Dur.	ქ. მ.	5	33,5 0,9	18,9 0,6	52 1,5	1,7 1,5
2	<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	ქ. მ.	2	44,5 9,1	22,1 4,5	67 14	2,0 2,0
3	<i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	ქ. მ.	2	39,8 6,5	18,5 3,4	58 10	2,2 1,9
4	<i>Corylus iberica</i> Witt. et Kem.-Nat.	ქ. მ.	2	23,6 8,8	9,7 5,1	33 14	2,4 1,5
5	<i>Corylus avellana</i> L.	ქ. მ.	2	24,5 8,6	11,4 4,3	36 13	2,2 2
6	<i>Jasminum fruticans</i> L.	ქ. მ.	2	27,8 5,8	9,8 2,4	38 8	2,8 2,4
7	<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	ქ. მ.	2	22,2 11,9	3,9 3,9	26 16	5,9 3
		ქ. მ.	5	11,7 7,3	3 2,99	15 10	3,9 2,4

იგივე შეფარდება მარადმწვანე მცენარეებისათვის შესაბამისად იქნება 2,1—2,9 და 1,5—2,5, რაც რამდენადმე ეწინააღმდეგება გუნდერსენის მონაცემებს [1, 2], მაგრამ ეს წინააღმდეგობა შეიძლება გამოწვეული იყოს კვლევის სხვადასხვა ვადებითა და მეთოდით.

ახალგაზრდა ღეროების ქერქისა და მერქნის ქლოროფილ ა-სა და ხ-ს შეფარდება უახლოვდება მწვანე ფოთლის ქლოროფილების შეფარდებას, რომელთათვისაც, როგორც ცნობილია, ქლოროფილ ა-სა და ხ-ს იდეალური შეფარდება 3:1, ვეგეტაციის პერიოდში ყოველთვის არ აღინიშნება [6, 7, 8].

გამონაკლის წარმოადგენს *Spiraea hypericifolia*-ს ორწლიანი ღერო, რომლის მერქანში ა:ხ შეფარდება უდრის 3-ს, ხოლო ქერქში—5,9-ს (ასეთი მაღალი შეფარდებით ე. რაბინოვიჩის [9] მიხედვით, ხასიათებიან ქლოროფილით ღარიბი „ყვითელი“ ფოთლები, ალბური მცენარეები და ზენი მონაცემებით—სიყვითლის პროცესში მყოფი უმაღლესი პარაზიტები).

საჭიროა აგრეთვე შევნიშნოთ, რომ ა:ხ ისეთი შეფარდება, რომელიც უდრის 1,5 ან კიდევ 1,7, ძალიან იშვიათად გვხვდება და ისიც მხოლოდ ზოგიერთი მცენარის ორწლიანი მერქნისთვისაა დამახასიათებელი (*Corylus iberica*, *Hedera colchica*, *Laurocerasus officinalis*).



ქლოროფილ a-სა და ქლოროფილ b-ს შემცველობა  
(მგ% ცოცხალ წონაზე) ზოგიერთი ფოთლოვანი მარად-  
მწვანე ხემცენარის ფოთოლში, ქერქსა და მერქანში

№.№	მცენარის დასახელება	ობრექტის წლო- ვანება		a	b	a + b	$\frac{a}{b}$
		ფ.	წ.				
1	<i>Arbutus andrachne</i> L.	ფ.	1	105.5	35.7	141	2.9
		ქ.	2	13	5.1	18	2.6
		მ.		5.4	2.6	8	2.1
		ქ.	5	33.8	13.6	47	2.4
		მ.		3.2	1.5	5	2.0
2	<i>Buxus colchica</i> Pojark.	ფ.		107.8	41.9	150	2.6
		ქ.	2	33.9	15	49	2.3
		მ.		8.8	4.3	13	2.1
3	<i>Citrus trifoliata</i> L.	ქ.	2	120.4	43.3	163	2.8
		მ.		9.4	4.3	13	2.1
4	<i>Hedera colchica</i> C. Koch.	ფ.		175.8	76.7	252	2.3
		ქ.	2	19.1	6.6	26	2.9
		მ.		2.9	1.9	5	1.5
5	<i>Hedera caucasigena</i> Pojauk.	ფ.		210	88.7	299	2.4
		ქ.	2	37.4	17.8	55	2.1
		მ.		7.4	3.1	10	2.4
6	<i>Laurocerasus officinalis</i> Boem.	ფ.		129.2	51.2	180	2.5
		ქ.	2	16.3	7.6	24	2.1
		მ.		2.6	1.5	4	1.7
7	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	ფ.		118.7	39.4	158	3.0
		ქ.	2	24.6	11.4	36	2.2
		მ.		6.1	2.4	8	2.5

ხუთწლიანი ქერქისა და მერქნის ქლოროფილ a-სა და b-ს შეფარდება რამდენადმე განსხვავებულია ორწლიანი ღეროების იმავე მაჩვენებლები-საგან (ცხრილები 1 და 2). ზოგ შემთხვევაში ეს შეფარდება ძალიან მცირდება, განსაკუთრებით მერქნისათვის (მაგ., *Albizia julibrissin*-ის 5-წლიანი მერქანი), ხოლო ზოგჯერ, პირუკუ, მაღალია და 4-ს უახლოვდება (მაგ., *Spiraea hypericifolia*-ს 4-წლიანი ქერქი). შეიძლება იყოს ისეთი შემთხვევებიც, როცა a:b შეფარდება ხუთწლიანი ქერქსა და მერქანში (მაგ., *Arbutus andrachne*) უახლოვდება ორწლიანი ქერქისა და ღეროს შესაბამის შეფარდებას.

ხემათქმული და ზოგიერთი ადრეული მონაცემი [10, 11, 12] უფლებას გვაძლევს ვაღიაროთ, რომ ფოთლოვან ქლოროფილი (ამ შემთხვევაში — ქერქისა და მერქნის) წარმოადგენს არა „შემორჩენილ რელიქტურ აპარატს“, რომელმაც ევოლუციის პროცესში დაკარგა თავისი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა, არამედ, პირუკუ, იგი წარმოადგენს მეტად ლაბილურ შენაერთს, რომელსაც შეუძლია განიცადოს განსაზღვრული და აუცილებელი ცვლილე-

ბანი. მისი შედგენილობა და ლაბილობა ნებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ფოთოლგარე ქლოროფილს შეუძლია მონაწილეობა მიიღოს იმ პროცესებში, რომლებიც დაკავშირებულია ქლოროფილის არსებობასთან ისეთივე წარმატებით, როგორც ფოთლის ქლოროფილს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ბოტანიკის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.2.1961)

დასაშვები ლიტერატურა

1. K. Gundersen. Chlorophyll in Jang shoots of European Beech (*Fagus sylvatica*) in Winter. *Nature*, vol. 174, № 4419, 1954.
2. Гиннерсен, Фрис. Хлорофилл в сердцеvine и ксилеме листопадных пород. *Р. ж. Биология*, № 6, реф. 22392, 1957.
3. С. Я. Соколов. Хлорофилл в древесине ветвей. *Ботанический журнал*, т. XXXVIII, № 5, 1953.
4. L. C. Pearson and B. D. Lawrence. Photosynthesis in Aspen bark. *American Journal of Botany*, vol. 45, № 5, 1958.
5. Wettstein. Chlorophyll letale und der submicroscopische Formvechsel der Plastiden. *Cell Research*, 12, 1957, 427—506.
6. В. Любименко. Записки императорской Академии наук, т. 33, сер. 8, 1916.
7. В. В. Витковская. Содержание пластидных пигментов в зависимости от стадийного развития растений. *Р. ж. Биология*, II, № 8, реф. 34225, 1958.
8. Т. Н. Годнев и Н. С. Судник. О накоплении хлорофилла „а“ и „в“ в листьях молодых сеянцев яблони. *Физиология растений*, т. 5, выпуск 2, 1958.
9. Е. Рабинович. Фотосинтез, т. 1, изд-во ИЛ, 1951.
10. თ. კეცხოველი. ქლოროფილის შემცველობის ასაკობრივი დინამიკა ქერქში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შობაზე, ტ. XXI, № 2, 1958.
11. Э. Н. Кецховели. Пластидные фитохромы коры и древесины. *Труды Тбилисского Ботанического Ин-та*, т. XIX, 1958.
12. Э. Н. Кецховели. Пластидные фитохромы древесины виноградной лозы и их связь с регенерационными процессами. *Труды Тбилисского ботанического ин-та*, т. XX, 1959.



პარაზიტოლოგია

ლ. ქობავაძე

შინაური ღორის ჰელმინთოფაუნის შემსწავლისათვის  
 საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 18.3.1961)

პროდუქტიული მეცხოველეობის განვითარებას სხვა ფაქტორებთან ერთად დიდ ზიანს აყენებს ჰელმინთური ინვაზია. ჰელმინთებით დაავადებული ცხოველი კარგავს სამეურნეო ღირებულებას, წონაში კლებულობს, მცირდება პროდუქტიულობა და ხშირ შემთხვევაში დაავადებას ცხოველთა მასობრივი სიკვდილიანობა მოჰყვება.

ვინაიდან ღორის ხორცი ფართოდ არის გამოყენებული მოსახლეობაში საკვებად, ამიტომ ხშირად ღორის კუნთებშია ლოკალიზებული ჰელმინთები შეიძლება გახდეს წყარო ადამიანის დაავადებისა.

გარდა ამისა, ჰელმინთებს გარკვეული როლი ეკუთვნით ინფექციურ დაავადებათა გავრცელებაში. აკადემიკოს სკრიაბინის სიტყვით რომ ვთქვათ, „ჰელმინთური ინვაზია კარს უდებს ინფექციებს“.

აქედან გამომდინარე, ჰელმინთებს დიდი ეკონომიური ზარალის მოტანა შეუძლიათ მეცხოველეობისათვის. ეს გარემოება მივითითებს ჰელმინთოზების წინააღმდეგ გეგმაზომიერი ღონისძიების გატარებაზე.

შინაური ღორის ჰელმინთოლოგიური მასალის შეგროვება წარმოებდა 1955 წლის ივლისიდან 1958 წლის დეკემბრამდე. შინაური ღორის ჰელმინთოლოგიური მასალის შეგროვების ძირითად ბაზას წარმოადგენდა აღმოსავლეთ საქართველოდან თელავის ხორცკომბინატი, ხოლო დასავლეთ საქართველოდან—სამტრედიის, ფოთის, ქუთაისისა და სოხუმის ხორცკომბინატები, სადაც ხდებოდა ადგილობრივი ფერმებისა და სხვადასხვა რაიონებიდან (თელავი, ახმეტა, სიღნაღი, ყვარცი, ლაგოდეხი, ცხაკაია, ვანი, გეგეჭკორი, ხობი) შემოყვანილი შინაური ღორის ჰელმინთოლოგიური გამოკვლევა.

სრული ჰელმინთოლოგიური გაკვეთის მეთოდით აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოდან გამოკვლეულია სულ 82 შინაური ღორი; აქედან 37 ღორი გამოკვლეულია აღმოსავლეთ საქართველოდან, ხოლო 45 ღორი—დასავლეთ საქართველოდან.

შინაურ ღორში ჩვენ მიერ რეგისტრირებული ჰელმინთები ეკუთვნის პარაზიტული ჭიების ოთხივე კლასს: ტრემატოდებს, ცესტოდებს, ნემატოდებს და აკანტოცეფალებს.



შინაურ ღორში აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოდან ტრირებულა სულ 17 სახეობის ჰელმინთი. შესწავლილი 17 სახეობის ჰელმინთიდან 2 სახეობა ეკუთვნის ტრემატოდებს, 3 სახეობა—ცესტოდებს, 11 სახეობა—ნემატოდებსა და 1 სახეობა—აკანტოცეფალებს. ზოოლოგიური კლასიფიკაციის მიხედვით რეგისტრირებული 17 სახეობის ჰელმინთი ეკუთვნის 10 ოჯახსა და 13 გვარს.

### 1. *Fasciola hepatica* L. 1758.

პარაზიტი ლოკალიზებული იყო ღვიძლში (ნალელის სადინარები). ინვაზიის სიხშირე—27 შემთხვევა. ინვაზიის ინტენსივობა—1—174 ეგზემპლარი. ინვაზიის 27 შემთხვევიდან 3 შემთხვევა იყო აღმოსავლეთ საქართველოდან (თელავის რაიონი), ხოლო 24 შემთხვევა—დასავლეთ საქართველოდან (ფოთის, სამტრედიის, ქუთაისისა და სოხუმის რაიონები).

ფასციოლა მეტად პათოგენური პარაზიტია. ის აფერხებს ცხოველთა ნორმალურ ზრდა-განვითარებას, ღვიძლის ფუნქციის მოშლასთან ერთად ხელს უწყობს სხვადასხვა ინფექციის შეჭრას ორგანიზმში. ეს პარაზიტი ჩვენ მიერ ნაპოვნია გარეულ ღორშიც.

3. *Dicrocoelium lanceatum* Stiles et Hassall, 1896. ეს პარაზიტი ნაპოვნია 3 შინაური ღორის ღვიძლში, 56 ეგზემპლარი (ორი შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, ერთი—სამტრედიის რაიონიდან).

დიკროცელიუმში ცხოველების ორგანიზმში იწვევს პათოლოგიურ ცვლილებებს და აფერხებს მის ზრდას. დიკროცელიუმში ვიპოვეთ გარეულ ღორშიც (ერთი შემთხვევა).

### კლასი—*Cestoidea* Rudolphi, 1808

#### 3. *Echinococcus granulosus* Batsch, 1786

ამ პარაზიტის ბუშტოვანი ფორმა ექინოკოკი (ერთკამერინი) ნაპოვნია 21 შინაურ ღორში, 199 ეგზემპლარი; აქედან 9 შემთხვევა 60 ეგზემპლარის რაოდენობით იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 12 შემთხვევა, რაც შეადგენს 139 ეგზემპლარს, იყო ფოთის, სამტრედიისა და ქუთაისის რაიონებიდან. ამ ჰელმინთის 60 ეგზემპლარიდან (რომელიც ნაპოვნია თელავის რაიონიდან) 3 ეგზემპლარი ნაპოვნია თირკმელში, დანარჩენი 136 ეგზემპლარი—ღვიძლში.

ექინოკოკი მეტად პათოგენური პარაზიტია როგორც ცხოველების, ისე ადამიანისათვის. ექინოკოკის ბუშტით გამოწვეული ზიანი, გარდა მექანიკური გაღიზიანებისა (რომელიც იწვევს ლოკალიზებული ორგანოს ფუნქციის მოშლას) გამოიხატება ტოქსინების გამოყოფით, რომელიც სისხლის საშუალებით ვრცელდება მთელ ორგანიზმში და იწვევს მოწამლვას, ხშირად სიკვდილიანობასაც კი. ჩვენ მიერ ექინოკოკის ბუშტი ნაპოვნია გარეულ ღორშიც.

#### 4. *Taenia hydatigena* Pallas, 1776

პარაზიტის ლარვალური სტადია—*Cysticercus tenuicollis* ნაპოვნია ერთ შინაურ ღორში, 1 ეგზემპლარი (სამტრედიის ხორცკომბინატის ბაზა). ჩვენ მიერ ეს პარაზიტი ნაპოვნია გარეულ ღორშიც.



5. *Taenia solium* Palas, 1776

ამ სახეობის ფინა *Cysticercus cellulosae* დიდი რაოდენობით ნაპოვნია 3 შინაურ ღორში ფინები ლოკალიზებული იყო გულის, მუცლის, დიაფრაგმის, ენისა და ბარძაყის მიდამოში. მასალა აღებულია ფოთის ხორცკომბინატის ბაზიდან. ეს პარაზიტი მეტად პათოგენურია. ის განსაკუთრებით დიდ საშიშროებას წარმოადგენს ადამიანისათვის. ამ პარაზიტის ზრდასრული ფორმა—*Taenia solium* და მისი ფინა—*Cysticercus cellulosae*—ადამიანის ორგანიზმში დიდ პათოლოგიურ ცვლილებებს იწვევს.

კლასი—*Nematoda* Rud, 1809

6. *Ascaris suum* (Gosze, 1782)

ეს პარაზიტი ნაპოვნია 17 შინაური ღორის წვრილ ნაწლავში (1—11 ეგზემპლარი). ამ 17 შემთხვევიდან 12 შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 5 შემთხვევა ფოთისა და სამტრედიის რაიონიდან. ის მეტად პათოგენური პარაზიტია. გამოყოფს შხამს, რომელიც ორგანიზმის თანდათანობით მოწამლვას იწვევს. იგი ნაპოვნია აგრეთვე 4 გარეულ ღორში.

7. *Matastrongylus elongatus* (Duj.; 1845) Railliet et Henri 1911

ნაპოვნია 25 შინაური ღორის ფილტვში (უმთავრესად წვრილ ბრონქებში)—2—139 ეგზემპლარი. ამ 25 შემთხვევიდან 11 შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 14—სამტრედიისა და ქუთაისის რაიონებიდან.

8. *M. pudendotectus* (Wostokow, 1905)

ეს ჰელმინთი ნაპოვნია 13 შინაური ღორის ფილტვში (უმთავრესად წვრილ ბრონქებში, 1—149 ეგზემპლარი). ამ 13 ღორიდან 6 ღორი იყო თელავის რაიონიდან; 7 ღორი კი ფოთის, სამტრედიისა და ქუთაისიდან რაიონებიდან.

9. *M. solmi* Cobbold, 1923

ნაპოვნია 12 შინაური ღორის ფილტვში—1—17 ეგზემპლარი (უმთავრესად წვრილ ბრონქებში). ამ 12 შემთხვევიდან 3 შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 9 შემთხვევა—ქუთაისისა და სამტრედიის რაიონებიდან.

აღნიშნული სამივე სახეობის ჰელმინთი შინაური ღორისათვის პათოგენურია. პათოგენური ცვლილებები გამოიხატება ფილტვის დაზიანებით. დაინვაზებული ფილტვი ძალზე იყო შეშუპებული. ეს მოვლენა განსაკუთრებით შეინიშნებოდა ჰელმინთთა ლოკალიზაციის ადგილას. ზოგჯერ შეინიშნებოდა აგრეთვე სისხლჩაქცევები და ჩირქოვანი კვანძები.

სამივე სახეობის ჰელმინთები ჩვენ მიერ ნაპოვნია აგრეთვე გარეულ ღორში. მათი ინტენსივობა და ექსტენსივობა საკმაოდ მაღალია.

10. *Globocephalus urosulatum* Allesandini, 1909

ნაპოვნია 23 შინაური ღორის წვრილ ნაწლავში, 1—117 ეგზემპლარი. ამ 23 ღორიდან 3 იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 20—ფოთის, სამტრედიისა და ქუთაისის რაიონებიდან. როგორც ჩვენი მასალიდან ირკვევა, ეს პარაზიტი დასავლეთ საქართველოში უფროა გავრცელებული, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში. პარაზიტის მიმავრების ადგილას ნაწლავის ეპითელიუმში მთლიანად დაშლილია. შემჩნეულია აგრეთვე ნაწლავის ლორწოვან გარსზე შრავალი წერტილოვანი სისხლჩაქცევა. ჩვენ მიერ ეს პარაზიტი დიდი რაოდენობით ნაპოვნია აგრეთვე გარეულ ღორში.

 11. *Oesophagostomum dentatum* (Rud., 1803)

ეს პარაზიტი ნაპოვნია 56 შინაური ღორის მსხვილ ნაწლავში, 5—742 ეგზემპლარი. ამ 56 ღორიდან 26 იყო თელავის რაიონიდან (6—429 ეგზ.), ხოლო 30 ღორი — ფოთის, სამტრედიისა და ქუთაისის რაიონებიდან (5—742 ეგზ.) *O. dentatum* შინაურ ღორში ფართოდ გავრცელებული პარაზიტი. იგი ნაპოვნია აგრეთვე გარეულ ღორში.

 12. *Bunostomum trigonocephalum* (Rud., 1808)

ნაპოვნია 3 შინაური ღორის მსხვილ ნაწლავში—4 ეგზემპლარი (თელავის რაიონიდან).

 13. *Bunostomum phlebotomum* (Raill., 1900) Railliet, 1902

ნაპოვნია 3 შინაური ღორის მსხვილ ნაწლავში, 7 ეგზემპლარი. ამ 3 შემთხვევიდან 2 შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, 1 შემთხვევა—სამტრედიის რაიონიდან.

აღნიშნული ორივე ჰელმინთი *B. trigonocephalum* და *B. phlebotomum* პარაზიტობს ცხვრის, თხისა და მსხვილფეხა ცხოველთა წვრილ ნაწლავში.

ჩვენ მიერ ეს ჰელმინთები შინაურ ღორში საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე პირველადაა რეგისტრირებული.

ბუნოსტომები მეტად პათოგენური პარაზიტებია. ისინი იწვევენ წვრილი ნაწლავის კატარულ ანთებას. გარდა ამისა, ისინი აზიანებენ ნაწლავის ლორწოვან გარსს, საიდანაც შეიძლება ბაქტერიების შეჭრა ცხოველის ორგანიზმში. ბუნოსტომებით დაავადებული ცხოველები ზრდაში ჩამორჩებიან. ძლიერი ინვაზიის შემთხვევაში შეიძლება ცხოველის სიკვდილიანობაც გამოიწვიოს.

 14. *Trichocephalus suis* (Schrank, 1788)

ნაპოვნია 9 შინაური ღორის მსხველ ნაწლავში (1—38 ეგზემპლარი). ამ 9 შემთხვევიდან 6 შემთხვევა იყო აღმოსავლეთ საქართველოში (თელავის რაიონი), ხოლო 3 შემთხვევა—დასავლეთ საქართველოდან (ფოთის რაიონი). ეს პარაზიტი ღორისათვის საკმაოდ პათოგენურია. მიეკუთვნება გეოჰელმინთთა ჯგუფს. ნაპოვნია აგრეთვე გარეულ ღორში.



15. *Ascarops strongylina* (Rudolphi, 1819)

ნაპოვნია 10 შინაური ღორის კუჭში. ერთი შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 9 შემთხვევა—ფოთის, სამტრედიისა და ქუთაისის რაიონიდან. ჩვენ მიერ ეს პარაზიტი რეგისტრირებულია გარეულ ღორში.

16. *Physocephalus sexalatus* Molin, 1851

ეს პარაზიტი ნაპოვნია 29 შინაური ღორის კუჭში. ინვაზიის ინტენსივობა—1—202 ეგზემპლარი. ამ ინვაზიის 29 შემთხვევიდან 6 შემთხვევა იყო თელავის რაიონიდან, 23 შემთხვევა—ფოთის, სამტრედიის, ქუთაისისა და სოხუმის რაიონებიდან. ორივე ჰელმინტი—*Ascarops strongylina* და *Physocephalus sexalatus*—ღრმად არის ჩამოჯდარი ღორის კუჭის ლორწოვან გარსში, რის გამოც შეიძლება გამოიწვიონ პათოგენური ცვლილებები.

17. *Macracanthorhynchus hirudinaceus* Fallas, 1781

ნაპოვნია 19 შინაური ღორის წვრილ ნაწლავში (1—20 ეგზემპლარი). ამ 19 შემთხვევიდან 9 იყო თელავის რაიონიდან, ხოლო 10 შემთხვევა—ფოთის, სამტრედიის, ქუთაისისა და სოხუმის რაიონებიდან.

ეს პარაზიტი ღორისათვის მეტად პათოგენურია. ნაწლავის მიმაგრების ადგილას (სადაც ის თავისი ხორთუმიტ ღრმად არის ჩამოჯდარი) აჩენს კვანძებს და ზოგჯერ ლოკალიზებული ადგილის მთლიანად დაძლას იწვევს. მასობრივი ინვაზიის შემთხვევაში შეიძლება გამოიწვიოს ცხოველთა სიკვდილიანობაც. ჩვენ მიერ ეს პარაზიტი ნაპოვნია აგრეთვე გარეულ ღორში.

