

524  
1948 / 2



22

524/2

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მთაბე 23

ფოთი IX, № 1

ბიბლიოთეკის, ქართული გამომცემი

1948

## ზინაარსი

### ფილოსოფია

ლ. გოკიელი. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების საკითხისათვის . . . . . 3

### ფიზიკა

ნ. პოლივექტოვი-ნიკოლაძე. 1/2-სპინიანი თავისუფალი ნაწილაკებისთვის რე-  
ლატიური განტოლების გამოყვანის შესახებ . . . . . 11

დ. ჩიღვინაძე. თუთიის მონოკრისტალების ორიენტირებული ზრდის შესახებ . . . 19

### ქიმიკა

ა. გახოკიძე. კეტონების კონდესაცია ორგანულ მევათა ეთერებთან . . . . . 27

### კლიმატოლოგია

მ. კორძაბია. საქართველოში საშუალო თვიურ ტემპერატურათა რყევისა და ნორმი-  
დან უკიდურესი უარყოფითი გადახრების გამომწვევი სინოპტიკური პირობების  
საკითხისათვის . . . . . 33

### ბიოლოგია

ლ. გაბუნია. გურიის აზოვის ჰორიზონტის შესახებ . . . . . 41

### ტიქნიკა

ო. ონიაშვილი. თხელკედლიანი ცილინდრული გარსის ტიპის გადახურვის მდგრად-  
ბაზე შემოწმების საკითხისათვის . . . . . 45

დ. აბელიშვილი. ელექტრული რკინიგზების ენერგომომარაგების სისტემის ელექ-  
ტრონების გათვლა საშუალო დატვირთვის ეპიურების მეთოდით . . . . . 53

### მემცენარეობა

ალ. ჯაფარიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ პირობებში სიდერა-  
ტის მოქმედების ხანგრძლიობა მარცვლულ კულტურათა მოსავლიანობაზე | . . . 61

### ენტომოლოგია

დ. ლოხოვი. ახალგაზრდა ფიჭვნარის ქერქეამიები ატენის ხეობაში . . . . . 69

### ზოოლოგია

ფ. ხაიცივი (აკადემიის ნამდვილი წევრი). ახალი ლარვა გვარიდან *Deronectes Sharp*  
(*Coleoptera, Dytiscidae*) . . . . . 75

### ენათმეცნიერება

გ. ახვლედიანი (აკადემიის ნამდვილი წევრი). უცნაური დ ელემენტი ოსურ დ55,  
დ5-ში . . . . . 79

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მ თ ა მ ბ ე

ტომი IX

ქიმიური, ქართული გამომცემი

8056

1948



სარედაქციო კოლეგია:

რ. აგლაძე, ნ. ბერძენიშვილი, დ. დოლიძე (პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე), ნ. კეცხოველი, ნ. მუსხელიშვილი (პასუხისმგებელი რედაქტორი), ა. ნათიშვილი, ა. შანიძე (პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე)

ფილოსოფია

ლ. გოკიელი

სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების საკითხისათვის<sup>(1)</sup>

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა პ. შარიაშვილმა 23.1.1948)

1. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების საკითხი ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალური საკითხია მათემატიკის დაფუძნების დარგში. მას დიდი ზოგად-ფილოსოფიური მნიშვნელობა აქვს; მისი სწორი გადაწყვეტა დაკავშირებულია ისეთი ძირითადი ცნებების, როგორც არის სიმრავლის, უსასრულობის და სხ., ქეშმარიტი ხასიათის გამოვლენასთან. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების გადაწყვეტა მოითხოვს საფუძვლიან ლოგიკურ გამოკვლევას და შესაძლებელია მხოლოდ დიალექტიკურ-მატერიალისტური ლოგიკის ბაზაზე. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების ზოგად ხასიათს იმაში ხედავენ, რომ სათანადო სიმრავლის საშუალებით ისეთი ობიექტი არის აგებული, რომელიც წინააღმდეგობრივად იქცევა აღებული სიმრავლისადმი კუთვნილების მხრივ. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების გადაწყვეტის სხვადასხვა ცდისათვის თანამედროვე ბურჟუაზიულ მეცნიერებაში საერთო არის ტენდენცია—ნაცვლად სიმრავლების გადალახვისა შინაარსობლივობის ფარგლებში, განთავისუფლდნენ ამა თუ იმ ზომით თვით ცნებებისაგან, როგორც ასეთებისაგან. ეს სიმრავლების გადაწყვეტა კი არ არის, არამედ მათგან გაქცევა და თვითონ ადასტურებს უძლეობას მათ წინაშე და მათი აუცილებლობის ცნობას. თვით აღნიშნული სიმრავლები წარმოადგენს კერძო გამოხატულებას იმ საერთო ჩიხისა, რომელშიაც იმყოფება მეტაფიზიკასა და იდეალიზმში ჩაფლული ბურჟუაზიული ფილოსოფია.

2. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების გადაწყვეტისათვის საუკეთესო დასაყრდენად შეიძლება გამოყენებული იყოს კონცეფცია, რომელსაც კ. მარქსი თავის მათემატიკურ ხელნაწერებში ავითარებს, და მის მიერ წარმოებული კრიტიკა თვალსაზრისისა, რომელსაც მან „ჯამის თვალსაზრისი“ უწოდა (იხ. [1]). ამ თვალსაზრისისაკენ მივყავართ მოძრაობის სტატიკური და „კინემატოგრაფიული“ გავება, რომელიც, ამახინჯებს რა მოძრაობის ცნებას, ამახინჯებს აგრეთვე მასთან დაკავშირებულ ცვლადისა და სიმრავლის ცნებებს. სიმრავლის მიზართ ეს გამოიყვანება იმ მიდგომაში, რომელსაც შეიძლება ეწოდოს სიმრავლის ჰიპოსტაზირების თვალსაზრისი. ამ თვალსაზრისისათვის სიმრავლის ელემენტების გვერდით არის ჰიპოსტაზირებული სახით აღებული თვით სიმრავლე, როგორც ერთგვარი, ასე ვთქვათ, ლოგიკური კურკელი, რომელშიაც უნდა იყვნენ განსაკუთრებით ჩალაგებული სიმრავლეში შესვლის მომლოდინე ობიექტები; სიმრავლე იქნება განსაკუთრე-

(<sup>1</sup> ეს შრომა ჭეშრთ ვრცელი სახით მოთავსებული იქნება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფილოსოფიის ინსტიტუტის შრომების № 1-ში.

ბით შედგენილი მასში მისივე ელემენტების „შესვლით“, და გამოდის, რომ სიმრავლის შედგენას უნდა უსწრებდეს თვით ეს სიმრავლე.

თვითონ ცნება საგნების სიმრავლისა გარკვეულ მთლიანობას გამოთქვამს და არ შეიძლება ველოდოთ ამ მთლიანობის განსაკუთრებულ მიღებას სიმრავლის ელემენტებისადმი თვითონ ჰიპოსტაზირებული სიმრავლის მიმატებით, რადგან მაშინ იგივე საკითხი განმეორდება ახალი ჯამის შესახებ და ა. შ., გადასვლა ელემენტებიდან სიმრავლეზე და შებრუნებით არ შეიძლება იყოს გაგებელი როგორც განსაკუთრებული „შეკრება“ და „გაყოფა“ თვით სიმრავლისა.

სიმრავლის ჰიპოსტაზირების თვალსაზრისი დაკავშირებულია ცნებების ჰიპოსტაზირების თვალსაზრისთან. სიმრავლის ჰიპოსტაზირებისას განსაკუთრებით დგას საკითხი ელემენტების სიმრავლეში შეყვანისა; ეს დაკავშირებულია საკითხთან ობიექტების განსაკუთრებული დაქვემდებარებისა შესაბამი გვარისადმი, ზოგადის გასაკუთრებული „გავრცელების“ მის ცალკეულზე. განსახილველი თვალსაზრისისათვის ობიექტები, თავის სიმრავლით, ადრევე გვაქვს იმისათვის, რომ მხოლოდ შემდეგ შევადგინოთ სიმრავლე და ამგვარად ისინი უკვე უკანა რიცხვით დამუშავებული არიან თავისი მონაწილეობით სიმრავლეში, ნაცვლად იმისა, რომ მხედველობაში გვქონდეს უბრალოდ საგნების გარკვეული სიმრავლე. გამოდის, რომ სათანადო საგნები, დაკავშირებით თავის სიმრავლეში შესვლის საშუალისთან, ჩანასახის სახით უკვე შეიცავენ მის შედგენას, ელემენტებში უკვე არის სიმრავლე in statu nascendi და სიმრავლის შემდგომი შედგენა დაკავშირებულია მხოლოდ რაოდენობრივ გაძლიერებასთან იმისა, რაც მინიმალური დოზებით უკვე იმყოფება სიმრავლის ელემენტებში. აქ ჩვენ გვაქვს სიმრავლის ცნების თვისობრივი ხასიათის უგულვებელყოფა. მსგავსი მდგომარეობა გვაქვს, როცა სიდიდეს განიხილავენ როგორც აქტუალურ უსასრულოდ მცირეთა თავმოყრას (აქტუალურ უსასრულოდ მცირის თვალსაზრისის დაკავშირებულია სიმრავლის ჰიპოსტაზირების თვალსაზრისთან), უკანასკნელებში უკვე ხედავენ სიდიდეს ჩანასახის მდგომარეობაში და საქმეს აკავშირებენ მხოლოდ მდგომარეობის რაოდენობრივ გაძლიერებასთან.

3. სიმრავლის ჰიპოსტაზირების თვალსაზრისისათვის სიმრავლის მიღება დაკავშირებულია ობიექტების გარკვეულ კლასიფიკაციასთან: ობიექტები განაწილებიან ალბებულ სიმრავლეში შემავალებად და არშემავალებად და ამ გზით შედგება თვითონ სიმრავლე. ნამდვილად ზოგადი განუყრელია ცალკეულებთან და კავშირი მათ შორის არ შეიძლება იყოს გაგებელი როგორც განსაკუთრებული „გავრცელება“ ზოგადისა ცალკეულებზე. საქმე იმნაირად არ უნდა წარმოვიდგინოთ, რომ, ერთი მხრით, გვაქვს „სუფთა“ სახით მოცემული ზოგადი, ხოლო მეორე მხრით—ცალკეული საგნები და ისმება საკითხი: რომელ მათგანზე ვრცელდება ალბებული ზოგადი და რომელ მათგანზე არ ვრცელდება. კლასიფიკაციის ცნება თვითონ გულისხმობს სიმრავლის ცნებას, საკითხი დგას კლასიფიკაციის შესახებ ამა თუ იმ სიმრავლის ფარგლებში, ამიტომ თვითონ სიმრავლე, როგორც ასეთი, არ შეიძლება გაგებელი იყოს როგორც კლასიფიკაციის შედეგი. სიმრავლის ზოგადი ხასიათი რომ კლასიფიკაციის შედეგად იყოს მიღებული, მაშინ ალბებული სიმრავლის მისაღებად წინასწარ დაგეგმირდება უფრო ფართო სიმრავლე, რომელიც სათანადო კლასიფიკაციის ჩარჩოებს მოგვცემს და ა. შ.. ლოგიკურ სიძნელეს ის კი არ ქმნის, რომ რაიმე სიმრავლის დახასიათებისას შეიძლება სხვა სიმრავლე მონაწილეობდეს, არამედ ის, რომ, ამა თუ იმ სიმრავლის შემთხვევაში, საქმე დაუშავშიროთ მის

განსაკუთრებულ შედეგენას, როგორც სწორედ სიმრავლისა, პირველად მიღებას თვით სიმრავლის, როგორც ასეთის, კლასიფიკაციის პროცესთან დაკავშირებით.

სიმრავლის გაგება, როგორც კლასიფიკაციის შედეგისა, დაკავშირებულია გამორიცხული მესამის კანონის ერთგვარ ონტოლოგიზაციასთან, იმის დაშვებასთან, რომ ობიექტები „თავისთავად“ შემოწმდებიან აღებული ნიშნის ქვეშ მოხვედრის მხრივ. აქ შეიძლება მოვიფიქროთ ჰეგელის მსჯელობა გამორიცხული მესამის კანონის შესახებ [2], რომელსაც ლენინი მოწონებით იხსენიებს [3]. ჰეგელი მიუთითებს, რომ თვითონ დებულებაში იმის შესახებ, რომ არაფერი არ არის, რაც არ იყოს არც  $A$ , არც არა- $A$ , მოცემულია ეს მესამე, რომელიც განურჩეველია წინააღმდეგობის მიმართ,  $A$ -ს სახით; ის არ არის არც  $+A$ , არც  $-A$ , მაგრამ ამასთან ერთად არის  $+A$  და  $-A$ .

შეიძლება ახლა შევეცადოთ აქ აღნიშნულ გარემოებას მისცენ გარკვეული დადებითი ხასიათი და წამოაყენონ განსაკუთრებული ფორმალური პრინციპი „გამორიცხული მეოთხის კანონის“ სახით: ადგილი აქვს ან  $A$ -ს ან არა- $A$ -ს, ან განურჩეველ მოცემულობას  $A$ -ს ან არა- $A$ -სი. მაგრამ ეს არამტყუარ შევლის საქმეს, არამედ თვითონ მონაწილეობს შემოადინიშნული სიძნელის გამოთქმაში. როცა წამოაყენებენ განსაკუთრებულ პოსტულატს, რომელიც თავიდანვე ამყარებს მოცემულობას განუსაზღვრელი სახით  $A$  ან არა- $A$ -სი, ამით გამოთქმულია მესამე განურჩეველი მდგომარეობა და საჭირო იქნება უკანარიცხვით შესწორება და უკვე გამორიცხული მეოთხის კანონის წამოყენება, იმისათვის, რომ უკვე საჭირო შეიქმნეს გამორიცხული მეხუთის კანონი და ა. შ. უსასრულოდ.

თუ საქმეს ისე წარმოვიდგენთ, რომ მოცემული საგნის გარკვეული თვისებების სახით წარმოვიდგება მისი განსაკუთრებული უნარი ჰქონდეს ან არ ჰქონდეს მოცემული თვისება  $A$ , მაშინ საკითხის დასმას  $A$  თვისების შესახებ უნდა უსწრებდეს აპელირება თვისებისადმი ჰქონდეს ან არ ჰქონდეს თვისება  $A$  და ა. შ.. გამორიცხული მესამის კანონის ონტოლოგიზაციის აზრი უბრალოდ იმაში კი არ მდგომარეობს, რომ ცნობენ შესაძლებლობას მხოლოდ ჰეშმარიტის ან ყალბისა, არამედ იმაში, რომ თავიდანვე პოსტილირებულია ფიგურირება განუსაზღვრელი სახით მდგომარეობის: „ჰეშმარიტი ან ყალბი“, რომელიც აქ წარმოდგება როგორც რაღაც საშუალო და განურჩეველი. შემოადინიშნული სიძნელენი არ შეიძლება თავიდან აცილებული იყოს ეგრეთწოდებული „აღბათობითი ლოგიკის“ თვალსაზრისზე გადასვლით. უკანასკნელი აგრეთვე დაკავშირებულია ცდასთან—თვისობრივი ცვალების ნახტომისებური ხასიათი შეცვალოს რაოდენობრივად თანდათან გადასვლით. მაგალითად, ბორელი ნახულობს გადაწყვეტას მარცვალთა გროვის შესახებ „სოფიზმისა“ იმაში, რომ თანდათან იცვლება, 0-დან 1-ზე გადასვლით, აღბათობა იმისა, რომ მარცვალთა აღებული თავმოყრა გროვას წარმოადგენს [4]. აქ სრულებით უფულებელყოფილია ამომწურავი ახსნა, რომელიც მოცემულია დიალექტიკური მატერიალიზმის თეორიით და დაკავშირებულია დამოკიდებულების გამორკვევასთან თვისობრივობასა და რაოდენობრივობას შორის, ერთი თვისობრივობი-

დან მეორეზე ნახტომისებურ გადასვლასთან, რომელიც ხდება უმნიშვნელო და თანდათან რაოდენობრივი ცვლილებების დაგროვების შედეგად (იხ. [5]). ქეშმარიტების ალბათობით შეცვლის ცდაში, რომელიც თვით ალბათობის ცნების დამახინჯებასაც მოასწავებს, ჩვენ გვაქვს, ძირითადად, იმგვარივე პრინციპული სიძნელენი, როგორც გამორიცხული მესამის კანონის ონტოლოგიზაციის თვალსაზრისში. როცა ადრევე დეკრეტირებულია შესრულება ერთ-ერთის მოდალობათა მოცემული უსასრულო გამიდან, ეს ახალ მოდალობას გამოთქვამს, რომელიც წამოყენებული გამის ფარგლებიდან გამოდის. თუ ყოველი წინადადება უცდის გარკვეულ აღნიშვნას მისი ალბათობის სახით, მაშინ ამ ალბათობის გამოთქმას, როგორც გარკვეულ წინადადებას, აგრეთვე დასჭირდება სათანადო აღნიშვნა და ა. შ. აგრეთვე მაშინ, როცა, როგორც ამას ადგილი აქვს გამორიცხული მესამის კანონის ონტოლოგიზაციის თვალსაზრისისათვის, ქეშმარიტებას მოწყვეტენ წინადადებისაგან, რომელიც, როგორც ასეთი, ფიგურირებს ქეშმარიტებისაგან განურჩევლად, და ქეშმარიტება განხილულია როგორც დამატებითი მარკა, იძულებული იქნებიან ამგვარივე მარკის მიკუთვნებაზე იზრუნონ უფრო ადრე, აღებული წინადადების ქეშმარიტების გამომთქმელ წინადადებასთან დაკავშირებით და ა. შ.

„ალბათობითი ლოგიკის“ თვალსაზრისი წარმოადგენს უკიდურესობამდე მიყვანილ ცდას—მოინახოს გარკვეული გარდამავალი სფერო ერთი თვისობრივობიდან მეორეზე გადასვლის ნახტომისებური ხასიათის დანაწევრებისათვის. მგარამ ამგვარსავე ცდას ადგილი აქვს გამორიცხული მესამის კანონის ონტოლოგიზაციასთან დაკავშირებითაც. საქმე ისე არ უნდა წარმოვიდგინოთ, რომ გამორიცხული მესამის კანონის ონტოლოგიზაცია კარგავს ძალას მხოლოდ გარდამავალი საფეხურებისათვის; თვითონ ის დაკავშირებულია სწორედ გარკვეული გარდამავალი მდგომარეობის წამოყენებასთან. როცა, თუ ავიღებთ მაგალითისათვის „მარცვალთა გროვას“, როგორც მარცვალთა მცირე რიცხვისა და გროვის არარსებობის შემთხვევაში, ისე მარცვალთა დიდი რიცხვისა და გროვის არსებობის შემთხვევაში, თავიდანვე ერთგვარივე განუსაზღვრელი სახით პოსტულირებულია შესაძლებლობა იყოს გროვა ან არა-გროვა, ეს სწორედ გამოთქვამს ცდას მდგომარეობის ნიველირებისა და ერთი თვისობრივობიდან მეორეზე გადასვლისას ნახტომის შენიღბვისა. გამორიცხული მესამის კანონის ონტოლოგიზაციის, „ალბათობითი ლოგიკის“ და სხ. თვალსაზრისებს მეტაფიზიკური და ფორმალისტური ხასიათი აქვს.

4. აქტუალური უსასრულობის კონცეფცია—უსასრულო სიმრავლის გაგება უძრავი ობიექტების აქტუალური თავმოყრის სახით—წარმოადგენს სიმრავლის ჰიპოსტაზირების თვალსაზრისის გამოვლენას უსასრულო სიმრავლის პირობებში. ამ თვალსაზრისისთვის განსაკუთრებულ შეკრებას მთელი სიმრავლისა უნდა ლოგიკურად უსწრებდეს, კერძოდ, შეკრება მისი რომელიმე უსასრულო ნაწილისა და ა. შ. უსასრულოდ. აქ ჩვენ გვაქვს უსასრულობაში რეგრესი, რომლისაკენ მივყავართ დასახლებულ კონცეფციას, და არა დადებითი მსვლელობა, რომელიც ვადაგვაბიჯებინებს უსასრულობის ზღუდეს და აღნიშნავს სხვადასხვა ტრანსფინიტურ საფეხურს. აღებული სიმრავლის უსასრულო ნაწილის



განხილვა ხდება სიმრავლისა და უსასრულობის ერთიანი ცნებების ჩარჩოებში და არ ნიშნავს, რომ აღებული სიმრავლის სახით ვვაქვს სამრავლე სიმრავლის შემდეგ და უსასრულობა უსასრულობის შემდეგ. თვითონ სიმრავლე არ შეიძლება იყოს გაგებული როგორც ახალი და გაგრძელება მისივე ელემენტების ერთობლივობის მიმართ. უსასრულობის ტრანსფინიტური გაგება გამოხატავს სასრულოსა და უსასრულოს მეტაფიზიკურ დაპირისპირებას და ნამდვილად გამოთქვამს ტენდენციის არა უსასრულობის გაძლიერებისა, არამედ მის ნაადრევად დამთავრებისა და მისი „დასასრულებისა“.

ზოგიერთი ავტორის მიერ მოყვანილი მაგალითები [6], რომელნიც ვითომდაც ემსახურებიან უსასრულობის ტრანსფინიტური ხასიათის რეალიზაციას (მაგ., ცდა ამა თუ იმ გამოთქმული დებულების მუდმივი რელატივიზაციისა), ნამდვილად გამოხატავს უსასრულობაში რეგრესით აღნიშნულ მდგომარეობას: თუ საჭიროდ მივიჩნევთ ამა თუ იმ გამოთქმული დებულების რელატივიზაციას, მაშინ გამოვა, რომ უკვე გვიანაა ამისაგან დავიწყოთ და საჭიროა მოვხდინოთ უკანა რიცხვით რელატივიზაცია თვითონ გამოთქმული დებულებისა რელატივიზების შესახებ და ა. შ.. აქტუალური უსასრულობის თვალსაზრისის სიძნელეები არ იქნება გაბათილებული პოტენციალური უსასრულობის თვალსაზრისზე გადასვლით. უკანასკნელი, ძირითადად, აღნიშნულია იმავე ლოგიკური ნაკლით, როგორც პირველი. უსასრულო სიმრავლე, როგორც ასეთი, განიხილება აქტუალური თავმოყრის სახით, მაგრამ ჩვენთვის მისი ერთად მიმოხილვის და ყველა ელემენტის რეგისტრაციის შეუძლებლობის გამო, ამ მიმოხილვის პროცესი შენელებულია და უსასრულობა შეცვლილია უსასრულობის პოტენციით. აქტუალური უსასრულობა გამოდის როგორც წინასწარ დამზადებული გზა და უსასრულო ცვლადი წარმოგვიდგება როგორც მხოლოდ „პოტენციალური უსასრულობა“, და ფატალურის აუცილებლობით „გადის“ იმას, რაც უკვე შესრულებულია, და აინსცენირებს ცვალების პროცესს. ნამდვილად ცვლადი განუყრელია მის ცალკეულ მნიშვნელობებთან და ცვალების პროცესი სრულებით არ მდგომარეობს თვით ცვლადის გადაქცევაში მის ამა თუ იმ მნიშვნელობად ან მის შეჩერებაში ამ მნიშვნელობებზე.