ამგვარად, შინაური ღორის ჰელმინთთა დინამიკის პრაქტიკული როგორც კლასების, ისე თითოეული სახეობების მიხედვით დასაველეთ საქართველოში უფრო მეტია, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში. ასე, მაგალითად, ტრემატოდებიდან დასაველეთ საქართველოში ინვაზიის მაღალ მაჩვენებელს იძლევა *Fasciola hepatica*, ცესტოდებიდან დიდი რაოდენობით აღინიშნებოდა *Taenia solium*-ის ფინა—*Cysticercus cellulosae*, რომელიც არ არის ნაპოვნი აღმოსავლეთ საქართველოში. საკმაოდ ძლიერი ინვაზიით აღინიშნებოდა *Echinococcus granulosus*-ის ბუშტოვანი სტადია—ექინოკოკი. ნემატოდებიდან—დომინანტური სახეობაა 1. *Oesophagostomum dentatum*, 2. *Physocephalus sexalatus*.

ჩვენ მიერ შინაურ ღორში რეგისტრირებული ჰელმინთებიდან ადამიანის სიცოცხლისათვის მეტად საშიში პარაზიტებია 1. *Fasciola hepatica*, 2. *Dicrocoelium lanceatum*, 3. *Taenia solium*-ის ფინა—*Cysticercus cellulosae*, 4. *Echinococcus granulosus*-ის ბუშტოვანი სტადია—ექინოკოკი.

ჩატარებული მუშაობის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ შემდეგი:

ჩვენ მიერ გამოკვლეული ყველა 82 შინაური ღორი 100%-ით აღმოჩნდა ინვაზიული პარაზიტული ქიებით. შესწავლილი 17 სახეობის ჰელმინთებიდან 2 სახეობა ეკუთვნის ტრემატოდებს, 3 სახეობა—ცესტოდებს, 11 სახეობა—ნემატოდებს და 1 სახეობა—აკანტოცეფალებს.

ინვაზიის ხარისხის მიხედვით პირველი ადგილი უკავია ნემატოდს, მათ შორის დომინანტური სახეობებია: *Oesophagostomum dentatum*, *Physocephalus sexalatus*.

ჩვენ მიერ შინაურ ღორში საბჭოთა კავშირისათვის პირველადია რეგისტრირებული მსხვილფეხა პირუტყვისათვის დამახასიათებელი ჰელმინთის ორი სახეობა: 1. *Bunostomum trigonocephalum* და 2. *Bunostomum phlebotomum*. ორივე ჰელმინთი რეგისტრირებულია აღმოსავლეთ საქართველოში (თელავის რაიონი), ხოლო ერთი სახეობა *Bunostomum phlebotomum*— დასავლეთ საქართველოში (სამტრედიის რაიონი).

შინაურ ღორში ჩვენ მიერ რეგისტრირებული ჰელმინთებიდან ადამიანისათვის საშიშია შემდეგი ჰელმინთები: 1. *Fasciola hepatica*, 2. *Dicrocoelium lanceatum*, 3. *Taenia solium*-ის ფინა—*Cysticercus cellulosae*, 4. *Echinococcus granulosus*-ის ბუშტოვანი სტადია—ექინოკოკი.

განსაკუთრებით საშიშია *Taenia solium*-ის ფინა—*Cysticercus cellulosae*, რითაც ადამიანი ავადდება დაინვაზიებული ღორის ხორცის ჭამით. ამიტომ საჭიროა სათანადო ორგანიზაციების მიერ ყურადღების გამახვილება ამ ჰელმინთის მოსპობა-ლიკვიდაციისათვის. არ უნდა დაიშვას არც ერთი შემთხვევა ღორის ხორცის საკვებად გამოყენებისა, ვეტერინარი სპეციალისტების მეუმოწმებლად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.2.1961)



## ზოოლოგია

0. კოჩია

## ზოგიერთი მონაცემი ემბრიონული ლინჯის ღრუს თავისუფალი უჯრედების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 3.2.1961)

ორგანოთა ემბრიოგენეზში კონსტრუქციულ პროცესს თან ახლავს დესტრუქციული მოვლენები. უჯრედთა დეგენერაცია აღწერილია მრავალ შემთხვევაში. უჯრედთა ინვაგინაციისა და დელამინაციის დროს, ორგანოთა სანათურების დახშვისას და ორგანოთა რეგენერაციის შემთხვევაში.

უჯრედების დეგენერაცია განსაკუთრებით თვალსაჩინოდ მკვლავდება მწერების მეტამორფოზის დროს. ასე, *Holometabola*-ს მეტამორფოზის დროს ემბრიონული უჯრედები განგლიოზურ უჯრედებად დიფერენცირდებიან, ხოლო ლარვის ნერვული უჯრედების დიდი ნაწილი იღუპება. ჭუპრის დიფერენცირებული ქსოვილები იშლებიან ცალკეულ უჯრედებად. ბევრი მათგანი ამ დროს იღუპება. ლარვის დაღუპული უჯრედები ფაგოციტების მსხვერპლი ხდება [1].

თვით უჯრედის კვდომა სხვადასხვაგვარია უჯრედის სპეციალიზაციისა და კვდომის გამომწვევი მიზეზისაგან დამოკიდებულებით.

დეგენერირებული უჯრედები შეიცავენ ცხიმს, გლიკოგენს, მუცინს ან როგორც, მაგალითად, ემფიბიებში, უჯრედები ივსებიან პიგმენტით.

ლიტერატურაში ფართოდ არის ცნობილი ქსოვილთა დედიფერენციაციის მოვლენა ჭრილობის უბანში. რაც უფრო ძლიერ არის გამომკვლავებული დედიფერენციაცია (განსაზღვრულ ზღვარამდე), მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს აღდგენითი პროცესები ორგანოში. რეგენერაციული პროცესების მართვის თეორიას საფუძვლად უდევს სწორედ დესტრუქციული მასალის გაზრდის პრინციპი.

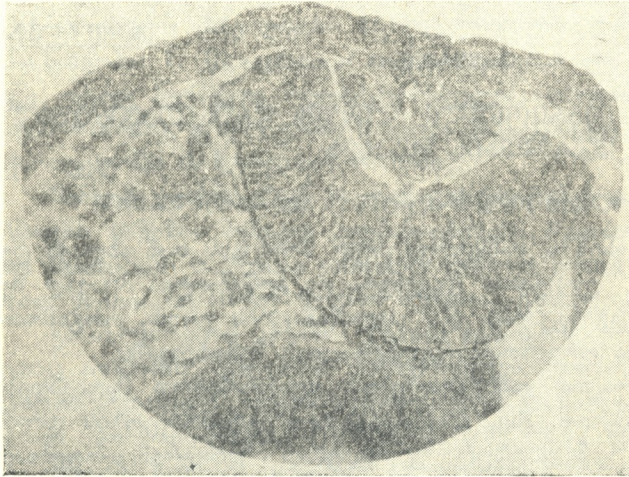
ორგანოგენეზში დესტრუქციული პროცესების დიდი მნიშვნელობა ბრწყინვალედ დაამტკიცა ვ. ფილატოვმა [2]. მთელი მისი შემოქმედება, მისი მოწაფეების მრავალრიცხოვანი შრომები უტყუარი საბუთია ფორმისწარმოქმნელ პროცესებში დაშლის პროდუქტების მნიშვნელობის სასარგებლოდ. ამას საფუძვლად უდევს მოვლენა, რომელიც თან ახლავს ყველა კონსტრუქციულ პროცესს—უჯრედთა დეგენერაცია, რომელიც შეიმჩნევა განსაკუთრებით აქტიური მეტაბოლიზმის უბნებში.

ორგანოგენეზის დესტრუქციული ფაზა განსაკუთრებით თვალსაჩინოდ მკვლავდება ორგანოთა რეგენერაციის პროცესში [3,4,5]. დაშლის პროდუქტები ხმარდებიან ქსოვილებს და რეგენერაციის პროცესში ინარჩუნებენ შემოქმედების სპეციფიურობას.





უჯრედთა დეგენერაციის შენაცვლება დიფერენციაციის ახალი ფორმით დამახასიათებელია ყველა ფორმათწარმოქმნელ მოვლენისათვის. დაყოფის სტადიაში მყოფი და დეგენერირებული უჯრედების ლოკალიზაციის



სურ. 1. ლინზის ბუმბუკი ინვაგინაციის სტადიაზე. იწყება უჯრედების გამოახლება ლინზის ღრუში

დეტალურმა შესწავლამ ცხადი გახადა, რომ ეს ორი პროცესი უკავშირდება ერთმანეთს და თითქოს განაპირობებს კიდევ ერთიმეორეს [6].

ლოპაშოვმა [7] აღწერა პიგმენტური გრანულებისა და ნაწილების გამოთიშვა ფერადი გარსის შემადგენლობიდან მისი ბალურად ქცევის წინ.

ასეთივე შედეგი მიიღო ექსპერიმენტში სტროევამ [8].

გლუქსმანის [6] მონივრებაში მოცე-

მულია დიდი მასალა. სადაც თვალსაჩინოდ მჟღავნდება დესტრუქციული მოვლენების მნიშვნელობა სხვადასხვა ორგანოგენეზის განხორციელებაში. უჯრედთა დეგენერაცია მის მიერ აღწერილია ორგანოთა თითქმის ყველა სისტემისათვის.

ამ მოკლე მიმოხილვიდან ჩანს, რომ ორგანიზმის განვითარების პროცესში უჯრედთა და ქსოვილთა დეგენერაცია ფართოდ არის გავრცელებული.

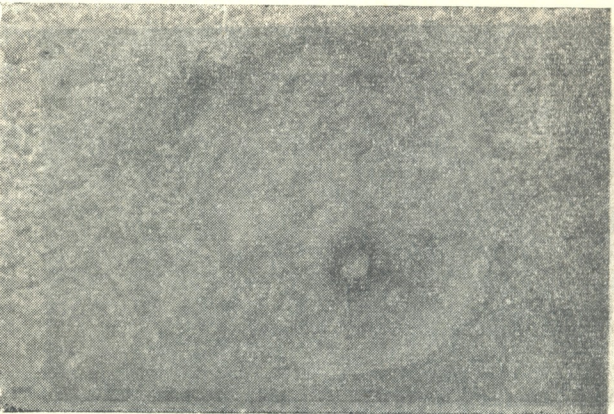
ჩვენი მუშაობის მიზანი იყო ექტოდერმიდან გამოთიშული და ლინზის ღრუში მოხვედრილი თავისუფალი უჯრედების შესწავლა და ამ მოვლენის ბიოლოგიური არსის გარკვევა.



სურ. 2. ლინზის სანათურში ჩანს ექტოდერმის პიგმენტური და დეგენერირებული უჯრედები



ბროლოს ნორმალური განვითარების შესწავლისას ანათლებზე ძალიან თვალსაჩინოდ ჩანს ექტოდერმის პიგმენტური უჯრედების მოხვედრის პროცესი ბროლის სიღრუეში. ექტოდერმული უჯრედების „მიგრაცია“ ლინზის ღრუში იწყება ლინზოგენური ეპითელიუმის ინვაგინაციის მომენტიდან (სურ. 1). ამ შემთხვევაში სიტყვა „მიგრაცია“ არ არის ზუსტად ნახმარი, რადგან ექტოდერმას მოცი-  
ლებული უჯრედები არ არიან აქტიური. მათ არა აქვთ გადაადგილებისათვის მორგებული არავითარი საშუალება პლაზმური მორჩებისა თუ სხვა სახით. როგორც ჩანს, პიგმენტური უჯრედების მოხვედრა ბროლის სიღრუეში მექანიკური პროცესია: ეს უჯრედები თითქოს „მიყვებიან“ ლინზის წარმომქმნელ ეპითელიუმს. ისინი თავისუფლად განეწყობიან საფარველსა და ლინზის წარმომქმნელ ეპითელიუმს შორის და ჯერ ინარჩუნებენ თავის ფორმასა და სტრუქტურას. თანდათან ბროლის ბუმბუკის დახშვასთან ერთად ისინი ექცევიან ლინზის სიღრუეში (სურ. 2), შემდეგ ჰკარგავენ პიგმენტს და უფრო ნათელი ხდებიან. პიგმენტი იშლება მცირე მარცვლებად მთელ ღრუში. ბროლის ბოჭკოვანი ნაწილის ჩამოყალიბების სტადიაზე ღრუში მოხვედრილი უჯრედული მასალა თანდათან კიდისკენ გადაიწევა და, ბოლოს, სრულიად ქრება (სურ. 3).



სურ. 3. ბროლი ბოჭკოვანი ბირთვის განვითარების სტადიაზე. პიგმენტური უჯრედები გადაიწევიან ლინზის კიდისკენ

უჯრედული მასალის დაშლის ასეთივე პროცესი აღინიშნება ბროლის ვოლფის გზით განვითარების შემთხვევაშიც. ვოლფის რეგენერაციას ჩვენ შევისწავლიდით უკუდო ამფიბიების ზოგიერთ წარმომადგენელზე: *Bana ridibunda*, *Pelobates syriacus*, *Pelodytes caucasicus*, *Rana macrocnemis*.

ვოლფის რეგენერაციის საწყისი სტადიები ხასიათდება თვალის ჯამის არეში დედიფერენცირებული სტრუქტურების გაჩენით.

ნორმალური ლინზის ამოკვეთიდან 2—3 დღის შემდეგ იწყება აღდგენითი რეაქცია. პირველ-მეორე დღეს ირისი ნორმალურია. ირისის ფურცლები არ არიან დაცილებული ერთმანეთს და სავსე არიან პიგმენტით.

3—4 დღეს ირისი ოდნავ მსხვილდება კიდის გასწვრივ, იწყება უჯრედების გათავისუფლება პიგმენტისაგან. ირისის ფურცლებს შორის შეიმჩნევა ნაპრალი.

39. „მომბე“, ტ. XXVII, № 5, 1961



ლინზის ღრუს ჩამოყალიბების სტადიაზე ირისის ფურცლები უფრო მეტად სცილდებიან ერთმანეთს. მათ შორის გაჩენილ სივრცეში ხვდებიან პიგმენტით სავსე სფერული სხეულები. ეს სხეულები წარმოიქმნებიან იმ უჯრედებისგან, რომლებიც ვერ გათავისუფლდნენ პიგმენტისაგან და გამოეთიშნენ ფერად გარსს. ასეთი სფერული წარმონაქმნები, აგრეთვე ძლიერად პიგმენტირებული ფირფიტები ძალიან დიდი რაოდენობით გვხვდებიან ირისის მიდამოებში (სურ. 4).



სურ. 4. ირისის ნიდანოებში ჩანს თავისუფალი მდებარე პიგმენტის მარცვლები და გროვები

შემდეგ ბროლის ბუშტუკი უფრო სფერული ხდება, ბუშტუკის კრანიოკაუდალური დერძი მოკლდება. რეგენერატი კიდევ არ მოსცილებია ირისს. ლინზის ღრუში ბევრია დეგენერირებული უჯრედი და პიგმენტური მარცვლების გროვები.

შემდეგ სტადიაზე იწყებს განვითარებას ბროლის ბოჭკოვანი ბირთვი. ლინზის ეპითელიუმში ბრტყელდება. წყდება კავშირი ფერად გარსთან. ბროლის ბოჭკოვანი ნაწილი იწყებს ზრდას ბროლის ღრუში პატარა ბორცვის სახით. ბროლის ღრუში მოხვედრილი

უჯრედები თანდათან გადაიწევიან ბროლის კილისაქვ და შემდეგ სრულიად ქრებიან (სურ. 5).

ამგვარად, აქ ისევე, როგორც ნორმალური განვითარების დროს, მეორდება უჯრედული მასალის ბროლის ღრუში აკუმულაციისა და შემდგომი ლიზისის პროცესი.

თუმცა ზოგადად ორივე შემთხვევაში ეს პროცესები ერთნაირად მიმდინარეობენ, არის ზოგიერთი განსხვავებაც მათ შორის. როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, ნორმალური განვითარების შემთხვევაში ექტოდერმას მოწყვეტილი უჯრედები მოხვდებიან ბროლის სიღრუეში საბროლე ეპითელიუმის ინვაგინაციის დროს; ვოლფის რეგენერაციის დროს კი აღინიშნება ირისის უჯრედების დესტრუქცია, უჯრედის ძლიერი დეპიგმენტაცია და რეაქცია საფარველის წხრიდან. ლინზის ღრუში ხვდება სწორედ ამ დედიფერენცირებული უჯრედების ნაწილი.

ჩვენ შრომაში [9], რომელშიც შესწავლილია ბროლის განვითარება ექტოდერმის გარეთა შრის შემოცლის პირობებში, აღწერილია ბროლის სიღრუეში ექტოდერმის შიდა შრის დეგენერირებული უჯრედების მოხვედრა.



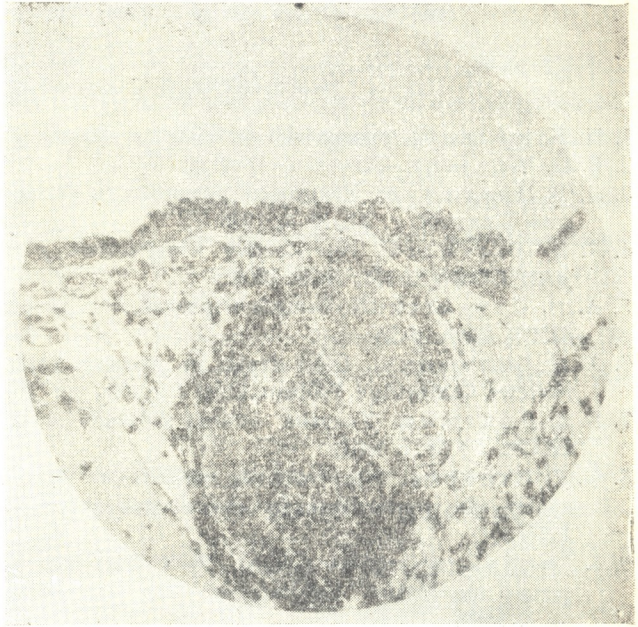
ამ ცდის პირობებში ექტოდერმის გარეთა შრის მოცილება იწვევს შიგნითა შრის კომპენსატორულ რეაქციას. ერთრიგოვანი შრის ნაცვლად შიგნითა შრე ხდება მრავალრიგოვანი, იზრდება მისი მასა. ამ პროცესს თან ახლავს უჯრედების ძლიერი დეგენერაცია. დეგენერირებული უჯრედების ნაწილი ექცევა ლინზის ღრუში.

ბროლის სიღრუეში უჯრედული მასალის მოხვედრის, მისი შემდგომი დაშლისა და ლინზის სურათი აღწერილია ყველა ხერხემლიანისათვის (ძუძუმწოვრები, ფრინველები, თევზები, ამფიბიები).

ადამიანის თვალის განვითარების აღწერისას მანი [10] აღნიშნავს თავისუფალი უჯრედების თავმოყრას ბროლის ღრუში.

ამასვე მოწმობს პ. ჭანტურიშვილის მონაცემები [11], რომელმაც გამოიყენა უცხო ქსოვილოვანი მასალით ლინზის შენაცვლების მეთოდი და მიიღო ლინზის რეგენერაცია.

ამგვარად, ხერხემლიანთა სხვადასხვა კლასის წარმომადგენელთა თვალის განვითარების შედარებითი ემბრიონული შესწავლა გვაძლევს ნებას დავასკვნათ, რომ ბრო-



სურ. 5. თავისუფალი უჯრედების ლინზის ბოქოვანი ბირთვის ზრდასთან ერთად

ლის სიღრუეში უჯრედული მასალის აკუმულაცია და შემდგომი ლინზის წარმომადგენს ლინზის ნორმალური განვითარების აუცილებელ პირობას. სხვადასხვა პირობებში ბროლის სიღრუეში გამოსახლებული უჯრედები სხვადასხვა წარმომადგენლისა: ნორმაში ამ უჯრედთა წყარო ექტოდერმაა, რეგენერაციის დროს—ირისის დეგენერირებული უჯრედები, ხოლო ექტოდერმის გარეთა შრის შემოცლის პირობებში—შიგნითა შრის დეგენერირებული უჯრედები.

ჩვენი მონაცემები ნებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ ლინზის ღრუში მოხვედრილი და შემდეგ განწოვილი უჯრედები იშლებიან, განიცდიან ლინზის და მათი დაშლის პროდუქტები ხმარდება განვითარებაში მყოფ ბროლს.

თვალის ბროლი ისეთი ორგანოა, რომელიც არ არის უშუალოდ დაკავშირებული სისხლძარღვოვან, არც ნერვულ სისტემასთან. დასაშვებია, რომ





ლინზის კვება დიფუზურად ხდება. ამიტომ არის სწორედ ასე აშკარად გამოვლენილი ამ შემთხვევაში დესტრუქციული მეტაბოლიზმის მომენტი.

კონსტრუქციული და დესტრუქციული პროცესების—ამ ურთიერთდამოკიდებული მოვლენების აღრიცხვა ნებას მოგვცემს უფრო ფართოდ გამოვიყენოთ ეს პროცესი ცხოველთა ონტოგენეზში ფორმატიული პროცესების მართვის დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.2.1961)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. П. Иванов. Руководство по общей и сравнительной эмбриологии. 1945.
2. В. П. Филатов. Тканевая терапия. 1953.
3. Л. В. Полежаев. Некоторые принципы в учении о регенерации. Журнал общей биологии, т. XI, № 4, 1950.
4. Л. В. Полежаев. Регенерация конечностей у аксолотлей и млекопитающих, ДАН СССР, т. 131, № 6, 1960.
5. А. Н. Студитский. Основы биологической теории регенерации. Известия АН СССР, № 6, 1952.
6. A. Glücksmann. Cells deats in normal vertebrate ontogeny. Biological reviews Cambridge Philosophical Society, vol. 26, № 1, 1951.
7. Г. В. Лопашов. Условия обмена зачатков глаз и пути их развития. ДАН СССР, 77, №, 5 1951.
8. О. Г. Строева. Превращение пигментного эпителия в сетчатку под влиянием индофенола у головастиков остромордой лягушки. ДАН СССР, т. 108, № 8, 1956.
9. ი. ქორქია. ექტოდერმის გარეთა შრის შემოცლის გავლენა თვალის მორფოგენეზზე უკუღღა ამფიბიებში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIV № 4, 1960.
10. J. Mann. Developmental abnormalitis of the eye., 1937.
11. P. S. Chanturishvili. The role of ectoderm in the development of the crystallin lens. Transaction of the ophthalmological society, vol. 78, 1958.



## ფიზიოლოგია

## ს. ბუთხუცი

## კუდიანი ბირთვის აფერენტული კავშირების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 26.7.1960)

კუდიანი ბირთვის ანატომიურმა და კლინიკურ-ნევროლოგიურმა შესწავლამ მკვლევრები დიდი ხანია მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ იგი ექსტრაპირამიდული მოტორული სისტემის ერთ-ერთ მთავარ რგოლს წარმოადგენს. რივ შრომებში ნაჩვენებია კუდიანი ბირთვის მნიშვნელობა ცხოველის საერთო მოტორული აქტივობისთვის და ის დარღვევები მოტორულ სფეროში, რომლებიც ამ ბირთვის დაზიანებას მოსდევს [1, 2]. კუდიანი ბირთვის გაღიზიანებისას აღნიშნულია მოძრაობითი რეაქციების ზოგადი შეკავება ან გაადვილება, ხოლო მისი მოცილებისას — ჰიპერკინეზიების განვითარება [1, 3, 4, 5].

ამასთან ერთად ნაჩვენებია იყო, რომ კუდიანი ბირთვი გავლენას ახდენს ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვა ნაწილების აქტივობაზეც, კერძოდ, დიდი ტვინის ქერქის აქტივობაზე [6, 7, 8].

უკანასკნელი წლების შრომებში გაირკვა კუდიანი ბირთვის მნიშვნელოვანი როლი აფერენტული იმპულსების გადაცემაში [9, 10, 11]. გამოითქვა მოსაზრება კუდიანი ბირთვის მონაწილეობის შესახებ სენსორულ ინტეგრაციაში.

ყველაფერ ამასთან დაკავშირებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს სხვადასხვა პერიფერიული გაღიზიანების საპასუხოდ კუდიან ბირთვში წარმოქმნილი საპასუხო პოტენციალებისა და მათი ურთიერთმოქმედების შესწავლა.

## მეთოდისკა

ცდები ტარდებოდა დაუნარკოზებელ, კურარიზებულ კატებზე (12 კატა) ხელოვნური სუნთქვის პირობებში. ცხოველის თავი დამაგრებული იყო სტერეოტაქსიკურ აპარატში, კუდიან ბირთვში ან თალამურ ბირთვებში ჩაყვანილი სიღრმითი ელექტროდების ორიენტაციას ვახდენდით [12]-ის მიერ მოცემული კოორდინატების მიხედვით.

კუდიანი ბირთვის პოტენციალების გამოყვანა ხდებოდა მონო- ან ბიპოლარული კონცენტრული ელექტროდების საშუალებით (დიამეტრი — 0,12 მმ, პოლუსთაშუა სიგრძე — 0,5 მმ). მონობოლარული გამოყვანისას ინდიფერენტული ელექტროდი თავსდებოდა შუბლის წიაღის ზემოთ, ძვალზე. ქერქული პოტენციალების გამოყვანა ხდებოდა ბიპოლარულად, ვერცხლის ქლორიდული ელექტროდების საშუალებით. კანი ღიზიანდებოდა სწორკუთხოვანი იმ-



პულსების გენერატორით (0,2—0,5 მ სეკ.). სინათლით და ბგერით გალიზიანება წარმოებდა AVLAR-ის სისტემის სტიმულატორით. ყოველი ცდის შემდეგ ელექტროდების მდებარეობას გამოწმობით ჰისტოლოგიურად.

### ცდის შედეგები

1. პერიფერული გალიზიანებით კუდიან ბირთვში აღმოცენებული საპასუხო პოტენციალები. ცხოველის წინა თათის ელექტრული გალიზიანებისას (სიხშირით ერთი სეკ-ში) კონტრალატორული კუდიანი ბირთვის თავში აღირიცხება პოტენციალები ორფაზიანი რხევის სახით (სურ. 1-1A). კუდიან ბირთვში საპასუხო პოტენციალის ფარული პერიოდი 7—9 მსეკ-ს უდრის, ხოლო ქვედა უკანა გვერდით ბირთვში — 8—10 მსეკ. (სურ. 1-1E). გალიზიანების მსვლელობაში ამ პოტენციალების ამპლიტუდა საგრძობლად ცვალებადობს: პერიოდულად ხან იზრდება, ხან კი მცირდება (100—300 მიკროვოლტის ფარგლებში).

კუდიანი ბირთვის ამავე უბნებიდან გამოიყვანება პოტენციალები სინათლით ან ბგერითი გალიზიანების საპასუხოდ (სურ. 1-1B და B).

გალიზიანების გახშირება (5-ის ზევით სეკ-ში) იწვევს კუდიანი ბირთვის საპასუხო პოტენციალების საგრძობ შემცირებას, მაშინ როდესაც იგივე სიხშირე საგრძობლად არ ცვლის ქერქის სათანადო უბნებისა და სპეციფიკური თალამური ბირთვის პოტენციალებს (სურ. 1-1F და D).

შეწყვილებული იმპულსებით გალიზიანებისას გამოირკვა, რომ კუდიანი ბირთვის ნეირონების ყოველი პასუხის შემდეგ ადგილი აქვს საკმაოდ ხანგრძლივ აღდგენის ფაზას. ამ დროს, 150—200 მსეკ-ის განმავლობაში, მეორე გალიზიანებაზე პასუხი არ არის. სრული პასუხი მეორე გალიზიანებაზე მიიღება პირველი გალიზიანებიდან 250—350 მსეკ-ის შემდეგ (სურ. 2).

სხვადასხვა აფერენტული გალიზიანების პასუხად კუდიანი ბირთვის ერთსა და იმავე უბანში პოტენციალების აღმოცენება შეიძლება ხდებოდეს ერთსა და იმავე ნეირონებზე იმპულსების კონვერგენციის მეოხებით ან ცალკეული განსაზღვრული აფერენტაციის მიმღები ნეირონული ველების ურთიერთგადაფარვით.

ამ საკითხის გამოსარკვევად შემდეგი ცდები იყო დაყენებული: ჯერ ხდებოდა რომელიმე მგრძობიარე რეცეპტორის (მაგ. კანის) გალიზიანება, რაც იწვევდა, როგორც ეს 1-1F სურათზე იყო ნაჩვენები, კუდიანი ბირთვის პასუხების საგრძობ დაკნინებას, შემდეგ კი ამ ფონზე ვახდენდით სხვა მგრძობიარე რეცეპტორების (მაგ. სმენის ან მხედველობის) იშვიათ გალიზიანებას.

როგორც სურ. 1-1IA და B-ზე ჩანს, კანის ხშირი გალიზიანების ფონზე სინათლით გალიზიანების პასუხები მხოლოდ ოდნავ არის შემცირებული.

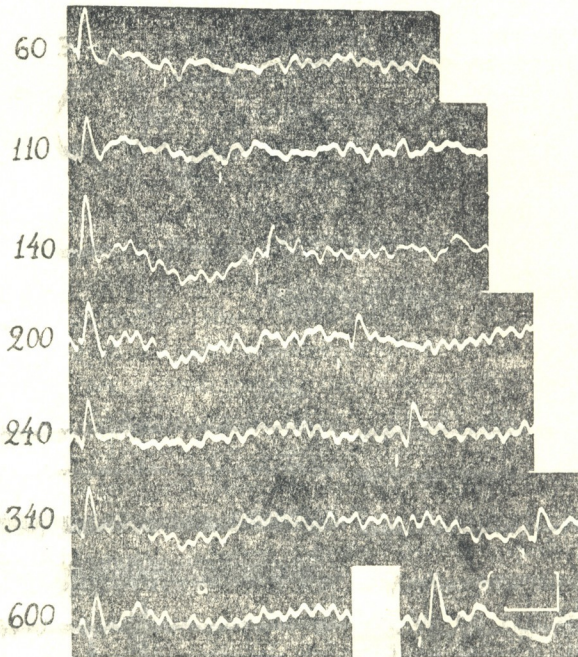
### მიღებული შედეგების განხილვა

ზემოაღწერილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჰეტეროგენული სენსორული გალიზიანებების დროს (კანის, სინათლით, ბგერითი გალიზიანებანი) კუდიანი





ბირთვის ერთისა და იმავე უბნებიდან შეიძლება საპასუხო პოტენციალების გამოყვანა. როგორც უკვე იყო აღნიშნული, ეს შეიძლება ხდებოდეს სხვადასხვა აფერენტული იმპულსების ერთსა და იმავე ნეირონებზე კონვერგენციის [9, 11, 10] ან სხვადასხვა რეცეპტორების აფერენტული იმპულსების მიმღები ნეირონული ველების ურთიერთგადაფარვის (overlap) გამო. ქერქული აღმქმელი უბნებისგან, ან სპეციფიკური გადამცემი ბირთვებისგან განსხვავებით, კუდიანი ბირთვის საპასუხო პოტენციალები იწყებენ დაკნინებას უკვე გალიზიანების დაბალი სიხშირის (8—12 სეკ.) დროს, რაც მიუთითებს ხანგრძლივ აღდ-



სურ. 2 კუდიანი ბირთვის საპასუხო პოტენციალები კონტრა-  
 ლატერალური წინა თათის წყვილი იმპულსით გალიზიანების  
 დროს. ციფრებით აღნიშნულია სტიმულებს შუა ინტერვალი  
 მილისეკუნდებში, კალბრაცია 200- $\mu$ ვ, დრო 60 მსეკ.

გენის ფაზაზე (250—350 მსეკ) ყოველი გალიზიანების შემდეგ (სურ. 2). იგივე იყო ნაჩვენები სხვა ავტორთა ცდებშიც [9, 11, 10]. მათი მონაცემების მიხედვით, ჰეტეროგენული იმპულსების დროს აღდგენის ფაზა 300—400 მსეკ. გრძელდება.

ზემოთ იყო ნაჩვენები, რომ სინათლით გალიზიანებისას საპასუხო პოტენციალების აღმოცენებას აქვს ადგილი მაშინაც, როდესაც კანის გალიზიანების პასუხები დაკნინებას განიცდიან გალიზიანების გახშირების გამო. ამ პირობებში ოკლუზიის არარსებობა მიუთითებს იმაზე, რომ კუდიან ბირთვში სენსორული იმპულსების კონვერგენცია სრული არ არის და რომ ჰეტეროგენული სენსორული გალიზიანებებისას საპასუხო პოტენციალების აღმოცენება ხდება



სხვადასხვა აფერენტული იმპულსების მიმღები უბნების ურთიერთგადაფარვის გამო, ამასთან ერთად, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, არსებობს მონაცემები, რომლებიც მიუთითებენ კუდიანი ბირთვის ზოგიერთ ნეირონზე პეტეროგენული აფერენტული იმპულსების კონვერგენციაზე [9, 11, 10].

ცნობილია, რომ პერიფერიული გალიზიანებისას ტვინის ღეროს არასპეციფიკურ წარმონაქმნებში (მხედველობის ბორცვების არასპეციფიკური ბირთვები, ტვინის ღეროს ბადებრივი ფორმაცია) ადგილი აქვს აფერენტული იმპულსების მრავლობით შეღწევას, ამ მხრივ კუდიან ბირთვს დიდი მსგავსება აქვს აღნიშნულ სტრუქტურებთან.

ავზნების გავრცელება კუდიანი ბირთვის შიგნით ძლიერ ნელა წარმოებს [6], ამიტომ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ კუდიანი ბირთვი, რომელიც აივზნება სხვადასხვა აფერენტული გზებიდან მომავალი იმპულსებით, თავის მხრივ ხანგრძლივ, ტონურ გავლენას ახდენს ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვა ნაწილების აქტივობაზე და მათ შორის დიდი ტვინის ქერქზე.

ამგვარი გავლენის შესაძლებლობა ნაჩვენებია კუდიანი ბირთვის გალიზიანებისას, როდესაც ამ გალიზიანებას მოსდევდა დიდი ტვინის ქერქში საპასუხო პოტენციალების აღმოცენება და როგორც ქერქის, ისე ტვინის ღეროს ცენტრალური სტრუქტურების აქტივობის შეცვლა.

## დასკვნები

შეისწავლებოდა კუდიანი ბირთვის ელექტრული პოტენციალები და მათი ურთიერთმოქმედება პეტეროგენული სენსორული გალიზიანებების დროს. ცდები ტარდებოდა დაუნარკოზებელ კურორიზებულ კატებზე.

1. სხვადასხვა პერიფერიული გალიზიანების (სინათლით, ბგერითი, კანის ელექტრული გალიზიანება) შედეგად კუდიანი ბირთვის ერთისა და იმავე უბნიდან გამოიყვანება საპასუხო პოტენციალები. ყველაზე კარგად ეს პოტენციალები გამოხატულია, როდესაც გალიზიანების სიხშირე უდრის 1—3 სეკ-ში.

2. პერიფერიული გალიზიანების გახშირებისას (5-ის ზევით სეკ-ში) საპასუხო პოტენციალების ამპლიტუდა საგრძნობლად კნინდება; ამავე დროს სხვა სახის (მხედველობითი ან ბგერითი) იშვიათი გალიზიანება შემცირებულ პასუხებს იძლევა.

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ კუდიან ბირთვში ფართოდ არის წარმოდგენილი სხვადასხვა აფერენტული სისტემები და მათი მიმღები ველები გადაფარავენ ერთმანეთს.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას ნოუვიდა 17.8.1960)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. A. M. Kennard. Experimental analysis of the functions of the basal ganglia in monkeys and chimpanzees. *J. Neurophysiol.*, 7, 127—148, 1944.
2. D. B. Lindsley. Brain stem influences on spinal motor activity. *Res. Publ. Ass. Res. nerv. ment. Dis.*, 30, 174—195, 1952.
3. R. Hodes, S. M. Jr. Peacock a. R. G. Heath. Influences of the forebrain on somato-motor activity. I. Inhibition. *J. comp. Neurol.*, 94, 381—408, 1951.
4. K. Akert a. B. Anderson. Experimenteller Beitrag zur Physiologie des Nucleus Caudatus. *Acta Physiol. Scand.*, 22, 281—298, 1951.
5. S. M. Jr. Peacock a. R. Hodes. Influence of the forebrain on somatomotor activity. II. Facilitation. *J. comp. Neurol.*, 94, 409—426, 1951.
6. F. A. Mettler, C. A. Hovde and H. Grundfest. Electrophysiologic phenomena evoked by electrical stimulation of caudate nucleus. *Fed. Proc.* 11, 107, 1952.
7. N. A. Buchwald a. E. J. Wyers. Electrical manifestations of caudate nucleus activity. XXI int. Congr. Physiol. Sci., Buenos-Aires, 1959, p. 45.
8. D. P. Purpur, E. H. Housepian a. H. Grundfest. Analysis of caudate cortical connections in neuroaxially intact and telencephalic isole cats. *Arch ital. Biol.*, 96, 145, 1958.
9. D. Albe-Fessard, E. Oswaldo-Cruz et C. E. Rocha-Miranda. Convergence vers le noyau candé da signaux d'origines corticale et hétérosensorielle. Etude unitaire de leurs interactions. *J. Physiol.*, 50, 105—108, 1958.
10. C. E. Rocha-Miranda et D. Albe-Fessard. Convergences sensorielles aune niveau du noyau caudé. XXI int. Congr. Physiol. Sci., Buenos-Aires 1959, p. 231.
11. C. E. Rocha-Miranda, E. O. Cruz a. D. Albe-Fessard. Some observations of the electrical activity of the caudate nucleus. XXI int. Congr. Physiol. Sci., Buenos-Aires, 1959, p. 231.
12. H. Jasper a. C. Ajmone-Marsan. A stereotaxic atlas of the diencephalon of the cat. *The Nat. Res. Council of Canada.* 1954.



მსხპარიმენტული მედიცინა

ც. აბაკელია, ნ. ჯიბლაძე, ნ. ცინცაძე და გ. ბიორგაძე

**ამიერიკაშპასნიკა ზაზუნების პერიფერიული სისხლისა  
და ძვლის ტვინის შედგენილობა**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 25.5.1960)

ამიერკავკასიის ზაზუნა — *Mesocricetus brandti* Nehring პირველად ექსპერიმენტული გამოკვლევებისათვის გამოყენებულ იქნა საქართველოს გამოჩენილი ტროპიკოლოგის — პროფ. ს. კანდელაკის მიერ 1939 წელს.

შემდგომ ამიერკავკასიის ზაზუნებზე ცდებს ატარებდნენ მალარიისა და საძედიცინო პარაზიტოლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლები გ. მარუაშვილის მეთაურობით [1]: ნ. კამალოვი — ანკილოსტომილოზისა და ა. ჯორბენაძე პარტახტიანი ტიფის შესწავლისას. ამ შრომის ერთ-ერთი თანავტორი გ. გიორგაძე აკად. კ. ერისთავთან ერთად მრავალი წლის განმავლობაში ატარებდა ცდებს ამიერკავკასიის ზაზუნებზე. ინდუქციის გზით იგი იწვევდა მათში ავთვისებიანი სიმსივნეების განვითარებას. სიმსივნეთა ინდუქციის პროცესში ჩვენ მიერ (ც. აბაკელია, ნ. ჯიბლაძე, გ. გიორგაძე) შეისწავლებოდა პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის შედგენილობა, სისხლის ცილოვანი შედგენილობა და სისხლის შედედების ზოგიერთი მაჩვენებელი.

ამიერკავკასიის ზაზუნების ფართო გამოყენებამ ექსპერიმენტულ ონკოლოგიაში, ასევე მათი გამოყენების შესაძლებლობამ ექსპერიმენტული ლეიკოზების მოდელის შესაქმნელად, აუცილებელი გახდა ზაზუნებში პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ნორმალური შედგენილობის შესწავლა სიფხიზლის პერიოდში.

ამიერკავკასიის ზაზუნების სიფხიზლის პერიოდი საქართველოს პირობებში მარტივად ოქტომბრის ბოლომდე გრძელდება.

საბჭოთა და უცხოური ლიტერატურული წყაროების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ექსპერიმენტული გამოკვლევებისათვის გამოყენებული სხვადასხვა სახის ჯანმრთელი ზაზუნების სისხლის სურათი შესწავლილია მხოლოდ ერთეული ავტორების მიერ.

პ. რატსის [2] მონაცემებით, ჯანმრთელ ზაზუნებში ზაფხულის სიფხიზლის პერიოდში ჰემოგლობინის რაოდენობა მერყეობს 91—116%-ის ფარგლებში, საშუალოდ 98%. ერითროციტების რაოდენობა — 6400000—8800000 ფარგლებში, საშუალოდ 7700000, რეტუკულოციტების რაოდენობა — 8—23% ფარგლებში, საშუალოდ 15%. რაც შეეხება ლეიკოციტებს, პ. რატსის მიხედვით, მათი რაოდენობა ფხიზელ ზაზუნებში დილის 9 საათამდე ყველაზე მეტია



— 4.000-დან 12.000-მდე, 10 საათის შემდეგ იგი უდრის 4.000—10.000 17 საათებს შორის — 4.000—7.000. ფხიზელი, მაგრამ არააქტიური ზაზუნების ლეიკოციტების რაოდენობა უდრიდა 8.000—10.000. ლეიკოციტურ ფორმულას აქვს მკვეთრად გამოხატული ლიმფოციტური პროფილი.

ლიმფოციტების რაოდენობა შეადგენს 60—80%, ნეიტროფილების რაოდენობა — 18—35%, მონოციტები და ეოზინოფილები შეადგენენ 1—3%-ს, ბაზოფილები იშვიათად გვხვდება. ნეიტროფილები თითქმის მთლიანად შედგება სეგმენტბირთვიანი ფორმებისაგან, ჩხირბირთვიანი ფორმები გვხვდება 1%-ში.

პ. ფულტონის, დ. იოვცის, რ. კეგენის და ბ. ლუტცის [3] არასრული მონაცემებით, ზაზუნის ჰემოგლობინის რაოდენობა ნორმაში გამოხატული შეადგენს  $16 \pm 7$ .

ამიერკავკასიის ზაზუნების პერიფერიული სისხლის შედგენილობა აღწერილია გ. მარუაშვილის ერთადერთ ნაშრომში (1950) „სისხლის სურათი ექსპერიმენტული ვისცერული ლეიშმანიოზის დროს“. ნორმა დადგენილი იყო 10 ჯანმრთელ ზაზუნაზე. გ. მარუაშვილის მონაცემებით, ჰემოგლობინის რაოდენობა ჯანმრთელ-ამიერკავკასიის ზაზუნებში მერყეობდა 70—81% ფარგლებში, საშუალოდ 75%, ერითროციტების რაოდენობა — 6.620000—6.850000 ფარგლებში, საშუალოდ 6800000, ლეიკოციტების რაოდენობა უდრიდა 6900—10000, საშუალოდ 8000. ლეიკოციტურ ფორმულაში ჭარბობდა ლიმფოციტები — 56—59%, საშუალოდ 57%, ნეიტროფილები შეადგენდნენ 36—39%, საშუალოდ 37%, მონოციტები — 3—6%, საშუალოდ 4%, ეოზინოფილები 1—4%, საშუალოდ 2%. ნეიტროფილებში გვხვდებოდა ახალგაზრდა ფორმები 1—2% რაოდენობით, ჩხირბირთვიანები 11—14% რაოდენობით, სეგმენტბირთვიანი ფორმები 24—25% რაოდენობით. ნეიტროფილების ბირთვიანი ფორმულის მარცხნივ გადახრა მაშკოვსკით მერყეობდა 0,32-დან 0,39-მდე, საშუალოდ 0,35.

ძვლის ტვინის შედგენილობის აღწერა ჩვენთვის მისაწვდენ უცხოურ და საბჭოთა ლიტერატურაში არ შეგვხვდებოდა.

ჩვენ გამოკვლევები ტარდებოდა ორივე სქესის 30 ჯანმრთელ ზაზუნაზე, წონით 80—150 გ, 6 თვის ასაკის, ივნისიდან ნოემბრამდე, ე. ი. იმ პერიოდში, როდესაც ძირითადად ტარდებოდა სიმსივნეთა ინდუქციის ყველა ცდა.

სისხლს ვიღებდით ცხოველების დეკაპიტაციის საშუალებით. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ეს მეთოდი ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო იმიტომ, რომ სიმსივნეთა ინდუქციის ძირითადი ცდების ჩატარებისას ზაზუნებს ვკლავდით გარკვეულ ეტაპებზე და სწორედ ასეთი წესით ვუღებდით სისხლს. გადაწყვეტილი იყო ჯანმრთელ ზაზუნებზედაც სისხლი ამავე მეთოდით აგვეღო. ძვლის ტვინს ვიღებდით მოკლული ზაზუნის თედოს ძვლიდან და ვაზავენდით მისივე შრატის ერთი წვეთით.

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, ჯანმრთელი ზაზუნების სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობა მერყეობდა 65—105% ფარგლებში, საშუალოდ 86,7%, ერითროციტების რაოდენობა შეადგენდა 4500000



ანიერკავკასიის ზახუნას პერიფერიული სისხლის შედგენილობა ნორმაში

ქ ე ი კ ვ ც ი ტ ჯ ბ ი ფ ე რ მ უ ქ ა

აბსოლ. რაოდ. %	ბაზოფილები		მონოციტები	ლიმფოციტები	ნ ე უ ტ რ ვ ფ ი ქ ე ბ ი																
	მერყეობ. საზღვრ.	საშუალო			მერყეობ. საზღვრ.	საშუალო	მერყეობ. საზღვრ.	საშუალო	სეგმენტ-ბირთვ.	ჩხირ-ბირთვ.	ახალგაზრდ.										
0-85																					
0-1																					
0-318																					
0-9																					
114																					
2,58																					
40-807																					
1-13																					
284																					
6 09																					
5,680-4 192																					
19,5-7,7																					
2,111																					
47,82																					
315-6,040																					
15-68																					
2,087																					
41,31																					
15-58																					
31,27																					
0-11																					
1,82																					
0-3																					
0,19																					
2,400-8,500																					
4,007																					
0,9-0,8																					
0,7																					
4 500,000-9 000,000																					
6,281 071																					
65-105																					
86,7																					



—9000000, საშუალოდ 6281071, ფერადი მაჩვენებელი უდრიდა 0,7. ნაცხების გადათვალერებისას ყურადღებას იქცევდა ერთოროციტების პოლიქრომატოფილია, არაიშვიათად გვხვდებოდა ერთოროციტების ბირთვიანი ფორმები — პოლიქრომატოფილური და ორთოქრომატული ნორმობლასტები. იშვიათად ერთოროციტებში გვხვდებოდა ყოლის სხეულაკები.