უსასრულობისა და მასში მოთავსებული განვითარების დიალექტიკური ხასიათი სრულებით არ მდგომარეობს აქტუალური და პოტენციალური უსასრულობის თვალსაზრისების განსაკუთრებულ „გაერთიანებაში“. ნამდვილად ეს მონათესავე თვალსაზრისებია, რომლებშიც ვარირებულია ერთი დი იგივე მიდგომა და სწორედ სტატიკური ხასიათისა.

ნათქვამის შემდეგ ცხადია, თუ სად უნდა ვეძებოთ ახსნა ბურალი-ფორტის პარადოქსისა, რომლის ზოგადი ხასიათი იმასთან დაკავშირებულია, რომ მთლიანი ტრანსფინიტური პროცესი თვითონ უნდა გამოხატავდეს შემდგომი გაგრძელების მომლოდინე გარკვეულ ტრანსფინიტურ საფეხურს. საქმე მდგომარეობს უსასრულობის ტრანსფინიტური გაგრძელების თვალსაზრისის მიუღებლობაში და თვითონ ბურალი-ფორტის პარადოქსი მოწმობს ამის შესახებ.

5. სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების განხილვა მჭიდროდ დაკავშირებულია ეგრეთწოდებული ლოგიკური სოფიზმების განხილვასთან. აქ უფრო დაწვრილებით შევჩერდებით სოფიზმზე „ცრუ“. წინადადების შესახებ „ის, რასაც ახლა ვამბობ, სიცრუეა“ დაშვება იმისა, რომ ის ქეშმარიტია, მიგვიყვანს იმისაკენ, რომ ის ყალბია, და შებრუნებით. სინამდვილეში ჩვენ ამგვარი მდგომარეობა გვაქვს. უნდათ აღნიშნონ იმის სიყალბე, რასაც გამოთქვამენ, იმ დროს, როცა თვითონ გამოსათქვამი წინადადება მდგომარეობს მითითებაში მის სიყალბეზე, თვითონ ფორმირება აღებული მსჯელობისა გულისხმობს მას, როგორც უკვე გაფორმირებულს. როცა მე ვამბობ: „ის, რასაც მე ახლა ვამბობ, ყალბია“, რამდენადაც მე ვლაბარაკობ გამოთქმულის სიყალბეზე, საჭირო ხდება მდგომარეობის შესწორება უკანა რიცხვით და თქმა: ყალბია ის, რომ ის, რასაც მე ახლა ვამბობ, ყალბია; მაგრამ საჭირო იქნება ისევ შევასწოროთ ნათქვამი და ვაღიაროთ მისი სიყალბეც და ა. შ.. ამ შემთხვევაში გვაქვს უსასრულობაში რეგრესი და არ გვაქვს რაიმე ისეთი, რასაც შეუძლია ამის შემდეგაც საგონებელში ჩავგვადოს და დასჭირდება თავისი „პარადოქსალობის“ განსაკუთრებული ახსნა. სახით: ყალბია ის, რომ ყალბია ის, რომ... და ა. შ. უსასრულოდ ჩვენ არ გვაქვს რაიმე გარკვეული წინადადება, რომ აზრი ჰქონდეს მისი სიყალბის კონსტატირებას. თვითონ მითითება სიყალბეზე მონაწილეობს ზემოაღნიშნული ლოგიკურად ყალბი მდგომარეობის შექმნაში. საკითხი იმის შესახებ—ქეშმარიტია თუ ყალბი წინადადება: „ის, რასაც მე ახლა გამოთქვამ, ყალბია“ შეიძლება „გადაწყდეს“ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დავუშვებთ, რომ საკითხი უკვე გადაწყვეტილია და ცნობილია ამ „წინადადების“ ხასიათი მისი ქეშმარიტებისა და სიყალბის მხრივ მაინც (ნამდვილად ის არაფერს გარკვეულს არ გამოთქვამს): ის აღმოჩნდება ქეშმარიტი, თუ ყალბია, და ყალბი, თუ ქეშმარიტია. ამგვარად, თვით შესაძლებლობა იყოს ერთერთი ორს შორის გულისხმობს, რომ უკვე ადგილი აქვს ამავე შესაძლებლობას, ჩვენ ვხედავთ, რომ გამორიცხული შესამის კანონისადმი მიმართვა არამც-ცათუ აუქმებს ან „აჩერებს“ იმ რეგრესს უსასრულობაში, რომელზედაც ვლაბარაკობდით ზემოთ, არამედ მიმართვა აღებულ შემთხვევაში ამ კანონისადმი ლებულობს მისი ონტოლოგიზაციის ხასიათს და უკანასკნელი და მისი როლი განსახილველ შემთხვევაში თვით დაკავშირებულია უსასრულობაში რეგრესთან. თვითონ შესაძლებლობას იმისა, რომ ერთს ორთაგანს აქვს ადგილი (ნამდვილად აქ გამოდის მისი განურჩევლად ფიგურირება რაღაც შესამის მდგომარეობაში) უსწრებს, ჩარჩოების სახით, წინასწარი ცნობა ამავე დიხოტომიის განურჩევლადვე მოცემულობისა. განსახილველი მიდგომისათვის ქეშმარიტი ან ყალბი ლებულობს ხასიათს აღებული დებულებისადმი გარედან მიყენებული თვისებისა, მისი შინაარსისა და ამ შინაარსის არსებობის განურჩევლად, და აღნიშნული თვისება თვითონ გამოდის განურჩეველი შესაძლებლობის სახით—ექნეს ერთი ან მეორე მარკა.

სრულებით მიუღებელია ცდა დაყვანილი იყოს წინააღმდეგობაზე თუგინდ ზემოგანხილული მდგომარეობა, რომელიც აღნიშნულია უსასრულობაში რეგრესით. უსასრულობაში რეგრესის შემთხვევაში გვაქვს არა აღებულ თეზისი

და მასთან ერთად შემეგარებული მეორე შესწორებული თეზისი და წინააღმდეგობა მათ შორის, არამედ გვაქვს აუცილებლობა მისი მუდმივი შესწორებისა უკანა რიცხვით. ის ვერ ასწრებს გაფორმებას გარკვეული წინადადების სახით; ჩვენ დავგრძეობთ მხოლოდ, თუ მაგალითისათვის ავიღებთ თუნდაც ზემომოყვანილს: ყალბია ის, რომ ყალბია ის, რომ... და ა. შ., და არ შეიძლება ვილაპარაკოთ წინააღმდეგობაზე მასში „მოთავსებულ“ მსჯელობათა შორის.

პარადოქსის „ცრუ“ ანალოგიურად შეიძლება იყოს განხილული პარადოქსი ცნების „არაპრედიკაბელური“ შესახებ (პრედიკაბელურს ისეთ ცნებას უწოდებენ, რომელიც თავისავე ცალკეულ წარმოდგენს, მაგალითად, ცნება თვით ცნებისა, ცნება „ეს“ და სხ.). თუ დავუშვებთ, რომ ცნება „არაპრედიკაბელური“ თვითონ არის პრედიკაბელური, მაშინ ის აღმოჩნდება არაპრედიკაბელური და შებრუნებით. აქაც გვაქვს მდგომარეობა, რომელიც უსასრულობაში რეგრესისაკენ მიგვიყვანს. როცა ცნების „არაპრედიკაბელური“ შესახებ, იმის წინასწარ პოსტულირების საფუძველზე, რომ ის ან პრედიკაბელურია ან არა, უნდათ გადაწყვიტონ ამ შემთხვევათა შორის რომელს აქვს ადგილი, გამოდის, რომ გადაწყვეტას წინ უნდა უსწრებდეს თვითონ ეს გადაწყვეტა. თვით ცნებები კი პრედიკაბელურისა და არაპრედიკაბელურისა არავითარ სიძნელეს არ შეიცავს. ასეთი სიძნელები არსებობს მხოლოდ იმ თვალსაზრისისთვის, რომელიც მოწყვეტს ერთმანეთისაგან ზოგადსა და ცალკეულს, ახდენს ზოგადის ჰიპოთეზირებას და სხ.. ნამდვილად სრულებით არ დგას საკითხი ცნების სპეციალური „მიყვანის“ ან „არმიყვანისა“, მისი სპეციალური „ჩასმისა“ თავისივე შიგნით. თუ, მაგალითად, თვით ცნება „ეს“ წარმოდგენს გარკვეულ „ამას“, ეს არ უნდა იყოს გავრცელებული როგორც შედეგი დამატებითი რეგისტრაციისა „ამის“ შიგნით ამ ცნებისა, რომელიც მანამდე იმყოფება განუსაზღვრელი შესაძლებლობის მდგომარეობაში იყოს ან არ იყოს „ეს“.

გადაწყვეტა პარადოქსისა თავისთავის ელემენტის სახით არ შემცველი ყველა სიმრავლეთა სიმრავლის შესახებ განსაზღვრულია „არაპრედიკაბელურის“ შესახებ პარადოქსის გადაწყვეტით. შესაბამისი პარადოქსალური მდგომარეობა, მსგავს სიმრავლეთთან დაკავშირებით, ჩვენ გვაქვს მხოლოდ სიმრავლის ჰიპოთეზირების თვალსაზრისისათვის, საზოგადოდ ამ თვალსაზრისისათვის გამოდის, რომ, ერთი მხრით, სიმრავლის შედგენისათვის უნდა მომარაგებული იყვნენ მისი ელემენტებით, ხოლო, მეორე მხრით, ზოგიერთი ელემენტი შეიძლება გაჩნდეს მხოლოდ მას შემდეგ, რაც უკვე შედგება სიმრავლე. სიმრავლისადმი სწორი მიდგომისას არავითარ ლოგიკურ სიძნელეს არ შეიცავს ისეთი სიმრავლეთების განხილვა, რომლებს ზოგიერთი ელემენტი დაკავშირებულია თვითონ სიმრავლისადმი აპელირებასთან; სიმრავლის მიღებისათვის ხომ საჭირო არაა მისი ელემენტების წინასწარი შედგენა, საქმე არის უბრალოდ თვითონ სიმრავლეში სათანადო ობიექტებისა. როცა გვაქვს სიმრავლე, ამით თავდება საქმე, და ულოგიკო იქნება საკითხის დასმა: რა პირობებში იძლევიან სიმრავლის ელემენტები ნებას მათგან სიმრავლე შევადგინოთ.

სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსები, ძირითადად, დაკავშირებულია უსასრულობაში რეგრესთან, რომელსაც იწვევს მეტაფიზიკური და ფორმალისტური

მიდგომა, კერძოდ, სიმრავლის ცნებების მიმართ. ამ პარადოქსებს არ შეუძლიათ ილაპარაკონ თვით სიმრავლისა და უსასრულობის ცნებების წინააღმდეგ. უსასრულობაში რეგრესს, რომელსაც იწვევს სათანადო მიდგომა, კერძოდ, უსასრულობის ცნებების მიმართ, არ შეუძლია თვით ამ ცნებების დისკრედიტაცია მოახდინოს. უსასრულობაში რეგრესი, როგორც გარკვეული ლოგიკური შეუძლებლობის გამოხატულება, თვითონ გულისხმობს უსასრულობის ცნებისა და მისი აპელირებას. თვით უსასრულობის ცნება არ შეიძლება უსასრულობაში რეგრესით იყოს დაავადებული. აგრეთვე თვითონ სიმრავლის ცნებამ არ შეიძლება იმისათვის აგოს პასუხი, რაშია ც გამოყვანდება ამ ცნების დამახინჯება. სიმრავლისადმი „რეგისტრაციული“ მიდგომის მიუღებლობა იმას არ ნიშნავს, რომ სიმრავლეს აქვს ერთგვარი „განუსაზღვრელი“ ან „მიახლოებითი“ ხასიათი და ა. შ. საქმე სიმრავლის ცნებების თვით შინაარსში მდგომარეობს.

სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსები, დაკავშირებული უსასრულობაში რეგრესთან, რასაც სათანადო მიდგომა იწვევს, სრულებით არ დაიყვანება, როგორც ეს ზემოთ დავინახეთ, წინააღმდეგობებზე; მით უფრო არ შეიძლება ვილაპარაკოთ პარადოქსების მიერ გამოხატულ წინააღმდეგობათა რაიმე დიალექტიკური ერთიანობის შესახებ და ამასთან დაკავშირებით მივცეთ ამ პარადოქსებს ერთგვარი დადებითი შეფასება.

სიმრავლის დიალექტიკური ხასიათი დაკავშირებულია ზოგადისა და ცალკეულის, ერთისა და მრავლის და სხ. ერთიანობასთან, და არა იმასთან, რომ განსაკუთრებით „გაერთიანდეს“ ჰიპოთაზირებული სახით გავებული „სიმრავლე“ მისი ელემენტების ერთობლივობასთან, განსაკუთრებით „შეტანილი“ იყოს ელემენტები სიმრავლეში, და მერე, შესაძლოა, ზოგიერთი მათგანი იქიდან „გამოტანილი“ და ა. შ. ამ შემთხვევაში მქვანდება სწორედ სიყალბე სიმრავლისადმი სტატიკური მიდგომისა.

დიალექტიკური ლოგიკის ძირითადი მნიშვნელობა სიმრავლეთა თეორიის პარადოქსების გადაწყვეტისათვის იმაში კი არ მდგომარეობს, რომ თვით პარადოქსებში დავინახოთ წინააღმდეგობათა დიალექტიკური ერთიანობა, არამედ იმაში, რომ გამოვლენილი იყოს პარადოქსებისაკენ მომყვანი თვალსაზრისის მეტაფიზიკური და ფორმალისტური ხასიათი, ამით გამორკვეულ იყოს მათი მიზეზი და ისინი თავიდან იყვნენ აცილებული. ამას აქვს არა მარტო ნეგატიური, არამედ პოზიტიური მნიშვნელობაც, საშუალებას იძლევა შემუშავებული იყოს სწორი მიდგომა, კერძოდ, მათემატიკის დაფუძნების პრობლემებისადმი და ხელს უწყობს ამ მეცნიერების შემდგომ განვითარებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფილოსოფიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.1.1948)

დამოწმებული ლიტმარატორა

1. გ. მარქსი. მათემატიკური ხელნაწერები, 1948.
2. Гегель. Сочинения, т. V, 1937, стр. 519.
3. В. И. Ленин. Философские тетради, 1947, стр. 112.
4. E. Vogel. Le hasard, 1914, p. 122—124.
5. ი. სტალინი. ლენინის საკითხები, მე-11 გამოცემა, 1939, გვ. 668.
6. O. Becker. Mathematische Existenz, 1927, S. 96.

ფიზიკა

6. გოლივჰტოვი-ნიკოლაძე

1/2-სპინიანი თავისუფალი ნაწილაკებისთვის რელატიური  
განტოლების-გამოყვანის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 5.1.1948)

§ 1. 1/2-სპინიანი თავისუფალი ნაწილაკებისთვის დირაკის განტოლების მიღების ცნობილი ხერხი [1] შრედინგერის რელატიური განტოლების

$$\partial_n \partial_n \psi = k_0^2 \psi \quad (1.1)$$

სიმბოლურ გაწრფივებას წარმოადგენს; აქ  $\psi$  არის ტალღური ფუნქცია,  $\partial_1, \partial_2, \partial_3, \partial_4$  წარმოადგენენ განწარმოების ოპერატორებს  $x_1, x_2, x_3, x_4 = x, y, z, ict$  კოორდინატების მიმართ (ორჯერ განმეორებული ლათინური ინდექსი აღნიშნავს აჯამვას 1-დან 4-მდე) და, ბოლოს,  $k_0 = m/c$ , სადაც  $m$  არის ნაწილაკის საკუთარი ენერგია. წინამდებარე შრომაში ნაჩვენებია დირაკის განტოლების მიღების უფრო ზოგადი ხერხი, რომელიც არ მოითხოვს მეორე რიგის განტოლების განხილვას.

გაწრფივების ოპერაცია ტალღური ფუნქციის ალბათობით შინაარსს ემყარება; ძირითადი განტოლების მიღებისათვის, დირაკის თანახმად, აუცილებელია შემდეგი დაშვებანი, რომლებიც წარმოადგენენ ჩვეულებრივი ქვანტურ-მექანიკური აქსიომატრიკისა და ფარდობითობის სპეციალური პრინციპის უშუალო შედეგებს.

1°. ძირითადი განტოლება უნდა იყოს ინვარიანტი ლორენცის სრული ჯგუფის მიმართ (4 ბრუნვა და სარკისებური არეკვლა).

2°. ძირითადი განტოლება  $\psi$ -ს მიმართ უნდა იყოს წრფივი და ერთგვაროვანი, როგორც ამას მოითხოვს ქვანტურმექანიკური სუპერპოზიციის პრინციპი.

3°. ტალღურ ფუნქციას შეიძლება გააჩნდეს რამდენიმე მდგენელი, რასთანაც შესაბამისად ნაწილაკის მდებარეობის ალბათობის მოცულობითი სიმკვრივე

$$w = \bar{\psi} \psi, \quad (1.2)$$

სადაც, ისევე როგორც ქვემოთ, ხაზი ერმიტულად შეუღლებულს აღნიშნავს. პირობა 3° ზღუდავს  $\psi$ -ის ტრანსფორმაციულ თვისებებს, რადგან, (1.2) ფორმულის თანახმად,  $\psi$  არის 4-ვექტორის დროითი მდგენელი.

4°. ძირითადი განტოლება დროის მიმართ პირველი რიგის უნდა იყოს და, გარდა ამისა, უნდა იყოს ცალსახად ამოხსნადი  $\partial_4 \psi$ -ის მიმართ, რადგან

(1)  $2\pi\hbar$  არის პლანკის მუდმივა.

საწინააღმდეგო შემთხვევაში ნაწილაკის სიწყისი მდგომარეობა არ იქნება ცალსახად დაკავშირებული წინა და შემდგომ მდგომარეობებთან. 3° და 4° პირობების თანახმად, ძირითადი განტოლება ავტომატურად უნდა იძლეოდეს უწყვეტობის განტოლებას ალბათობის დენის ვექტორისათვის, რომლის დროითი მიღწეული

$$I_4 = i\bar{\psi}\psi. \quad (1.3)$$

გაწრფივების ოპერაციის ჩატარებისთვის დირაკს კიდევ ერთი პირობა აქვს შემოყვანილი; ამ უკანასკნელის ფორმულირებას წინ 1°—4° პირობების ზოგიერთ შედეგს გავეცნოთ.

1° და 4° პირობების თანახმად, ძირითადი განტოლება ყველა  $\rho$ -ოპერატორს წრფივად შეიცავს, რის გამოც იკი შემდეგი სახით შეიძლება იყოს ჩაწერილი:

$$\gamma_n \partial_n \psi = \frac{i}{hc} \gamma_0 \psi, \quad (1.4)$$

სადაც, ისევე როგორც ქვემოთ,  $\gamma_4 = i$ ,  $\gamma_0, 1, 2, 3$  მატრიცები კი ერმიტულნი არიან და არ შეიცავენ კოორდინატებს (როგორც ამას მოითხოვს ენერჯის არსი მნიშვნელობა და სივრცე-დროის სიმეტრია თავისუფალი ნაწილაკისათვის). (1.4) განტოლებიდან გამომდინარეობს:

$$\partial_n I_n = 0, \quad (1.5)$$

სადაც

$$I_n = \bar{\psi} \gamma_n \psi \quad (n=1, 2, 3, 4); \quad (1.6)$$

სიდიდე  $I_4$  იგივეა, რაც (1.3). (1.5) განტოლებაში, როგორც (1.4) განტოლების შედეგი, ინვარიანტი უნდა იყოს და რადგან  $I_4$  არის 4-ვექტორის დროითი მდგენელი, ჩვენ ვასკვნით, რომ სიდიდენი (1.6) ადგენენ 4-ვექტორს, რომელიც დენის ვექტორად შეიძლება იყოს მიღებული. ამრიგად, ძირითადი განტოლებისა და უწყვეტობის განტოლების მიღებისათვის  $\gamma$ -მატრიცების ალგებრული თვისებების შემდგომი დაზუსტება არ არის საჭირო.

შეგჩერდეთ 1° პირობაზე. კოორდინატების ლორენც-გარდაქმნის

$$x'_n = A_{nm} x_m \quad (n=1, 2, 3, 4) \quad (1.7)$$

დროს სიდიდენი (1.6) გარდაიქმნებიან კოვარიანტულად:

$$I'_n = A_{nm} I_m \quad (n=1, 2, 3, 4), \quad (1.8)$$

მეორე მხრივ, ტალღური ფუნქცია  $\psi'$  (დაშტრიხულ ათვლის სისტემაში), სუპერპოზიციის პრინციპის თანახმად, დაკავშირებულია  $\psi$ -სთან ტოლობით

$$\psi' = S\psi, \quad (1.9)$$

სადაც  $S$  მატრიცი კოორდინატებზე დამოუკიდებელია (სივრცე-დროის სიმეტრია). (1.8) ტოლობა  $\psi$ -ს კონკრეტულ სახეზე დამოუკიდებელია; ამის გათვალისწინებით, (1.6), (1.8) და (1.9) ფორმულებიდან ვღებულობთ:

$$\bar{S}_n S = A_{nm} \gamma_m \quad (n=1, 2, 3, 4). \quad (1.10)$$

ეს ტოლობები უზრუნველყოფს უწყვეტობის განტოლების ინვარიანტობას, ძირითადი (1.4) განტოლების ინვარიანტობისათვის კი საჭიროა კიდევ ერთი პირობა, სახელდობრ:

$$\bar{S}_0 S = \gamma_0. \quad (1.11)$$

ამრიგად,  $1^\circ$ — $4^\circ$  პირობები ურთიერთთავსებადი იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ყოველივე ლორენც-გარდაქმნისათვის შესაძლებელი იქნება ხუთი გარდაქმნის განტოლების, (1.10) და (1.11), ამოხსნა. ამ განტოლებებში შემავალი  $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  მატრიცების ალგებრული თვისებების განსაზღვრისათვის ღირაკი მოითხოვს, რომ:

$5^\circ$ . თავისუფალი ნაწილაკის შემთხვევაში (1.4) განტოლება ავტომატურად უნდა იძლეოდეს მეორე რიგის (1.1) განტოლებას.

$5^\circ$  პირობიდან გამომდინარეობს, რომ  $\gamma$ -მატრიცები გადასმის პირობებს

$$\gamma_\alpha \gamma_\beta + \gamma_\beta \gamma_\alpha = 2\delta_{\alpha\beta} \quad (\alpha, \beta = 1, 2, 3) \quad (1.12)$$

$$\gamma_0 \gamma_\alpha + \gamma_\alpha \gamma_0 = 0,$$

ემორჩილებიან,  $\gamma_0$ -მატრიცის კვადრატი კი ნაწილაკის საკუთარი ენერჯიის კვადრატის ტოლია:

$$\gamma_0^2 = m^2. \quad (1.13)$$

(1.12) პირობებზე დამყარებით ადვილია იმის ჩვენება [1], რომ (1.10)—(1.11) სისტემა ამოხსნადია ნებისმიერი ლორენც-გარდაქმნისათვის და, გარდა ამისა, ნაწილაკს გააჩნია სპინი  $1/2$ .  $\gamma$ -მატრიცების რიგი, (1.12) და (1.13) პირობების თანახმად, ოთხის ჯერადია ისევე, როგორც ტალღური ფუნქციის მდგენელების რაოდენობა. ამის შემდეგ შეიძლება დაიბადოს აზრი, ვითომდაც  $5^\circ$  პირობა ფრიად მნიშვნელოვანია  $1/2$ -სპინიანი ნაწილაკების თეორიისათვის, რადგან ამ პოსტულატის გარეშე, თითქოს, შეუძლებელია  $\gamma$ -მატრიცების ალგებრული თვისებებისა და სპინის მნიშვნელობის განსაზღვრა.

შემდეგ პარაგრაფებში ჩვენ დავრწმუნდებით, რომ  $\gamma$ -მატრიცების რიგი და გადასმის პირობები (მაშასადამე, სპინის მნიშვნელობაც) განისაზღვრება გარდაქმნის (1.10) და (1.11) განტოლებებით და არა  $5^\circ$  პირობით. რაც შეეხება ამ უკანასკნელს, მის ჭეშმარიტ შინაარსს წარმოადგენს გარკვეული დაშვება ნაწილაკის მასის ხასიათის შესახებ, როგორც ეს § 3-ში იქნება ნაჩვენები.

§ 2. ვიპოვოთ გარდაქმნის განტოლებების ამოხსნის არსებობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

განვიხილოთ  $(x_1, x_2)$  სიბრტყეში უსასრულოდ მცირე ბრუნვა  $i\eta$  კუთხით. გარდაქმნის კოეფიციენტების ცნობილი გამოსახულებების [2] თანახმად და მაღალი რიგის მცირეების უგულვებლყოფით, (1.10) და (1.11) ფორმულებიდან ვღებულობთ:

$$\bar{S}S = I - \eta\gamma_1, \quad \bar{S}\gamma_1 S = \gamma_1 - \eta, \quad (2.1)$$

$$\bar{S}\gamma S = \gamma \quad (\gamma = \gamma_0, \gamma_2, \gamma_3). \quad (2.2)$$

თუ  $\eta = 0$ , ჩვენ უნდა გვქონდეს იგიური გარდაქმნა ( $S = I$ ); აქედან ჩანს, რომ მცირე  $\eta$ -ს შემთხვევაში

$$S = I - \eta \cdot Z, \quad (2.3)$$

სადაც  $Z$  მატრიცი  $\eta$ -ზე დამოკიდებულია. (2.3) ტოლობიდან და პირველი (2.1) განტოლებიდან ვღებულობთ:

$$Z = \frac{I}{2} \gamma_1 + i \cdot R \quad (\bar{R} = R); \quad (2.4)$$

(2.3) და (2.4) ტოლობების გათვალისწინებით, მეორე (2.1) და (2.2) განტოლებებიდან გვაქვს:

$$I - \gamma_1^2 = i(R\gamma_1 - \gamma_1 R), \quad (2.5)$$

$$\gamma_1 \gamma + \gamma \gamma_1 = 2i(R\gamma - \gamma R). \quad (2.6)$$

გავამრავლოთ (2.5) და (2.6) მატრიცებზე  $I - \gamma_1^2$  და  $\gamma_1 \gamma + \gamma \gamma_1$  შესაბამისად, ავიღოთ ნამრავლის შპური და გადავსვათ ციკლურად ზოგიერთი მამრავლი შპურის ნიშნის ქვეშ ტოლობის მარჯვენა ნაწილში; გვექნება:

$$Sp \{ (I - \gamma_1^2)^2 \} = 0, \quad (2.7)$$

$$Sp \{ (\gamma_1 \gamma + \gamma \gamma_1)^2 \} = 2Sp \{ (\gamma_1^2 - I) \gamma^2 \}. \quad (2.8)$$

თუ ერმიტული მატრიცის შპური ნულის ტოლია, მაშინ თვით მატრიციც იგიურად ნულია<sup>1)</sup>.  $I - \gamma_1^2$  მატრიცი ერმიტულია და (2.7) და (2.8) ფორმულებიდან გამომდინარეობს, რომ  $I - \gamma_1^2 = 0$  და  $Sp \{ (\gamma_1 \gamma + \gamma \gamma_1)^2 \} = 0$ , საიდანაც ჩანს, რომ ერმიტული მატრიცი  $\gamma_1 \gamma + \gamma \gamma_1 = 0$ . მაშასადამე,  $\gamma_1$  მატრიცი ერთეულოვანი კვადრატის მქონეა და ანტიკომუტატორია  $\gamma_0$ ,  $\gamma_2$  და  $\gamma_3$  მატრიცებთან;  $x_1$ ,  $x_2$  და  $x_3$  დერძების ტოლფასობის გათვალისწინებით მიღებული შემდეგი შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$\begin{aligned} \gamma_\alpha \gamma_\beta + \gamma_\beta \gamma_\alpha &= 2\delta_{\alpha\beta} \\ \gamma_0 \gamma_\alpha + \gamma_\alpha \gamma_0 &= 0 \end{aligned} \quad (\alpha, \beta = 1, 2, 3). \quad (2.9)$$

<sup>1)</sup> ერმიტული მატრიცის შპური მატრიცის ყველა ელემენტის მოდულების კვადრატების ჯამის ტოლია.



ამრიგად, ჩვენ დავამტკიცეთ, რომ გადასმის (1.12) პირობები სინამდვილეში გარდაქმნის (1.1) და (1.11) განტოლებების ამოხსნადობის აუცილებელ პირობებს წარმოადგენს და არა  $5^{\circ}$  პოსტულატის შედეგს.

განვსაზღვროთ  $\gamma$ -მატრიცების რიგი და ტალღური ფუნქციის მდგენელების რაოდენობა. (2.9) ტოლობიდან ვღებულობთ:

$$Sp\gamma_0 = Sp\gamma_1 = Sp\gamma_2 = Sp\gamma_3 = 0. \quad (2.10)$$

მეორე მხრივ, (2.9) ტოლობებიდან გამომდინარეობს, რომ  $\gamma_{1, 2, 3}$  მატრიცების საკუთარი მნიშვნელობები  $= \pm 1$  ისე, რომ დადებითი საკუთარი მნიშვნელობების  $k$  ჯერადობა უარყოფითი საკუთარი მნიშვნელობების ჯერადობას ემთხვევა, როგორც ამას (2.10) ტოლობა მოითხოვს. მაშასადამე,  $\gamma$ -მატრიცების რიგი და ტალღური ფუნქციის მდგენელების რაოდენობა ლუწია:

$$N = 2k \quad (k = 1, 2, 3, \dots). \quad (2.11)$$

განვსაზღვროთ ერმიტული მატრიცი  $\rho$  თანაფარდობით

$$\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 = i\rho \quad (\rho^2 = 1) \quad (2.12)$$

და განვიხილოთ სარკისებური არეკვლა, რომლის დროს (1.7) გარდაქმნის ნულისაგან განსხვავებული კოეფიციენტები არის:  $A_{11} = A_{22} = A_{33} = -1, A_{44} = +1$ . (1.10) განტოლების თანახმად, ასეთი გარდაქმნის  $S$  მატრიცი უნიტარულია და ანტიკომუტირებელია  $\rho$ -სთან, ე. ი.:

$$Sp\rho = 0. \quad (2.13)$$

ავიღოთ ისეთი წარმოდგენა, რომელშიაც  $\gamma_1$  მატრიცი დიაგონალურია ისე, რომ მისი დიაგონალის პირველი  $k$  ელემენტი  $+1$ -ის ტოლია, შემდეგი  $k$  ელემენტი კი არის  $-1$ . ასეთ წარმოდგენაში  $\gamma_1$ -თან გადასმადი  $\rho$  იქნება დიაგონალური ზემატრიცი  $[A, B]$ , სადაც  $A$  და  $B$   $k$ -რი რიგის ერმიტულ მატრიცებს წარმოადგენენ. იმის გამო, რომ  $\rho^2 = 1$  და  $Sp\rho = Sp(\gamma_1\rho) = 0$ ,  $A$  და  $B$  მატრიცები ემორჩილება ტოლობებს:  $A^2 = B^2 = 1, SpA = SpB = 0$ , რომელთა გამო მოცემული მატრიცების რიგი ( $k$ ) ლუწია; ამ გარემოების გათვალისწინებით, (2.11) ტოლობიდან ვღებულობთ:

$$N = 4M \quad (M = 1, 2, 3, \dots), \quad (2.14)$$

ე. ი.  $\gamma$ -მატრიცების რიგი  $\rho$ -ის რიგის ჯერადია ისევე, როგორც ტალღური ფუნქციის მდგენელების რაოდენობა.

(2.9) და (2.14) ტოლობები გამოხატავს გარდაქმნის (1.10) და (1.11) განტოლებების ამოხსნის არსებობის საძიებელ აუცილებელ და საკმარის პირობებს (საკმარისობის ჩვენება ადვილია მეთოდით [1], რომლითაც მტკიცდება დირაკის განტოლების ინვარიანტობა).

ჩვენ ვხედავთ, რომ  $\gamma$ -მატრიცების რიგი და გადასმის პირობები (მაშასადამე, ნაწილაკის სპინის სიდიდეც) უშუალოდ მიიღება  $1^\circ-4^\circ$  პირობებიდან  $5^\circ$  პოსტულატის დახმარების გარეშე.

§ 3.  $\gamma_0$  მატრიცის კვადრატი გადასმის (2.9) პირობებით არ განისაზღვრება და თუ ნაწილაკების თეორიის აგებისას ჩვენ მხოლოდ  $1^\circ-4^\circ$  პირობებს დავეყრდნობით, მაშინ  $\gamma_0$  მატრიცის საკუთარი მნიშვნელობების მონახვასპეციალურ გამოკვლევას მოითხოვს, რომლის შედეგები მოგვყავს გამოყვანის გარეშე.

(2.9) განტოლებების ამონახსნი ზოგად შემთხვევაში დიაგონალური ზე-მატრიცების

$$\vec{\gamma} = [\vec{a}^{(1)}, \vec{a}^{(2)}, \dots, \vec{a}^{(r)}], \quad (3.1)$$

$$\gamma_0 = [m^{(1)}a_4^{(1)}, m^{(2)}a_4^{(2)}, \dots, m^{(r)}a_4^{(r)}]$$

საშუალებით შეიძლება იყოს წარმოდგენილი, სადაც  $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, m^{(1)}, m^{(2)}, \dots, m^{(r)})$  არის არაუარყოფითი და ურთიერთგანსხვავებული რიცხვები ენერჯიის განზომილებისა (ერთი მათგანი შეიძლება იყოს ნული).  $a^{(j)}$  წარმოადგენენ  $4q_j$  რიგის მატრიცებს, რომელნიც გადასმის პირობებს

$$a^{(j)}_i a^{(j)}_k + a^{(j)}_k a^{(j)}_i = 2\delta_{ik} \quad \left( \begin{array}{l} i; k=1, 2, 3, 4 \\ j=1, 2, \dots, r \end{array} \right) \quad (3.2)$$

ემორჩილებიან (ზემო ინდექსი ფიქსირებულია); რაც შეეხება  $q_j$ -ს, ისინი ნებისმიერი დადებითი მთელი რიცხვებია (ნულის გამორიცხვით).

(3.1)-ის შესაბამისად ტალღური ფუნქცია წარმოვადგინოთ

$$\psi = \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_r\} \quad (3.3)$$

სვეტის სახით (რომელიც ჩვენ ფიგურალური ფრჩხილით აღვნიშნეთ), სადაც  $\psi_j$  არის  $4q_j$  რიგის სვეტი. (3.1) და (3.3)-ის ძირითად (1.4) განტოლებაში ჩასმით ჩვენ ვნახავთ, რომ ეს უკანასკნელი დამოუკიდებელ განტოლებათა სისტემა

$$i\hbar \frac{\partial \psi_j}{\partial t} = (-i\hbar c (\vec{a}^{(j)} \nabla) + m^{(j)} a_4^{(j)}) \psi_j, \quad (j=1, 2, \dots, r) \quad (3.4)$$

დაიშლება, რომელშიაც ყოველივე  $j$ -რი განტოლება არის დირაკის ჩვეულებრივი განტოლება ნაწილაკისათვის სპინით  $1/2$  და უძრავი მასით  $m^{(j)}/c^2$ .

(3.4)-დან გამომდინარეობს, რომ,  $1^\circ-4^\circ$  პირობების თანახმად, ნაწილაკს აქვს სპინი  $1/2$  და, გარდა ამისა, ნაწილაკი შეიძლება იმყოფებოდეს სხვადასხვა უძრავი მასის მდგომარეობებში (ყოველივე წმინდა მასური მდგომარეობა, რომელშიაც ნაწილაკის უძრავი მასა არის  $m^{(j)}/c^2$ , აიწერება (3.3) ტალღური ფუნქციის შესაბამის  $\psi_j$  მდგენელით). ადვილი დასამტკიცებელია, რომ არავითარ ლორენც-გარდაქმნას არ შეუძლია განსხვავებული მასური მდგომარეობე-

ბის ურთიერთარევა, რის გამოც ყოველივე დასკვნა ნაწილაკის უძრავი მასის სიდიდის შესახებ ინვარიანტულია.

ჩვენ ვხედავთ, რომ,  $1^{\circ}-4^{\circ}$  პირობების თანახმად, ნაწილაკის მასა არის ოპერატორი, რომლის საკუთარი მნიშვნელობების სპექტრი დისკრეტულია. თუ მასის სპექტრში ჩვენ მხოლოდ ერთ საკუთარ მნიშვნელობას შევინარჩუნებთ, მაშინ  $\gamma^2$  რიცხვად იქცევა, როგორც ამას  $5^{\circ}$  პოსტულატის უშუალო შედეგი (1.13) მოითხოვს. ამრიგად,  $5^{\circ}$  პოსტულატის შინაარსი მხოლოდ იმ დავებში მდგომარეობს, რომლის თანახმად ნაწილაკის მასა რიცხვი უნდა იყოს და არა ოპერატორი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.1.1948)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. А. М. Дирак. Основы квантовой механики. М.—Л., 1937.
2. Л. Ландау и Е. Лифшиц. Теория поля. М.—Л., 1941.

805h



ფიზიკა

დ. ჩიქინაძე

თუთიის მონოკრისტალის ორიენტირებული ზრდის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა რ. ავლაძემ 7.1.1948)

§ 1. შესავალი

ლითონური მდგომარეობის თეორიის შექმნისთვის და აგრეთვე მთელი რიგი ტექნიკური საკითხების გადაწყვეტისთვის ლითონის მონოკრისტალების თვისებების შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. მონოკრისტალების ფიზიკური თვისებების შესწავლის შედეგად უკანასკნელი 25 წლის მანძილზე აღმოჩენილ იქნა ახალი ფაქტები და კანონზომიერებანი, რამაც დიდად შეუწყობ ხელი ლითონთა ფიზიკის შემდგომ განვითარებას.

ახალ კანონზომიერებათა დადგენაში გადამწყვეტი როლი შეასრულა ლითონური მონოკრისტალების მიღების მეთოდების დამუშავებამ. ლითონის მონოკრისტალების მიღება შეიძლება: 1) გაზური ფაზიდან, 2) სითხის ფაზიდან და 3) მყარი პოლიკრისტალური ფაზიდან.

თითოეული მათგანისთვის არსებობს რიგი მეთოდებისა [1, 2, 3], რომელთა გამოყენება უზრუნველყოფს სასურველი შედეგის მიღებას.

ზოგიერთი საკითხის გადაწყვეტისთვის აუცილებელია ობიექტის ღერძის მიმართ გარკვეულად ორიენტირებული ლითონის მონოკრისტალი. ლითონის სითხიდან მონოკრისტალის ორიენტირებულად მიღების საკითხი დღემდე არასაკმარისადაა შესწავლილი. მაგალითად, გრაფის [4] აზრით, კრისტალის ორიენტაცია ობიექტის ღერძის მიმართ შემთხვევითია, ხოლო ბრიჯმენის [1] მიხედვით კრისტალის ზრდის დროს ზოგიერთი სიბრტყისთვის არსებობს საუპირატესო მიმართულება; სითხიდან კრისტალის ზრდის დროს ყველაზე უფრო ტენდენციურია (მეტალბათიანია) ის ორიენტირება, როცა პოპის სიბრტყე კრისტალის ღერძის პარალელურია. როგორც კარპენტერი [1] შენიშნავს, ეს განსაზღვრა არასაკმარისია, ვინაიდან ბაზისის სიბრტყეს ღერძის მიმართ შეიძლება ყოველგვარი მიმართულება ექნეს 0-დან 180 გრადუსამდე.

ვ. კუზნეცოვი და დ. სარატოვიჩი [2] სწავლობდნენ თუთიის მონოკრისტალის ორიენტაციას, როდესაც მათ ბრიჯმენის მეთოდით იღებდნენ. ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდებიდან მათ გამოყავთ დასკვნა, რომ მონოკრისტალის ორიენტაცია შემთხვევითია; უაღბათესი ორიენტირება ხასიათდება კუთხეებით  $\chi=0$  დან  $\chi=30^\circ$ -მდე, სადაც  $\chi$  ობიექტის ღერძსა და ბაზისის სიბრტყის შორის მდებარე კუთხეა.

ი. ობრეიმოვი და ნ. ბრილიანტოვი [5] კრისტალებს ზრდიდნენ ბრიჯმენის მეთოდით და შეისწავლეს სინჯარის ჩამოშვების სიჩქარის გავლენა ორიენტაციაზე; მათი შედეგების მიხედვით, როცა სინჯარის ჩამოშვების სიჩქარე უდრის 0,015 მმ/მინ., მაშინ ბაზისის სიბრტყე ობიექტის ლერძის პერპენდიკულარია, უფრო დიდი სიჩქარეების დროს კი ბაზისის სიბრტყე ობიექტის ლერძის პარალელურია.

ვ. ბოასმა და ე. შმიდმა [6] შეისწავლეს ამოწვევის სიჩქარის გავლენა კადმიუმის მონოკრისტალის ორიენტაციაზე ჩოხრალსკის მეთოდით სარგებლობის დროს და მიიღეს, რომ როცა სითხიდან კადმიუმის კრისტალის ამოწვევის სიჩქარე 20 დან 1,5 სმ/საათი იცვლება, ბაზისის სიბრტყისაგან ობიექტის ლერძთან შედგენილი კუთხე 45-დან 90 გრადუსამდე იზრდება.

პ. პალიზინმა და ა. ფროიმანმა [7] დაამუშავეს სინჯარის ბოლოს ფორმა, რომელიც საშუალებას იძლევა გაიზარდოს სინჯარის ლერძის მიმართ სანებური ორიენტირების მქონე მონოკრისტალი. მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მინის ბურთის იზოთერმულ სფერულ ზედაპირზე, რომელშიაც ჩაღებულა სინჯარის კაპილარი, გაჩენილი მრავალი კრისტალიზაციის ცენტრი ზრდის დროს სფეროლიტს იძლევა, კაპილარში შედის და სინჯარას ავსებს ისეთი ორიენტიზაციის მარცვალი, რომელიც კაპილარის ლერძის გასწვრივ იზრდება. იზოთერმულობა სფერული ზედაპირისა, რასაც ამ მეთოდისთვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს, საეჭვოა, ამის გამო სფეროლიტის გაზრდის საკითხი სადავოა. გარდა ამისა, სინჯარის რთული ფორმა ამ მეთოდით სარგებლობას უდავოდ აძნელებს.

როგორც ვხედავთ, მონოკრისტალის ორიენტირებულად გაზრდის საკითხი ლიტერატურაში დღემდე საკმაოდ ბუნდოვანადაა წარმოდგენილი, უკანასკნელ წლებში, ჩვენ მიერ ჩატარებულ მუშაობასთან დაკავშირებით (რომლის შედეგები შემდგომ იქნება გამოქვეყნებული), სისტემატურად გვიხდებოდა თუთიიდან და მისი შენადნობებიდან მონოკრისტალების მიღება. მონოკრისტალების მიღებას ვაწარმოებდით ჩოხრალსკისა<sup>(1)</sup> და ბრიჯმენის მეთოდებით. მოსალოდნელი ლიკვაციის თავიდან აშორების მიზნით ბრიჯმენის მეთოდში შევიტანეთ ცვლილება, რამაც საშუალება მოგვცა მოცემული საწყისი პირობების მიხედვით სავსებით ცალსახად განვსაზღვროთ მოზარდი კრისტალის ორიენტაცია სინჯარის ლერძის მიმართ.

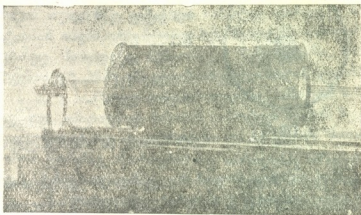
## § 2. ხელს ყოვს აღწერა

მილიანი ლუმელი, რომელიც წარმოადგენს ზეაფურის მილზე დახვეულ ნიხრომის მავაულს გარედან ასბესტის იზოლაციით, სიგრძით 40 სმ. და შიგა დიამეტრით 50 მმ. ბორბლების საშუალებით ეყრდნობა ჰორიზონტალურად

<sup>(1)</sup> ჩოხრალსკის მეთოდით სარგებლობის დროს ჩვენ შევძელით ისეთი რეჟიმის შერჩევა, როდესაც მოზარდი მონოკრისტალი სავსებით გარკვეულ კანონზომიერ შემოწახნაგებას განიცდის.

განლაგებულ წყვილ პარალელურ ოპტიკურ მერხს, რომლის სიგრძე 1,2 მეტრია.

მილიან ღუმელში გატარებულია მერხის სიგრძის მქონე ძნელად დნადი მინის დამცველი მილი, რომლის დიამეტრი დაახლოებით 4 სმ-ია და უძრავადაა დამაგრებული მერხის ბოლოებზე, მექანიზმის დახმარებით ღუმელს შეუძლია მერხის გასწვრივ გადაადგილება, თანაც ისე, რომ მისი ღერძი ყოველთვის ემთხვევა დამცველი მილის ღერძს (ნახ. 1).



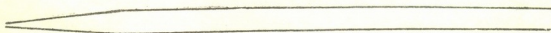
ნახ. 1

ცდის დაწყების წინ ლიონით სავსე სინჯარას, რომლის ერთი ბოლო კონუსური კაპილარის სახით, ხოლო მეორე ნებისმიერი ფორმით მოვიწროებული იყო, სხვადასხვანაირად ვათავსებდით დამცველი მილის შიგნით, რომლის ბოლოები ასბეტის საცობებით იყო დახურული. ღუმელს ვახურებდით 440—460 გრადუსამდე და ვრთავდით ხელსაწყოს, რომელიც ღუმელს ანიჭებდა ჰორიზონტალურ სიჩქარეს 6 სმ/საათი. ყოველი ასეთი ცდის შედეგად ვღებულობდი სავსებით გარკვეული ორიენტაციის მქონე მანოკრისტალებს.

### § 3. ცდების შედეგები

ზემოაღწერილი ხერხით გამოვიკვლიეთ სამი ძირითადი ფორმის სინჯარის 9 სხვადასხვა მდებარეობა.

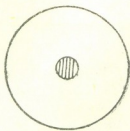
I. კონუსური კაპილარის ღერძი სინჯარის ღერძის გაგრძელებას წარმოადგენს (ნახ. 2).