რაც შეეხება თეთრ სისხლს, ლეიკოციტების რაოდენობა სისხლში მერყეობდა 2400—8500 ფარგლებში, საშუალოდ 4607. ლეიკოციტურ ფორმულაში დად უმრავლეს შემთხვევაში აღინიშნებოდა მკვეთრად გამოხატული ლიმფოციტური პროფილი, იშვიათად ნეიტროფილების რიცხვი ოდნავ სჭარბობდა ლიმფოციტებს. ნეიტროფილების რაოდენობა სისხლში მერყეობდა 15—68%-ის ფარგლებში, საშუალოდ 43,31%, რაც აბსოლუტური რიცხვებით შეადგენდა 2037 (მერყეობის საზღვრები 315—6040). ნეიტროფილებში გვხვდებოდა ახალგაზრდა და ჩხირბირთვიანი ფორმები. ახალგაზრდა ნეიტროფილების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 0,19% (0-დან 3%-მდე), ჩხირბირთვიანი ფორმების რაოდენობა მერყეობდა 0-დან 11%-მდე, საშუალოდ 1,82. ლიმფოციტების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 47,8% (19,5-დან 77%-მდე), რაც აბსოლუტური რიცხვებით საშუალოდ უდრიდა 2111 (380-დან 4192-მდე). მონოციტების რაოდენობა საშუალოდ უდრიდა 6,09% (მერყეობის საზღვრები 1—13%), რაც აბსოლუტური რიცხვებით შეადგენს 284 (40-დან 807-მდე) ეოზინოფილების რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 2,58% (0-დან 6%-მდე), აბსოლუტური რიცხვებით 114 (0-დან 318-მდე). ბაზოფილები ზაზუნას სისხლში ძალიან იშვიათად გვხვდება: 30 ზაზუნიდან ბაზოფილები ნახულ იქნა მხოლოდ ერთ შემთხვევაში, 1% რაოდენობით (იხ. ცხრილი 1).

ზაზუნის ლეიკოციტური ფორმულის დათვლისას არ შეიძლება არ აღვნიშნოთ ერთეული ფორმიანი ელემენტების თავისებურებები. მაგ. ზაზუნას ჩხირბირთვიან ნეიტროფილს ჩვეულებრივი ჩხირისმაგვარი, ან ოდნავ მოღუნული ბირთვის ნაცვლად აქვს უზმირესად ბეჭდისებრი ბირთვი. ეოზინოფილებში, ადამიანების სისხლთან შედარებით, უფრო მეტად გვხვდება ჩხირბირთვიანი ფორმები ბეჭდისებრი ბირთვებით. ზაზუნას ეოზინოფილების მარცვლოვანება უფრო მუქია, ვიდრე ადამიანის სისხლის ეოზინოფილებისა და გადაჰკრავს მოლურჯო-ყოლოსფერი ელფერი. ზაზუნას ლიმფოციტები პატარაა, კომპაქტური ბირთვით და პროტოპლაზმის ვიწრო ზოლით. არაიშვიათად ლიმფოციტები გვხვდება გაყოფის სტადიაში, ზოგჯერ შეიძლება შეგვხვდეს ორბირთვიანი ლიმფოციტი, ე. ი. ბირთვის დასასრულებელი გაყოფით. მონოციტებში ხანდახან აღინიშნება ბირთვისა და პროტოპლაზმის ვაკუოლიზაცია.

ფორმიანი ელემენტების ასეთივე თავისებურება აღნიშნული იყო ჩვენ მიერ ძვლის ტვინშიც. მაგალითად, ზაზუნას პრომიელოციტის ბირთვს, ადამიანის პრომიელოციტის ბირთვისაგან განსხვავებით, აქვს არა ჩვეულებრივი მრგვალი ან ოდნავ მუხუნდოს მარცვლის მსგავსი ფორმა, არამედ სხვადასხვანაირი უცნაური მოყვანილობა. გვხვდება ხანდახან მრგვალი ბირთვი შუაში დიდი ხვრელით, ყვავილის მსგავსი ანდა ძეხვების ბირთვი. მხოლოდ პროტოპლაზმის ბაზოფილობა, აგრეთვე მასში მსხვილი, უხეში ნეიტროფილური





ამერიკეკაცისის ზახუნას ძვლის ტენის შედგენილობა ნორმაში

2,59—7,65	4,61	ლეკო-გოთორაბლ. შუფარ დება
0,71—1	0,84	ერთობლ. მონწიფ. ინდექსი
0,13—0,31	0,20	ნეიტრ-ის მონწიფ. ინდექსი
0,25—1	0,38	მგაერთოიტიტები
0,25—1	0,21	წითელი სისხლის მიტოზი
0,25—2	0,57	შიშველი ბირთვები
1,5—8,5	5,76	ორთოქრომული
3—17,5	9,20	პოლიქრომატოფილური
1—5	1,83	ბაზოფილური
0—0,5	0,05	ორთოქრომული
0,25—0,5	0,07	პოლიქრომატოფილური
0,25—1,25	0,7	ბაზოფილური
0,25—0,5	0,11	პრეტერორბლასტები
0,25—0,75	0,20	რეტოციკლური უჯრედები
0,25—1	0,27	პლაზმური უჯრედები
0,25—1,25	0,65	თეთრი სისხლის მიტოზი
0,25—1,5	0,78	მონოციტები
0,5—3	1,01	ლიმფოციტები
0,25—1,5	0,33	სეგმენტირთვიანები
0,25—6	1,07	ჩხირბირთვიანები
0,25—2	0,88	ახალგაზრდები
0,25—1,75	0,7	მიელოციტები
3,25—5,25	47,08	სეგმენტირთვიანები
8—25,5	13,95	ჩხირბირთვიანები
4,5—9,75	7,71	ახალგაზრდები
1,5—8,25	3,66	მიელოციტები
0,25—3,5	1,39	პრომიელოციტები
0,5—2	1,17	მიელობლასტები
0,5—1,5	0,12	ჰემორბლასტები

ეოზინოფილები

ნეიტროფილები

მარცვლოვანების არსებობა ზუსტად მიგვიჩვენებს, რომ ეს უჯრედი წარმოადგენს პრომიელოციტს. ასევე შეიძლება ითქვას მიელოციტის შესახებაც: აქაც ბირთვი გვხვდება ძეხვისებრი ან მსხვილი ბეჭდისებრი, მაგრამ ნაზი ნეიტროფილური მარცვლოვანება მიგვიჩვენებს იმაზე, რომ ეს უჯრედი მიელოციტია.

რაც შეეხება ზაზუნას ძვლის ტვინის პროცენტულ შედგენილობას, იგი წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში. შედარებისას აღმოჩნდა, რომ განსაკუთრებით მკვეთრი განსხვავება ზაზუნასა და ადამიანის მიელოგრამებს შორის არ არსებობს. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ადამიანთან შედარებით სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფილების რაოდენობა ზაზუნებს საგრძნობლად უფრო მეტი აქვთ, რითაც აიხსნება ზაზუნებში ნეიტროფილების მომწიფების ინდექსის სიმცირე (0,2). შედარებით მცირე აქვს ზაზუნას ეოზინოფილური სეგმენტები, რითაც უნდა აიხსნებოდეს ის ფაქტი, რომ ზაზუნას პერიფერიულ სისხლში ეოზინოფილები წარმოდგენილია უფრო მეტად ჩხირბირთვიანი, ვიდრე სეგმენტბირთვიანი ფორმებით. ადამიანთან შედარებით ზაზუნას ძვლის ტვინში ლიმფოციტებისა და მონოციტების რაოდენობა შემცირებულია. ზაზუნას ძვლის ტვინის თეთრი და წითელი სისხლის ელემენტების შეფარდება შეადგენს 5:1, მაშინ როდესაც ადამიანში იგი უდრის 3:1. ერთობლასტური ელემენტების მომწიფების ინდექსი არ განირჩევა ადამიანის ინდექსისაგან და საშუალოდ შეადგენს 0,8—0,9.

ამიერკავკასიის ზაზუნას პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ჩვენ მიერ დადგენილი ნორმები კარგ დამხმარე საშუალებას წარმოადგენს მათზე შემდგომი ექსპერიმენტული გამოკვლევების ჩატარებისათვის.

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

(რედაქციას მოუვიდა 25.5.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. გ. მარუაშვილი. სისხლის სურათი ექსპერიმენტული ვიცერული ლეიშმანიოზის დროს. მალარიისა და სამედიცინო პარაზიტოლოგიის ინსტიტუტის ბიულეტენი, № 3 (9), 1950, გვ. 15—25.
2. P. Raths. Untersuchungen über die Blutzusammensetzung und ihre Beziehung zur vegetativen Tonuslage beim Hamster. Z. biol., 106, № 2, 1953, 109—123.
3. G. P. Fulton, D. L. Ioftes, R. Kagan and B. Lutz. Hematologic Findings in the Total Body x-irradiated Hamster. Blood, v. 9, № 6, 1954, 622—631.



ექსპერიმენტული მედიცინა

ბ. ნაცვლიშვილი და თ. ახმეტელი

კორონაროგრაფიის საპრობლემისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 28.9.1960)

გულისა და სისხლძარღვთა დაავადების ქირურგიული მკურნალობა ამჟამად სწრაფი ტემპით ვითარდება. ამ გარემოებას ხელს უწყობს კვლევის ისეთი ახალი მეთოდების დამუშავება, რომელიც იძლევა დაავადების ზუსტი დიაგნოსტიკების საშუალებას არა მარტო მორფოლოგიური, არამედ ფუნქციურ-პათოფიზიოლოგიური ცვლილებების თვალსაზრისითაც.

ამ მხრივ გულის ქირურგიის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე დიდი მნიშვნელობა აქვს გულის სისხლძარღვთა ლოკალური ათეროსკლეროზული დაზიანების, გულის ანევრიზმისა და აგრეთვე ე. წ. უსიმპტომო ინფარქტების დროულ დიაგნოსტიკას. სადღეისოდ არსებული კვლევის მეთოდებით დაავადებათა სწორედ ამ ჯგუფის დადგენა დიდ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული, მაშინ როდესაც ამ პათოლოგიის ქირურგიული მკურნალობა სწრაფად ვითარდება.

კლინიციკთა აზრი წლების მანძილზე მიმართული იყო დიაგნოსტიკური თვალსაზრისით კვლევის უფრო ნატიფი მეთოდის შემუშავებისაკენ, რომელთა შორის აღსანიშნავია კორონაროგრაფია (რადნერი, იენსენი, გულიელმო, არნულფი, პორტსმანი და სხვანი). მაგრამ სადღეისოდ კორონაროგრაფიის მეთოდისა, ისევე, როგორც მისი ჩვენებანი და უკუჩვენებანი, ჯერ კიდევ არ არის საკმარისად შესწავლილი.

ხელისმისაწვდომ საბჭოთა ლიტერატურაში დღემდე სიცოცხლეში წარმოებული კორონაროგრაფიის შესახებ არც ერთი მონაცემი არ არის გამოქვეყნებული. აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენ ჩავატარეთ ექსპერიმენტები ცხოველებზე, რამაც საშუალება მოგვცა დაგვესახა ძიების შემდგომი გზები კვლევის ამ მნიშვნელოვანი მეთოდის დამუშავებაში.

სულ ჩატარებულია 35 ექსპერიმენტი ორ სერიად.

ცდების პირველ სერიაში ისწავლებოდა შემდეგი საკითხები: 1. ასწვრივ აორტაში (გვორგვინოვანი არტერიების შესართავთან) კატეტერის შესაყვანად პერიფერიული არტერიების შერჩევა, 2. საცდელი ცხოველის რეაქცია კატეტერისა და საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანაზე, 3. მიღებული ანგიოგრაფების ანალიზი.

ცდების მეთოდის შემდეგში მდგომარეობდა: მორფიმ-ჰექსენალის ნარკოზის ქვეშ გამოიყოფოდა ერთ-ერთი პერიფერიული არტერია, რომლის სანათურის გზითაც ასწვრივ აორტაში შეგვყავდა სხვადასხვა დიამეტრის კატეტე-



რომ წარმოებდა საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანა და სერიული რენტგენოგრაფია. ცდის მსვლელობაში იწერებოდა არტერიული წნევა ბარძაყის არტერიიდან, სუნთქვა და გლუქტროკარდიოგრამა.

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემებით დამტკიცდა, რომ წვრილი არტერიებიდან, რომელთა დიამეტრი 0,3—0,4 სმ-ზე ნაკლებია და რომელთა სანათური ძალზე ვიწროა, კატეტერის შეყვანა აორტაში შეუძლებელია. კატეტერის წინსვლას აძნელებს სპაზმის განვითარება, რასაც ადგილი ჰქონდა ჩვენ 4 საცდელ ცხოველში. ასეთ შემთხვევებში კატეტერის ფორსირებულ შეყვანას მოსდევს არტერიის ინტიმის დაზიანება მის სრულ აცლამდე.

კატეტერის შეყვანა პერიფერიული არტერიიდან ყველა შემთხვევაში იწვევდა გარკვეულ ზოგად სისხლძარღვოვან რეაქციას, რაც გამოიხატებოდა პულსის შენელებითა და დიასტოლური არტერიული წნევის შემცირებით. როგორც ჩანს, ეს რეაქცია გამოწვეულია კატეტერისაგან თავისუფალი პერიფერიული არტერიების გაფართოებით. ამას ასაბუთებს კომოგრაფიული ჩანაწერი.

იმ შემთხვევებში, როდესაც ასწვრივ აორტაში შეყვანილი კატეტერის ბოლო ეხება ნახევარმთვარისებურ სარქველებს, ელექტროკარდიოგრამაზე აღინიშნებოდა ერთეული და ჯგუფური ექსტრასისტოლები.

ჩვენ მიერ აღნიშნული იყო შემდეგი მკაფიო კანონზომიერება: კატეტერის ფრთხილი და ნელი შეყვანა სისხლძარღვში, რომელიც გულდასმით იყო ანესთეზირებული ნოვოკაინის 0,5%-იანი ხსნარით, იწვევდა ცხოველის გაცილებით ნაკლებად გამოხატულ რეაქციას, ვიდრე უხეში მანიპულაციები არტერიისა და კატეტერის სანათურების შეუსაბამობისას.

ამრიგად, აორტის ზონდირებისათვის ყველაზე მოსახერხებელი აღმოჩნდა საერთო საძილე არტერიები, რომელთა სანათური ფართოა, ხოლო გზა აორტის რკალამდე — მოკლე.

ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ პერიფერიული არტერიიდან სისხლის ნაკადის საწინააღმდეგოდ შეყვანილი ელასტიკური კატეტერი საკმაოდ ადვილად აღწევს აორტას და მისი მართვა არ წარმოადგენს სიძნელეს, მაგრამ თვით აორტაში წინსვლისას, რომლის სანათური გაცილებით ჭარბობს კატეტერის დიამეტრს, იგი ხშირად იგრიხება და სისხლის ნაკადით შეიტანება აორტიდან გამომდინარე ერთ-ერთ სისხლძარღვში, ან სისხლის ნაკადით გადაინაცვლება დასწვრივ აორტაში.

ასეთ სიძნელეს არაერთგზის შევხვედრივართ პერიფერიული არტერიიდან ზონდირების წარმოებისას, რის გამოც ამჟამად უპირატესობას ვაძლევთ საძილე არტერიიდან წარმოებულ ზონდირებას.

აორტაში კონტრასტის შეყვანის მომენტში (70% კარდიოტრასტი) არტერიული წნევა მცირედ მატულობს, შემდეგ კი მკვეთრად ეცემა. დასაწყისში ვითარდება ბრადიკარდია, რომელიც შეეფარდება არტერიული წნევის აწევას. არტერიული წნევის დაცემისას, როგორც წესი, ადგილი აქვს მკვეთრ ტაქიკარდიას. შესაბამისად დასაწყისში აღინიშნება სუნთქვის შეკავება და მისი რიტმის შენელება, რომელიც შემდგომ იცვლება სუნთქვის გახშირებით და ქოშინით. აღნიშნული რეაქციის სიძლიერე, როგორც ამას მოწმობს ჩვენი მონაცემები,



დამოკიდებულია რიგ მიზეზებზე: 1. საკონტრასტო ნივთიერების დიდი დოზები იწვევენ მეტად გამოხატულ რეაქციას, ვიდრე მცირე დოზები. ოპტიმალურ დოზად ცდების ამ სერიაში ჩვენ, ისევე როგორც ე. მეშალკინი, ნ. მალინოვსკი და სხვები, ვთვლიდით კონტრასტის 1 მლ ცხოველის კგ წონაზე. 2. კარდიო-კონტრასტის სწრაფ შეყვანას საცდელი ცხოველები უარესად იტანენ, ვიდრე მის ნელ შეყვანას. საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანის საუკეთესო სისწრაფეს, ჩენი გამოცდილების მიხედვით, წარმოადგენს მთელი საკონტრასტო მასის შეყვანა 1—2 სეკ. განმავლობაში. 3. საცდელი ცხოველის რეაქციის სიძლიერე პირდაპირ პროპორციული აღმოჩნდა კონტრასტის აორტაში შეყვანის დონიდან. საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანა ასწვრივ აორტაში, კორონარული სისხლძარღვების კონტრასტირებით, იწვევს უფრო გამოხატულ რეაქციას, ვიდრე იმავე რაოდენობის საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანა იმავე პირობებში დასწვრივ აორტაში და მით უფრო მუცლის აორტაში. 4. განმეორებითი აორტო- და კორონაროგრაფია საცდელ ცხოველებს უარესად გადააქვთ, ვიდრე პირველადი.

ცხოველის რეაქცია აორტაში საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანაზე წინასწარ 1/4% ნოვოკაინის შეყვანის შემდეგ გაცილებით სუსტად არის გამოხატული. იმ შემთხვევებში, როდესაც კატეტერის ბოლო კონტრასტის შეყვანის მომენტში ინაცვლებდა ადგილს და ხვდებოდა საძილე არტერიებში, საკონტრასტო ნივთიერების მთელი მასა ხვდებოდა ტვინის სისხლძარღვებში, რასაც, როგორც წესი, მოყვებოდა მკვეთრი კლონური და ტონური კრუნჩხვები ცხოველის გარდუვალი სიკვდილით.

ასეთი გამოსავალი აღინიშნებოდა 5 შემთხვევაში.

კორნაროგრაფიის საკითხის შესახებ არსებული ლიტერატურული მონაცემების შესწავლით ცხადი გახდა, რომ მკაფიო და კონტრასტული კორნაროგრაფების მიღებას აადვილებს ხელოვნურად გამოწვეული ხანმოკლე ასისტოლია. გამოკვლევის ამ მეთოდს რამდენიმე დადებითი მხარე გააჩნია. 1. ასისტოლიის პირობებში შესაძლებელია საკონტრასტო ნივთიერების რაოდენობისა და მისი კონცენტრაციის შემცირება. 2. სავსებით გამორიცხულია კატეტერის გადანაცვლება და მოხვედრა საძილე არტერიებსა და თვით ცალკეულ გვირგვინოვან სისხლძარღვებში. 3. აცილებულია გულის შეკუმშვათა რიტმის სხვადასხვაგვარი დარღვევა, გარდა უკვე არსებული ხანმოკლე ხელოვნური ასისტოლიისა.

ყველა ზემოჩამოთვლილი საკითხის გასარკვევად ჩატარდა ცდების მეორე სერია, რომელიც ჯერ მცირერიცხოვანია, მაგრამ მიღებული შედეგები ამ მეთოდის დადებითი შეფასების საშუალებას იძლევა.

ცდების ამ სერიაში შემდეგი მეთოდიკა იყო ხმარებული: მორფიუმ-გეთერის ნარკოზის ქვეშ პერიფერიული არტერიიდან ასწვრივ აორტში შეგვყავდა კატეტერი ისევე, როგორც ცდების პირველ სერიაში. შემდეგ წარმოებდა აცეტილქოლინის (0,5—1,0 მგრ/კგ წონაზე) ახლად დამზადებული ხსნარის ვენაში სწრაფი შეყვანა. აცეტილქოლინის შეყვანის რამდენიმე სეკუნდის შემდეგ ვითარდება პარკუჭების სრული ასისტოლია. ელექტროკარდიოგრაფიაზე ისპობა პარკუჭოვანი კომპლექსი და რჩება მხოლოდ გამოხატული P კბილი.

აცეტილქოლინის აღნიშნული რაოდენობით შეყვანით განვითარებული ასისტოლია ჩვენს შემთხვევებში გრძელდებოდა 3—4 სეკ., რაც სრულიად საკმარისი იყო მექანიკური შპრიციით საკონტრასტო ნივთიერების შესაყვანად. გამოყენებული იყო „ელემი“ ფირმის აპარატის მექანიკური შპრიცი 6—7 ატმოსფეროს წნევით. ამ შემთხვევებში კორონარული სისხლძარღვების გამოხატულება მკაფიო და რელიეფური იყო.

გულის გაჩერების გარეშე კორონაროგრამის მისაღებად აუცილებელია კონტრასტის შეყვანა ასწვრივი აორტის დასაწყისში. ხელოვნური ასისტოლიის გამოყენებით კი კორონარები ივსება კონტრასტით მაშინაც კი, თუ კონტრასტი შეყვანილია საძილე არტერიაში.

ერთ შემთხვევაში ჩვენ, ისევე როგორც პორტსმანმა, ვცადეთ აცეტილქოლინის შეყვანა უშუალოდ ასწვრივ აორტაში, კატეტრით. ეს ცდა ჩატარდა იმავე ძალზე, რომელზედაც მანამდე კორონაროგრაფია გაკეთდა აცეტილქოლინის ვენაში შეყვანით, რის გამოც საშულება ვეჭონდა შეგვედარებინა აცეტილქოლინის ორივე გზით შეყვანის შედეგები. ვენაში შეყვანისაგან განსხვავებით, აცეტილქოლინის უშუალოდ აორტაში შეყვანა იწვევს ასისტოლიას შეყვანის დამთავრებისთანავე. გარდა ამისა, გამოირკვა, რომ ამ შემთხვევაში მიღებული იყო მარჯვენა გვირგვინოვანი არტერიის ლოკალური სპაზმი, რაც ნათლად აღინიშნა სერიოგრაფიაზე. ეს გარემოება შესაძლებელია გახდეს კორონაროგრამის არასწორი წაკითხვის მიზეზი და გვაფიქრებინოს ოკლუზიის არსებობა იქ, სადაც ის სინამდვილეში არ არსებობს.

ამრიგად, გამოირკვა, რომ აცეტილქოლინის შეყვანამ უშუალოდ გვირგვინოვანი არტერიების დაწყების არეში შესაძლებელია გამოიწვიოს არტერიული კედლის ტონუსის ზეცვლა, რის გამოც იგი, ჩვენი აზრით, მიუღებელი უნდა იყოს კლინიკურ პრაქტიკაში.

კორონაროგრამა საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ სისხლის მიმოქცევის მესამე წრის (კორონარული სისხლის მიმოქცევის) არტერიული განტოტების ტიპსა და ხასიათზე, არტერიების დიამეტრზე მის სხვადასხვა მონაკვეთში, კორონარული არტერიების პათოლოგიურ მდგომარეობაზე, ხოლო სერიული ანგიოგრამების გამოყენებისას — კორონარულ არტერიებში სისხლის მიმოქცევის სისწრაფეზე. გარდა ამისა, კორონაროგრამა ასახავს გულის მარცხენა და მარჯვენა ნაწილების ოდენობას, რომელთა განსაზღვრა ძნელი არ არის ანატომიური მონაცემებით. გვირგვინოვანი არტერიის დასწვრივი ტოტი შეესაბამება პარკუჭთა შუა და წინაგულთა შუა ძგიდეს, მაშინ როდესაც გვირგვინოვანი არტერიების შემომხვევი ტოტები შეესაბამება წინაგულ-პარკუჭთა შუა ღარის პროექციას.

კორონაროგრაფიის გამოყენების პერსპექტიულობა თანამედროვე კარდიოქირურგიის აქტუალური საკითხების ქრილში თავისთავად ცხადია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა  
 და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
 ინსტიტუტი ჰოსპიტალური  
 ქირურგიის კლინიკა

(რედაქციას მოუვიდა 28.9.1960)



კლინიკური მემორიალი

ზ. ზურაბაშვილი

## ლიეკოციტეზი გლიკოგენის შემულოვის საკითხისათვის შიზოფრენიისა და მისი თერაპიის დროს

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 8. 2. 1961)

გლიკოგენის არსებობა ხელს უწყობს დაჯანგვითი და სეკრეტორული პროცესების ნორმალურ სელას, ინარჩუნებს სისხლში შაქრის ფიზიოლოგიურ დონეს, კუნთებს გარკვეულ ენერგიას აძლევს და მონაწილეობას ღებულობს როგორც მეტაბოლური აგენტი. ამის გამო დიდი მნიშვნელობა აქვს გლიკოგენის შესწავლას არა მარტო ორგანოებში, არამედ სისხლშიაც. როგორც ცალკეული ავტორები აღნიშნავენ, გლიკოგენი არსებობს მხოლოდ ლეიკოციტებში, ერთროციტები მას არ შეიცავს. ხსენებული ფაქტის გამო ზოგიერთი ავტორი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ლეიკოციტების რიცხვსა და გლიკოგენს შორის შესაძლოა არსებობდეს გარკვეული პირდაპირი კავშირი. მაგრამ ა. გენკინას დაკვირვებები არ ადასტურებს კავშირის არსებობას.

სისხლში გლიკოგენის ქიმიური განსაზღვრა არ იძლევა გლიკოგენის დიფერენციულ განლაგებას სხვადასხვა ფორმიან ელემენტებში. სისხლში გლიკოგენის განაწილების პირობების შესწავლა შესაძლოა არა მარტო თვით სისხლში მისი განსაზღვრით, არამედ ფორმიან ელემენტებშიც.

უკანასკნელ წლებში ლეიკოციტთა ციტოქიმიის კვლევისადმი ინტერესის ზრდამ ხელი შეუწყო მეზენქიმიური ქსოვილის შესახებ ჩვენი ცოდნის გაღრმავებას და დაზუსტებას. გარემოებამ, როგორც აღნიშნავს გ. როსკინი, ხელი შეუწყო ციტოფიზიოლოგიისა და სისხლის უჯრედთა პათოლოგიის მნიშვნელოვანი საკითხების დაზუსტებას.

ნორმალურ სისხლში გლიკოგენის განაწილების საკითხს ეხება ა. შაბადაშის შრომა სათაურით: „სისხლის გლიკოგენი, როგორც დიფერენციული პემატოლოგიური ნიშანი“. ამ შრომაში აღნიშნულია, რომ სისხლის გლიკოგენი დაკავშირებულია უჯრედოვან ელემენტებთან და უჯრედის ყოველი ტიპისათვის დამახასიათებელია გლიკოგენის დაგროვების სპეციფიკური ფორმა და დონე.

ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლის მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ კლინიკური მასალა, სახელდობრ შიზოფრენიის 55 შემთხვევა. ამ მასალიდან 34 შემთხვევა წარმოადგენს მოგვიანებულ ე. წ. ფინალურ შემთხვევებს, 10 შემთხვევა ეკუთვნის კატატონიურ ფორმებს, ხოლო 11 შეადგენს ახალ შემთხვევებს; ამასთან ერთად ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლა შესწავლილია შიზოფრენ-

ნიის ინსულინთერაპიის დროს 15 შემთხვევაში, ასევე 15—15 შემთხვევაში შესწავლილია გლიკოგენის ცვლა შიზოფრენიის მკურნალობის დროს ნეიროტროპული და სტეროიდული პრეპარატების საშუალო დოზებით—მხედველობაში გვაქვს ამინაზინის, ტოფრანილის, ტესტოსტერონისა და ესტრონის მოქმედება. შიზოფრენიის ინსულინთერაპიის დროს ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში სისხლს ვიკვლევდით 6-ჯერ; ინსულინის შეყვანამდე, პრეშოკის სტადიაში, შოკის დროს, ცნობიერების გამოვლინებისას, შოკის ერთი და ორი საათის შემდგომ. ნეიროტროპული და სტეროიდული პრეპარატების მოქმედებისას სისხლი იკვლეოდა 4-ჯერ: პრეპარატის მიცემამდე, პრეპარატის მიცემის შემდგომ ნახევარი საათის, ერთი საათისა და ორი საათის გავლისას.

ინსულინთერაპიის დროს სისხლი გამოკვლეულია 90-ჯერ. ამინაზინის მოქმედებისას—60-ჯერ, ზოფრანილის მოქმედებისას—60-ჯერ, ტესტოსტერონის მოქმედებისას—60-ჯერ და ესტრონის მოქმედებისას—60-ჯერ; აგრეთვე შიზოფრენიის 55 შემთხვევაში სისხლი შესწავლილია თითოჯერ. კლინიკურ მასალაზე მთლიანად სისხლი შესწავლილია 385 შემთხვევაში.

ამასთან ერთად ავადმყოფებს და აგრეთვე ჯანმრთელებს ვუკვლევდით სისხლის ფორმულას. განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა ლეიკოციტების ფორმულას. ლეიკოციტების თვლას ვაწარმოებდით ბიურკერის კამერაში. მასალა იღებებოდა გიზა-რომანოვსკის მეთოდით. პარალელურად ვიკვლევდით სისხლში შაქრის შეცულობას ჰავენდორნ-იენსენის მეთოდის თანახმად.

სისხლში გლიკოგენის ცვლას ვსწავლობდით მიკროქიმიური რეაქციის საშუალებით შაბადაშის თანახმად (კალიუმის პერიოდატით დაჟანგვა და შეღებვა ფუქსინ-გოგირდოვანი მჟავით). წინასწარ ხდებოდა ფიქსაცია ნეიტრალური ნარევით.

კონტროლის მიზნით ვაწარმოებდით სისხლის დამუშავებას ამილაზით. ბირთვების შეღებვა წარმოებდა დამატებით სათანადო საღებავით (კარაჩის ჰემატოქსილინი).

ავადმყოფთა კვლევას ვაწარმოებდით ისე, რომ ტრავმა არ მიგვეყენებინა.

გამოკვლევული ავადმყოფები სომატურად ჯანმრთელნი არიან. ლეიკოციტების გლიკოგენით დატვირთვის ხარისხის დადგენას ვაწარმოებდით ფერადი ეფექტის მეთოდის საშუალებით. ეს მეთოდი ზუსტია და პრაქტიკულად გამართლებული. შეღებვის ხარისხის მიხედვით ლეიკოციტები 4 ჯგუფად იყოფა: 0 (უფერული, ნულოვანი, გლიკოგენი არ არსებობს, ს (მკრთალი-ვარდისფერი, გლიკოგენით სუსტად დატვირთული ლეიკოციტები, ე. ი. ერთი პლუსი), ზომიერი (ვარდისფერი-ზომიერად დატვირთული ლეიკოციტები, ე. ი. ორი პლუსი) და ი (მოწითალო იისფერი, ძლიერ ინტენსიურად დატვირთული ლეიკოციტები, ე. ი. სამი პლუსი). ლეიკოციტებში გლიკოგენის შეცულობის ხსენებული 4 ჯგუფი საკმაოდ ზუსტად ასახავს სისხლის ფორმიან ელემენტებში გლიკოგენის არსებობის რაოდენობრივ მხარეს.

უჯრედებს ვითვლიდით ასამდე, და ამასთან ერთად ყურადღება ექცეოდა ლეიკოციტების რაოდენობას მათი გლიკოგენით დატვირთვის მიხედვით.



გამოკვლევისას აღმოჩნდა, რომ ამ მხრივ ყველაზე მეტ ცვლილებებს განიცდის ლეიკოციტთა ნეიტროფილური ჯგუფი, ამიტომ ამ ჯგუფს ექცეოდა განსაკუთრებული ყურადღება.

საკონტროლო მასალის სათანადო შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ ნორმის პირობებში ადამიანის სისხლში ინტენსიურ და ნულოვან ლეიკოციტთა რიცხვი დიდი არ არის და იგი წარმოდგენილია ერთეულებით, ხოლო ინტენსიურთა რიცხვის შეფარდება ნულოვან ლეიკოციტების რიცხვთან, როგორც გლიკოგენის შეცულობის აბსოლუტური კოეფიციენტი, ჩვეულებრივ ნულს უდრის ან ერთზე მცირეა. ხსენებული გარემოება იძლევა შესაძლებლობას შევისწავლოთ ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლის დინამიკა სხვადასხვა ავადმყოფურ მდგომარეობათა დროს.

მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შიზოფრენიის ყველა შემთხვევაში (მოგვიანებული შემთხვევები, კატატონური ფორმები, ახალი ფორმები) ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლა გარკვეულ ძვრებს განიცდის და ამ ცვლის მაჩვენებლებიც განიცდის გარკვეულ გადახრას ნორმიდან.

განსაკუთრებული პათოქიმიური ძვრები შესაჩვენებია ინტენსიურ და ნულოვან ლეიკოციტებში. ცხადია, უკანასკნელი ორი ჯგუფის რიცხობრივი დინამიკა გარკვეულ შეგავლენას ახდენს ზონიერად და სუსტად დატვირთულ ლეიკოციტთა რიცხვზე.

გლიკოგენის ცვლის განსაკუთრებული თავისებურებანი ნათლად შეიძლება დავინახოთ, თუ ავიღებთ რიცხობრივ მაჩვენებელთა საშუალო არითმეტიკულ მონაცემებს.

ჩვენ მიერ ნახულია, რომ შიზოფრენიის ნოვოინფულ შემთხვევებში ინტენსიურ ნეიტროფილთა საშუალო არითმეტიკული მაჩვენებლები შეადგენს 38-ს, კატატონიის შემთხვევებში—60-ს, ხოლო შიზოფრენიის ახალ შემთხვევებში—58-ს, საინტერესოა აქვე აღინიშნოს, რომ შიზოფრენიის ყველა დასახელებული სამი ჯგუფის შემთხვევებში ნულოვან ლეიკოციტთა საშუალო არითმეტიკული მაჩვენებელი წარმოდგენილია ციფრით 3.

აღნიშნულ სამ ფორმას შორის დინამიკური განსხვავება უფრო თვალსაჩინო გახდება, თუ ავიღებთ შეფარდებას ინტენსიურ ლეიკოციტთა საშუალო არითმეტიკული მაჩვენებლისას ნულოვან ლეიკოციტთა რიცხვთან. ხსენებული შეფარდება, როგორც თავისებურების აბსოლუტური მაჩვენებელი, შიზოფრენიის მოგვიანებული ფორმისათვის შეადგენს დაახლოებით—13-ს (38:3), კატატონიური ფორმებისათვის—29-ს (60:3), ხოლო ახალი ფორმებისათვის—19-ს (58:3).

შიზოფრენიის სხვადასხვა კლინიკური ფორმებისას ადგილი აქვს მსგავს ლეიკოციტურ რეაქციებს. როგორც ვხედავთ, თეთრი სისხლის მხრივ სპეციფიკური რეაქციის არსებობა არ დასტურდება. საჭიროა მხოლოდ აღინიშნოს, რომ კატატონიის ახასიათებს ლეიკოციტთა დაბალი ციფრები, ხოლო შიზოფრენიის ახალი ფორმების დროს ლეიკოციტთა რიცხვი საკმაოდ მაღალია.

მასალა გვიჩვენებს, რომ ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლა კულმინაციურ ძვრებს განიცდის შოკის სტადიაში, როდესაც ქერქული დაცვივი შეკავება





და მის მიერ გამოწვეული ქერქვეშა დადებითი ინდუქცია მაქსიმალურ დანახვას აღწევს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. შოკის დროს არსებული ინტენსიურ ნეიტროფილთა მაღალი ბალანსი შემდგომ საგრძნობლად იხარჯება და-ჟანგვითი, ნივთიერებათა ცვლის პროცესების გაძლიერების გამო.

თეორიულად და პრაქტიკულად განსაკუთრებით საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლა არ იწყობება პირდაპირ დამოკიდებულებაში სისხლის პლაზმაში არსებული შაქრის რაოდენობასთან.

ლეიკოციტებში გლიკოგენის ცვლა გარკვეულ ძვრებს განიცდის აგრეთვე ნეიროტროპულ ნივთიერებათა ამინაზინისა და ტოფრანილის საშუალო დოზების (50 მგ) მოქმედებისას. უნდა აღინიშნოს, რომ ამინაზინი, რომელიც წარმოადგენს ფარმაკოდინამიკურად ქერქვეშა ნივთიერებას, უფრო ძლიერ მოქმედებს იჩენს, ვიდრე ტოფრანილი, რომელიც ცნობილია თავისი ქერქული ეფექტით.

ამინაზინის მოქმედებისას საგრძნობლად ეცემა ინტენსიურ ნეიტროფილთა რაოდენობა, მცირდება ზომიერთა რიცხვი, გარკვეულად იზრდება სუსტთა რიცხვი და ეცემა ნულოვანთა რაოდენობა: ამასთან ერთად ამინაზინის მოქმედების ორი საათის შემდგომ შიზოფრენის დროს გლიკოგენის პროფილი კი არ უზრუნდება საწყის მდგომარეობას, არამედ ადგილი აქვს პროცენტულ შეფარდებათა გამოსწორებას და მდგომარეობა უახლოვდება ნორმისათვის დამახასიათებელ საკონტროლო მონაცემებს.

შიზოფრენიის შემთხვევებში ამინაზინის მოქმედების დროს სისხლის შაქრის რიცხობრივი მაჩვენებლები და გლიკოგენით დატვირთვის რიცხობრივი მაჩვენებლები პარალელურად როდი მიდის.

შიზოფრენიის დროს ტოფრანილის მოქმედებისას ადგილი აქვს გლიკოგენის ცვლის რიცხობრივ მაჩვენებელთა გარკვეულ გამოსწორებას, მაგრამ ამინაზინიდან განსხვავებით, 2 საათის შემდგომ ტოფრანილი არ იძლევა მდგომარეობის ნორმალიზაციას. ამინაზინისაგან განსხვავდება აგრეთვე იმით, რომ ტოფრანილი იძლევა მხოლოდ ინტენსიურ ნეიტროფილთა რიცხობრივი მაჩვენებლების მუდმივ შემცირებას, ხოლო ზომიერი და სუსტი ნეიტროფილთა რიცხვები გარკვეულ მომატებას განიცდის; ნულოვან მაჩვენებლებში კი ამ მხრივ რაიმე ცვლილებებს ადგილი არ აქვს.

ტოფრანილის მოქმედებისას აგრეთვე აღინიშნება ლეიკოციტთა რაოდენობის გაზრდა და შაქრის მრუდის ძემკირება, მაგრამ ამინაზინთან შედარებით ხსენებული ეფექტი ძლიერ სუსტადაა წარმოდგენილი.

თანამად თანამედროვე ფსიქოფარმაკოლოგიის მონაცემებისა, ნეიროტროპულ ნივთიერებებთან დარწმუნებულად დღიურ ახლო დგას სტეროიდული ჰორმონები. ამიტომ ინტერესს მოკლებული არ არის შიზოფრენიის დროს ლეიკოციტებში ნახშირწყლების ცვლის შესწავლა ტესტოსტერონისა და ესტრონის მოქმედების შემდეგ. განსაკუთრებით თვალსაჩინოა სტეროიდული ჰორმონების გავლენა ინტენსიურ და ზომიერ ნეიტროფილებზე. უნდა აღინიშნოს, რომ სტეროიდული ჰორმონების მოქმედება არ არის თანამსგავსა. ესტრონის



მოქმედებისას უკვე ნახევარი საათის შემდეგ იზრდება ინტენსიურად მიერ ნეიტროფილთა რაოდენობა (ამ დროს აღინიშნება სუსტ და ნულოვან ნეიტროფილთა სტაბილიზაცია), ერთი საათის შემდეგ მდგომარეობა უბრუნდება გამოსავალ დონეს, ხოლო ორი საათის გავლისას ჩნდება ახალი ტალღა. ტესტოსტერონის დროს აღნიშნული ძვრები უფრო სუსტად არის წარმოდგენილი.

სტეროიდული ჰორმონების მოქმედებისას შაქრის მრუდი და ლეიკოციტთა რაოდენობა მხოლოდ უმნიშვნელო ძვრებს განიცდის.

### დასკვნები

1. ინსულინთერაპიის, ჰორმონული სტეროიდული თერაპიისა და აგრეთვე ნეიროტროპული ნივთიერებებით მკურნალობისას (ამინაზინით, ტოფრანილით) ლეიკოციტებში აღვილი აქვს ნახშირწყლოვანი ცვლის პათოლოგიურ ძვრებს. ამ დროს საგრძნობლად მატულობს ინტენსიურ ნეიტროფილთა რაოდენობა და აგრეთვე იზრდება ნულოვანი უჯრედების რაოდენობა; ეს გარემოება განსაზღვრავს ინტენსიურ და ნულოვან ნეიტროფილთა შეფარდების თავისებურებას. უკანასკნელი გარემოება მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული საერთოდ ლეიკოციტებში ნახშირწყლოვანი ცვლის კვლევისას პათოლოგიის პირობებში. წარმოდგენილი დებულება მიუთითებს იმაზე, რომ დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰისტოქიმიურ მეთოდს.
2. ლეიკოციტებში ნახშირწყლოვანი ცვლა განიცდის საგრძნობ ძვრებს შიზოფრენიული პროცესის ხანდაზმულობის (მოგვიანებული შემთხვევები), ფორმის (კატატონიური სინდრომები) და სტადიის (ახალი ფორმები) მიხედვით. როდესაც ავადმყოფურ პროცესი მოკლებულია სიმწვავეს და მკვეთრ ვეგეტატიურ რეაქციებს, ინტენსიურ ნეიტროფილთა რიცხვი საგრძნობლად მცირეა, ვიდრე კატატონიური და ახალი ფორმების დროს.
3. ლეიკოციტებში ნახშირწყლოვანი ცვლის დინამიკური ძვრები განსაზღვრება დაცვითი შეკავების ხარისხით და ქერქქვეშა სისტემების ინდექსური ურთიერთგავლენით.
4. შიზოფრენიისა და მისი თერაპიის დროს არ არსებობს პირდაპირი პარალელიზმი ლეიკოციტებში ნახშირწყლოვანი ცვლის თავისებურებათა და შაქრის მრუდის თავისებურებათა შორის.
5. შიზოფრენიის ინსულინთერაპიის დროს ჰიპოგლუკემიის სტადიებს თან სდევს დამახასიათებელი ძვრები ნეიტროფილების გლიკოგენით დატვირთვის ხარისხის მხრივ. უკანასკნელ გარემოებას თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს კლინიკური გამოვლინების დროს გლიკოგენის ცვლის შესწავლის საქმეში.
6. ნეიროტროპული ნივთიერებანი (ამინაზინი, ტოფრანილი) და სტეროიდული ჰორმონები (ტესტოსტერონი, ესტრონი) ლეიკოციტებში იძლევა

გარკვეულ ძვრებს გლიკოგენის ცვლის მხრივ. უნდა აღინიშნოს, რომ ხსენებული ძვრები უფრო მკვეთრად და წარმოდგენილი ნეიროტროპულ საშუალებათა მოქმედებისას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ა. ნათიშვილის სახელობის ექსპერიმენტული  
მორფოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8. 2. 1961)



დ. კაკიაშვილი

## მოხუცთა გულის ტონების ხანგრძლივობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. ჩიჭოვანმა 15.5.1960)

მოხუცთა გულის ტონუსის სურათი ნაკლებადაა შესწავლილი. დღემდე არ არსებობს ნათელი და დამაჯერებელი მონაცემები ტონის ხანგრძლივობისა და ამპლიტუდის შესახებ 50 წელს გადაცილებულ პირებში.

ლუიზადის [1] მონაცემებით, 10 წლის ასაკამდე პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა 0,12 წამს უდრის. ხოლო 60 წლის ასაკისათვის იგი 0,149 წამამდე იზრდება. არავეანისმა და ჰარისმა [2] აღმოაჩინეს, რომ 60 წლის ასაკის პირებში პირველი ტონი 0,182 წამი გრძელდება, ხოლო ასაკის მატებასთან დაკავშირებით ტონის ხანგრძლივობა მცირდება და 90-108 წლისათვის იგი 0,158 წამს უდრის.

ზემოაღნიშნულის გამოსაკვლევად ფონოკარდიოგრაფიულად შევისწავლეთ 80 წელს გადაცილებული 67 კაცი მათი ჯანმრთელობისგან დამოუკიდებლად. ფონოკარდიოგრაფიული გამოკვლევა ტარდებოდა ორარხიან აპარატზე Officine Galileo. ფონოკარდიოგრაფის ჩაწერა ხდებოდა სინქრონულად ელექტროკარდიოგრაფიასთან ერთად. გამოყენებული მიკროფონი პიეზოელექტრონული კრისტალით საშუალებას იძლეოდა გულის ბგერების ჩაწერა გვეწარმოებინა 50-დან 1000-მდე ჰერცის დიაპაზონში.

ფონოკარდიოგრაფიული გამოკვლევა ხდებოდა სუნთქვის შეჩერების ფაზაში ოთხი წერტილიდან: გულის მწვერვალზე, მეოთხე ნეკნის მკერდის ძვალთან მიმაგრების ადგილას მარცხნიდან, მკერდის ძვლიდან მეორე ნეკნთაშორისში მარცხნივ და მეორე ნეკნთაშორისში მკერდის ძვლიდან მარჯვნივ.

გამოკვლეულ პირთა განაწილება ასაკისა და სქესის მიხედვით მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

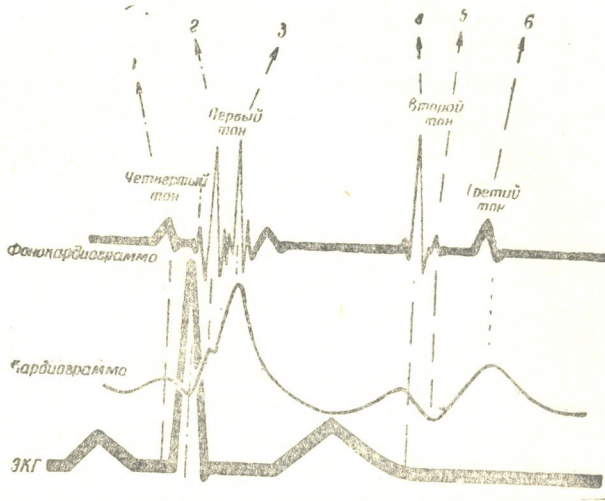
ასაკი	საერთო რაოდენობა	%/0	მამაკაცები	%/0	ქალები	%/0
80—89	54	80	40	74	14	26
90—99	11	17	5	45	6	55
100—109	1	1,5	—	—	1	—
110 წელს ზევით	1	1,5	1	—	—	—
სულ	67	—	46	—	21	—

1 ცხრილი გვიჩვენებს, რომ გამოკვლეულ პირთა უმეტესობა მამაკაცებია (68%), ხოლო უმცირესობა (32%)—ქალები. 1 ცხრილიდან აგრეთვე ჩანს, რომ გამოკვლეულთა ძირითად მასას წარმოადგენენ მოხუცებულები 80—89 წლის ასაკში (80%), 17%-ს შეადგენენ 90—99 წლის ასაკის მოხუცები და მხოლოდ 3%-ს—მოხუცები 100 წლის ასაკს ზევით.



ცნობილია, რომ ჯანმრთელი გულის ფონოკარდიოგრამა შედგება მთავარი ტონისაგან (სურ. 1).