ნახ. 2

1) სინჯარის ღერძი ემთხვევა დამცველი მილის ღერძს. ასეთ შემთხვევაში სინჯარაში მიღებული მანოკრისტალების ბაზისის სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალი შვეული სიბრტყის პარალელურია. დამცველი მილისა და სინჯარის ღერძის მიმართ პერპენდიკულარული კვეთი მოცემულია ნახ. 3-ზე.

2) სინჯარის ღერძი მოთავსებულია დამცველი მილის ღერძზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყეში, მის ზევით ან ქვევით. ამ შემთხვევაში სინჯარაში იზრდება მონოკრისტალი, რომლის ბაზისის სიბრტყე ჰორიზონტალურია.



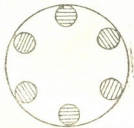
ნახ. 3

3) სინჯარის ღერძი დამცველი მილის პარალელურია. სინჯარაში გაზრდილი მონოკრისტალის ბაზისის სიბრტყე დამცველი მილის სინჯარასთან შეხების ხაზზე გაფლანდებული მხები სიბრტყის პარალელურია (ნახ. 4).

II. კაპილარის ღერძი სინჯარის ღერძთან კუთხეს შეადგენს (ნახ. 5), სინჯარის ღერძი ემთხვევა დამცველი მილის ღერძს.

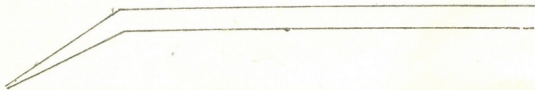
1) სინჯარისა და კაპილარის ღერძებზე გამავალ სიბრტყეს ვერტიკალური მიმართულება აქვს. ასეთ შემთხვევაში კაპილარსა და სინჯარაში გაჩენილ მონოკრისტალში ბაზისის სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის პარალელურია (ისევე როგორც I, 1 შემთხვევის დროს).

2) კაპილარისა და სინჯარის ღერძებზე გამავალი სიბრტყე ვერტიკალური ხაზის მართობია კაპილარში და სინჯარაში გაზრდილ მონოკრისტალში ბაზისის სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის პარალელურია და მის მიერ კაპილარის ღერძთან შედგენილი კუთხე ისეთივეა, როგორც სინჯარისა და კაპილარის ღერძებს შორის შედგენილი კუთხე.



ნახ. 4

3) კაპილარისა და სინჯარის ღერძებზე გამავალი სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყესთან კუთხეს შეადგენს. კაპილარსა და სინჯარაში გაჩენილ მონოკრისტალში ბაზისის სიბრტყეებს დამცველი მილის ღერძზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის პა-



ნახ. 5

რალელური მიმართულება აქვს, რის გამოც კაპილარის ღერძი ბაზისის სიბრტყესთან იმავე კუთხეს შეადგენს, რასაც აღნიშნულ ვერტიკალურ სიბრტყესთან.

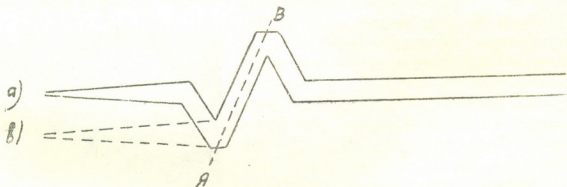
მოყვანილი შედეგები შესაძლებლობას იძლევა შედარებით მარტივად და სრულყოფილად გადავწყვიტოთ მონოკრისტალის ორიენტირების საკითხი ობიექტის ღერძის მიმართ; ამისთვის საკმარისია მოვხდინოთ განხილული წინა შემთხვევების შესაბამისი კომბინაცია.

III. სინჯარის ღერძი წარმოადგენს ბრტყელ ტეხილ ხაზს (ნახ. 6, ა), კაპილარის ღერძი ემთხვევა დამცველი მილის ღერძს.

1) სინჯარის ღერძი მოთავსებულია დამცველი მილის ღერძზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყეში. ამ შემთხვევაში სინჯარაში გაჩენილ მონოკრისტალში ბაზისის სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის პარალელურია (როგორც I, 1 და II, 1 შემთხვევებში).

2) სინჯარის ღერძზე (ტეხილ ხაზზე) გამავალი სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყესთან კუთხეს შეადგენს. კაპილარში გაჩენილი ჩანასახის ორიენტაცია ისეთივეა, როგორც 1 შემთხვევაში. სინჯარის ყველა სხვა ადგილში ბაზისის სიბრტყეს აქვს დამცველი მილის ღერძზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის პარალელური მიმართულება, ამიტომ სინჯარის  $AB$  ნაწილში მონოკრისტალის ღერძსა და ბაზისის სიბრტყეს შორის შედგენილი კუთხე უდრის აღნიშნულ ვერტიკალურ სიბრტყესა და  $AB$  ღერძს შორის შედგენილ კუთხეს.

3) კაპილარის ღერძი მოთავსებულია დამცველი მილის ღერძის პარალელურად, როგორც I, 3 შემთხვევაში (ნახ. 6, ბ). სინჯარის ღერძზე გამავალი



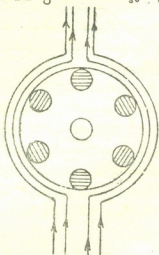
ნახ. 6, ა, ბ.

სიბრტყე დამცველი მილის ღერძზე გამავალ ვეეულ სიბრტყესთან შეადგენს კუთხეს. ამ შემთხვევაში კაპილარსა და სინჯარაში გაჩენილი მონოკრისტალის ბაზისი კაპილარისა და დამცველი მილის შეხების ხაზზე გამავალი მხები სიბრტყის პარალელურია. ამიტომ  $AB$  ნაწილის ღერძთან ბაზისის სიბრტყისაგან შექმნილი კუთხე  $AB$  მილის ღერძსა და აღნიშნულ მხებ სიბრტყეს შორის შექმნილ კუთხეს უდრის.

სინჯარის  $AB$  ნაწილში მილის ღერძის მიმართ სინჯარის ფორმის სიმეტრიული შეცვლა (სფერული ან სხვა ფორმის მიცემა) ბაზისის სიბრტყის  $AB$  ღერძის მიმართ ორიენტაციაზე გავლენას არ ახდენს. ეს გარემოება შესაძლებლობას იძლევა მივიღოთ სფერული ან სხვა სანებური ფორმის მონოკრისტალი, რომელშიაც ბაზისის სიბრტყის განლაგება  $AB$  ღერძის მიმართ ზემო-მოყვანილი პირობებითაა განსაზღვრული. ამ პარაგრაფში მოყვანილი შედეგები ნათლად გვიჩვენებს, რომ ბაზისის სიბრტყის ორიენტაცია ცალსახადაა განსაზღვრული საწყისი პირობებით (სინჯარის ფორმითა და კაპილარის გან-



ლაგებით ღერძის მიმართ). საგულისხმოა აგრეთვე ის გარემოება, რომ I, II და III ფორმის სინჯარების განხილულ შემთხვევებში კრისტალის ორიენტაცია არაა დამოკიდებული იმაზე, კაპილარის ბოლოდია თუ ვაკუუმის ქვეშ დახურულია, კაპილარის ბოლოზე წვეთი ეკიდება თუ არ ეკიდება და II ფორმის სინჯარისთვის კაპილარი დამცველი მილის შიგნით რჩება თუ გარეთ გამოდის. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ კაპილარში გაჩენილი ჩანასახის ორიენტაციაზე გავლენას ახდენს დამცველი მილის ირგვლივ წარმოქმნილი ჰაერის კონვექციური დენები (ნახ. 7).



ნახ. 7

მირევა არ სცვლის მონოკრისტალის ღერძის მიმართ ორიენტაციების შემომოყვანილ შემთხვევებს, თუმცა ცვლის მონოკრისტალის მექანიკურ თვისებებს.

ბევრ ნიმუშზე (როგორც ჩანს, ეს დამოკიდებულია მინარევების თვისებებსა და რაოდენობაზე) მონოკრისტალის გარეშე ზედაპირზე ბაზისის სიბრტყის კვალი განსაკუთრებით მკვეთრად გამოვლინდება და ქმნის გარკვეული მუდმივი მანძილით ერთმანეთისაგან დაშორებულ მცირე ბურცოებებსა და არხებს (ნახ. 8).

სურათი ძალზე წააგავს ლიზევანგის რგოლებს. მცირე კონცენტრაციის მარილმცავეს ხსნარში აღნიშნული კვანძები ძლიერდებიან და ზოგჯერ შეფერადებას განიცდიან.



ნახ. 8. სფერულ მონოკრისტალის ზედაპირზე ბაზისის სიბრტყის კვანძები

#### § 4. დასკვნა

შემომოყვანილი შედეგებიდან ჩანს, რომ სინჯარაში გაზრდილი მონოკრისტალის ორიენტირება ღერძის მიმართ განსაზღვრულია 1) კაპილარსა და სინჯარის ვანლაგებით დამცველ მილის ღერძის მიმართ; 2) კაპილარში გაჩენილი ჩანასახის ორიენტირებით (სინჯარაში გაზრდილი კრისტალის ბაზისის სიბრტყე კაპილარში გაჩენილი ჩანასახის ბაზისის სიბრტყის პარალელური რჩება) და 3) კაპილარსა და სინჯარის ღერძებს შორის შექმნილი კუთხით. ამ კანონზომიერების შემჩნევა ბრიჯმენის მეთოდის შემონაჩვენები სახეცვლილების დროსაა შესაძლებელი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.1.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

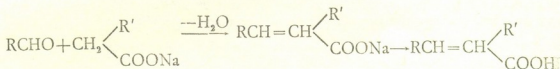
1. Г. Карпентер. Металлический кристалл. „Металлофизика“ (сборник статей под редакцией С. Т. Конобеевского), М.—Л., 1933, стр. 205—229.
2. В. Д. Кузнецов. Физика твердого тела, том I. Томск, 1937, стр. 232—252.
3. Г. Тамман. Металловедение. М.—Л., 1935, стр. 21—22.
4. L. Graf. Beiträge zur Kenntnis der Metalleinkristall-Herstellung. Zs. f. Phys., 67, 1931, S. 388.
5. И. В. Обреимов и Н. А. Бриллиантов. Влияние скорости роста кристаллов на их ориентацию. VI съезд русских физиков 1928 г.
6. W. Boas und E. Schmidt. Über die Dehnung von Cadmiumkristallen. Zs. f. Phys., 54, 1929, S. 16.
7. П. А. Палибин и А. И. Фройман. Метод получения монокристаллов с заданной ориентацией осей, ЖЭТФ, т. 3, 1933, стр. 162.

ა. ბახოკიძე

კეტონების კონდენსაცია ორბანულ მჟავათა ეთერებთან

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ქუთათელაძემ 12. 12 1947)

თავის კლასიკურ გამოკვლევებში პერკინმა [1] გვიჩვენა, რომ ალდეჰიდები კონდენსირდებიან ცხიმოვან მჟავათა მარილებთან წყლის გამოყოფით და იძლევიან  $\alpha, \beta$ -უმადლარ მჟავებს შემდეგი სქემით:



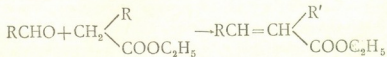
პერკინის სინთეზის ჩასატარებლად სარეაქციო ნარევეს რამდენიმე საათის განმავლობაში ახურებენ წყალწამრთმევი ნიეთიერებებთან (თუთიის ქლორიდთან, ძმარმჟავას ანჰიდრიდთან, გოგირდის მჟავასთან). პერკინის მეთოდით განსაკუთრებით ადვილად კონდენსირდებიან არომატული რიგის ალდეჰიდები. ცხიმოვანი რიგის ალდეჰიდებისა და კეტონების კონდენსაცია მცირე გამოსავლით მიმდინარეობს.

ფიტიგის (2) გამოკვლევებით, ორფუძიან მჟავათა ნატრიუმის მარილები, რომლებიც კარბოქსილის ჯგუფებს შორის მეთილენის ჯგუფს შეიცავენ, უფრო ადვილად კონდენსირდებიან ალდეჰიდებთან, ვიდრე ერთფუძიან მჟავათა ნატრიუმის მარილები.

აღმოჩნდა, რომ ორფუძიან მჟავათა მარილებთან კონდენსირდებიან აგრეთვე ცხიმოვანი რიგის ალდეჰიდები და, ნაწილობრივ, კეტონები.

შემდგომ კლაიზენისა (3) და სხვების შრომებმა გვიჩვენა, რომ ალდეჰიდები გაცილებით უფრო კარგად კონდენსირდებიან თავისუფალ კარბონ-მჟავებთან.

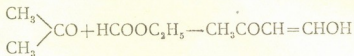
ალდეჰიდები კიდევ უფრო უკეთესად კონდენსირდებიან ორგანულ მჟავათა რთულ ეთერებთან და უმაღლარი რიგის მჟავათა ეთერებს წარმოშობენ:



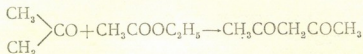
კლაიზენის მეთოდს დღეს დიდი წარმატებით იყენებენ განსაკუთრებით იმ უმაღლარ მჟავათა მისაღებად, რომლებიც არ მიიღებიან, ან დაბალი გამოსავლით მიიღებიან პერკინის მეთოდით.

კეტონები აგრეთვე კონდენსირდებიან ორგანულ მჟავათა ეთერებთან, მაგრამ კონდენსაციის შედეგად მიღებული ნერთები სუსტადაა შესწავლილი.

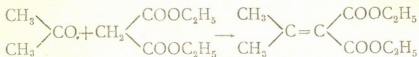
კეტონების კონდენსაციას ორგანულ მჟავათა ეთერებთან მკვლევარები სხვადასხვაგვარად ხსნიან, მაგალითად, კლაიზენისა და სტილოსის [4] აზრით, აცეტონის კონდენსაციით ეთილფორმატთან მიიღება ოქსიმეთილენაცეტონი:



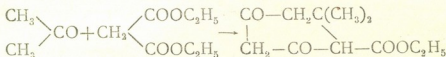
აცეტონის კონდენსაციით ეთილაცეტატთან კლაიზენმა და ერჰარდტმა [5] მიიღეს აცეტილ-აცეტონი:



აცეტონის კონდენსაციით მალონის მჟავას ეთერსან მევენბერგმა (6) მიიღო იზობრობილიდენმალონის მჟავას დიეთილის ეთერი:

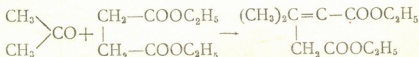


შტობეს (7) შრომებში სულ სხვა შედეგები მიღებული. ის მიუთითებს, რომ ამ კონდენსაციის დროს დიმეთილციკლოპექსანდიონ-კარბონის მჟავას ეთერი წარმოიშობა:



შტობე, ახსნა რა ამ რეაქციის მექანიზმი, იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ ამ შემთხვევაში პირველად, ორი მოლეკულა აცეტონი იძლევა მეზიტილენის ჟანგს და შემდეგ ეს უკანასკნელი კონდენსირდება მალონის მჟავას ეთერთან.

აცეტონის კონდენსაციით ქარვის მჟავას ეთერთან შტობემ (8) მიიღო დიმეთილიტაკონის მჟავას ეთერი:



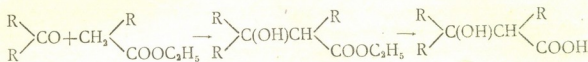
ქარვის მჟავას ეთერისა და აცეტონის კონდენსაციით, როგორც შტობე ფიქრობს, რეაქციაში მონაწილეობს მხოლოდ მეთილენის ერთი ჯგუფი, რომლის შემდეგ მეორე თავის აქტიობას კარგავს.

ამგვარად, კეტონებისა და ორგანულ მჟავათა ეთერების კონდენსაციის შედეგად მიღებული პროდუქტები კარგად არ არის შესწავლილი, ხოლო ამ რეაქციის მექანიზმი ზუსტად არ არის ახსნილი.

ყველა ამ რეაქციაში კატალიზატორად გამოყენებული იყო წყალწამრთმევი ნივთიერებები, თანაც ამავე დროს ცხელდებოდა სარეაქციო არე. თუ ზოგიერთ შემთხვევაში გამოყენებული იყო სუსტი წყალწამრთმევი ნივთიერებები

(ნატრიუმის ამიდი, ამონიაკი, პირიდინი, ნატრიუმის ალკოჰოლატი), სამაგიეროდ სარეაქციო არე მალალ ტემპერატურამდე ცხელდებოდა.

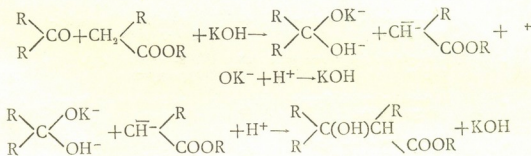
ჩვენს გამოკვლევებში კეტონებისა და ორგანულ მჟავათა ეთერების კონდენსაცია გამოიყენეთ ოქსიმჟავების სინთეზისთვის, შემდეგი სქემით:



როგორც მაკონდისირებელი საშუალება, ამ რეაქციის დროს ჩვენ ვიხმარეთ წვრილად დაფქვილი კალიუმის ტუტე. სარეაქციო არე პირველად ცივდებოდა და შემდეგ კი ეტოვებოდა ოთახის ტემპერატურის პირობებში.

ჯერ კიდევ ფიტიგმა [9] გვიჩვენა, რომ კეტონების კონდენსაციით ორგანულ მჟავათა მარილებთან, როგორც შუალედი პროდუქტები, წარმოიშობიან ოქსიმჟავები. შემდგომ ამ აზრს სხვებიც იზიარებდნენ, მაგრამ ოქსიმჟავები ამ რეაქციის შედეგად არაფერს არ გამოუყვია, ვინაიდან წინასწარ ქმნიდნენ პირობებს მათ გარდასაქმნელად (გაცხელება, წყალწარმოიქმნევა კატალიზატორების ხმარება).

მივიღეთ რა მხედველობაში ფაეორსკის [10] კონდენსაციის სქემა და აგრეთვე თანამედროვე შეხედულებანი კარბონილის შემცველი ნაერთების აქტიური მეთილის ჯგუფის შემცველ ნაერთებთან კონდენსაციის პროცესზე [11, 12], კეტონებიდან და ორგანულ მჟავათა ეთერებიდან ოქსიმჟავების წარმოშობის მექანიზმს შემდეგი სქემით ვხსნით:



### ექსპერიმენტული ნაწილი

კეტონების კონდენსაცია ორგანულ მჟავათა ეთერებთან პირველად ჩატარებული იყო ორივე ინგრედიენტის გრამმოლეკულური რაოდენობით, მაგრამ შემდეგი გამოკვლევებით გამოირკვა, რომ კეტონები აუცილებელია ავიღოთ თეორიულ რაოდენობაზე უფრო მეტი, ვინაიდან მათი ნაწილი პოლიმერიზაციის განიცდის მაკონდენსირებელი აგენტის ზეგავლენით. შემდეგ ყველა ჩვენს ცდაში კეტონები აღებულ იქნა ორმაგი რაოდენობით.

სარეაქციო ნარევი—კეტონი+ეთერი+KOH—პირველად ცივდებოდა და შემდეგ რამდენიმე დღის განმავლობაში რჩებოდა ოთახის ტემპერატურის პი-



რობებში. შემდეგ სიზხეს ვაზავებდით წყლით და გამოყოფილ ზეთს ეთერიო ამოვწვლიდით.

ეთეროვან ხსნარს ვრეცხავდით წყლით, სოდის ხსნარით, შემდეგ ისევ წყლით და ვაშრობდით ქლორკალციუმით. ეთერის აორთქლების შემდეგ რჩებოდა სიროფისმაგვარი პროდუქტი.

მიღებულ სიროფისმაგვარ მასას ვაღულებდით 10%-იან კალიუმის ტუტის სპირტოვან ხსნართან. სპირტის გამოხდის შედეგად მიღებულ ნაშთს ვხსნიდით წყალში. წყალში უხსნად ნაწილს (შეუსაპნელ პროდუქტს) ვწვლილავდით ეთერით. მიღებული პროდუქტი წარმოადგენდა კეტონების პოლიმერიზაციის შედეგს.

წყალხსნარიდან მიღებულ კალიუმის მარილს ვშლიდით მარილის მკვავათი. გამოყოფილი ოქსიმჟავები იდენტიფიცირებული იყო მარილებითა და მათი ნაწარმებით.

ჩატარებული ცდების შედეგები მოყვანილია ცხრილში.

ოქსიმჟავების წარმოშობა კეტონებისა და ორგანულ მჟავათა ეთერებისგან

№№	კეტონები (1)	ორგანულ მჟავათა ეთერი	კალიუმის ტუტის რაოდ. გრ.	მიღებული ოქსიმჟავები	გამოსული წილი %-ით
1	აცეტონი	ეთილფორმატი	36	ოქსიზოფერბოს მჟავა	46
2	"	ეთილაცეტატი	40	β-ოქსიზოფალერანის მჟავა	40
3	"	პროპიონის მჟავას ეთილის ეთერი	48	β-ოქსი -β- მეთილფალერანის მჟავა	40
4	"	η-ფერბოს მჟავას ეთილის ეთერი	48	β-ოქსი -β მეთილბენტან -γ- კარბონის მჟავა	38
5	"	ι-ფერბოს მჟავას ეთილის ეთერი	48	β-ოქსი -α, α, β- ტრიმეთილფერბოს მჟავა	40
6	"	η-ვალერიანის მჟავას ეთილის ეთერი	60	α-პროპილ -β- მეთილ -β- ოქსიფერბოს მჟავა	34
7	"	ι-ვალერიანის მჟავას ეთილის ეთერი	60	α- ეთილ -α, β- დიმეთილ β- ოქსიფერბოს მჟავა	30
8	"	ι-კაპრონის მჟავას ეთილის ეთერი	60	α, β- დიმეთილ -α- პროპილ -β- ოქსიფერბოს მჟავა	26
9	მეთილ-ეთილ-კეტონი	ეთილფორმატი	40	α- ოქსი -α- მეთილფერბოს მჟავა	45
10	აცეტონი	მალონის მჟავას ეთილის ეთერი	56	α- კარბონ -β- ოქსი -β- მეთილფერბოს მჟავა	48
11	"	ქარვის მჟავას ეთერი	56	ოქსიფულგენის მჟავა	38
12	აცეტონდიკარბონმჟავას ეთერი	ეთილფორმატი	60	ლიმონის მჟავა	43

(1 ყველა ცდაში კეტონის ორ გრამმოლეკულაზე ერთი გრამმოლეკულა ეთერი ავიღეთ.

როგორც ამ ტაბულიდან ჩანს, კეტონებისა და ორგანულ მჟავათა ეთერების კონდენსაციის დროს ყველაზე უკეთეს გამოსავალს იძლევა მალონის მჟავას ეთერი. მალონმჟავა ეთერი, რომელიც ორ კარბოქსილს შორის აქტიურ მეთილენის ჯგუფს შეიცავს, სხვა ეთერებთან შედარებით მეტ აქტიობას იჩენს. კარგად კონდენსირდებიან აგრეთვე ჭიანჭველის მჟავას ეთერები.

დასკვნა:

1. კეტონებისა და ორგანულ მჟავათა ეთერების კონდენსაციით, კალიუმის ტუტის თანაპოვნიერებისას, მიიღება ოქსიმჟავები.
2. კონდენსაციის რეაქცია მიმდინარეობს როგორც ოთახის ტემპერატურის პირობებში, ისე გაციებითაც.
3. ამ კონდენსაციის დროს ოქსიმჟავების კარგ გამოსავალს იძლევა მალონის მჟავასა და ჭიანჭველის მჟავას ეთერები. ოქსიმჟავების საშუალო გამოსავალი 35%-ს შეადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ქიმიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 23.1.1947)

დავროვებულ ლიტერატურა

1. W. Perkin. Über die Darstellung ungesättigter Säuren. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd 10, 1877, S. 299.
2. R. Fittig, M. Penfield. Die Kondensation Bernsteinsäuresalzes mit Aldehyde. Liebigs Annalen der Chemie, Bd 216, 1882, S. 119.
3. L. Klaisen, A. Crismer. Die Kondensation von Malonsäureester mit Aldehyden und Ketonen. Liebigs Annalen der Chemie, Bd 218, 1883, S. 135.
4. L. Claisen, E. Stylos. Über die Kondensation Ameisensäureester mit Aceton. Ber. d. deutsh. chem. Ges., Bd 22, 1889, S. 1142.
5. L. Claisen, F. Erhardt. Über die Darstellung des Acetylacetons und seiner Homologen. Ber. d. deutsh. chem. Ges., Bd 22, 1889, S. 1009.
6. K. Meweuberg. Über die Kondensation von Malonester mit Aceton. Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd 28, 1895, S. 785.
7. H. Stobbe. Die Kondensation von Aceton mit Malonsäureester. Liebigs Annalen der Chemie, Bd 282, 1894, S. 283.
8. H. Stobbe. Über die Wirkungsweise der Natriumäthylates auf Gemische von Ketonen und Malonsäureesters. Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd 34, 1901, S. 1955.
9. R. Fittig, A. Jayne. Die Kondensation von Säuren mit Aldehyden und Ketonen. Lieb. Ann. d. Chem., Bd, 216, 1882, S. 99.

10. А. Фаворский. Действие едкого кали на смеси кетонов с фенилацетиленом. Журнал русского физико-химического общества, том 37, 1905, стр. 643.
11. A. Core. The condensation of ketones with cyanacetic esters and the mechanism of the Knoevenagel reaction. Journal of the American Chemical Society, vol. 59, 1937, p. 2327.
12. М. Шемякин и Д. Трахтенберг. Конденсация кетонов с циануксусной кислотой. ДАН СССР, том 24, 1939, стр. 163.



კლიმატოლოგია

ა. კორძაძე

საქართველოში საშუალო თვიური ტემპერატურათა რყევისა და ნორმიდან უკიდურესი უარყოფითი გადახრების გამომწვევები სინოპტიკური პირობების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვ. წევრმა ა. ჯავახიშვილმა 17.12.1947)

ი. ფიგუროვსკის [1] აზრით, ამიერკავკასია კარგად არის დაცული ჰაერის მასების გარედან შემოჭრისაგან, რის გამოც თერმული რეჟიმი აქ იმდენად მდგრადია, რომ 10 წლის დაკვირვებები საკმარისია საიმედო ნორმალური სიდიდეების მისაღებად. ა. შატსკის [2] აზრით, კავკასიონის ქედი ვერ იცავს ამიერკავკასიას ჩრდილოეთის ცივი ჰაერის მასებიდან, ამიტომ ტემპერატურული რეჟიმი აქ საკმაოდ მერყევია და საშუალო თვიური ტემპერატურის მერყეობა ამიერკავკასიაში, როგორც სხვა ადგილებში, ზამთრის თვეებში მეტია, ვიდრე ზაფხულში.

ამიერკავკასია არ არის დაცული ჰაერის მასების გარედან შემოჭრისაგან, როგორც ი. ფიგუროვსკის ეგონა; მასში საკმაოდ ხშირად იჭრებიან პოლარული და ტროპიკული მასები და არც არქტიკული ჰაერის მასაა მისთვის უცხო.

ამავე დროს, წინააღმდეგ ა. შატსკის აზრისა, კავკასიონის ქედი კარგად იცავს ამიერკავკასიას უშუალოდ ჩრდილოეთიდან ცივი ჰაერის შემოჭრისაგან [3]. ამის შედეგად ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურის მერყეობა საქართველოში თავისებურია და სპეციალურ გამოკვლევას მოითხოვს.

ამგვარი გამოკვლევების ჩვენ გამოვიყენეთ, უმთავრესად, თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის მონაცემები 1844 წლიდან 1947 წლამდე.

შედარებით დაბალ სივანედზე მდებარეობა და აგრეთვე კავკასიონის ქედის, შავი ზღვისა და ნაწილობრივ კასპიის ზღვის გავლენა აზომიერებს საქართველოში ჰაერის ტემპერატურის მერყეობას წლიდან წლამდე. ეს ჩანს 1-ლი ცხრილიდან.

ცხრილი 1

საშუალო არითმეტიკული გადახრები მრავალწლიური (ნორმალური) საშუალო თვიური ტემპერატურიდან

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
თბილისი . . . . .	±1,6	1°,6	1°,5	1°,2	1°,1	1°,0	0°,9	1°,0	1°,2	1°,1	1°,2	
სლუცი (4) . . . . .	±2,5	2°,8	2°,3	1°,7	1°,8	1°,3	1°,2	1°,2	1°,0	1°,8	2°,1	
როსტოვი (5) . . . . .	±1,7	3°,2	2°,5	1°,4	1°,7	1°,5	0°,9	1°,5	1°,6	1°,8	2°,2	2°,4

დასავლეთ საქართველოში თვიური ტემპერატურის მერყეობა საშუალოდ ისეთივეა, როგორც იტალიაში (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

საშუალო თვიური ტემპერატურის მერყეობა

	ზამთარი	ზაფხული
დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროებზე . . . . .	$\pm 1^{\circ},4$	$\pm 0^{\circ},8$
იმერეთში . . . . .	$\pm 1^{\circ},6$	$\pm 1^{\circ},0$
იტალიაში . . . . .	$\pm 1^{\circ},4$	$\pm 0^{\circ},8$

მიუხედავად ამისა, 10 წლის დაკვირვება სრულებით არ არის საკმარისი საკმაოდ მდგრადი საშუალოების გამოსაყვანად.

ათწლიანი დაკვირვებებით თბილისისთვის მიღებულ საშუალო თვიურ ტემპერატურათა შორის სხვაობა წლის ყველა თვეში, გარდა ზაფხულისა,  $1,5-2^{\circ}0$  აღწევს; განსაკუთრებით დიდ სხვაობას იძლევა იანვარი, რომლის საშუალო ტემპერატურა 1882—1891 წ. უდრის  $-1^{\circ},0$ , 1912—1921 წ. პერიოდში კი  $+2^{\circ},4$ .

საკმაოდ მდგრადია მხოლოდ 35—40 წლიდან გამოყვანილი საშუალონი. გამონაკლისს შეადგენს იანვარი, რომელიც უკანასკნელი საუკუნის დასასრულიდან ერთგვარ დათბობას იჩენს.

ცხრილი 3

საშუალო ტემპერატურები თბილისში

პერიოდი	I	II	III	IV	წლიური
1844—1881	$0^{\circ},6$	$2^{\circ},2$	$2^{\circ},7$	$24^{\circ},6$	$12^{\circ},8$
1852—1891	$0^{\circ},2$	$1^{\circ},8$	$2^{\circ},8$	$24^{\circ},4$	$12^{\circ},7$
1862—1901	$0^{\circ},2$	$2^{\circ},0$	$2^{\circ},8$	$24^{\circ},3$	$12^{\circ},6$
1872—1911	$0^{\circ},1$	$2^{\circ},4$	$2^{\circ},8$	$24^{\circ},3$	$12^{\circ},8$
1882—1921	$0^{\circ},4$	$2^{\circ},4$	$2^{\circ},8$	$24^{\circ},2$	$12^{\circ},4$
1892—1931	$0^{\circ},9$	$2^{\circ},4$	$2^{\circ},7$	$24^{\circ},1$	$12^{\circ},5$
1902—1941	$0^{\circ},9$	$2^{\circ},5$	$2^{\circ},7$	$24^{\circ},3$	$12^{\circ},6$

იანვრის დათბობა უკანასკნელი ათეული წლების განმავლობაში არ მიეწერება ქალაქის ზრდის გავლენას, როგორც ამას სელიანინოვი ფიქრობს. ქალაქის ზრდა ტემპერატურის მომატების მხრივ სხვა თვეებსაც უნდა დასტურობოდა, განსაკუთრებით კი ივლისს, რასაც ვერ ვამჩნევთ. გარდა ამისა, საქართველოს სხვა მრავალწლიან დაკვირვებათა მქონე სადგურებიც გარკვევით აღნიშნავენ ამ პერიოდში იანვრის დათბობას (აბასთუმანი, ფოთი, გუდაური). ეს უნდა იყოს XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან არქტიკაში და საშუალო განედებზე დაწყებული დათბობის შედეგი. მხოლოდ აქ (ამიერკავკასიაში) აღნიშნული დათბობა უფრო ჩრდილოეთით მდებარე ადგილების დათბობასთან შე-

დარებით მეტად უმნიშვნელო იყო და გარკვევით დაეტყო მხოლოდ იანვარს და ისიც მეთედ გრადუსებში, მაშინ როდესაც ლენინგრადში, ყაზანში და სვერდლოვსკში ამ პერიოდის განმავლობაში წლის საშუალო ტემპერატურა საშუალოდ 1—2°-ით გადიდდა [6].

ახლა განვიხილოთ რამდენიმედ უფრო დაწვრილებით თვიური ტემპერატურის მერყეობა თბილისში წლიდან წლამდე (იხ. ცხრილი 4 და 5).

ცხრილი 4

თვიური საშუალო ტემპერატურებისა საშუალო კვადრატული გადახრა (σ) ნორმიდან თბილისში

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
σ	1,98	1,84	1,86	1,53	1,36	1,24	1,13	1,19	1,45	1,47	1,51	1,80

ნორმალური საშუალოდან გადახრის შემთხვევათა რაოდენობა (პროცენტობით დაკვირვების წლების საერთო რიცხვიდან)

ცხრილი 5

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
არ აღემატება σ-ს	66	65	71	72	67	66	62	62	64	69	68	69	67
არ აღემატება σ/2-ს	39	30	40	36	36	45	38	44	39	44	37	44	39
არ აღემატება 2σ-ს	95	98	95	97	98	93	96	96	93	95	96	98	96

შემთხვევათა თეორიის მიხედვით (გაუსის განტოლებით)<sup>(1)</sup>, იმ გადახრების რიცხვი, რომლებიც არ აღემატება საშუალო კვადრატულს, უდრის 68,3%; რომლებიც არ აღემატება საშუალო კვადრატულის ნახევარს—38,3%; რომლებიც არ აღემატება გაორკეცებულ კვადრატულს—95,4%.

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, ეს რიცხვები ახლოა იმ რიცხვებთან, რომლებსაც სინამდვილეში ჰქონდა ადგილი.

ამრიგად, როგორც საერთოდ ყველგან, თბილისში ცალკე წლებში თვიური ტემპერატურების ნორმიდან გადახრების განრიგება საერთოდ ემორჩილება შემთხვევათა კანონს (გაუსის განრიგებას).

<sup>(1)</sup>  $P(t) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^t e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ ;  $P(t)$  არის ალბათობა იმისა, რომ გადახრა არ აღემატება  $\frac{\Delta}{\sigma}$ ; აქ  $\Delta$  წარმოადგენს ცალკე წლებში გადახრების აბსოლუტურ სიდიდეს,  $\sigma$  საშუალო კვადრატულ გადახრას და  $t = \frac{\Delta}{\sigma}$ .

ამ თვალსაზრისით განვიხილოთ, თუ როგორ კიდურ გადახრებს ჰქონდა თბილისში ადგილი განხილულ პერიოდში.

მე-6 და მე-7 ცხრილში მოცემულია უდიდესი და უმცირესი საშუალო თვიური ტემპერატურა  $t^{\circ}$ , მათი გადახრა ნორმალურიდან  $\Delta$ , ამ გადახრის შეფარდება საშუალო კვადრატულ გადახრასთან  $\frac{\Delta}{\sigma}$ , არა უმცირეს მოცემულ სიდიდებზე გადახრის ალბათობა (პროცენტებით), წლების რიცხვი  $n$ , რომლის განმავლობაში საშუალოდ ერთხელ უნდა მოხდეს ასეთი გადახრა იმ ალბათობით, რომ დადებითი  $t$  და უარყოფითი გადახრა ერთნაირი სიხშირით ხდება.

ცხრილი 6.

უდიდესი საშუალო თვიური ტემპერატურები

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	$\Sigma$ I
წლები	1915	1941	1877	1917	1885	1892	1882	1840	1859	1927	1848	1876
$t^{\circ}$	5,7	6,6	10,4	16,8	20,3	24,2	26,8	26,8	22,8	17,7	10,6	1915
$\Delta^{\circ} + \gamma$	5,2	4,3	3,7	5,0	3,0	3,0	2,5	2,6	3,3	3,7	3,0	6,7
$\frac{\Delta}{\sigma}$	2,6	2,3	2,0	3,1	2,2	2,4	2,2	2,2	2,3	2,5	2,0	2,2
	0,9	2,1	4,6	0,2	2,8	1,6	2,8	2,8	2,1	1,2	4,6	2,8
$n$	222	95	44	1000	71	125	71	71	95	166	44	71

ცხრილი 7

უმცირესი საშუალო თვიური ტემპერატურები

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
წლები	1889	1929	1874	1854	1919	1937	1886	1923	1855	1862	1920	1920
$t^{\circ}$	-4,1	-1,8	2,0	7,7	14,6	18,4	22,0	21,1	16,9	9,5	2,9	-3,4
$\Delta^{\circ}$	-4,6	-4,1	-4,7	-4,1	-2,7	-2,3	-2,3	-3,1	-2,6	-4,5	-4,7	-6,2
$\frac{\Delta}{\sigma}$	2,3	2,1	2,5	2,6	2,0	2,2	2,0	2,6	1,8	3,1	3,1	3,4
$\frac{t^{\circ}}{\sigma}$	2,1	3,6	1,2	0,9	4,6	2,8	4,6	0,9	7,2	0,2	0,2	9,1
$n$	95	56	166	222	44	71	44	222	28	1000	1000	2000

მე-6 და მე-7 ცხრილის მიხედვით, უახლოეს წლებში მარტი და ნოემბერი მოსალოდნელია უფრო თბილი, ხოლო სექტემბერი, მაისი და ივლისი უფრო ცივი, ვიდრე უკანასკნელი 100 წლის განმავლობაში იყო.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ განხილულ პერიოდში თბილისში ისეთ გადახრებს ჰქონდა ადგილი (აპრილში, ოქტომბერში, ნოემბერსა და დეკემბერში), რომელთა ალბათობა მეტად მცირეა. ჩვეულებრივ, პრაქტიკულად შესაძლებლად თვლიან ისეთ გადახრებს, რომელთა ალ-

ბათობა 0,5% ნაკლები არ არის, თბილისში კი ისეთ გადახრებს ჰქონდა ამ ხნის განმავლობაში ადგილი, რომელთა ალბათობა 0,1% და 0,2% უდრის.

არც დასავლეთ საქართველოა ნორმიდან მოულოდნელი გადახრებისგან გარანტირებული.

მაგალითისთვის მოგვყავს მრავალწლიანი დაკვირვებების მქონე ფოთისა და ბათუმის მონაცემები (იხ. ცხრილი 8 და 9).

ცხრილი 8

ნორმიდან უდიდესი დადებითი გადახრა  
1881—1946 წ. განმავლობაში

თვეები	I	II	III	XI	XII
ფოთი . . .	6°,2 (1915)	3°,8	2°,7	2°,4	2°,9
ბათუმი . .	6°,6	—	3°,6	3°,3	2°,1

ცხრილი 9

უდიდესი უარყოფითი გადახრა

თვეები	I	I	III	XI	XII
წლები . .	1925	1911	1929	1920	1920
ფოთი . . .	-4°,1	-5°,5	-4°,6	-4°,6	-3°,8
ბათუმი . .	-4°,2	-4°,4	-4°,7	-4°,7	-5°,4

ცხრილი 10

უდიდესი დადებითი გადახრის შეფარდება

ფოთი	4,4	2,4	2,2	1,8	1,8
ბათუმი	4,4	—	2,8	2,5	1,6

ცხრილი 11

უდიდესი უარყოფითი გადახრის  
შეფარდება საშუალო გადახრასთან

ფოთი	2,9	3,6	3,8	3,5	3,2
ბათუმი	2,8	2,9	3,6	3,6	4,2

ამრიგად, თუ ტემპერატურის მდგრადობის მიჩვენებლად მივიღებთ საშუალო თვიურ ტემპერატურათა ნორმიდან საშუალო გადახრებს, ტემპერატურული რყევიმი საქართველოში საკმაოდ მდგრადია და სხვადასხვა ტემპერატურის მქონე ჰაერის მასების ცვლა არ იძლევა მკვეთრ ეფექტს. ამავე დროს არ არის გამორიცხული ისეთი სინოტიკური სიტუაცია, რომელიც „არ ახასიათებს“ საქართველოს და რომელიც იწვევს ნორმიდან საგრძნობ გადახრებს. მაგრამ ასეთი შემთხვევები იმდენად იშვიათია, რომ საშუალო მერყეობაზე თითქმის არ ახდენს გავლენას.

თვიური საშუალო ტემპერატურის განსაკუთრებით დიდ გადახრას ჰქონდა ადგილი 1920 წლის დეკემბერში. ასეთი გადახრა მოსალოდნელია მხოლოდ 2000 წლის მინძილზე ერთხელ.

უარყოფითი გადახრა როგორც თბილისში, ისე მთელ ამიერკავკასიაში ამ წელს სექტემბერში დაიწყო. ოქტომბერი, ნოემბერი და დეკემბერი არაჩვეულებრივად ცივი იყო.

ცხრილი 12

საშუალო თვიური ტემპერატურები 1920 წლის  
 დამლევს და ნორმიდან მათი გადახრა

	X	Δ°	XI	Δ°	XII	Δ°
	°		°		°	
თბილისი	11°,0	-3°,0	2°,9	-4°,7	-3°,4	-6°,2
ფოთი	14°,1	-2°,7	6°,9	-4°,6	4°,8	-3°,3
სოხუმი	13°,7	-2°,8	6°,6	-4°,7	5°,8	-2°,4
ბაქო	14°,3	-2°,4	5°,6	-5°,8	1°,9	-5°,1

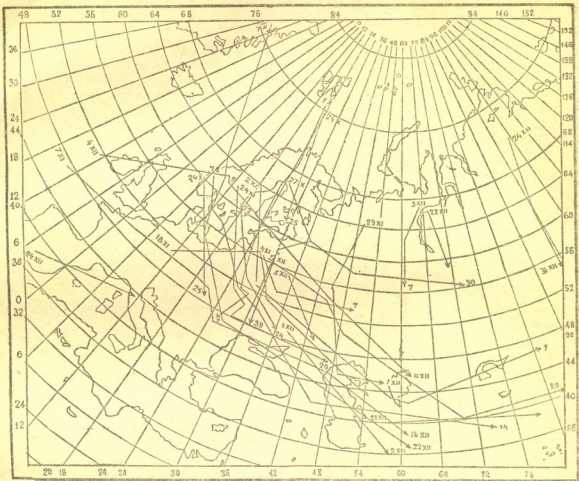
1920 წლის ოქტომბერში თბილისში მოვიდა 178 მმ ნალექი, ე. ი. 129 მმ მეტი ნორმაზე; დასავლეთ საქართველოშიაც ზამთრის წინ ნალექის რაოდენობა განსაკუთრებით უხვი იყო.

ტემპერატურის ანომალურმა დაცემამ ნიადაგის ტემპერატურაზეც იქონია გავლენა. თბილისში ულრმესი თერმომეტრი ნიადაგის ზედაპირიდან 6,47 მეტრის სიღრმეზეა. აქ ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა 1°,5 შეადგენს. ტემპერატურის მაქსიმუმი ამ სიღრმეზე დეკემბრის ბოლო რიცხვებშია, ხოლო მინიმუმი—ივნისში. 1921 წელს აქ ტემპერატურის მინიმუმი იყო 2 ივნისს და უდრიდა 13°,14, მაშინ როდესაც წინა წლებში დაახლოებით 14°,20 იყო. ამრიგად, 1921 წელს ნოემბერ—დეკემბრის დაბალ ტემპერატურას ისე გაუცივებია ნიადაგი, რომ თითქმის 6 თვის შემდეგ ამ გაცივებამ ნიადაგის 6,47 მეტრის სიღრმემდე მიაღწია და იქ დასწია ტემპერატურა ნორმაზე 1°-ით ქვევით.

ატმოსფეროს იმ დინამიკური პროცესების გამოსარკვევად, რომლებმაც გამოიწვია ჩვენში ასეთი ხანგრძლივი სიცივეები ზამთრის წინა თვეებში, მოგვყავს 1920 წლის X, XI და XII ანტიციკლონების ტრაექტორიების რუკა.

როგორც ამ რუკიდან ჩანს, ამ თვეებში პოლარული ანტიციკლონები ხშირად ეშვებოდა სამხრეთისკენ შავი და კასპიის ზღვამდე, რის შედეგად ადგილი ჰქონდა არქტიკული ჰაერის განუწყვეტლივ ნაკადს ამიერკავკასიაში.

თუ გადავხედავთ ამინდის გრძელვადიანი პროგნოზის ინსტიტუტის მიერ შედგენილ რუკების ატლასს (1881 წლიდან 1933 წლამდე), დავინახავთ, რომ არქტიკული მასის სამხრეთისკენ დაშვების გამეორება 1920—21 წლის ზამთრის წინა თვეებში განიჩქევა თავისი სიხშირით ყველა დანარჩენი წლებისაგან. ე. ლიოი (7) ამტკიცებს, რომ 1921 წლის გვალვიან ზაფხულს წინ უსწრებდა ზამთარი, რომელიც ატმოსფეროს „არანორმალური“ კინეტიკური პროცესებით ხასიათდება, მაგრამ კიდევ უფრო „არანორმალური“ იყო ზამთრის პირი. ანალოგიურ, მაგრამ არა ისე მძლავრ ინომალიებს ჰქონდა ადგილი 1945 წლის შემოდგომაზე და ზამთრის წინა პერიოდში.



ანტიციკლონების ტრაექტორია 1920 წლის 1 X-დან 31 XII მდე

ცხრილი 13

საშუალო თვიური ტემპერატურების  
გადახრა ნორმიდან 1945 წელს

	X	XI	XII
თბილისი	-0,6	-1,0	-1,0
სოხუმი	-3,2	-1,01	-2,2
ფოთი	-2,4	-1,2	-2,1

ამ წლის შემოდგომაზე და ზამთრის დასაწყისში დაირღვა ევრაზიისათვის ატმოსფეროს ნორმალური ცირკულაციური პროცესები; არქტიკული ჰაერის მასების სამხრეთისაკენ დაშვება ამ თვეებში არაჩვეულებრივად ხშირი იყო, მას მოჰყვა საკმაოდ მშრალი ზაფხული სამხრეთ რუსეთში.