პირველი ტონი დაკავშირებულია რთულ კუნთ-სარქველოვან მექანიზმთან, რაც განაპირობებს მის შემადგენელ იმპულსთა მრავალფეროვნებას. პირველ ტონში სამ ძირითად ნაწილს (ფაზისა ან კომპონენტისა) განასხვავებენ. დასაწყისი ფაზა მცირე ამპლიტუდის იმპულსებისაგან შედგება; შემდეგ აღინიშნება ტონის მთავარი ნაწილი—ცენტრალური ფაზა. იგი შედგება მაღალი რხევებისაგან, რომლებიც სარქველთა აქტივობითაა განპირობებული: დახურვა



სურ. 1. ფონოკარდიოგრამის სქემა სინქრონულად ჩაწერილი კარდიოგრამასა და ელექტროკარდიოგრამასთან ერთად (ლუიზადის მიხედვით [1], 1—წინაგულისეული (მეოახე) ტონი; 2—ატრიოვენტრიკულარული სარქველების დახურვა; 3—ნახევარ მთვარისებრი სარქველების გაღება (პირველი ტონი); 4—ნახევარმთვარისებრი სარქველების დახურვა. 5—ანტიოვენტრიკულარული სარქველების გაღება (მეორე ტონი); 6—ჩქაოი ავსება (მესამე ტონი).

ჯერ ორსაგდულიანის, შემდეგ სამსაგდულიანის, ფილტვის არტერიისა და მოგვიანებით აორტის სარქველების გახსნით. პირველი ტონის ბოლო ფაზა განაპირობებულია ძარღვოვანი მოვლენებით. პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა 11-დან 20-მდე წლის ასაკში 0,16 წამს უდრის; 21 წლის ზევით—0,22 წამს [1].

მეორე ტონის კომპლექსში ასევე განასხვავებენ სამ ნაწილს. მეორე ტონის დასაწყისი ფაზა გრიგალისებური დენების შედეგად წარმოქმნილი დაბალი იმპულსებისაგან შედგება, რომლებიც წინ უსწრებენ სარქველების გაღებას. მეორე ტონის ცენტრალური ფაზა შედგება მაღალი რხევებისაგან, რომლებიც ნახევარმთვარისებურ სარქველთან დახურვითაა გაპირობებული (აორტისა, შემდეგ კი ფილტვის არტერიისა). მეორე ტონის ბოლო ფაზა იმპულსებისაგან შედგება, რომლებიც გაპირობებულია ნახევარ-მთვარისებური სარქველების ნარჩენი ვიბრაციით, სამსაგდულიანი და ორსაგდულიანი სარ-



ქველების გახსნით. მეორე ტონის მაქსიმალური ხანგრძლივობა 21—40 წლის ასაკში 0,16 წამს უდრის [1].

მესამე ტონი ერთი ან ორი მცირე, დაბალი იმპულსისაგან შედგება. მის წარმოშობას უკავშირებენ სწრაფ პასიურ ავსებას.

მესამე ტონი უვლინდებათ ბავშვებსა და მოზარდებს და თხელკედლიან, ბრტყელი გულმკერდის მქონე პირებს.

მეოთხე ტონი წინა გულის შეკუმშვის დროს პარკუჭების აქტიური ავსებისას აღინიშნება. იგი შედგება ერთი ან ორი მცირე დაბალი იმპულსისაგან.

პირველი ტონის პირველი ფაზის ხანგრძლივობა გამოკვლეულ პირებს გამოუვლინდათ 0,01 წამიდან 0,06 წამამდე. გამოკვლეულთა რაოდენობა პირველი ტონის დაწყებითი კომპონენტის სხვადასხვა ხანგრძლივობით წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში, რომელშიც მჟღავნდება, რომ 80 წლის ასაკის ზევით (71,6%) ჭარბობს პირველი ტონის ხანგრძლივობა, რომელიც 0,02—0,03 წამს უდრის.

ცხრილი 2

ხანგრძლივობა პირველი ტონის საწყისი კომპონენტისა (ფაზის) გამოკვლეული ჯგუფის პირებში

პირველი ტონის ფაზის საწყისი კომპონენტის ხანგრძლივობა	1 ჯგუფი (80—89 წ.)	2 ჯგუფი (90—99 წ.)	100 წლის ზევით	სულ	%/0
0,01 წამი	3	3	I	7	10,4
0,02 „	19	3	I	23	34,3
0,03 „	22	3	—	25	37,3
0,04 „	4	I	—	5	7,4
0,05 „	4	I	—	5	7,4
0,06 „	2	—	—	2	3,2
ს უ ლ	54	11	2	67	100

ცხრილი 3

პირველი ტონის ცენტრალური ფაზის ხანგრძლივობა გამოკვლეულ მოხუცებში

პირველი ტონის ცენტრ. ფაზის ხანგრძლივობით	80-დან 89 წლამდე	90-დან 99 წლამდე	100 წლის ზევით	ს უ ლ	%/0
0,04	14	3	I	18	27
0,05	12	3	I	16	24
0,06	16	1	—	17	25
0,07	4	2	—	6	9
0,08	3	I	—	4	6
0,09	3	—	—	3	4,5
0,10	2	I	—	3	4,5
0,11	—	—	—	—	—
ს უ ლ	54	11	2	67	100



80 წელს გადაცილებულ გამოკვლეულ პირთა პირველი ტონის ცენტრალური ფაზის ხანგრძლივობა გამოძღვანდა, როგორც 0,04-დან 0,11-მდე წამის ტოლი. მე-3 ცხრილში ნაჩვენებია გამოკვლეულთა განაწილება პირველი ტონის ცენტრალური ფაზის სხვადასხვა ხანგრძლივობის მიხედვით.

მე-3 ცხრილი გვიჩვენებს, რომ გამოკვლეულ პირთა უმეტესობაში პირველი ტონის ცენტრალური ფაზის ხანგრძლივობა 0,04—0,06 წამს უდრის.

ჩვენ მიერ გამოკვლეულ მოხუცებში პირველი ტონის ბოლო ფაზის ხანგრძლივობა 0,02-დან 0,07-მდე წამს უდრიდა, რაც წარმოდგენილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

პირველი ტონის ბოლო ფაზის ხანგრძლივობა წამობით	პირველი ჯგუფი (80—89 წ.)	მეორე ჯგუფი (90—99 წწ.)	100 წლის ხევით	ს უ ლ	%/0
0,01	1	—	—	1	1,5
0,02	2	1	—	3	4,5
0,03	2	2	1	5	7,5
0,04	10	3	1	14	21
0,05	15	1	—	16	23,5
0,06	12	2	—	14	21
0,07	12	2	—	14	21
სულ	54	11	2	67	100

პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ პირებში 0,12-დან 0,2 წამამდე უდრიდა. პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობის მიხედვით გამოკვლეულთა განაწილება წარმოდგენილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა გამოკვლეულ მოხუცებში

პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა წამობით	პირველი ჯგუფი (80—89 წ.)	მეორე ჯგუფი (90—99 წ.)	100 წლის ხევით	ს უ ლ	%/0
0,12	—	—	1	1	1,5
0,13	1	—	—	1	1,5
0,14	6	2	—	8	12
0,15	18	4	1	22	33
0,19	12	3	—	15	22
0,17	8	2	1	11	16,5
0,18	6	—	—	6	9
0,19	2	—	—	2	3
0,20	1	—	—	1	1,5
სულ	54	11	2	67	100

მე-5 ცხრილი გვიჩვენებს, რომ პირველი ტონის ხანგრძლივობა უმეტესად (71,5%/0) 0,15—0,17 წამს უდრის.

ეს მონაცემები ხაზს უსვამენ იმ გარემოებას, რომ ჩვენ მიერ გამოკვლეულ 80 წელს გადაცილებულ მოხუცებში პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობის გაზრდა არ იღინიწნება. ჩვენი გამოკვლევები ეთანხმებიან არავანისისა და ჰარისის მონაცემებს, რომელთა დაკვირვების მიხედვით პირველი ტონის



ხანგრძლივობა 70—79 წლის პირებში 0,174 წამს უდრის, 80—89 წლის ში—0.168 წამს და 90—103 წლის ასაკში—0,158 წამს.

მეორე ტონისა და მის ცალკეულ ფაზათა საერთო ხანგრძლივობა წარმოდგენილია მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

მეორე ტონისა და მის შემადგენელ ფაზათა საერთო ხანგრძლივობა მოხუცებში

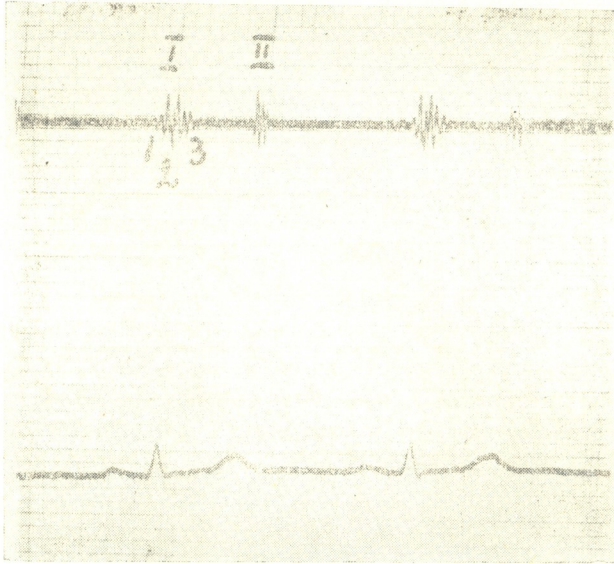
	II ტონის საერთო ხანგრძლივობა		II ტონის საწყისი ფაზის ხანგრძლივობა		II ტონის ცენტრალური ფაზის ხანგრძლივობა					II ტონის ბოლო ფაზის ხანგრძლივობა									
	0,08	0,09	0,10	0,15	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
I ჯგუფი. გამოკლებული რაოდენობა .	2	10	35	7	27	10	14	3	14	22	7	4	5	2	1	11	10	25	7
%/0 . . . . .	3,8	18,2	65	13	50	18,5	26	5,5	26	40,8	13	7,4	9	3,8	1,9	20,4	18,5	46	13,2
II ჯგუფი. გამოკლებული რაოდენობა .	2	7	2	—	6	3	2	—	3	5	2	1	—	—	—	2	2	4	2
% % . . . . .	18	6,4	18	—	55	27	18	—	27	46	18	9	—	—	9	18	18	36	18
100 წლის ზევით გამოკლებული რაოდენობა . . . . .	1	1	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები ეთანხმებიან არაგინისა და ჰარისის მონაცემებს, რომელთა მიხედვითაც 80—89 წლის ასაკის პირებში მეორე



ტონის ხანგრძლივობა 0,102 წამს უდრის, ხოლო 90-108 წლის ასაკში 0,094 წამს უდრდა.

ზემოთქმულის საილუსტრაციოდ შეიძლება გამოდგეს 80 წლის ქალზე (ზ. კ.) ჩატარებული დაკვირვება. როგორც ნახ. 2-ზე წარმოდგენილი ელექტროკარდიოგრამასთან ერთდროულად ჩაწერილი ფონოკარდიოგრამიდან ჩანს, პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა 0,15 წამს უდრის, ხოლო მეორისა—0,09 წამს.



ნახ. 2. ელექტროკარდიოგრამა და ფონოკარდიოგრამა 80 წლის ქალისა (ზ. კ.) გულის წვერის მიდამოსი: I—პირველი ტონი, II—მეორე ტონი (1—დასაწყისი, 2—ცენტრალური და 3—ტონის ბოლო ფაზა)

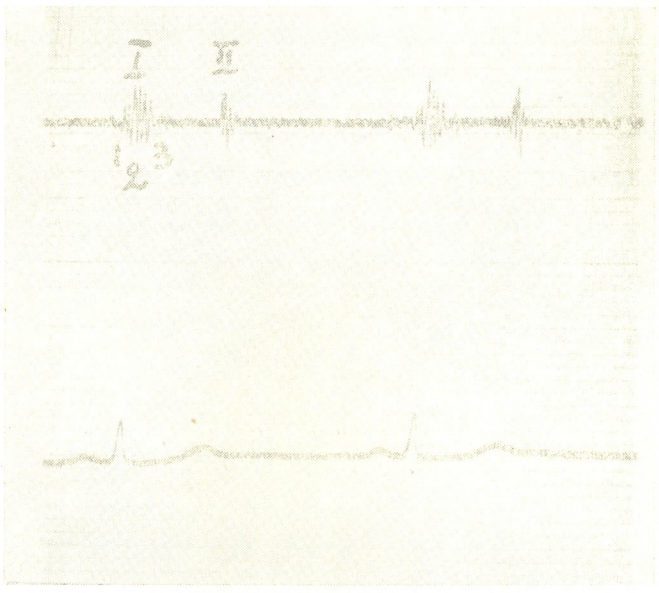
საილუსტრაციოდ აგრეთვე შეიძლება გამოდგეს 90 წლის ქალზე—ნ. მ.-ზე ჩატარებული დაკვირვება. როგორც ნახ. 3-ზე წარმოდგენილი გულის წვერის მიდამოს ფონოგრამიდან ჩანს, რაც ჩაწერილია სინქრონულად ელექტროკარდიოგრამასთან ერთად, პირველი ტონის საერთო ხანგრძლივობა 0,14 წამს უდრის, ხოლო მეორისა—0,08 წამს.

ამგვარად, წარმოდგენილი დაკვირვებიდან გამომდინარეობს, რომ მოხუცებში აღინიშნება რამდენადმე შემცირება როგორც პირველი ტონის საერთო კომპლექსის ხანგრძლივობისა, ასევე მისი ცალკეული ფაზებისა.

მოყვანილ მონაცემთა ანალიზი საფუძველს იძლევა ჩავთვალოთ, რომ პირველი ტონის საერთო კომპლექსის ხანგრძლივობა 80 წელს გადაცილ-



ბულ პირებში წამის 15-16 მესედ ნაწილს უდრის, მეორე ტონის ხანგრძლივობა კი 0,09-0,1 წამს შეადგენს.



ნახ. 3. ფონოკარდიოგრამა და ელექტროკარდიოგრამა 90 წლის ქალისა, ნ. მ.-სა: I—პირველი ტონი, II—მეორე ტონი (1—საწყისი, 2—ცენტრალური და 3—ტონის ბოლო ფაზა)

ერთგვარი მერყეობა როგორც ტონის დამოკლების, ისე მისი გაგრძელებისაკენ უნდა აიხსნას იმ თავისებურებებით, რომლებიც ყველა ასაკობრივ ჯგუფს გააჩნია.

სოხუმის ქალაქის საავადმყოფო

(რედაქციას მოუვიდა 15.5.1960)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. A. A. Luisad a. C. Aravanis. Mad. elin. N. amar. 41, 1, 1957, 235—267.
2. C. Aravanis, R. Harris. The normal phonocardiogram of the aged. Diseases. chest, 33, № 2, 1958.

ენათმეცნიერება

ალ. მაჰომეძე

პირისა და ჩვენებით ნაცვალსახელთა ბრუნება  
ტაბასარანულში<sup>(1)</sup>

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქობავამ 7.2.1961)

ნაცვალსახელთა ბრუნებას ტაბასარანულ ენაში მოეპოვება რიგი თავისებურებანი, რითაც იგი განსხვავდება არსებითი სახელების ბრუნებისაგან.

პირის ნაცვალსახელები იბრუნვიან ასე:

ჩრდილოური დიალექტი (სოფ. ხანაღის კილოკავი)

სახ. იზუ „მე“,	იჟუ „შენ“,	იხუ „ჩვენ“ (ინკლ.),	იჟუ (ექსკლ.),	იჩუ „თქვენ“
ერგ. იზუ	იჟუ	იხუ	იჟუ	იჩუ
ნათ. ძაზ	ძაჟ	იხ	იჩ	იჩ
მიც. იზუ-ზ	იჟუ-ზ	იხუ-ზ	იჟუ-ზ	იჩუ-ზ

სამხრული დიალექტი (სოფ. ხივის კილოკავი)

სახ. უზუ „მე“,	უჟუ „შენ“,	უხუ „ჩვენ“ (ინკლ.),	უჟუ (ექსკლ.),	უჩუ „თქვენ“
ერგ. უზუ	უჟუ	უხუ	უჟუ	უჩუ
ნათ. ძიზ	ძაჟ	იხ	იჩ	უჩ
მიც. უზუ-ზ	უჟუ-ზ	უხუ-ზ	უჟუ-ზ	უჩუ-ზ

პირის ნაცვალსახელებს ტაბასარანულში არა აქვთ ერგატივის საკუთარი ფორმა, განსხვავებული სახელობითი ბრუნვისაგან. სახელობითი ბრუნვა ერგატივის ფუნქციასაც ასრულებს („სახელობით-ერგატიულ“ ბრუნვას წარმოადგენს).

ტაბასარანულ ენაში არსებითი სახელები იბრუნვიან „ორფუძიანობის პრინციპით“, — ირიბი ბრუნვების ფუძე დამყარებულია ერგატივზე; ხოლო პირის ნაცვალსახელებში, სადაც არაა წარმოდგენილი ერგატივის საკუთარი ფორმა, „ორფუძიანობის პრინციპის“ ნაცვლად, ბუნებრივია, მოქმედებს „ერთფუძიანობის პრინციპი“: „სახელობით-ერგატიული“ ბრუნვა წარმოდგენილია ირიბი ბრუნვების ფუძეში. მიცემითი ბრუნვა იწარმოება „სახელობით-ერგატიული“ ბრუნვისაგან — ფლექსიის დართვით, რომელიც მიცემითი ბრუნვის ზოგადი ფორმანტია ტაბასარანული ენის სახელთა ბრუნების სისტემაში.

თავისებურია ნათესაობითი ბრუნვის ფორმა; მას არ გააჩნია ბრუნვის ფორმანტი, მაგრამ მხოლოდობითი რიცხვის ფორმებში წარმოდგენილია თავსართი **ჲ**, რომელიც სხვა ბრუნვებში არ გვხვდება.

(<sup>1</sup> წაკითხულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის მთის იბერიულ-კავკასიურ ენათა განყოფილების საჯარო სხდომაზე 31.1.1961.





თვით პირის ნაცვალსახელთა ფორმებს ტაბასარანულში, სხვა ენებში ური ენებისაგან განსხვავებით, სიტყვის თავში აქვთ ი ან უ ხმოვანი. მას აკად. ი. ჯავახიშვილი მიიჩნევს გრამატიკული კლასის ნიშნების ნაშთად, რომელიც უნდა ჰქონოდათ პირის ნაცვალსახელებს დადესტინის ენებში [1]. ამავე დროს, ზუ („მე“) პირის ნაცვალსახელს უდურში აქვს ნათესაობით ბრუნვაში ფორმა ბეზი, სადაც ბე- პრეფიქსი გაქვევებული ნიშანია III კლასისა ([1], გვ. 551).

ავლებს რა პარალელს არჩიბულ ენასთან, სადაც ნათესაობითი ბრუნვის I პირის ფორმები იცვლებიან გრამატიკული კლასების მიხედვით, აკად. ი. ჯავახიშვილი დაასკვნის, რომ ნათესაობით ბრუნვაში „...წინათ მასაც [უდურ ენასაც], არჭულის მსგავსად ოთხივე სქესკ ფორმა ექმნებოდა“ ([1], გვ. 552).

თუ გავითვალისწინებთ არჩიბულში გრამატიკული კლასების მიხედვით ცვლებად ნათესაობით ბრუნვას და აგრეთვე გაქვევებულ კლასისნიშნის ნათესაობით ბრუნვას უდურში, უნდა ვიფიქროთ, რომ კლასისნიშნის ნათესაობითი ბრუნვა უნდა ყოფილიყო ტაბასარანულშიც. პრეფიქსი ჰ, რომელიც გვაქვს ნათესაობითი ბრუნვის მხ. რიცხვის I და II პირის ფორმებში, წარმოადგენს გაქვევებულ კლასის ნიშანს, რომელიც მიუთითებს საზღვრულის გრამატიკულ კლასზე.

არჩიბულ და ანდიურ ენებში, სადაც ნათესაობითი იცვლება გრამატიკული კლასების მიხედვით (არჩიბულში—I პირში, ანდიურში—I და II პირში), გრამატიკული კლასის ექსპონენტი, რომელიც წარმოადგენილია ნათესაობითის ფორმაში, გამოხატავს სწორედ საზღვრულის გრამატიკულ კლასს.

არჩიბული ენა, ზონ „მე“

ჟ-ის აბთუ „ჩემი მამა“,

დ-ის ეთაურ „ჩემი დედა“,

ბ-ის ნოშ „ჩემი ცხენი“,

ის ბიშ „ჩემი ხბო“ ([2], გვ. 35).

ანდიური ენა, დინ „მე“

დი-ჟ იმა „ჩემი მამა“,

დი-ჰ ილა „ჩემი დედა“,

დი-ბ კოთუ „ჩემი ცხენი“,

დი-რ ჰაყუ „ჩემი სახლი“ ([3], გვ. 38).

ხუნძურში ნათესაობითში გრამატიკული კლასები ამჟამად არ გაირჩევა: დი-რ ვაც / ააც / ჩუ / რუყ „ჩემი ძმა / და / ცხენი / სახლი“ ([4], გვ. 46).

მაგრამ ისტორიულად ხუნძურში ნათესაობით ბრუნვაში გრამატიკული კლასები გაირჩეოდა ანდიურის ანალოგიურად. ამჟამად ნათესაობითის ფორმაში (დი-რ „ჩემი“) დადასტურებული რ წარმოადგენს IV გრამატიკული კლასის გაქვევებულ ნიშანს [4].

ხუნძურის ანალოგიურად ტაბასარანული ენის ნათესაობით ბრუნვაში გაქვევებულია გრამატიკული კლასის ნიშანი ჰ (←რ).

განსხვავება ნათესაობით ბრუნვაში არჩიბულ და ტაბასარანულ ენებს შორის პრინციპში მსგავსია ანდიურ და ხუნძურ ენათა განსხვავებისა ნათესაობითში: ცვლებადი კლასის ნიშანი წარმოადგენილია არჩიბულ და ანდიურ ენებში, გაქვევებული კლასის ნიშანი წარმოადგენილია ტაბასარანულ და ხუნძურ ენებში. პრინციპული განსხვავება კლასური ნათესაობითის წარმოების

თვალსაზრისით ერთი მხრივ არჩიბულ და ტაბასარანულ ენებსა და მეორე მხრივ ანდიურსა და ხუნძურ ენებს შორის მდგომარეობს გრამატიკული კლასების ნიშანთა პრეფიქსაციაში და სუფიქსაციაში: პირველ შემთხვევაში გვაქვს პრეფიქსაცია, მეორე შემთხვევაში კი სუფიქსაცია. არჩიბულ და ტაბასარანულ ენებში წარმოდგენილია უფრო ძველი ვითარება: იბერიულ-კავკასიურ ენებში, როგორც ცნობილია, პრეფიქსაცია უსწრებს სუფიქსაციას [5].

თვით ტაბასარანული ენის პირთა ნაცვალსახელების ნათესაობითი ბრუნვის ფორმაში ბრუნვის დაბოლოება დაკარგულია. შდრ. წახურულის პირის ნაცვალსახელთა ნათესაობითი ბრუნვის ფორმა IV კლასისათვის აიზენ (ზე „მე“) [6], რომლის მსგავსი ფორმა წარმოდგენილი უნდა ყოფილიყო ტაბასარანულში ნათესაობითი ბრუნვის დაბოლოების დაკარგვამდე.

დამახასიათებელია, რომ ლეზგიური ენის პირთა ნაცვალსახელების ნათესაობითი ბრუნვის ფორმებში პ. უსლარს ბრუნვის დაბოლოება ნ ჩასმული აქვს ფრჩხილებში, როგორც ფაქულტატიური: ზი(ნ)—ნათ. ბრ. ზუნ „მე“-საგან; ჩი(ნ)—ნათ. ბრ. ჩუნ „ჩვენ“-საგან და ა. შ. [7].