გარდა 1921 და 1946 წლებისა, უკანასკნელი 60 წლის განმავლობაში სამხრეთ რუსეთისათვის გვაღვიანი იყო 1891, 1906 და 1911 წლების ზაფხუ-

ლი. ამ წლებში, გარდა 1906 წლისა, საქართველოში ზაფხულს წინ უსწრებდა ხანგრძლივი ცივი ზამთარი.

ცხრილი 14

საშუალო თვიური ტემპერატურების  
გადახრანობიდან თბილისში

	XII	I	II
1890/91 წ. ზამთარი	-1°9	-0°4	-2°4
1910/11 წ. ზამთარი	-3°2	-3°0	-3°5

ამრიგად, განხილული პერიოდის განმავლობაში ყველა განსაკუთრებით გვალვიან ზაფხულს სამხრეთ რუსეთში წინ უსწრებდა ჩვენში ისეთი ზამთარი, როდესაც სამი თვე ზედიზედ ადგილი ჰქონდა ტემპერატურის საგრძნობ უარყოფითგადახრებს.

როგორც ჩანს, წლის ცივ პერიოდში ევროპის არქტიკული ფრონტის ჩვეულებრივზე უფრო ხანგრძლივად და განუწყვეტლივ გააქტივებას მომდევნო ზაფხულში მოჰყვება აღმოსავლეთ ევროპის პოლარული ფრონტის აქტივობის შესუსტება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.12.1947)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Ф и г у р о в с к и й. Агрометеорология. Баку, 1932.
2. А. Ш а т с к и й. Материалы к познанию климата бассейна р. Алазани. Часть I, Кахетия. Тбилиси, 1934.
3. ე. ნ ა ფ ე ტ ვ ა რ ი ძ ე. ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები საქართველოს ტერიტორიაზე, როგორც მისი კლიმატური ფაქტორები. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შიამბე, ტ. VIII, № 3, 1947.
4. С. И. С а в и н о в. Аномалия температуры в Слуцке в 1924—25 г. Геофизический сборник, том IV, выпуск 3, 1925.
5. Климат Ростовской области и Краснодарского края. Под редакцией В. Т е р в и н с к о г о, Ростов на Дону, 1938.
6. Л. С. Б е р г. Основы климатологии, Ленинград, 1938.
7. Э. Л и р. Основные черты зимнего синоптического процесса в Северном полушарии. Журнал геофизики, том VII, 1932.





ბოლოგია

ლ. ბაბუნიძე

გურიის აზოვის ჰოროზონტის უმსახეობები

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ლ. დავითაშვილმა 9.11.1947)

დასავლეთ საქართველოს პლიოცენის მკვლევარები დიდი ხანია უკვე გამოთქვამენ აზრს გურიაში კიმერიული სართულის ქვედა ნაწილის არსებობის შესახებ (1, 2, 3, 4), მაგრამ დამარწმუნებელი ფაქტობრივი მასალის უქონლობის გამო ეს შეხედულება დაუსაბუთებელი რჩებოდა.

ჯერ გურიაში დღემდე არავის შეხვედრია ზედა პონტურში თანდათანობით გარდამავალი ტიპობრივი აზოვური ფაუნის შემცველი ქანები. ამჟამად ეს ხარვეზი შევსებულია ახალი მონაცემებით, რომელთა განხილვასაც ვუძღვნი ამ წერილს.

ქ. მახარაძის რაიონში, აჩისწყლისა და ეუფის შესართავთან, აჩისწყლის მარჯვენა ნაპირზე შიშვლდება პონტური და კიმერიული ასაკის ფაუნის შემცველი ქანები.

აქ ჩემ მიერ ჩაწერილია შემდეგი პროფილი (ზევიდან ქვევით).

I. მურა ნახშირისფერი საშუალო მარცვლოვანი თიხოვანი ქვიშაქვები. სიძლიარე—3 მეტრამდე. შიგ:

<i>Didacna crassatellata</i> Desh. . . . .	m <sup>(1)</sup>
<i>D. paucicostata</i> Desh. var. <i>postrontica</i> n. var. . . . .	rr
<i>Limnocardium</i> ( <i>Tauricardium</i> ) <i>squamulosum</i> Desh. . . . .	r
<i>L. (T.)</i> aff. <i>squamulosum</i> Desh. var. <i>minor</i> Andrus. . . . .	rr
<i>Phyllocardium planum</i> Desh. . . . .	f
<i>Ph. alatoplanum</i> Andrus. . . . .	r
<i>Prosodacna</i> aff. <i>leptopsamatha</i> David. . . . .	r
<i>Pr.</i> aff. <i>pseudomacrodon</i> n. sp. . . . .	r
<i>Pr. ex gr. prionopleura</i> Andrus. . . . .	r
<i>Stenodacna angusticostata</i> Rouss. . . . .	r
<i>Melanopsis pl.</i> sp. . . . .	m
<i>Zagrabica cf. subampulacea</i> Andrus. . . . .	m
<i>Neritinopris suspecta</i> n. sp. . . . .	r
<i>Neritina</i> sp. . . . .	m
<i>Tylopoma</i> sp. . . . .	r

(<sup>1</sup> „rr“ ნიშანი აღნიშნავს ფორმებს, რომლებიც ძალიან იშვიათად გვხვდება; „r“—იშვიათ ფორმებს; „m“—საშუალო გავრცელების ფორმებს; „f“—ფორმებს, რომელიც ხშირად გვხვდება; „ff“—ძალიან ხშირ ფორმებს.

ფაუნა ძალიან ცუდად არის დაცული. ნამარხები, მეტწილად, ზოლებადაა განაწილებული.

II. მომწვანო ფერის საშუალომარცვლოვანი ქვიშაქვები, რკინის ქანგის ჩამონადენებით. სიმძლავრე—1,5 მეტრი. ცუდადაა დაცული ფაუნა:

<i>Dreissensia</i> aff. <i>iniquivalvis</i> Desh. . . . .	m
<i>Limnocardium</i> ( <i>Tauricardium</i> ) <i>squamulosum</i> Desh. . . . .	r
<i>L.</i> ( <i>T.</i> ) aff. <i>squamulosum</i> Desh. var. <i>minor</i> Andrus. . . . .	rr
<i>Phyllocardium planum</i> Desh. . . . .	ff
<i>Paradacna</i> aff. <i>abichi</i> R. Hörn. . . . .	r
<i>Prosodacna</i> aff. <i>leptopsamatha</i> David. . . . .	r
<i>Pr.</i> aff. <i>pseudomacrodon</i> n. sp. . . . .	rr
<i>Pr.</i> ex gr. <i>prionopleura</i> Andrus. . . . .	rr
<i>Stenodacna angusticostata</i> Bouss. . . . .	r
<i>Kaladacna</i> aff. <i>steindachneri</i> Brus. . . . .	r
<i>Melanopsis</i> pl. sp. . . . .	m
<i>Neritinaopsis suspecta</i> n. sp. . . . .	r
<i>Neritina</i> sp. . . . .	m
<i>Zagrabica</i> sp. . . . .	r
<i>Tylopoma</i> sp. . . . .	r
<i>Hydrobia</i> sp. . . . .	r
<i>Planorbis</i> sp. . . . .	rr

III. მცირე სიმძლავრის (0,5 მ) მკვრივი თიხოვანი ქვიშა, პონტური ტიპის *Dreissensid*-ებით მდიდარი.

<i>Dreissensis</i> aff. <i>iniquivalvis</i> Desh. . . . .	r
<i>Dr.</i> aff. <i>anisoconcha</i> Andrus. var. <i>typica</i> Andrus. . . . .	f
<i>Dr.</i> aff. <i>anisoconcha</i> Andrus var. <i>kitenica</i> Andrus . . . . .	m
<i>Phyllocardium planum</i> Desh. . . . .	m
<i>Ph. alatoplanum</i> Andrus. . . . .	rr
<i>Kaladacna</i> aff. <i>steindachneri</i> Brus. . . . .	rr
<i>Melanopsis</i> sp. . . . .	r
<i>Paradacna</i> aff. <i>abichi</i> R. Hörn. . . . .	rr

IV. ღია ნაცრისფერი თიხოვანი ქვიშის მძლავრი ფენა, მისაწვდომი მხოლოდ ზედა ნაწილში, რომელიც III ფენისაგან 4-5 მეტრის სიმძლავრის ზოლით არის დაშორებული. ფენა შეიცავს მდიდარსა და შედარებით კარგად დაცულ ფაუნას:

<i>Dreissensia</i> aff. <i>iniquivalvis</i> Desh. . . . .	m
<i>Dr.</i> aff. <i>anisoconcha</i> Andrus. var. <i>typica</i> Andrus. . . . .	m
<i>Dr.</i> aff. <i>anisoconcha</i> Andrus. var. <i>Kitenica</i> Andrus . . . . .	m
<i>Dr.</i> aff. <i>anisoconcha</i> Andrus. var. <i>transitoria</i> Andrus . . . . .	r
<i>Didacna</i> aff. <i>multistriata</i> Bouss. . . . .	rr

<i>D. subcrassatellata</i> Andrus. . . . .	rr
<i>D. annosa</i> Tšel. . . . .	m
<i>D. depressa</i> Desh. . . . .	m
<i>D. perfecta</i> Tšel. . . . .	r
<i>D. atschistskalensis</i> n. sp. . . . .	m
<i>Limnocardium (Tauricardium) subsquamulosum</i> Andrus. . . . .	r
<i>L. (T.) aff. squamulosum</i> Desh. var. <i>minor</i> Andrus. . . . .	r
<i>L. (Moquicardium) aff. praemoquicum</i> David. . . . .	r
<i>L. (Bosphoricardium) emarginatum</i> Desh. . . . .	m
<i>Didacnomya sulcatiniformis</i> n. sp. . . . .	rr
<i>Phyllocardium planum</i> Desh. . . . .	
<i>Paradacna aff. abichi</i> R. Hörn. . . . .	r
<i>Plagiodacna carinata</i> Desh. . . . .	rr
<i>Melanopsis</i> sp. . . . .	r
<i>Neritina</i> sp. . . . .	r
<i>Zagrabica</i> sp. . . . .	r
<i>Hydrobia</i> sp. . . . .	rr
<i>Tylophoma</i> sp. . . . .	r

ამრიგად, I ფენის ფაუნის სიაში ჩვენ ვხვდებით *Prosodacna ex gr. prionopleura* Andrus., რომელიც ძალიან უახლოვდება ამ სახის ტიპობრივ ფორმას, დამახასიათებელს კიმერიულის ქვედა ნაწილისათვის, და *Limnocardium (Tauricardium) aff. squamulosum* Desh. var. *minor* Andrus., რომელიც წიბოების აგებულებით შესამჩნევად განსხვავდება ტიპისაგან და უახლოვდება *L. (T.) squamulosum* Desh. var. *minor* Andrus., პონტურის სულ ზედა ნაწილში გავრცელებულს.

საინტერესოა ასევე აფხაზეთის მოქვიკარდიუმებიანი შრეების *Prosodacna aff. pseudomacrodon* Desh., არსებობის აღნიშვნა.

გარდა იმ ფორმებისა, რომელნიც გავრცელებული იყვნენ I ფენაში, II ფენის ფაუნის სიაში, ვხვდებით:

- Dreissensia aff. iniquivalvis* Desh.
- Paradacna aff. abichi* R. Hörn.
- Kaladacna aff. steindachneri* Brus.

გარდა ამისა, აღსანიშნავია, რომ ამ ფენაში ძალიან ხშირად გვხვდება *Phyllocardium planum* Desh., კიმერიული *Didacna* და *Prosodacna* კი გაცილებით უფრო იშვიათად.

შემდეგ მოდის III ფენა, რომელთანაც დაკავშირებულია ფაციესის საკმაოდ მკვეთრი ცვლა და რომელიც უკვე პონტურ ფაუნას შეიცავს. ეს ფენა განსაკუთრებით მდიდარია *Dreissensia aff. anisoconcha* Andrus.-ით, მაგრამ აქ აღსანიშნავია კიმერიული ფაუნის ელემენტებიც:

*Dreissensia* aff. *iniquivalvis* Desh.  
*Phyllocardium alatoplanum* Andrus.  
*Kaladacna* aff. *steindachneri* Brus.

IV ფენა შეიცავს მდიდარ, ტიპობრივ პონტურ ფაუნას, მაგრამ აქაც ვხვდებით ახალი საუკუნის წარმომადგენლებს: *Limnocardium* (*Tauricardium*) aff. *squamulosum* Desh. var. *minor* Andrus., *L. (Moquicardium) praemoquicum* David., *Didacna* aff. *multistriata* Rouss. აღსანიშნავია ასევე სიხშირე *Dreissensia* aff. *iniquivalvis* Desh.-სი, რომელიც, როგორც ცნობილია, უფრო კიმერიულსათვის არის დამახასიათებელი. ჩანს, ეს ფენა ეკუთვნის პონტურის სულ ზედა ნაწილს, რომელიც უკვე კიმერიული ფაუნის ელემენტების შესამჩნევ რაოდენობას შეიცავს.

რაც შეეხება I და II ფენას, გარდამავალი ხასიათი ფაუნისა, რომელსაც ისინი შეიცავენ, ექვს გარეშეა, მათ ქვედა კიმერიულ ასაკზე მიგვითითებს.

III ფენა გარდამავალია პონტურსა და კიმერიულს შორის; ფაუნის შემადგენლობით ის უფრო პონტურს უახლოვდება.

უთანხმოებას პონტურსა და კიმერიულ ფენებს შორის ადგილი არა აქვს, რაც ფაუნის თანდათანობით ცვლასთან ერთად, უთუოდ ხარვეზის არარსებობაზე მიგვითითებს.

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ზედა პონტურის თიხოვანი ფაციესის ცვლა კიმერიულის ქვიშიანი ფაციესით დამახასიათებელია თითქმის მთლიანად დასავლეთ საქართველოსთვის, მაშინ ისეთი გარდამავალი ფორმების კომპლექსს, როგორცაა *Dreissensia* aff. *iniquivalvis* Desh., *Paradacna* aff. *abichi* R. Hörn. განსაზღვრული სტრატиграფიული მნიშვნელობა ენიჭება, იგი მიგვითითებს კიმერიულის სულ ქვედა ნაწილის არსებობაზე.

ამრიგად, ვფიქრობ, ჩემ მიერ აღწერილი აჩისწყლის ქრილი საფუძველს გვაძლევს, გურიაში აზოვის ჰორიზონტის, უფრო ზუსტად, მისი ექვივალენტის, არსებობა დადგენილად ჩავთვალოთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.12.1947)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. И. Ильин. Новые данные о плиоцене Гурии. Изв. ГГРУ, 49, № 4, 1930.
2. Л. Ш. Дави та ш в и л и. О стратиграфическом подразделении киммерийского яруса. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., Отд. геол., т. X, вып. I, 1932.
3. А. Г. Эберзин. Средний и верхний плиоцен Черноморской области. Стратиграфия СССР, т. XII, 1940.
4. გ. ჭელიძე. გურიის ქვედა და შუა პლიოცენის ორსაგდულიანები. საქ. მეზეუმის მოამბე, ტ. XIII-ა, 1946.

მ. ონიაშვილი

თხელკედლიანი ცილინდრული გარსის ტიპის გადახურვის  
მდგრადობაზე შემოწმების საკითხისათვის

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვ. წევრმა კ. ზავრიეშვილმა 20.1.1948)

თხელკედლიანი დამრეცი ცილინდრული გარსი გადახურვის რაციონალურ და ეკონომიურ ტიპს წარმოადგენს. მისი გამოყენების ეფექტურობა გადასახურავ მალთან ერთად იზრდება, მაგრამ უკანასკნელთა საგრძნობი სიდიდის შემთხვევაში საჭიროა აღნიშნული კონსტრუქციის მდგრადობაზე შემოწმება.

ჩვენ მიერ, ვ. ვლასოვის მიერ შესწორებულ გარსთა მომენტური თეორიის საფუძველზე [1], [2] და [3] შრომებში განხილული იყო ჩაკეტილკონტურიანი განივკვეთის ცილინდრული გარსის მდგრადობის ზოგიერთი შემთხვევა.

ღია კონტურის შემთხვევაში ცილინდრული გარსის მდგრადობის ამოცანა ბევრად რთულდება და კრიტიკული დატვირთვის რიცხობრივი განსაზღვრადნელდება.

ამ შრომის მიზანია კრიტიკულ ძალთა მნიშვნელობის მიახლოებით შეფასება ბრტყელი კიდური დიფერენციალის მქონე, სწორხაზოვანი კიდებით სახსროვნად დაყრდნობილი ცილინდრული გარსისთვის, დატვირთვის უმარტივეს შემთხვევაში. დაყრდნობის აღნიშნული შემთხვევა შეისწავლება როგორც ძირითადი, ვინაიდან, თუ გადახურვა გრძივი კიდების სახსროვანი დაყრდნობის შემთხვევაში მდგრადობის პირობებს აკმაყოფილებს, იგი მით უფრო დააკმაყოფილებს იმავე პირობებს ნაწილობრივი ან სრული ჩამაგრების დროს.

ჩვენს მიახლოებით კვლევას საფუძვლად უდევს წრიული კონტურის მქონე დამრეცი ცილინდრული გარსის ლოკალური მდგრადობისა და რხევების ზოგადი ამოცანისთვის ვ. ვლასოვის მიერ მიღებული დიფერენციალური განტოლებები [4], რომლებიც  $q$  ინტენსივობის თანაბრად განაწილებული რადიალური განივი დატვირთვისათვის შემდეგ სახეს ღებულობს;

$$\frac{1}{E\delta} \nabla^4 \varphi - R \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} = 0, \tag{1}$$

$$R \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} + \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)} \nabla^4 w + qR^2 \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} = 0.$$

ამ განტოლებებში  $\alpha$  და  $\beta$  უგანზომილო, გარსის რადიუს  $R$ -თან შეფარდებული კოორდინატებია, გადაზომილი  $\alpha R$ -მსახველის, ხოლო  $\beta R$ -განივი წრის რკალის მიმართულებით;  $E$  მასალის დრეკადობის მოდულია,  $\nu$ -პუასონის კოეფიციენტი,  $\delta$ -გარსის სისქე,

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2},$$

$w(\alpha, \beta)$  — გარსის ნორმალური გაღუნვა. სრული გადაადგილების სხვა მდგენელებისთვის მიღებულია აღნიშვნები:

$u$  — გადაადგილება მსახველის მიმართულებით.

$v$  — მხები გადაადგილება წრის რკალის მიმართ. შიდა ძალები  $T_1, T_2, S$  (ნორმალური და მხები) და მომენტები  $G_1, G_2, H$  (მღუნავი და მგრები) ძირითადი პოტენციალური ფუნქციების  $\varphi$  და  $w$ -ს საშუალებით შემდეგი ფორმულებით განისაზღვრება:

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2}, & G_1 &= \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right), \\ T_2 &= \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2}, & G_2 &= \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right), \\ S &= -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha \partial \beta}, & H &= -\frac{E\delta^3}{12(1+\nu)} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta}. \end{aligned} \quad (2)$$

$\Phi = \Phi(\alpha, \beta)$  ფუნქციის საშუალებით, თუ გავითვალისწინებთ ამ უკანასკნელის დამოკიდებულებას შემოמוყვანილ პოტენციალურ ფუნქციებთან

$$\varphi = R^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2}, \quad w = \frac{R}{E\delta} \nabla^4 \Phi, \quad (3)$$

განტოლებათა სისტემა (1) დაიყვანება ერთ გადამწყვეტ განტოლებაზე

$$c^2 \nabla^8 \Phi + \frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^4} + \frac{qR}{E\delta} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \nabla^4 \Phi = 0, \quad (4)$$

სადაც

$$c^2 = \frac{\delta^2}{12(1-\nu^2)R^2}.$$

შიდა ძალები და გადაადგილებები  $\Phi(\alpha, \beta)$  ფუნქციის საშუალებით შემდეგი ფორმულებით განისაზღვრება:

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2}, & H &= -Rc^2(1-\nu^2) \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} \nabla^4 \Phi, \\ T_2 &= \frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^4}, & u &= \frac{R}{E\delta} \left( \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \alpha \partial \beta^2} - \nu \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \alpha^3} \right), \end{aligned}$$

$$S = -\frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^3 \partial \beta}, \quad v = -\frac{R}{E\delta} \left[ \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \beta^3} + (2+\nu) \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right],$$

$$G_1 = Rc^2 \left( \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \nu \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right) \nabla^4 \Phi, \quad w = \frac{R}{E\delta} \nabla^4 \Phi, \quad (5)$$

$$G_2 = Rc^2 \left( \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} \right) \nabla^4 \Phi,$$

განტოლებათა სისტემა (1) ადვილად დაიყვანება (4)-ის ანალოგიურ განტოლებაზე, რომელიც  $w$ -ს მიმართ მე-8 რიგისაა:

$$c^2 \nabla^8 w + \frac{\partial^4 w}{\partial \alpha^4} + \frac{qR}{E\delta} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \nabla^4 w = 0. \quad (6)$$

მივიღოთ მდგრადობის დაკარგვით დეფორმირებული ფართეულის სახე შემდეგი გამოსახულების თანახმად:

$$w = w_0 \sin \mu \beta \sin \lambda \alpha, \quad (7)$$

რაც (6) განტოლების კერძო ამონახსნია. ამ გამოსახულებაში  $\mu = \frac{m\pi}{\beta_0}$ ,  $\lambda = \frac{n\pi R}{l}$ , სადაც  $m$  განივი ნახევარტალღების რაოდენობაა, ხოლო  $n$ —ნახევარტალღების რაოდენობა  $l$  სიგრძეზე,  $\beta_0$  კი სრული ცენტრალური კუთხეა.

(3) და (5) დამოკიდებულებების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ (7) ამონახსნის მიღებით მრუდ კიდებზე შემდეგი პირობები დაკმაყოფილდება:

$$\alpha = 0, \quad T_1 = v = 0, \quad G_1 = w = 0, \quad (8)$$

$$\alpha = \frac{l}{R}, \quad T_1 = v = 0, \quad G_1 = w = 0.$$

(8) პირობებს შეესაბამება თავის სიბრტყეში აბსოლუტურად ხისტი და სიბრტყიდან დრეკადი დიაფრაგმების არსებობა მრუდ კიდებზე.

პირველი ორი პირობა დასაშვებად ხდის მრუდი კიდების გრძივ გადაადგილებას, ორი დანარჩენი გულისხმობს აღნიშნული დიაფრაგმების გარსთან სახსრობრივ დამაგრებას. გრძივ კიდებზე სასაზღვრო პირობები მიახლოებით კმაყოფილდება. დაცულია სახსროვანი დამაგრების უმთავრესი მოთხოვნა:

$$\beta = 0, \quad w = 0, \quad G_2 = 0, \quad (9)$$

$$\beta = \beta_0, \quad w = 0, \quad G_2 = 0.$$

(7) ამონახსნის საშუალებით (6) დიფერენციალური განტოლების მახასიათებელი განტოლება შემდეგი სახით წარმოვსვამ:

$$c^2 (\mu^2 + \lambda^2)^4 + \lambda^4 - \frac{qR}{E\delta} (\mu^2 + \lambda^2)^2 \mu^2 = 0, \quad (10)$$

საიდანაც

$$p = \frac{qR}{E\delta} = \frac{c^2(\mu^2 + \lambda^2)^2}{\mu^2} + \frac{\lambda^4}{\mu^2(\mu^2 + \lambda^2)^2} \quad (11)$$

კრიტიკული ძალის განსაზღვრისთვის საჭიროა  $p$ -ს მინიმალური მნიშვნელობის მოძებნა, როგორც  $\mu$  და  $\lambda$ -ს ფუნქციისა. ადვილი შესამჩნევია, რომ  $p$   $\lambda$ -ს მონოტონური ფუნქციაა. ამას მოწმობს აგრეთვე ის გარემოება, რომ განტოლება  $c^2(\mu^2 + \lambda^2)^4 + \lambda^2\mu^2 = 0$ , რომელიც  $p$ -ს მინიმალურობას გამოხატავს  $\mu$ -ს ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის, არს ფესვებს არ შეიცავს.

ამიტომ  $p$ -ს მინიმალური მნიშვნელობა შესაბამისა  $\lambda$ -ს მინიმალური მნიშვნელობისა, ე. ი.  $\frac{\pi R}{l}$ -ის, რაც ერთი გრძივი ნახევარტალის წარმოშობას გულისხმობს.

$p$ -ს მინიმალურობის პირობა, ფიქსირებული  $\lambda$ -თვის, შემდეგნაირად გამოისახება:

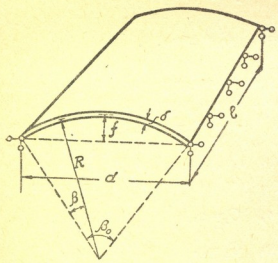
$$\begin{aligned} \mu^{*6} + 3\mu^{*4}\lambda^* + 2\mu^{*3}\lambda^{*2} - 2\mu^{*2}\lambda^{*3} - 3\lambda^{*2}\mu^* \left( \lambda^{*2} + \frac{1}{c^2} \right) \\ - \lambda^{*3} \left( \frac{1}{c^2} + \lambda^{*2} \right) = 0, \end{aligned} \quad (12)$$

სადაც  $\mu^* = \mu^2$ ,  $\lambda^* = \lambda^2$ .

კრიტიკულ დატვირთვის შესაბამემა არსი დადებითი ფესვი  $\mu$ , რომელიც გარეტვირთის მინიმალურ მნიშვნელობას გვაძლევს.

(11) ფორმულით  $qR = \frac{pE\delta}{R}$ -ის განსაზღვრავად საჭიროა მივიღოთ უახლოესი მთელი  $m$ -ის მიხედვით შესწორებული  $\mu$ -ს მნიშვნელობა.

გამოვიკვლიოთ ახლა, თუ განივი ნახევარტალეების რა რაოდენობა ახასიათებს აღნიშნული ტიპის გადახურვების მდგრადობის დაკარგვას. აღნიშნული საკითხის გამოსარკვევად ჩვენ გამოვიკვლიეთ (12) განტოლების ფესვები განივ კედლებს შორის სხვადასხვა მანძილის, გარსის სხვადასხვა სისქისა და დამრეცობისთვის, თანაბრად დატვირთული გადახურვის შემთხვევაში, რომლის სქემა 1 ნახაზზეა მოცემული.



ნახ. 1

დადებითი ფესვი ახასიათებს.

ერთ-ერთ არს დადებით ფესვს გარეტვირთის მინიმალური მნიშვნელობა შეესაბამება.

კოეფიციენტების პრაქტიკულად შესაძლო მნიშვნელობებისთვის (12) განტოლებას ორი კომპლექსური, ერთი უარყოფითი და ორი არსი



აღნიშნული ფესვების  $m=1, 2, 3$ -ის შესაბამ  $\mu^*$ -ს მნიშვნელობებთან შედარების მიზნით, გამოთვლების შედეგები მოთავსებულია შედარებით ცხრილში.

$\mu^*$  მნიშვნელობათა შედარებითი ცხრილი<sup>(1)</sup>

განხილული შემთხვევა	მინიმუმის შესაბამის მნიშვნელობა (12) განტოლების მიხედვით	როდესაც $m=1$	როდესაც $m=2$	როდესაც $m=3$
$f/d=1/8$ $l=16,0$ მ $\delta=8$ სმ $d=8,0$ მ	39,564	10,332	41,326	92,986
$f/d=1/8$ $l=16,0$ მ $\delta=8$ სმ $d=8,0$ მ	46,512	10,332	41,326	92,986
$f/d=1/8$ $l=16,0$ მ $\delta=4$ სმ $d=8,0$ მ	57,358	10,332	41,326	92,986
$f/d=1/8$ $l=12,0$ მ $\delta=6$ სმ $d=8,0$ მ	61,262	10,332	41,326	92,986
$f/d=1/8$ $l=20,0$ მ $\delta=6$ სმ $d=8,0$ მ	39,859	10,332	41,326	92,986
$f/d=1/12$ $l=16,0$ მ $\delta=6$ სმ $d=8,0$ მ	88,477	22,437	89,749	201,93
$f/d=1/20$ $l=16,0$ მ $\delta=6$ სმ $d=8,0$ მ	187,95	61,246	244,99	551,22

ცხრილში მოყვანილი  $m=1, 2, 3$ -ის შესაბამის  $\mu^*$ -ს მნიშვნელობებიდან  $m=2$ -ის შესაბამის მნიშვნელობები უახლოვდება (12) განტოლების ფესვებს.

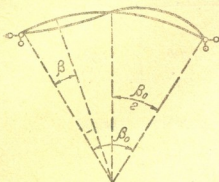
აღნიშნული გარემოება მოწმობს, რომ განხილული ტიპის თხელკედლიანი გადახურვების მდგრადობის დაკარგვა ორი განივი ნახევარტალის წარმოშობით ხასიათდება (იხ. ნახ. 2).

შესრულებული გამოთვლების შედეგად ჩვენ მიერ გამოკვლეულია კრიტიკული ძალის ცვალებადობის კანონზომიერება შემდეგი პარამეტრების მიხედვით:

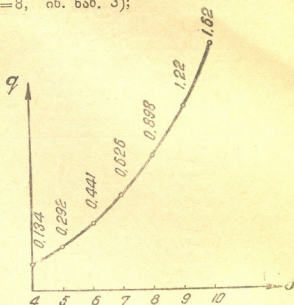
<sup>(1)</sup> შესაბამის გამოთვლები გრეფეს მეთოდით, შესრულებულია დ. ქინქლაძის მიერ.

1) გარსის სისქე  $\delta$ 

( $l=16,0$  მ,  $d=8,0$  მ,  $d/f=8$ , იხ. ნახ. 3);



ნახ. 2

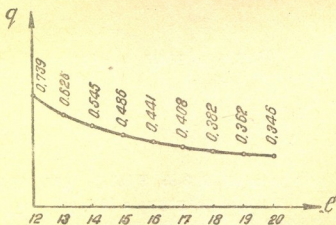


ნახ. 3

კრიტიკული დატვირთვის დამოკიდებულება გარსის სისქეზე.  $q$ —კრიტიკული დატვირთვა კგ/სმ-ით,  $R$ —გარსის სისქე სმ-ით

2) მანძილი განივ კედლებს შორის— $l$ 

( $\delta=6$  სმ,  $d=8,0$  მ,  $d/f=8$ , იხ. ნახ. 4);



ნახ. 4

კრიტიკული დატვირთვის დამოკიდებულება გარსის სიგრძეზე  $q$ —კრიტიკული დატვირთვა კგ/სმ<sup>2</sup>-ით,  $l$ —მანძილი განივ კედლებს შორის მ-ით

3) გარსის დამრეცობა  $d/f$ 

( $l=16,0$  მ,  $d=8,0$  მ,  $\delta=6$  სმ, იხ. ნახ. 5);

გრაფიკები გვიჩვენებს აგრეთვე კრიტიკული დატვირთვების სიდიდის ხასიათს გადახურების განხილული ტიპისათვის და გვარწმუნებს მათ დიდ მდგრადობაში.

უნდა აღინიშნოს, რომ გრაფიკებში მოყვანილი კრიტიკული დატვირთვების მნიშვნელობანი 110 მარკის რკინაბეტონს შეესაბამება, რომლის დრეკადობის მოდული  $E = 210000$  კგ/სმ<sup>2</sup>. სხვა მოდულების დროს, მაგ., მსუბუქი რკინაბეტონის შემთხვევაში, კრიტიკულ დატვირთვის სიდიდე დრეკადობის მოდულის პროპორციულად შეიცვლება.

დაბოლოს განვიხილოთ, მიღებული შედეგების შემოწმების მიზნით, უსასრულო სიგრძის გარსი, რომლისთვის  $\lambda = \frac{\pi R}{l} = 0$ . ამ შემთხვევაში (11) ფორმულით გამოთვლილი კრიტიკული ძალა შემდეგნაირად გამოისახება:

$$q_{კრ} = \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)R^3} \left( \frac{2\pi}{\beta_0} \right)^2. \quad (13)$$

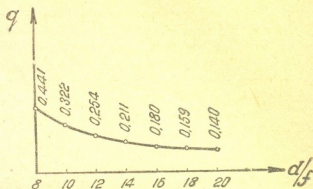
ჩვენი აღნიშვნების დაცვით, ტიმოშენკოს [5] მიხედვით, კრიტიკული დატვირთვა თანაბრად და რადიალურად დატვირთული წრიული მოხაზულობის ორსახხროვანი თალისთვის შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$q_{კრ} = \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)R^3} \left[ \left( \frac{2\pi}{\beta_0} \right)^2 - 1 \right],$$

რომელიც (13) ფორმულას დაემთხვევა, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ განხილული გარსების დამრეცობით გამოწვეულ განსხვავებას. საკმაოდ დამრეცი თაღების შემთხვევაში  $\left( \frac{2\pi}{\beta_0} \right)^2$  ბევრად აღემატება ერთს და თუ ამ უკანასკნელს უკუვაგდებთ, შემომოყვანილი ფორმულები ერთიმეორეს დაემთხვევა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 25.1.1948)



ნახ. 5

კრიტიკული დატვირთვის დამოკიდებულება გარსის დამრეცობაზე.  $q$ —კრიტიკული დატვირთვა კგ/სმ<sup>2</sup>-ით,  $d/f$ —გარსის დამრეცობა.

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. З. В л а с о в. Основные дифференциальные уравнения общей теории упругих оболочек. Прикладная математика и механика, т. VIII, стр. 109.
2. ო. ონიაშვილი. ცილინდრული გარსის მდგრადობის საკითხისათვის ცენტრალური კუმშვის დროს. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. VIII, № 3, 1947.
3. ო. ონიაშვილი. კრიტიკულ ძალთა გამოთვლის შესახებ ცილინდრული გარსის მდგრადობის ზოგიერთი შემთხვევისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VIII, № 4, 1947.
4. В. З. В л а с о в. Некоторые новые задачи строительной механики оболочек и тонкостенных конструкций. Известия Академии Наук СССР, Отделение технических наук, № 1, 1947.
5. С. П. Т и м о ш е н к о. Устойчивость упругих систем. М.—Л., 1946, стр. 207.

ტექნიკა

ლ. აბლიშვილი

ელექტრული რკინიგზების ენერგომომარაგების სისტემის ელემენტების გათვლა საშუალო დატვირთვის მაიუსების მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდუბუღიძემ 26.1.1948)

წინამდებარე სტატიის მიხედვით ელექტრული რკინიგზების შინაგანი ენერგომომარაგების სისტემის გრაფიკულ-ანალიზური გათვლა, რომელიც აერთიანებს თანაბრად განაწილებულ დატვირთვის მეთოდს და ალბათობის თეორიაზე აგებულ მეთოდებს—აზოგადებს პირველს, ხოლო მეორეებს ტექნიკურად ამარტივებს. გარდა ამისა, კვების სქემის ცვლილების შემთხვევაში, ქვემო-მოყვანილი მეთოდი იძლევა საანგარიშო შედეგების გადათვლის უმარტივეს საშუალებას, ამით კი შესაძლებელი ხდება ელექტრორკინიგზების მუშაობის იძულებითი რეჟიმების პრაქტიკული შესწავლა.

§ 1.  $e_x$  მყისი ძაბვის ვარდნა საკონტაქტო ქსელის რაიმე წერტილში დამოკიდებულია ამ წერტილის  $x$  აბსცისაზე და სამატარებლო დენების ადგილმდებარეობასა და სიდიდებზე. უკანასკნელი ორი ფაქტორი შეიძლება წარმოდგენილ იყოს დროის ფუნქციის სახით, ხოლო ძაბვის ვარდნა მთლიანად—როგორც

$$e_x = e(x, t).$$

ეს ტოლობა გამოხატავს მყისი ძაბვის ვარდნის ეპიურის განტოლებას.

მყისი ეპიურის ანალოგიით შეიძლება ვილაპარაკოთ  $T$  დროის შუალედისათვის საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიურზე, რომლის ორდინატები განისაზღვრება ტოლობით

$$e_x = \frac{1}{T} \int_0^T e_x dt,$$

ან

$$e_x = e(x, T).$$

თუ მყისი ძაბვის ვარდნის ეპიური დროში ცვალებადი თოკის მრავალგვერდითი გამოიხატება [1], საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიური წარმოადგენს უძრავი და უწყვეტი თოკის მრუდს, რომელსაც უწყვეტი პირველი წარმოებულნი აქვს.

ამ ეპიურის განტოლება შემდეგნაირად დაიწერება:

$$\frac{d^2 e_x}{dx^2} = -\frac{r}{T} \sum \frac{I}{V}, \quad (1)$$

სადაც  $J$  და  $V$  ( $x$ -ის ფუნქციები) დენის ძალა და მატარებლის სიჩქარეა,  $r$ —საკონტაქტო ქსელის გრძივი წინაღობა, ხოლო  $\Sigma$  ვრცელდება  $x$  წერტილში გამავალ ყველა მატარებელზე.

§ 2. (1) ტოლობიდან გამომდინარეობს (საშუალო ძაბვის ვარდნის განაწილების მიხედვით) მატარებლების მოძრავ, ჩაწერტებულ დატვირთვათა სისტემისა და დროში უცვლელი

$$j = \frac{I}{T} \sum \frac{J}{V}, \quad (2)$$

ინტენსიობით განაწილებული დატვირთვის ეკვივალენტობა.

§ 3. უბნის ორმხრივი კვების დროს საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიურიაგება ქვესადგურებს შორის ენერგიის განაწილების მიხედვით [2, 3].

თუ უბანი  $AB$  (ნახ. 1) შედგება რამდენიმე  $Ac, cd, \dots$  გადასარბენისაგან, ქვესადგურებს შორის ენერგიის განაწილება შეიძლება შემდეგ ცხრილში ჩამოყალიბდეს

მოხმარება კილოვატსათებით	გადასარბენები		
	I	II	III
A ქვესადგურიდან . . . . .	$W_{IA}$	$W_{IIA}$	$W_{IIIA}$
B ქვესადგურიდან . . . . .	$W_{IB}$	$W_{IIB}$	$W_{IIIB}$

ამ სიდიდეების გადაზომვით  $Aa_4$  და  $Bb_4$  ვერტიკალზე (ნახ. 1) ვღებულობთ რიგ წერტილებს:  $A, a_1, a_2, a_3, \dots$  და  $B, b_1, b_2, b_3, \dots$  ხოლო მათი წყვილ-წყვილად შეერთებით მივიღებთ საშუალო ვარდნათა ეპიურს  $Ac'd'e' \dots B$  გლუვი მრუდის სახით, რომელიც ჩაწერილია  $AP_1P_2P_3 \dots B$  მრავალკუთხედში და ამ უკანასკნელს ეხება  $A, c, d, \dots B$  წერტილებში.

ვოლტების მასშტაბი— $v[mv]$  განისაზღვრება ტოლობით

$$v = w \frac{TU}{rL} 10^{-3}, \quad (3)$$

სადაც  $w$  არის  $Aa_4$  და  $Bb_4$  ვერტიკალზე ენერგიის მასშტაბი  $[mm/kwh]$ , ხოლო  $U$ —საანგარიშო ძაბვა  $[v]$ .

§ 4. საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიურების აგება კვების სხვა სქემებისთვის ორმხრივი კვების ეპიურის გარდაქმნით ხდება.

საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიურის გარდაქმნა მყისი ძაბვის ვარდნის ეპიურების გარდაქმნის სრულიად ანალოგიურია [1].

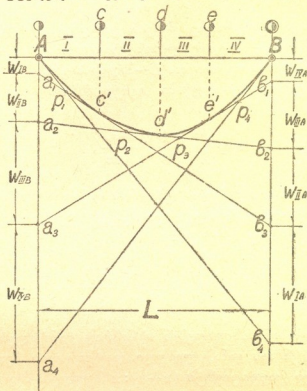
§ 5. საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიურის მოხაზულობა დამოკიდებულია:

ა) მოძრაობის სიმკვრივეზე—საანგარიშო  $T$  დროის განმავლობაში ცალკეულ გადასარბენებზე გამავალი მატარებლების რაოდენობაზე (რაც განისაზ-

ღერება არა გრაფიკის კერძო ვარიანტით, არამედ მოძრაობის ორგანიზაციით) და

ბ) უბნის პროფილზე.

მატარებლების ჩვეულებრივი ორმხრივი მოძრაობისას მოწინააღმდეგე მიმართულების ქანობები მნიშვნელოვან კომპენსაციას განიცდის. ეს ასუსტებს უბნის პროფილის გაღვლენას ძაბვის საშუალო ვარდნის ეპიურის მოხაზულობაზე. უბანზე მოძრაობის უცვლელი სიმკვრივის დროს  $[tn \text{ km/km}]$ , რაც ტიპობრივია,



ნახ. 1

პირველი მიახლოებით შეიძლება მიღებულ იყოს  $j = \text{const}$ . ეს დაშვება წარმოადგენს თანაბრად განაწილებულ დატვირთვის მეთოდის თვისებრივ დასაბუთებას.

§ 6. მატარებლის მიერ გავლის I დროში პანტოგრაფზე საშუალო ძაბვის ვარდნა ორმხრივი კვების დროს შეიძლება გამოიხატოს ტოლობით

$$\epsilon = \frac{F}{\Delta n},$$

სადაც  $\Delta$  მატარებელთ შორის საშუალო მანძილია. თუ მივიღებთ მატარებლების თანაბარ განაწილებას, ე. ი.

$$\Delta \approx \frac{L}{n+1}, \quad (4)$$

(<sup>1</sup> გარდა ამისა,  $2 > \frac{L}{\Delta n} > \frac{2}{n}$ , საიდანაც მიახლოებით

$$\frac{L}{n\Delta} \approx \frac{1}{2} \left( 2 + \frac{2}{n} \right) = \frac{n+1}{n}, \text{ ან } \Delta \approx \frac{L}{n+1}.$$

მაშინ

$$e = \frac{F}{L} \frac{n+1}{n} \quad (5.1)$$

აქ

$$n e = \frac{I}{T} \int_0^T (\Sigma \varepsilon) dt$$

ყველა მატარებლის პანტოგრაფზე დაბვის ვარდნის ინტეგრალია,  $n$ —უბანზე ერთდროულად მომუშავე მატარებლების რაოდენობა,  $F$ —საშუალო დაბვის ვარდნის ჯამური ეპიურის ფართი და  $L$ —მალის სიგრძე.

ცალმხრივი კვების შემთხვევაში იგივე დაბვის ვარდნა გამოითვლება ფორმულით:

$$e = \frac{F}{L} \frac{n+1}{n} - \frac{e_0}{2n}, \quad (5.2)$$

სადაც  $e_0$  საშუალო დაბვის ვარდნის ეპიურის ორდინატია კონსოლის ბოლოში. კერძოდ, თანაბრად განაწილებული დატვირთვისას ( $j = \text{const}$ ) (5.1) და (5.2) ლებულობენ ცნობილ სახეს [4]:

$$e = \frac{irL^2}{12} \frac{n+1}{n} \quad \text{და} \quad e = \frac{irL^2}{3} \frac{4n+1}{4n}$$

(5.1) და (5.2) ტოლობანი აზოგადებენ თანაბრად განაწილებული დატვირთვის მეთოდს და გვაძლევენ მას განაწილებული დატვირთვის მეთოდის კერძო სახით. შემასწორებელი კოეფიციენტი  $(n+1):n$  შეიძლება მიღებულ იყოს ვ. როზენფელდის ფორმულებიდანაც, ხოლო ცალმხრივი კვებისთვის  $(4n+1):4n$  მაგიერად იმავე ფორმულებით მივიღებთ  $(2n+1):2n$ -ს [1].

ეს გარემოება აუმჯობესებს თანაბრად განაწილებულ დატვირთვის მეთოდს და ყველაზე გავრცელებული ორმხრივი კვების შემთხვევაში ალბათობის თეორიაზე აგებულ ვ. როზენფელდის მეთოდს უახლოვებს მას.

§ 7. პანტოგრაფზე საშუალო დაბვის ვარდნა უბანზე ერთი მატარებლის შემთხვევაში სავსებით ზუსტად განისაზღვრება. თუ ეპიური აგებულია მატარებლით უბნის გავლის  $T$  დროისათვის, მაშინ  $CD$  გადასარბენზე (ნახ. 2) საშუალო დაბვის ვარდნა გამოიხატება ფორმულებით:

$$e = \frac{2F}{L} \frac{T}{t} \pm \frac{S}{L} \Delta E \quad (6.1)$$

ორმხრივი კვებისთვის და

$$e = e_0 \frac{T}{t} \quad (6.2)$$

ცალმხრივი კვებისთვის,



სადაც  $t$  არის  $CD$  უბნის გავლის დრო,  $\Delta E-A$  და  $B$  ქვესადგურების სალტე-  
გებე დაბეგათა სხვაობა, ხოლო

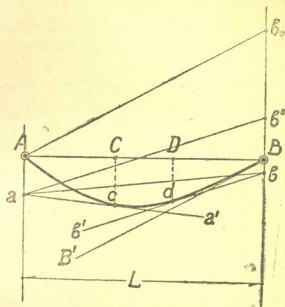
$$s = \frac{1}{t} \int_0^t x dt$$

საშუალო აბსცისია, რომელიც საკმარისი სიზუსტით შეიძლება შეცვლილ იყოს  
 $C$  და  $D$ -ს შუა წერტილის აბსცისით.

ძაბვის ვარდნის ეპიური და მისი ფართი განისაზღვრება  $acdba$  ფიგურით, ხოლო ორდინატი  $e_0-bb''$  ნაკვეთით (იხ. ნახ. 2, სა-  
დაც  $aa'$  და  $bb'$  მხებებია  $c$  და  $d$  წერტილებში, ხოლო  $ab' \parallel bb'$ ).

თუ  $t = T$ , მაშინ  $F$  წარმო-  
ადგენს  $AcdbA$  ფიგურის ფართს, ხოლო  $e^0 Bb_0$  ნაკვეთით გამოიხა-  
ტება ( $Ab_0 \parallel BB'$ ).