აღუღურ ენაშიც პირთა ნაცვალსახელებმა ნათესაობით ბრუნვაში დაკარგეს ბრუნვის დაბოლოება, ტაბასარანულის მსგავსად, ამავე დროს, ტაბასარანულისაგან განსხვავებით, არაა შემონახული პრეფიქსული ნაწილი.

სახ.-ერგ. ზუნ „მე“, ჟუნ „შენ“, ხინ „ჩვენ“ (ინკ.), ჩინ (ექსკ.), ჩუნ „თქვენ“  
 ნათ. ბრ. ზე ჟე ხე ჩე ჩჟე  
 შდრ. მიც. ზი-ს ჟა-ს ხე-ს ჩა-ს ჩჟა-ს

მაგრამ აღუღურის ზოგ კილოკავში წარმოდგენილია ნათესაობითი ბრუნვის ფორმები, რომელთაც მხ. რიცხვში, ტაბასარანული ენის მსგავსად, შემონახული აქვს გაქვევებული კლასის ნიშანი ა.

სახ.-ერგ. ზუნ „მე“, ჟუნ „შენ“, შინ „ჩვენ“ (ინკ.), ჩინ (ექსკ.), ქუნ „თქვენ“  
 ნათ. ბრ. ჯე ჯჟ იშ იჩ ჟქჟ

მრ. რიცხვის ფორმებში, ტაბასარანულისავე მსგავსად, ნათესაობით ბრუნვაში პრეფიქსი ა არაა შემონახული.

მხ. რიცხვის პირთა ნაცვალსახელების ნათესაობით ბრუნვაში ტაბასარანული ენის ჩრდილოურ დიალექტში გვაქვს ხმოვნის ფონეტიკური ცვლილება: ი გვხვდება სახელობითში (იზუ „მე“, იჟუ „შენ“), ა—ნათესაობითში (ა-ა-ზ „ჩემი“, ა-ა-ჟ „შენი“). მრ. რიცხვში ხმოვნის ასეთი განსხვავება არ შეიმჩნევა (იჩუ „ჩვენ“, შდრ. ნათ. ბრ. იჩ).

სამხრულ დიალექტში ხმოვნის ცვლილება ხდება მხ. რიცხვის II პირის ნათესაობით ბრუნვაში, I პირში კი გვაქვს ხმოვანი ი: ა-ი-ზ „ჩემი“, ა-ა-ჟ „შენი“<sup>(1)</sup>.

(1) ისმის კითხვა: რომელი ხმოვანია ამოსავალი: ი თუ ა? შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ამოსავალი ა წინამავალი ა-ს ზეგავლენით გადავიდა ი-ში. მაგრამ, უღურშიც, არჩიბულშიც ნათ. ბრუნვაში წარმოდგენილია წინა რიგის ხმოვანი (ი ან ე). თვით ტაბასარანულში მრ. რიცხვის ნათესაობით ბრუნვაში და სამხრული დიალექტის მხ. რიცხვის I პირშიც გვაქვს ი ხმოვანი. ამიტომ უფრო სავარაუდოა, რომ ამოსავალია ი.



ტაბასარანული ენის დიალექტებში პირთა ნაცვალსახელების თავკიდურ-ხმოვნად არის ი (ჩრდ. დიალექტში) ან უ (სამხრ. დიალექტში): იზუ ან უზუ „მე“. უ ხმოვანი მეორეულია (რვერესული ასიმილაციის შედეგი: იზუ→უზუ „მე“).

სამხრულ დიალექტში მრ. რიცხვის II პირის ნათესაობითი თავკიდური ი ხმოვანი შეიცვალა უ-თი (უჩი „თქვენ“, შდრ. იხ<sup>რ</sup> (ინკლ.), იჩ<sup>გ</sup> (ექსკლ.) „ჩვენი“), II პირში ი-ს უ-ში გადასვლას, როცა ი გვაქვს მრ. რიცხვის I პირის ფორმებში, როგორც ჩანს, ხელს უწყობს მომიჯნავე დენტო-ლაბიალიზებული ბგერა ჩ<sup>0</sup>.

აღულურსა და ლეზგიურ ენებში მრ. რიცხვის II პირის ბრუნვათა ფორმებში, თუ ძირეულ თანხმოვანს მოსდევს არალაბიალური ხმოვანი (ან დაკარგულია სიტყვის სუფიქსალური ნაწილი), აღდგება ძირეული ხმოვნის ლაბიალიზაცია, დაკარგული ლაბიალური უ ხმოვნის წინ<sup>1</sup>.

- აღულ. ენა: ქუნ „თქვენ“, ნათ. ბრ. უ-ქუ, მიც. ბრ. უ-ქუ-ეს
- ანუ: ჩუნ „თქვენ“, ნათ. ბრ. ჩუ-ე, მიც. ბრ. ჩუ-ას
- ლეზგ. ენა: ქაუნ „თქვენ“, „ ქაუ(ნ), „ ქაუ-ეზ

ტაბასარანული ენის სათანადო მაგალითებში (იჩ<sup>0</sup>უ ან უჩ<sup>0</sup>უ „თქვენ“) წარმოდგენილია დენტო-ლაბიალიზებული ფონემა ჩ<sup>0</sup> (ბილაბიალიზებული ქუ (||→ჩუ) ან ქაუ-ს ნაცვლად აღულურ ანუ ლეზგიურ ენებში). ტაბასარანული ენის პირთა ნაცვალსახელების მრ. რიცხვის II პირში დენტო-ლაბიალიზებული ჩ<sup>0</sup> ბგერას ლეზგიურსა და აღულურში შეესატყვისება ლაბიალიზებული უკანაენისმიერი ბგერა.

ნათესაობითი ბრუნვის ფორმაში დასტურდება კიდევ ერთი ფონეტიკური ცვლილება: ჩრდილოური დიალექტის დიუბეკის კილოკავში მხ. რიცხვის I პირის ნათესაობით ბრუნვაში წარმოდგენილია ს სხვა კილოკავების ზ-ს ნაცვლად (დიუბ. კილ. აა-ს „ჩემი“, შდრ., ხანაღის კილ. აა-ზ). დიუბეკის კილოკავის ეს ს ნათესაობით ბრუნვაში არ წარმოადგენს რომელიმე ფორმანტს, იგი იზუ („მე“) სიტყვის ბოლოში დაყრუებული ძირეული თანხმოვანია<sup>2</sup>. მსგავსადვე ყრუდება დიუბეკის კილოკავში მიცემით ბრუნვის ფლექსია -ზ და აგრეთვე ინფინიტივის ბოლოკიდური თანხმოვანი -ზ: იზუ-ს „მე“ („мне“), აპუ-ს „ქეთება“ („делать“). შდრ. ხანაღის კილოკავში: იზუ-ზ, აპუ-ზ.

(1) სპეციალურ ლიტერატურაში აღნიშნულია, როგორც გასაცარი ფაქტი, რომ აღულურში მრ. რიცხვის I პ. ექსკლუზივის ფორმას ჩინ-სა და II პირის ჩუნ-ს ძირად ერთი და იგივე ჩ ბგერა აქვს ([1], გვ. 537).

მაგრამ დამთხვევა მოჩვენებითია. II პირში ძირეული თანხმოვანი ჩ I პირის ძირეული თანხმოვნისაგან განსხვავებით ლაბიალიზებული ბგერაა. მრ. რიცხვის I და II პირის ნაცვალსახელები აღულურში პრინციპში არ განსხვავდებიან ახლო მონათესავე ენების სათანადო ნაცვალსახელებისაგან.

ისტორიულად დადესტნურ ენებში II პირის მრ. რიცხვის პირის ნაცვალსახელის ძირეული თანხმოვანი, უნდა ვივარაუდოთ, ლაბიალიზებული იყო: სადაც ახლა ეს ძირეული თანხმოვანი არაა ლაბიალიზებული, იქ მეზობელი ხმოვანია ლაბიალური ხმოვანი (ა/ო).

(2) შდრ. ანალოგიური გაყრუება ძირეული თანხმოვნისა არჩიბულში: I პ. ნათ. ბრ. მხ. რ. ბი-ს.

აღლური და ლეზგიური ენების პირთა ნაცვალსახელებმა უფრო მეტი ცვლილება განიცადეს სიტყვის თავში: მათ დაკარგეს პრეფიქსული ნაწილი, მაგრამ შემოინახეს დეტერმინანტი-სუფიქსი: ზ-უნ „მე“.

ტაბასარანულ პირის ნაცვალსახელებში უფრო კარგად შემოინახულია პრეფიქსული ნაწილი, სიტყვის ბოლოში დაკარგულია დეტერმინანტისეული ნ: ი-ზ-უ „მე“. შდრ. უდურში ზ-უ, წახურულში და რუთულურში ზ-ჯ „მე“, სადაც დაკარგულია, როგორც პრეფიქსული ნაწილი, ისე დეტერმინანტი-სუფიქსის ბოლოკიდური ნ თანხმოვანი.

ტაბასარანული ენის პირთა ნაცვალსახელების I პირის მრ. რიცხვში ისევე, როგორც აღულურში, გარჩეულია ინკლუსიური და ექსკლუსიური ფორმები; ლეზგიურ ენას (პ. უსლარის მასალის მიხედვით) ასეთი გარჩევა არ შემოუნახავს. აქ საერთო მნიშვნელობა მოიპოვა ექსკლუსივის ჩუნ („ჩვენ“) ფორმა. ლეზგიურის პირთა ნაცვალსახელებში ერგატივის ფორმა განსხვავებულია სახელობითისაგან.

სახ. ბრ. ზუნ „მე“, ჭუნ „შენ“, ჩუნ „ჩვენ“, ქაუნ „თქვენ“  
 ერგ. ბრ. ზა ჭუნა || ნა ჩინა ქაუნე<sup>1</sup>.

აღულურში პირთა ნაცვალსახელები მეტწილ კილოკავებში ერგატივს არ განასხვავებენ სახელობითისაგან, მაგრამ შეინჩნევა ერგატიული ბრუნვის გაფორმების ტენდენცია. კერძოდ, სოფელ რიჭას თქმაში სახელობითი ბრუნვის ფორმებთან ერთად არის აგრეთვე ერგატივის ფორმებიც [8]:

სახ. ზუნ „მე“, ჭუნ „შენ“ ხინ „ჩვენ“ (ინკლ.), ჩინ (ექსკლ.), ჩუნ „თქვენ“  
 ერგ. ზა-შ ჭა-შ ხე-შ ჩე-შ ჩტე-შ

ტაბასარანული ენის პირთა ნაცვალსახელების ბრუნებაში თავს იჩენს ნაცვალსახელის მორფოლოგიის არქაული თვისებები, რომელიც შეინჩნევა სხვა ენებშიც.

პირთა ნაცვალსახელებს III პირში საკუთარი ფორმები არა აქვთ. III პირის პირთა ნაცვალსახელების ფუნქციით წარმოდგენილია ჩვენებითი ნაცვალსახელები.

ჩვენებით ნაცვალსახელებს აქვთ გაფორმებული ერგატიული ბრუნვა და ბრუნების სისტემაში მოქმედებს „ორფუძიანობის პრინციპი“ — ერგატივი წარმოადგენს ირიბი ბრუნვების ფუძეს.

ტაბასარანული ენის ჩვენებითი ნაცვალსახელების ერგატივი მხ. რიცხვში იწარმოება სხვადასხვა სუფიქსით იმის მიხედვით—აღამიანთან გვაქვს საქმე თუ ნივთთან<sup>2</sup>.

(<sup>1</sup> ლეზგიურში მრ. რიცხვის II პირში ერგატივის ფორმაში ქაუნე ბოლოკიდური ხმოვანი ე მსაღოდნელი ა-ს ნაცვლად, პროგრესული ასიმილაციის შედეგია: ქაუნე—ქაუნ-ა. შდრ. ანალოგიური ცვლილება ა—ე ტაბასარანულში უ-ს ზეგველენით:

ულ „პური“, მრ. რ. ულ-ერ (←ულ-არ).

(<sup>2</sup> გრამატიკული კლასების მიხედვით ერგატივის განსხვავებას ადგილი აქვს მაგ., ხუნძურში, სადაც ერგატივში I კლასი უპირისპირდება II და III კლასებს ერგატიული ბრუნვის ფლექსიებით: I კლ. სიტყვებში ერგატივს აქვს სუფიქსი -ხ, II და III კლ. სიტყვებში—ლ<sup>3</sup>.

სახ. დო-ვ „ის“ (OH), დო-ა „ის“ (OHA), დო-ბ „ის“ (III კლ.)

ერგ. დო-ს დო-ს დო-ლ<sup>3</sup> [4].



სახ. დუმუ „ის“	
ერგ. დუ-ღუ (აღამ. კლ.), დი-დი (ნივთ. კლ.)	
ნათ. დუ-ღა-ნ	დი-დი-ნ
მიც. დუ-ღა-ზ	დი-დი-ზ

ნივთთა კლასის ერგატივი იწარმოება ერგატიული ბრუნვის ჩვეულებრივი -დი სუფიქსით, რომელიც წარმოადგენილია არსებით სახელებშიც. ადამიანთა კლასის ერგატიული ბრუნვის სუფიქსია —ღუ (|| ჭუ), რომელიც არ დასტურდება არსებით სახელებში. -ღუ სუფიქსი ნაცვალსახელური წარმოშობისაა (მდრ. წახურული ნაცვალსახელი ღუ „შენ“ [6]).

ერგატივის სუფიქსის -ღუ ნიშნის ბოლოკადური ხმოვანი უ ირიბ ბრუნვებში იცვლება ა-თი. ხმოვნის ანალოგიური ცვლლება შეიმჩნევა ტაბასარანულ ენაში არსებით სახელებთანაც.

პ. უსლარს ხანაღის კილოკავისათვის მოჰყავს ერგატივის ორი ფორმა, როგორც პარალელურად შესაძლებელი ნივთთა კლასში მხ. რიცხვის III პირის ნაცვალსახელისათვის: დი-დი და დი-რი [9]. -რი სუფიქსი ფონეტიკური ვარიანტია -დი სუფიქსისა [10]; სამხრული დიალექტის კილოკავებში, სადაც მოქმედებს აფრიკატიზაციის პროცესი (ღ→ჯ), ერგატივის სუფიქსია -ჯი: დი-ჯი —ერგ. ბრ. (ნივთ. კლ.) დუმუ („ის“)—საგან.

დიუბეკის კილოკავეში ჩვენებითი ნაცვალსახელების ერგატივის სუფიქსად ნივთთა კლასში გვაქვს -ღა: დი-ღა. -ღა სუფიქსით დიუბეკის კილოკავეში იწარმოება აგრეთვე ერგატივი ჭი („რა?“) კითხვითი ნაცვალსახელისაგან. ტაბასარანული ენისთვის არაა დამახასიათებელი ერგატიული ბრუნვის სუფიქსის დაბოლოება ა ხმოვანზე (ჩვეულებრივია დაბოლოება ი-ზე ან უ-ზე). -ღა სუფიქსით წარმოადგენილია ჩვენებითი ნაცვალსახელების ერგატივი ლემბიურში: იმი „ეს“, ერგ. ბრ. ი-ღა, მიც. ი-ღა-ზ [7].

ნივთთა კლასის ერგატივში ჩვენებითი ნაცვალსახელის ფუძის ხმოვანი უ იცვლება ი-დ, ადამიანთა კლასის ერგატივში ასეთი ცვლილება არ ხდება: დუმუ „ის“, ერგ. დი-დი (ნივთ. კლ.), დუ-ღუ (აღამ. კლ.).

მრ. რიცხვში ჩვენებით ნაცვალსახელებში ტაბასარანულში ერგატიული ბრუნვა ჩვეულებრივ გარბეულია სახელობითისაგან:

სამხრ. დიალ. დუჩარ „ისინი“, ერგ. ბრ. დუჩარ-ი, ნათ. ბრ. დუჩარ-ი-ნ  
 ჩრდ. დიალ. დუყრი „ისინი“, ერგ. ბრ. დუყარი, ნათ. ბრ. დუყარი-ნ

ჩრდილოური დიალექტის მრ. რიცხვში დუყრი და დუყარი ფორმები არჩევენ სახელობითსა და ერგატიულ ბრუნვებს; დიუბეკის კილოკავეში ორივე ფორმა შეიძლება იხმარებოდეს პარალელურად სახელობითის და ერგატივის მნიშვნელობით.

დუყრი || დუყარი ჯაახანუშ „მათ დაიძინეს“ (სახელობითი)

დუყრი || დუყარი ბიკნუშ ქაღაზ „მათ დაწერეს წერილი“ (ერგატივი).

მრ. რიცხვის ჩვენებით ნაცვალსახელებში ხმოვნის საშუალებით ერგატიული ბრუნვის დიფერენციაცია (როცა ბრუნვას არა აქვს ჩვეულებრივი

ერგატივის სუფიქსი), რომელიც შეიმჩნევა ჩრდილოური დიალექტის კილოკავებში, დიუბეკის კილოკავში ჯერ არ მომხდარა.

ჩვენებითი ნაცვალსახელები შეიძლება გართულდეს დეიქტიკური ჰაბრეფიქსით [11]. ჩვენებითი ნაცვალსახელების საშუალებით განიჩნევა აგრეთვე სივრცეში საგნის ადგილმდებარეობა:

- მუ || მუმუ || ჰამუ „ეს“
- დუმუ || ჰადმუ (ჰათმუ) „ის“
- ჯუმუ || ჰაჯუმუ (სამხრ. დიალექტში: ქუმუ) <sup>(1)</sup> „ის (ქვევით)“
- გუმუ || ჰაგუმუ (სამხრ. დიალექტში: ღუმუ) <sup>(2)</sup> „ის (ზევით)“.

დუ-მუ-ს ტიპის ნაცვალსახელებში ნაცვალსახელის მეორე ნაწილი მუ „ეს“ ბრუნების დროს სხვა ბრუნვაში არ გადადის (შდრ. ერგ. ბრ. დუ-ლუ).

აღსული ენის ჩვენებით ნაცვალსახელებში ერგატივის ფორმები კილოკავების მიხედვით გვხვდება ბრუნვის ფლექსიითაც და უფლექსიოდაც. უკანასკნელ შემთხვევაში ერგატივის ბრუნვა განსხვავდება სახელობითისაგან მარტო ხმოვნით: ე წარმოდგენილია სახელობითში, ი—ერგატივში.

სოფელ რიჭას კილოკავი	შდრ. ბურკიხანული კილოკავი
სახ. მი „ეს“, მრ. რ. მურ;	მე „ეს“, მრ. რ. მურ
ერგ. მი-დი	მი
ნათ. მი-დი-ნ	მურ-ი
მიც. მი-დი-ს	მი-ნ
	მურ-ი-ნ
	მი-ს
	მურ-ი-ს

სოფელ რიჭას კილოკავში ერგატივის სუფიქსია -დი, რომელიც წარმოდგენილია არსებით სახელებშიც. ბურკიხანულ კილოკავში ერგატივი განსხვავდება სახელობითისაგან ბოლოკიდური ხმოვნით: ე—სახელობითში, ი—ერგატივში. -დი სუფიქსის კვალი ირიბ ბრუნვებში არ შეიმჩნევა, ამიტომ შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ ერგატივი აქ არ გაფორმებულა -დი სუფიქსით.

კოშანურ კილოკავში ჩვენებითი ნაცვალსახელის ბოლოკიდური ბგერა მხ. რიცხვში არის მ, რომელიც ერგატივის -დი სუფიქსის წინ იცვლება ნ-დ [8].

სახ. ბრ. მიმ „ეს“,	მრ. რ. მარ
ერგ. ბრ. მინ-დი	მარ-ი

ჩვენებითი ნაცვალსახელების მრ. რიცხვის ფორმები განსხვავდებიან კილოკავების მიხედვით: მე, მი, მიმ „ეს“, მრ. რ. მარ, მურ, მებურ, მეურ, მურ.

<sup>(1)</sup> ჩვენებით ნაცვალსახელებში, რომლებიც მიუთითებენ მოლაპარაკესთან შედარებით დაბლა მყოფ საგანზე, ჯ და ქ-ათვის ამოსავალია გ. შდრ. ტაბასარანულში თანდებულის ბრუნვის სუფიქსი -გ || → -ქ „ქვევით“ [10].

<sup>(2)</sup> შდრ. შესატყვისობა ფარინგალთა და უკანაენისმიერი მკლერი სპირანტი ღ-ს შორის ტაბასარანული ენის კილოკავებში. ამოსავალია ფარინგალი [10].



**მარ, მურ** ფორმები უფრო სრული მეტურ (|| → მეტურ), **მუჟარ** ფორმების ფონეტიკური ცვლილებებისა და გამარტივების შედეგია. ალუღური უფრო სრული ფორმები მსგავსია ტაბასარანული ენის **მურარ** („ესენი“) ფორმისა, სადაც სიტყვის შუაში დადასტურებული **რ** წარმოადგენს გაქვავებულ კლასის ნიშანს ალუღური მრ. რიცხვის ფორმების **ბ** (|| → **ბ**) კლასის ნიშნის შესაბამისად. შდრ. ლეზგიურში: იმი „ეს“, მრ. რ. ი-ბურ [7]. შდრ. აგრეთვე მრ. რიცხვი კითხვითი ნაცვალსახელისა ალუღურში: ჭი „რა?“, მრ. რ. ჭი-ფაურ. ამ შემთხვევაში ჩვენებითს ნაცვალსახელებში (აგრეთვე ალუღურ კითხვით ნაცვალსახელში) წარმოდგენილია მრ. რიცხვის სუფიქსის უფრო სრული სახეობა: **რარ, ბარ** (|| → **ბარ**), (**ბურ** ← ||) **ბურ** (|| → **ფაურ**). ტაბასარანულში არაა წარმოდგენილი ჩვენებითი ნაცვალსახელების მრ. რიცხვის მოკლე ფორმები ალუღურის ტიპისა: **მარ** ან **მურ**.

ჩვენებითი ნაცვალსახელების ბრუნება შედარებით ნაკლებად განსხვავდება სახელთა ბრუნებისაგან.

ძირითადი განსხვავება ბრუნების სისტემაში ჩვენებით ნაცვალსახელებსა და არსებით სახელებს შორის ისაა, რომ ჩვენებითი ნაცვალსახელების ერგატივის ბრუნვა ვაფორმებულია სხვადასხვა სუფიქსით იმის მიხედვით—აღამიანთან ვეაქვს საქმე თუ ნივთთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.2.1961)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ივ. ჯავახიშვილი. ქართული და კავკასიური ენების თავდაპირველი ბუნება და ნათესაობა. ტფილისი, 1937.
2. А. Дирр. Арчинский язык. СМОМПК, XXXIX, Тифлис, 1908.
3. А. Дирр. Краткий грамматический очерк андийского языка. СМОМПК, XXXVI, Тифлис, 1906.
4. არნ. ჩიქობავა. ნაცვალსახელთა ბრუნება ხუნძურში. ენიმკის მონაბე, XII, თბილისი, 1942.
5. А. С. Чикобава. О двух основных вопросах изучения иберийско-кавказских языков. Вопросы языкознания, № 6, М., 1955.
6. А. Дирр. Цахурский язык. СМОМПК, XLIII, Тифлис, 1914.
7. П. К. Услар. Этнография Кавказа. Языкознание. VI. Кюринский язык. Тифлис, 1896.
8. Р. Шаумян. Грамматический очерк агульского языка, М.—Л., 1941.
9. П. К. Услар. Табасаранский язык. Рукопись, 1875.
10. А. А. Магомедов. Краткий обзор фонетики табасаранского языка. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, XI, თბილისი, 1959.
11. N. Troubetzkoy. Nordkaukasische Wortgleichungen. Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes. Bd. XXXVII, Wien, 1930.

## ლიტერატურათმცოდნეობა

დ. რამიშვილი

## კიტა აბაშიძე ნ. ბარათაშვილის შემოქმედებაში რეალისტური ნაკადის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ბარაშიძემ 28.2.1961)

მე-19 საუკუნის ქართული ლიტერატურის ცნობილ მკვლევარს კიტა აბაშიძეს ერთ-ერთი პირველი ადგილი უჭირავს იმ კრიტიკოსთა შორის, რომელთაც ნ. ბარათაშვილის შემოქმედებაში ქართველი რეალისტების უახლოესი წინამორბედი დაინახეს. კ. აბაშიძის სიტყვით, თუ რომანტიზმი — „ღვიძლი შვილი ინდივიდუალისტური ფილოსოფიისა“ — კაცთა ყოვლის შემძლეობას აღიარებდა, რეალიზმი „კაცის უღონობასა და სისუსტეს“, „ცხოვრების კანონის სიმძლავრესა და უღმობელოებას“ აღიარებს; თუ „ინდივიდუალისტური ფილოსოფიის მიმდევარნი ხატავენ გმირებს, რადგან ისტორია გმირების შექმნილად მიჩნიათ, პოზიტივისტებს ყურადღება გარეობიექტურ სამყაროზე გადააქვთ“ — და ირწმუნებიან, რომ „ცხოვრების მიმდინარეობა“ ქმნის გმირს ადამიანთა სურვილისა და წადილის გარეშე.

ეყრდნობა რა პოზიტიურ ფილოსოფიას, კიტა აბაშიძეს „ესთეტიკის ძირითად კანონად“ მიჩნია მწერლის მიერ საკუთარი გრძნობების დაფარვა და სიმძიმის ცენტრის გადატანა ცხოვრებისეულ ფაქტებზე. მისი აზრით, „რეალიზმის მოციქულებმა“ (ჟორჯ სანდი, ემილ ზოლა) ასახეს ბრბოს და არა ინდივიდუალისტი გმირის ფსიქოლოგია, რითაც გაიადვილეს „პირად გრძნობათა მიმალვა“.

ამ ზოგად დებულებას მკვლევარი კონკრეტულ ფაქტებზე დაყრდნობით ასაბუთებს და დაასკვნის, რომ ქართული რომანტიზმის ძირითადი მოტივის (პატრიოტიზმის) ასახვისას „ბედი ქართლისაში“ მომარჯვებულია რეალისტური მეთოდი, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ავტორი ქვეყნის ორიენტაციის საკითხზე თავის შეხედულებას არ ამყვანებს, თუმცა არ შეიძლება ამ საკითხზე საკუთარი შეხედულება არ ჰქონოდა შემუშავებული „ისეთ მახვილგონიერსა და მგრძნობიერს“ კაცს, როგორც ნ. ბარათაშვილი იყო.

საგულისხმია, რომ ლირიკულ წიადსვლებს, სადაც „პოეტს თავი ვერ დაუჭერია“ („პოეტი, დედანო“, „ნეტარ მეფისა“ და სხვა), კრიტიკოსი არ მიიჩნევს პოემის ორგანულ ნაწილად, რომლის გამოკლებაც ნაწარმოების დედა-აზრის ოდნავ შეცვლას გამოიწვევს.

ერთი მხრივ, მეფე-ერის „მამა კეთილი, რომელსაც სურს, რომ შვილი თვისი თვის სიცოცხლეშივე დაასახლკაროს“; მეორე მხრივ, „მსაჯული ქველი — მეფის შინაყმა, ყმათ საყვარელი, ნიჭთა კეთილთა უხვად შორჭმული“, მესამე მხრივ, „სათნო სოფიო სულისა ტოლი“ — კეთილი, ზრდილი და მშვენიერი, — სამივენი სამშობლოსათვის თავდადებულნი, — ასე ესახება კრიტიკოსს პოემის გმირთა გალერეა. მისი თქმით, ერეკლე მეორე მრავალ არგუმენტს აყენებს



ძლიერი ქვეყნის ფრთებქვეშ საქართველოს ამოფარების აუცილებლობის დასამტკიცებლად, სოლომონი „საუჯუნო პრინციპებს“ ეყრდნობა და თავისუფლების განსყიდვის გარდუვალობის ჟამის დადგომას უარყოფს, ხოლო ავტორს იმდენად დამაჯერებლად ესახება ორივე მხარის მსჯელობა, უჭირს წამოყენებულ არგუმენტთა დამრღვევად დასახოს რომელიმე მათგანი, თუმცა ხედავს, რომ ეჭვის ჭია ღრღნის დიამეტრალურად საპირისპირო პოზიციებზე მდგომ მოღვაწეებს და ერთმანეთს ვერ უწევენ სასტიკ წინააღმდეგობას.

„ვინ იცის, იქნებ, იგი უკეთ ფიქრობდეს, რაც გვეჭირვება; ბევრჯერ დღეთურსა ზრუნვასა მეფის გონება ყმათა ვერა მიხედვების“, — ამბობს სოლომონი; ერეკლე კი საკუთარი პოზიციის სისუსტეს აშკარად აღიარებს პასუხით—

„მე ვა ყოველი არ ვიცი განა?  
 მაგრამ კეთილთა დღეთათვის ქართლის  
 რა მოვაგვარო უმჯობეს ამის?“

რას მატებს ერეკლეს და სოლომონის პოზიციათა გარკვევის საქმეს სოფიოს სახე?

კიტა აბაშიძის აზრით, ეს გმირი პოეტმა სამშობლოზე გულაცრუებულ თანამედროვე ქალთათვის ცველ ქართველ დედათა პატრიოტული სახეების დაპირისპირების მიზნით შემოიყვანა პოემაში; სოფიო ქვეყნის ბედს კი არ სჯის, პირად გრძნობებს გადმოგვეცნს. მას თავისუფლება იმიტომ იტაცებს, რომ თავის მამულში „გაჭირება სხვადასხვა გვარად ენუგებება; მუნ სულსა სული თვისად მიაჩნის და გულსა გულის პასუხი ესმის“. სოფიო ცეცხლს კი არ ანთებს, ავიზგიზებულ მუგუზლებს უჩუჩხურებს და მიზანსაც აღწევს: აღტაცებაში მოჰყავს სოლომონი, რომელსაც (პატრონთან ერთად) ევალება ხსნის გზათა ძიება. ეს აღტაცება ედება პოეტსაც, რომელიც დებულებას კი არ ეკამათება (არცაა რამ საქამათოდ წარმოდგენილი), არამედ ისეა აღტაცებული სოფიოს სიტყვებით, როგორც გვიტაცებს ხოლმე ბავშვის საღი ოცნება ამ უკანასკნელის საფუძვლიანობის დამოუკიდებლად. მართლაც, სიტყვები სოფიოსი, რომელსაც არსებითად არვინ ეწინააღმდეგება, მოკლებულია სოლომონისა და ერეკლეს ნააზრევში წამოყენებულ არგუმენტებს, თუმცა არგუმენტირებული ჭეშმარიტების სხივმფინარება როდი აკლია მის აფორისტულ თქმას:

„რა ხელს“ ჰყრის პატივს ნაზი ბუღბული,  
 გალიაშია დატყვევებული“.

კრიტიკოსი ეჭვიუტანლად ასაბუთებს პოემის ავტორის მიერ უპირადლოვნების (impersonalitet) დაცვას და ამით რეალიზმის ერთი ძირითადი კანონთაგანის შესრულებას.

ფრიად საყურადღებოა კ. აბაშიძის ზემოთ მოყვანილ მოსაზრებათა მიმართება თანამედროვე ლიტერატურათმცოდნეობასთან.

ცნობილია, რომ მკვლევართა ერთი ნაწილი, იზიარებს რა იმ მოსაზრებას, რომ პოემაში ბარათაშვილის პოზიცია არ ჩანს, 1842 წელს დაწერილ ლექსში („საფლავი მეფის ირაკლისა“) ეძებს „ბედი ქართლისას“ ლოგიკურ დასკვნას, მეორე ნაწილი კი „ასაბუთებს“ პოეტის პოზიციის გარკვეულობას

თვით პოემაში, რამდენადაც, მათი აზრით, იგი უფრო დამაჯერებლად წარმოგვიდგენს მეფე ერეკლეს არგუმენტებს, ვიდრე სოლომონისას.

დასახელებული პოემისა და ლექსის („ბედი ქართლისა“, „საფლავი მეფის ირაკლისა“) ერთმანეთზე მიწებება მწერლის ჩამოყალიბებული ეოლოგიური კონცეფციის ჩვენების მიზნით მეტად ხელოვნურად გამოიყურება შემდეგ მოსაზრებათა გამო.

„ბედი ქართლისა“ საქართველოს რუსეთთან შეერთების პროცესში ქვეყნის შიგნით არსებულ ძალთა ჭიდილს ასახავს, „საფლავი მეფის ირაკლისა“ კი ოთხი ათეული წლის მანძილზე რუსეთ-საქართველოს ერთხელნწიფების ქვეშ ცხოვრების შედეგს, ამიტომ არ შეიძლება წარმოუდგენლად დავსახოთ გრძნობით მეტად გატაცება პოეტისა პირველ ნაწარმოებში, გონების მიერ გრძნობის ძლევა მეორეში, სხვადასხვა თვალსაზრისზე დგომა 1839 და 1842 წლებში. ორი ლექსი—„საფლავი მეფის ირაკლისა“ და „სუმბული და მწირი“—ერთგულ საკითხში აოცტის ორ, ერთიმეორის საპირისპირო, შეხედულებათა ამსახველი, ერთსა და იმავე (1842) წელსაა დაწერილი.

თუ პირველ ნაწარმოებში პოეტი პატარა კახის ნაანდერძევის თაყვანისცემისა და აღსრულებული ხელმწიფური აზრის ტკბილი ნაყოფით ტკბობას ღაღადებს, მეორეში დაუფარავად ამბობს, რომ სხვის ხელში მყოფ მის სამშობლოს აღარა აქვს „ფეროვნება იგი საამო“, დაუკარგავს სურნელეა „ნელი და ამო, რომლით ათრობდა სიცოცხლის ჯამთ ლამაზი ველი“.

წიორის კითხვაზე—„ნუთუ ვერ ჰპოვებ აქ სანაცვლოს, ვერც რას საამურს, სადაც ოქროთი და ვერცხლითა გიმკობენ საღვურს, სადაცა კაცი შენს შევნებას ესრეთ ინახავს, რომ მზე ვერ გიჭკნობს და სიცივე ვერა დაგაზრავს?“—

სუმბული არაორაზროვნად უპასუხებს:

„მაგრამ მარქვი რა არს ჩემთვის სახლი დიდ-მშვენიერი  
ვით გააღიპებს ჩემს შევნებას ხშული პაერი?  
არღა მევლება გარე წყარო, ცივი, კამკამი,  
არღა მეცემის დილით გულსა სიცოცხლის ნამი;  
გრილი ნიავე ჩემთა ფურცელთ არ უაღერსებს  
და მყველის ბუტკი მზისა სხივთა არღა უჩრდილებს“.

ხოლო ერეკლე მეფის ძირითად არგუმენტს—მწირის სიტყვებით გადმოცემულს —

„სუმბულიო ტურფავ, მოიგონე მკაცრი ზამთარი,  
მისგან შენ ახლა იქნებოდი უწყალოდ მკედარი;  
ნახე, რა ძალუძს შენთვის მზრუნველს კაცისა ხელსა,  
რომ მისი სუსხი ვერ შევირყვეს ვერც თუ ფურცელსა“.

სუმბული უღმობლად ამსხვრევს შემდეგი სიტყვებით:

„ჰე, მწირო, სოფლად ყოველსა აქვს ჯამი და ბოლო,  
მაგრამ ამას გწუხ, რომ უქამოდ მეღების ბოლო!  
ზამთრით ბუნება არა კვდება,—სევდით იმოსვის,  
რომ თავის სატრფოს, გაზაფხულსა, განეშოვების!  
და მყის ვითარის შევნებითა კვლავ შეიფურცელის,  
ოდეს მერცხალნი აზარებენ მოსელას საყვარლის!  
ახ, როდის ვნახო მეცა ველად ჩემი ბულბული,  
რომ განვიშალო კვლავ სიტურფით მისი სუმბული!“



თუ „საფლავი მეფის ირაკლისა“ რუსეთის ორიენტაციის მომხრე მეფის ნაბიჯის ხოტბას შეიცავს, „სუმბული და მწირი“ სოლომონისა და სოფიოს აზრების განმეორების, ახალ სამოსელში გახვევის იშვიათ ნიმუშს წარმოადგენს და „ბედი ქართლისას“ ლოგიკური დასკვნის ძიება ერთ-ერთ მათგანში საღ საფუძველს მოკლებულია.

როცა იმ მიზეზსაც ვითვალისწინებთ, რომელმაც ამ ნაწარმოების („საფლავი მეფის ირაკლისა“) შექმნა განაპირობა, მისაღებად გვესახება კ. აბაშიძის მოსაზრება იმის შესახებ, რომ „მუხით მოზიდული თესლით“ აღტაცებისას პოეტს კონკრეტული ჰქონდა სახეში და არა ზოგადი, ეს კონკრეტული კი იმ დროისათვის იყო მრავალი, მაგრამ არა ტიპიური.

„ნ. ბარათაშვილი რომანტიკოსია, — წერს კ. აბაშიძე, — არაჩვეულებრივსა და სამაგალითოს აქცევს ყურადღებას, ორიოდ კაცი ჰყავდა უთუოდ სახეში და იმაში იგიც მართალია“<sup>(1)</sup>.

იმ კრიტიკოსებს, რომელნიც „ბედი ქართლისაში“ გარკვეულ ეროვნულ კონცეფციას ხედავენ, მიაჩნიათ, რომ მეფე ერეკლეს მიერ წამოყენებულ არგუმენტებს „ვერაფერი დაუპირისპირა სოლომონმა“. ეყრდნობიან რა სოლომონის სიტყვებს — „მაგრამ ვინ იცის, იგი იქნება უკეთ ფიქრობდეს, რაც გვეჭირება“, ისინი დაასკვნიათ: „განა ამას ათქმევინებდა ნ. ბარათაშვილი სოლომონ ლეონიძეს, ანდა განა იგი ირაკლი მეორეს ზემოგადმოცემულ საბუთებს წარმოადგენინებდა, რომ არ ხედავდეს მეფის გადაწყვეტილების მიზანშეწონილებას, მიუხედავად იმ გულსტკივილისა, რაც მის გამოტანას ახლავს?“<sup>(2)</sup>.

გადაწყვეტილებას რუსთხელმწიფის მფარველობის ქვეშ შესვლის აუცილებლობის შესახებ ერეკლე მეფე შემდეგი საბუთებით ამართლებს:

1. მისი „ღონენი წელთ წარიტაცეს“, ხოლო შვილთაგან არცერთს არ ძალუძს, „რომ ექმნას კვერთხად მამულს დარღვეულს“.

2. დაქუცმაცებულ ქვეყანაში ყმანი ურთიერთს ბძარვენ“ და ყოველი მხრიდან მოზღვავებულ მტერს იგი ვერ გაუმკლავდება;

3. ახლავე ჯობს რუსეთზე მიყრდნობა; იგი მაინც მოისწრაფვის ამიერკავკასიისაკენ და „დღეს იქნება, თუ ხვალ იქნება, ქართლსა დაიცავს რუსთ ხელმწიფება“;

4. დიდი ხანია რუსეთ-საქართველოს აქვს „ერთობა“, „მტკიცე კავშირი“ და მხოლოდ რუსეთს ძალუძს გვიხსნას ფიზიკური განადგურებისაგან, შეგვიწინარჩუნოს სარწმუნოება.

სოლომონ ლეონიძის დებულებანი, წამოყენებულნი ერეკლეს მოსაზრებათა გასაბათილებლად, ასე შეიძლება ჩამოყალიბდეს:

1. ერის დამოუკიდებლობის შენარჩუნებისათვის საჭირო ღონისძიებანი ამოწურული არ არის, მაშასადამე, ჯერ საიმისო არა დაგვმართებია რა, „რომ განვისყიდოთ თავისუფლება“;

(<sup>1</sup> კ. აბაშიძე. ეტიუდები, ტ. 1, გვ. 143.

(<sup>2</sup> ახალი ქართული ლიტერატურა, ტ. 1, 1956, გვ. 191.

2. მეფეს არა აქვს არავითარი გარანტია იმისა, რომ ქართველნი „იქ-ნებიან რუსთ ხელთ ბედნიერნი“, რადგან „სახელმწიფოსა ერთობა სჯულის არარას არგებს, ოდეს მათ შორის თვისება ერთა სხვადასხვაობდეს“;

3. შესაძლებელია „რუსეთის ძალი აწინდელი“ საქართველოს ცუდად მოუხდეს შემდეგში და ერეკლეს „აწ საქებელი“ სახელი ავად სახსენებელი გახდეს;

4. დამოუკიდებელი ერის უბედურება დამოკიდებულის ბედნიერებასა სჯობს („ირეკლი ვიდრე ჰყავთ ქართველთ, უბედურებაც ბედნიერ აქვნდეთ“);

5. მეფეს „ერმან მისცა“ ძალაუფლება, რათა დაუცვას თავისუფლება; ამიტომ მას ნება არა აქვს „მისდევდეს თვისსა გულის ვედრებას“ და თვითარსებობისათვის ოდითვე მებრძოლ ქვეყანას „უთრგუნვიდეს თავისუფლებას“;

6. „ერსა ეკუთვნის გულისთქმა მეფის“, ერს, რომელსაც დამოუკიდებლად ცხოვრება სურს და არა ტყვეობა (თუნდაც „ოქროს გალიაში“). ჩანს სოლომონ ლეონიძის არგუმენტები არაფრით ჩამოუფარდება ერეკლესას, პირიქით, იგი უფრო მძლავრადაც დაგვესახება, თუ იმისაც გავითვალისწინებთ, რომ მეფის გადაწყვეტილებით შეშფოთებული მსაჯული აბსოლუტური მონარქიის გმობამდეც კი მივიდა და გაბედულად წამოაყენა იდეა სიხელმწიფო წყობისა, სადაც მეფე მეფობს და არა განაგებს.

„მადლობა, ღმერთო, შენსა განგებას!  
ერთს კაცს მოჰმადლებ ყოველთა უფლებას  
და მისს ერთს სიტყვას მონებენ ერნი,  
განურჩევლად სულელნი, ბრძენნი  
და იგი მათ ბედს ისე განაგებს,  
ვითა ამღერდეს იგი კამათლებს!“

ვეიქრობთ, უფრო მართებული იქნება, თუ ვიტყვით, რომ ერეკლემ არსებითად ვერაფერი დაუპირისპირა სოლომონ ლეონიძის რკინის ლოგიკას, როცა სთქვა;

„მე ვგ ყოველივ არ ვიცი განა?  
მაგრამ კეთილთა დღეთათვის ქართლის  
რა მოვაგვარო უმჯობეს ამის?“

ცხადია, ერეკლე მეორე თავის გადაწყვეტილებას უყურებს, როგორც ისტორიულ აუცილებლობას. მოქმედება ვითარდება. სოლომონი ქსნის ხეობაში შეხიზნულ ცოლს მეფის გადაწყვეტილებას აცნობს.

„უწინამც დღე კი დამელევა მე!  
უცხოობაში რაა სიამე,  
სადაცა ვერვის იკარებს სული  
და არს უთვისო, დაობლებული?  
რა ხელ-ჰყრის პატივს ნაზი ბულბული  
გალიაშია დატყვევებული?“

ასეთია არაორაზროვანი პასუხი „სათნო სოფიოსი“.

უცხოთა ხელში ცხოვრების წარმტაცი სურათის დახატვით სოლომონს სურდა გამოეცადა თავისი ცოლი, მაგრამ



„აწ რა ნახა ...ამ ჰაზრით,  
 გარდაეხვია მას მხურვალებით“.

ამ „გადახვევით“ გაფანტა ის სუსტი ეჭვი, რომელმაც მხოლოდ ერთ-ბელ გაირბინა მის გულში და დაუმჩნევლად გაქაწრა („მაგრამ ვინ იცის, იგი იქნება უკეთ ფიქრობდეს, რაც გვეჭირება...“). ერთკლე მეფის მიერ თავისი ყოყმანის ასეთი უარყოფა კი არ მოუცია პოეტს, რომელმაც სოფიოს მგზნებარე პატრიოტიზმისადმი გულგრილად დარჩენა ვერ შეძლო და ეპიკური ნაწარმოებისათვის არააუცილებელ ლირიკულ წიაღსვლას მიმართა („ჰოი დედანო...“).

ამგვარად, თანამედროვე ლიტერატურათმცოდნეობაში დამკვიდრებული ორივე აზრი „ბედი ქართლისას“ შესახებ ეწინააღმდეგება ობიექტურ ჭეშმარიტებას.

ნ. ბარათაშვილის „ხელიხელ საგოგმანებელ“ შემოქმედებას სრულებითაც არ სჭირდება ჩვენი ეპოქის წინაშე „განართლება“, რასაც ამ შეხედულებათა ავტორები მიზნად ისახავენ.

„ბედი ქართლისას“ განხილველს უწინარეს ყოვლისა წინ უნდა ედგეს პოეტი—შემოქმედი, რეალისტურად ამსახველი არსებული ობიექტური სინამდვილისა და არა სახელმწიფო მოღვაწე—მოქმედი გარკვეული პოლიტიკური პროგრამით, მაშინ იგი ნაკლებად იგონობს საჭიროებას ეძებოს პოემაში ის, რაც იქ არსებითად არ არის და არც საჭიროა იყოს.

რას გვეუბნება ობიექტური რეალობა იმეანინდელი საქართველოსი? იქ მძაფრი ჭიდილი წარმოებდა იმ ერთიმეორის საპირისპირო მოსაზრებებისა, რომელთაც „ბედი ქართლისაში“ ესდენ ნათელი ასახვა პოეტს. იმდროინდელი საქართველოს საზოგადოებრივ ძალთა განლაგება უხვ მასალას იძლეოდა როგორც ერთკლეს, ისე სოლომონ ლეონიძის მოსაზრებათა მხატვრულ სახეებში ჩამოსაძერწად, როგორც „სუმბულისა და მწირის“, ისე „საფლავი მეფის ირაკლისას“ შესაქმნელად და ნ. ბარათაშვილის პოეტური გენიის ცხოველმყოფელობაც ამ სინამდვილის რეალისტური მანერით ასახვაში მკლავნდება.

ცხადია, სრულიად შესაძლებელია სხვადასხვა სიტუაციისა და გარემოებაში მოხვედრილი ლირიკოსის გონებაში არაერთგვარად გადამტყდარიყო სინამდვილე და ერთჯერადი გრძნობით აღტყინებულს ერთხელ „სუმბული და მწირი“ დაეწერა, მეორედ—„საფლავი მეფის ირაკლისა“.

ორივე ნაწარმოებისათვის საჭირო მასალას უხვად პოევებდა იგი, როგორც იმდროინდელი საქართველოს სოციალ-პოლიტიკურ ყოფაში, ისე საკუთარ შემეცნებაში. კიტა აბაშიძის დებულება „ბედი ქართლისაში“ პოეტის მიერ უპირადადონების დაცვის შესახებ არაა დამაჯერებლობას მოკლებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

შოთა რუსთაველის სახელობის

ქართული ლიტერატურის

ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 28.2.1961)

შთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

აკადემიკოსი რ. დვალა

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17.10.1961; შეკვ. № 1333; ანაწყოების ზომა 7×11;

ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 9,5;

საბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 11; უე 02896; ტირაჟი 700

---

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5  
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Г. Табидзе, № 3/5





ღებულება „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), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 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 აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განაახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

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

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

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს 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 ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ციხის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

კამლაძისის მისამართი: თბილისი, ძეგლბაძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, т. XXVII, № 5, 1961

Основное, грузинское издание