§ 8. უბანზე რამდენიმე მა-  
ტარებლის მუშაობისას პანტო-  
გრაფზე საშუალო ძაბვის ვარდნა  
შეიძლება განსაზღვრულ იყოს  
შუშალოდ ალბათობის თეორიის  
საფუძველზე (4) დაშვების გა-  
რეშე.



ნახ. 2

საანგარიშო  $k$ -ური მატარებლის პანტოგრაფზე, უბნის გავლის  $T$  დროის  
განმავლობაში, საშუალო ძაბვის ვარდნა გამოიხატება ტოლობებით:

$$e'_k = \frac{1}{L} (F + F_k) - \frac{1}{L} (F' - F_k) \delta' \quad (7.1)$$

ორმხრივი კვების შემთხვევაში და

$$e'_k = \frac{1}{L} (F - F_k) + e_{0k} - \frac{1}{L} (F' - F_k) \delta' \quad (7.2)$$

კონსოლური სქემისათვის.

საშუალო ძაბვის ვარდნა, გამოთვლილი ყველა პანტოგრაფისთვის (7)-ის  
ძალით, სათანადოდ იქნება:

$$e = \frac{F}{L} \frac{n+1}{n} - \frac{F'}{L} \frac{n'-1}{n} \delta' - \frac{F''}{L} \frac{n''-1}{n} \delta'' \quad (8.1)$$

და

$$e = \frac{F}{L} \frac{n-1}{n} + e_0 - \frac{F'}{L} \frac{n'-1}{n} \delta' - \frac{F''}{L} \frac{n''-1}{n} \delta''; \quad (8.2)$$

აქ  $F = F' + F''$  არის ყველა მატარებლის საშუალო ძაბვის ვარდნის ჯამური ეპიურების ფართი,  $F'_k$  — საანგარიშო მატარებლის ეპიურის ფართი,  $e_0 = e'_0 + e''_0$  — ჯამური ეპიურის ორდინატი კონსოლის ბოლოში,  $e'_{0k}$  — იგივე ორდინატი მხოლოდ საანგარიშო მატარებლისთვის,  $n = n' = n''$  — უბანზე ერთდროულად მომუშავე მატარებლების რაოდენობა და  $\delta$  — ვ. როზენფელდის მიერ შემოღებული მატარებლების ურთიერთმიახლოების შეზღუდვის კოეფიციენტი [5], ხოლო ' და '' მიმართულების ნიშნებია.

თუ მიახლოების კოეფიციენტს არ მივიღებთ მხედველობაში ( $\delta = 0$ ), მაშინ (8.1) გარდაიქცევა (5.1)-ად, ხოლო (8.2) მიიღებს (5.2)-გან განსხვავებულ სახეს. კერძოდ, თანაბრად განაწილებული დატვირთვისთვის მივიღებთ პანტოგრაფზე გადასვლის კოეფიციენტს  $(2n+1):2n$ , რაც, ბუნებრივია, შეესაბამება ვ. როზენფელდის მონაცემებს [1].

წინა პარაგრაფის მსგავსად შეიძლება განისაზღვროს საშუალო ძაბვის ვარდნა მალის ნებისმიერ  $CD$  გადასარბენზე რამდენიმე მატარებლის შემთხვევაშიც. საანგარიშო ფორმულები ადგილის სიმცირის გამო არ მოგვეყვას.

§ 9. ქვესადგურების საფიდრო დატვირთვები,  $kwh$ -ით, გამოიხატება, ქვესადგურებთან აგებულ ვერტიკალებზე მოკვეთილი ნაკვეთებით, კერძოდ ორმხრივი კვების შემთხვევაში  $Aa_4$  და  $Bb_4$  ნაკვეთებით (ნახ. 1). ფიდერების საშუალო დატვირთვები ამპერებით ისაზღვრება კილოვატსათების მიხედვით.

§ 10. საკონტაქტო ქსელში ენერჯის კარგვა შეიძლება განსაზღვრულ იყოს „კარგვის ეპიურის“ საშუალებით, რომლის განტოლება, მსგავსად (1)-სა, შემდეგნაირად დაიწერება:

$$-\frac{d^2 p_x}{dx^2} = -r \Sigma \frac{J^2}{V} \quad (9)$$

§ 11. კარგვის ეპიურის აგება საშუალო ძაბვის ვარდნის ეპიურების აგების სრულიად ანალოგიურია (§ 3, § 4), ხოლო ამ შემთხვევაში  $W_{iA}$  და  $W_{iB}$  წარმოადგენს არა ენერჯის განაწილებას, არამედ შემდეგ სიდიდეებს:

$$\left. \begin{aligned} W_{iB} &= \frac{1}{L} \sum \int x J^2 dt = \frac{1}{L} \sum \int x \frac{J^2}{V} dx \\ W_B &= \frac{1}{L} \sum \int \frac{J^2}{V} dx - W_{iB}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

ეპიურის ორდინატები გამოიხატება  $kwh$ -ით, ხოლო სიდიდეები  $W_{iA}$  და  $W_{iB} - a^2 h$ -ით. აგებაში მასშტაბებს შორის დამოკიდებულება, (3)-ის მსგავსად, შემდეგი სახისაა:

$$w = \frac{\zeta}{rL} 10^{-3}; \quad (11)$$

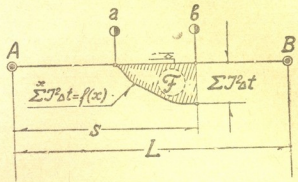
აქ  $w$  არის კარგვის ეპიურის ორდინატების მასშტაბი  $[mm/kwh]$ ,  $\zeta$  კი  $[mm/A^2h]$  ამპერკვადრატსათების მასშტაბია.

§ 12. (10) ინტეგრალები შეიძლება გამოითვალოს  $\sum J^2 \Delta t = \chi(x)$  — ამპერ-კვადრატსაათების მრუდის [6] მიხედვით.

თუ ეს მრუდი გამოიყურება ნახ. 3-ზე მოყვანილი სახით<sup>(1)</sup>, მაშინ საძიებელი ინტეგრალები

$$\int x \frac{J^2}{V} dx = s \sum J^2 \Delta t - \frac{1}{\gamma \zeta} F$$

ტოლობით განისაზღვრება, სადაც  $F$  არის  $\sum J^2 \Delta t = \chi(x)$  მრუდის ფართობი, ხოლო  $\gamma$  და  $\zeta$  მანძილისა და ამპერკვადრატსაათების მასშტაბია.



ნახ. 3

§ 13. უბანზე ერთი მატარებლის გასვლისას საკონტაქტო ქსელში ენერგიის დანაკარგი  $p$  ორმხრივი კვებისას გამოიხატება

$$p = \frac{2F}{L} + \frac{\Delta E^2}{rL} \tag{12.1}$$

სახით და

$$p = p_0 \tag{12.2}$$

ცალმხრივი კვების შემთხვევაში. აღნიშვნები აქ (6)-ში აღნიშვნების სრულიად ანალოგიურია.

§ 14. საკონტაქტო ქსელში ენერგიის კარგვა უბანზე რამდენიმე მატარებლის დროს განისაზღვრება ცალკეულ მატარებელთა „საკუთარი“ კარგვის, ძაბვის ვარდნისა და საფიდერო დატვირთვებით, არსებული ფორმულების მიხედვით [1,5].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენერგეტიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 28.1.1948)

(1 ნახ. 3-ზე  $\sum J^2 \Delta t$  ნიშნავს მრუდის მიმდინარე ორდინატს, ხოლო  $\sum J^2 \Delta t$  — ბოლო ორდინატს.

## დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. В. Е. Розенфельд, Ю. Е. Рывкин и И. А. Лакштовский. Электрическая тяга поездов. Москва, 1940.
2. Л. Г. Абелишвили. Графическое построение потребления энергии Электриф. ж.-д. транспорта, № 12, 1933.
3. Л. Г. Абелишвили. Распределение потребляемой поездом энергии между параллельно работающими подстанциями. Электриф. ж.-д. транспорта, № 3, 1934.
4. ლ. აბელიშვილი. მატარებლის პანტოგრაფზე საშუალო ძაბვის ვარდნის განსაზღვრა თანაბარ დატვირთვითა მეთოდით. სსსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, № 7, 1946, ტ. VII.
5. В. Е. Розенфельд. Аналитический расчет сетей электрических железных дорог Электричество, № 9, 1947.
6. П. П. Копняев. Графический расчет трамвайной тяги. Электричество, № 2, 1915.

მეცნიერება

ალ. ჯაფარიძე

აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ პირობებში  
სიღვრატის მოქმედების ხანგრძლივობა მარცვლეულ  
კულტურათა მოსავლიანობაზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ლომოურმა 20.12.1947)

უკანასკნელი წლების მანძილზე საგამოკვლევო დაწესებულებათა მიერ აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ პირობებში დაგროვილი მონაცემები გარკვევით ლაპარაკობს, რომ ამ ზონაში არსებული შედარებით უსტრუქტურო-გამტვერიანებულნი, მძიმე თიხა და თიხნარი ნიადაგები მწვანე სასუქის მოქმედებით მნიშვნელოვნად შეიძლება გაუმჯობესდეს [1], რწყვით სახეშეცვლილი და მცირე ჰუმუსის შემცველობის მქონე ეს ნიადაგები მწვანე სასუქის მოქმედებით უნდა გამდიდრდეს ორგანული ნივთიერებით, გაუმჯობესდეს მათი ფიზიკური და ქიმიური მდგომარეობა და სხ. [2]. ამიტომ ჩვენ ვფიქრობთ, რომ სწორ თესლბრუნვებში, მრავალწლეული პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევის არსებობის მიუხედავად, მწვანე სასუქს მეტად მნიშვნელოვანი როლის შესრულება შეუძლია.

მომდევნო კულტურაზე მწვანე სასუქის გავლენის დადებითი მოქმედების ხანგრძლივობის გამორკვევისა და თესლბრუნვაში შესაფერი ადგილის მიჩნევის საკითხებზე მემინდვრობის საცდელ სადგურზე გარდაბანში საგამოკვლევო მუშაობა წარმოებდა 1942 წლიდან 1946 წლამდე.

ცდის სქემა და მეთოდიკა. მწვანე სასუქის ეფექტიანობის განსაზღვრისათვის ცდაში შეტანილი იყო შემდეგი ვარიანტები: პირველი—მზრალად ხენა, ნაწვერალის დაუყოვნებლივ აჩეჩვით; მეორე—მოსავლის აღებისთანავე სრულ სიღრმეზე მოხენა და დაუფარცხავად დატოვება მზრალად ხენამდე; მესამე და მეოთხე მოხენა მოსავლის აღებისთანავე და მწვანე სასუქის მისაღებად ახალქალაქის ბარდისა და ახალქალაქის ცერცვლის დათესვა აგვისტოს დამლევს.

ცდაში ზოგიერთ წელს მონაწილეობდა სხვა ვარიანტებიც, რომელთა მოყვანა საკითხის გარკვევისთვის არაა საჭირო და ამ მოსაზრებით მათზე არ ვჩერდებით.

ცდაში მონაწილე ვარიანტებზე დათესილი იყო სიმინდი „კრუგი“ 70×40 სმ კვების არით.

ცდის ხასიათის მიხედვით, დანაყოფი აღებული იყო 280 მ<sup>2</sup>, წაგრძელებული ოთხკუთხის მოყვანილობით, სიგრძისა და სივანის 1:6 შეფარდებით. დამცველ ზოლად დანაყოფის სიგრძეზე დატოვებული იყო 0,70 მ ანუ სიმინ-

დის თითო მწკრივი, ხოლო დანაყოფის თავებში ორ-ორი მეტრი. ცდა ტარდებოდა ოთხ განმეორებად ერთ ზოლში.

საერთო მოსავლის აღრიცხვა ტარობებში ხდებოდა მინდვრადვე აწონით, ხოლო ჰაერმწრალი მარცვლის მოსავლის გამორკვევისთვის საერთო მოსავლიდან აღებული იყო 5-დან 10 კგ-მდე ნიმუში ყოველი ვარიანტი.

ცდის გატარების პირობები. თავთავიანი კულტურებისაგან განთავისუფლებული ნაკვეთი მზადდებოდა ვარიანტების მიხედვით გათვალისწინებული წესით. ნაკვეთი იხენებოდა ტრაქტორით 20—22 სმ სიღრმეზე. აჩეჩვა წარმოებდა ხუთფრთიანი საოში გუთნით; მწვანე მასის ჩახენა—ტრაქტორ „სტზ“-ს გუთნით 20—22 სმ სიღრმეზე. ადრე გაზაფხულზე ყველა ვარიანტი იფარცხებოდა ზიგზაგით, ხოლო თესვის წინ ტარდებოდა კულტივაცია დაფარცხვით.

აღმოცენებიდან 10 დღის შემდეგ დანაყოფები დაიფარცხა მსუბუქი ზიგზაგიანი ფარცხით. გაითოხნა 3-ჯერ, კულტივაცია ჩატარდა 2-ჯერ, მორწყვა 5-ჯერ. გამეჩხერება შესრულდა ნაწილობრივ პირველი გათოხნისას, ხოლო გათვალისწინებული კვების არის დაცვის მიზნით მეორე გამეჩხერება ჩატარდა მეორე თოხნისას.

მწვანე სასუქის, როგორც წინამორბედის, გავლენა სიმინდის ზრდა-განვითარების მსვლელობაზე ჩანს № 1 ცხრილში მოყვანილ 1942—1946 წ. წ. მანძილზე ჩატარებულ ფენოლოგიურ დაკვირვებათა მონაცემებიდან.

ცხრილი 1

№№ რიგზე	ვარიანტები	აღმოცენება			გამოტანა		გვეგეტაციის სადღე დღეებით			
		დათესვის დრო	სრული	დასაწყისი	ჭურჭლის	ულგამის	სრული სიმწიფე	ჭურჭლის გა- მოტანამდე	ულგამი- ბამდე	სრულ სიმ- წიფემდე
1	მზრალად ხენა წი- ნასწარ ანეჩვით .	25.IV	4.V	8.V	20.VII	25.VII	13.IX	73	78	129
2	სიდერატები XI-ში ჩანხული . . . . .		4.V	8.V	12.VII	30.VII	10.IX	65	73	126
3	ნაწვერლის დაუყო- ნებელივ ღრმად მოხენა . . . . .		4.V	8.V	17.VII	22.VII	13.IX	70	75	129

მონაცემებში ერთი შეხედვით საყურადღებო თითქოს არაფერია, მაგრამ მათ კრიტიკულ განხილვას შემდეგ დასკვნამდე მივყავართ. დათესვიდან სრულ აღმოცენებამდე ვარიანტთა შორის მართლაც სხვაობა არ მოჩანს, მაგრამ მეორე ვარიანტის აღმონაცენი უფრო თანაბრივი, ღონიერი და მუქი მწვანე შეფერვისაა, ვიდრე პირველი ვარიანტის აღმონაცენი საკონტროლო დანაყოფზე.

აღმონაცენს მესამე ვარიანტის დანაყოფზე საშუალო მდგომარეობა უკავია. შემდგომ მწვანესასუქიან დანაყოფზე ზრდა-განვითარება უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობდა, ნათესი ჯანსაღად გამოიყურებოდა, მცენარეები ხასიათდებოდა მძლავრი ღეროთი და აჩქარებული განვითარებით. მაგალითად, მეორე ვარიანტზე ქუჩუჩოს ამოღება და უღვაშის გამოტანა 5—8 დღით უფრო ადრეა საკონტროლო პირველ ვარიანტთან შედარებით, სამაგიეროდ, უღვაშობიდან სრულ მომწიფებამდე განვითარება უფრო თანაბრად მიმდინარეობს. ვარიანტთა შორის არსებულ უმნიშვნელო განსხვავებას თითქოს არსებითი მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს, მაგრამ შოსავლის შეფასებამ დაგვანახვა, რომ მწვანესასუქიან ვარიანტზე ტარო უკეთ განვითარებულია, მარცვლი უკეთესია და საერთო გამოსავალიც მეტია, ვიდრე საკონტროლო დანაყოფისაზე. ამ დადებით ნიშნებთან ერთად სამი დღით ადრე მომწიფებას მნიშვნელობა ეძლევა ვარიანტების სრული შეფასების მიცემის თვალსაზრისით.

ამრიგად, განვითარების პირველი პერიოდის შედარებით აჩქარებული გავლა და მეორე პერიოდზე მეტი დროის გამოყენება, როგორც ჩანს, ხელს უწყობს სიმინდის მოსავლიანობის გადიდებას და მისი ხარისხის გაუმჯობესებას [3].

ცდის შედეგები. აღმოსავლეთ საქართველოს ბევრ რაიონში მოგვეპოვება სიდერატებზე საგამოკვლევო მუშაობის შედეგები და დაკვირვებანი. მასალა არც ისე მცირეა, მაგრამ ეს მეტად საინტერესო და პრაქტიკული მნიშვნელობის მონაცემები ან სხვა საკითხების მასალაშია გაერთიანებული, ან ცალკეული მონაცემების სახითაა წარმოდგენილი. მათი დაჯგუფება ერთი მთლიანი მიზნობრივი სახის მიცემის მიზნით ვერ ხერხდება; ამიტომ მოგვყავს მხოლოდ მემინდერობის საცდელი სადგურის მასალა (იხ. ცხრილი 2).

მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ გარდაბნის რაიონში რწყევით საჩეშეცვლილ უსტრუქტურო მძიმე თიხნარ ნიადაგში ჩახნული მწვანე მასა სიმინდის მოსავალს საგრძნობლად ადიდება [4]. უნდა ვიფიქროთ, რომ ჩახნის შემდეგ ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებულ და ფხვიერ სახნავ ფენში წყალი და საკვები ნივთიერება საკმარისი რაოდენობით გროვდება, რაც მტკიცე პირობას ქმნის სიმინდის მაღალი და ხარისხობრივი მოსავლის მიღებისათვის.

მწვანე სასუქად დათესილი ერთწლეული პარკოსანი მცენარეები—ცერცველა და ბარდა, პირველ ყოვლისა, მწვანე მასით შექმნილი ცოცხალი საფარით იწვევს სარეველა ბალახების ჩახშობას და ნაკვეთი შედარებით სუფთა რჩება სარეველებისაგან. ფესვთა სისტემით დაქსელილ სახნავ ფენში ჰაერაციის გაუმჯობესებით და ჭანგბადისა და წყალტევადობის გადიდებით ცხოველდება მიქროორგანიზმების ცხოვრებაც (5).

ზაფხულის პერიოდში წარმოებულ თვალზომითი დაკვირვების მიხედვით შეიძლება ითქვას, რომ სიფხვიერე და სტრუქტურული მდგომარეობა უფრო მკაფიოდ ემჩნეოდა მწვანემასაჩახნულ დანაყოფს, ვიდრე მზრალად ან მოსავლის აღებისთანავე ღრმად მოხნულ ნაკვეთს. ნიადაგის დაჯდომა და წაკირვისადმი მიდრეკილება ნაკლები იყო. ამის საფუძველზე უფლება გვაქვს ვივარაუდოთ, რომ მწვანემასაჩახნულ დანაყოფებზე აორთქლება ბევრად უფრო



სამინდის ჰაერში შრალი მარცვლის მოხაველი

№-ს რიგზე	ვარიანტები	პირდაპირი მოკმედე.		შემდეგში მოკმედება							
		1942 წ.		1943 წ.		1944 წ.		1945 წ.		საშუალო 4 წლისთვის	
		ც/ზა	%	ც/ზა	%	ც/ზა	%	ც/ზა	%	ც/ზა	%
1	მზრალად მოხენა წინასწარი პრეზვით . . . . .	28,5	100	25,7	100	26,9	100	24,7	100	26,4	100
2	სიდერატი-ბარდა, დათესილი 25/VIII-ს და ჩაზნ. XI-ში . . . . .	33,8	118,6	48,2	187,5	39,4	146,4	28 0	113,3	37,3	141,2
3	სიდერატი-ცერცველა, დათესილი 25/VIII-ს და ჩაზნ. XI-ში . . . . .	33,2	116,4	51,5	200,3	40,2	149,4	28,4	115,0	38,3	145,1
4	მოსავლის აღებისთანავე ღრმად მოხენა . . . . .	30,7	207,7	36,4	141,6	34,7	129,0	25,6	103,6	31,8	120,4

შენიშვნა: მწიანე მასა 18 ტ-ის რაოდენობით ჩაიზნა 1941 წ., ხოლო შემდეგმ წლებში ნიადაგი მეორე და მესამე ვარიანტისთვის იმავე წესით მუშავდებოდა, როგორც პირველი ვარიანტისათვის.



ნაკლებია და წყლის ხარჯვაც ეკონომიურად მიმდინარეობს (6). ამ გარემოებას გაღამურელი მნიშვნელობა აქვს სიმინდის მოსავლის გადიდების საქმეში, ვინაიდან სიმინდის კულტურის კრიტიკული პერიოდისთვის—ქუჩუჩოს ამოღება-დატარობის პერიოდისათვის—მარავი კიდევ საკმარისადაა შემონახული.

ყველა ზემონათქვამიდან სასეებით გასავება მე-2 ცხრ. მოყვანილი მონაცემები. მწვანე სუსუქის პირდაპირი მოქმედების შედეგად სიმინდის ჰერმზრალი საშუალო 3 წლის განმავლობაში გაიზარდა 41,2<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-დან 45,1<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-მდე. როგორც ჩანს, ნოემბერში ჰარბი ტენისა და დაბალი ტემპერატურის პირობებში ჩახნული ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია სრული ინტენსივობით ვერ მიმდინარეობს და ბოლომდე ვერ მიდის. მოსალოდნელი იყო უფრო მცირე ეფექტიანობაც. ლიტერატურაში და ჩვენს პირობებშიც, აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ და ურწყავ ნაკვეთებზე წარმოებული ცდების შედეგად დაგროვილი გამოცდილებიდანაც ცნობილია, რომ გაზაფხულზე ან, საერთოდ, დათესვის წინ ჩახენა ხშირად პირველ წელიწადს უარყოფითადაც კი მოქმედებს, ან დადებითი მოქმედება უმნიშვნელოა [6].

მოყვანილი ცდების მონაცემები თუ იძლევა პირველ წელსავე ასეთ დიდ ეფექტურობას, ამის მიზეზი ისაა, რომ მწვანე მასის ჩახენა შემოდგომიდანვე ნოემბერში წარმოებს. ცხადია, რომ მწვანე მასა მეორე წლის აპრილისთვის ასწრებს ნაწილობრივ გახრწნას და სიმინდის მოსავლიანობაზეც ახდენს გავლენას.

როგორც ფაქტიური მონაცემებიდან ჩანს, მეორე წელს სიდერატების ეფექტურობა პირველ წელთან შედარებით გაცილებით მეტია. მესამე წელს არსებული ეფექტიანობის ოდენობა 46,4—49,4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> არაა მცირე. მოსალოდნელი იყო ბევრად ნაკლები. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, მწვანე სასუსუქის ეფექტიანობა მესამე წელს მინიმუმამდე დადის და თუ არის ეფექტი, მხოლოდ გაუმჯობესებული სტრუქტურის და უკეთესი ფიზიკურ-ქიმიური პირობების წყალობით. გარდაბნის პირობებში ამ ეფექტის 46,4<sup>0</sup>/<sub>100</sub>—49,4<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-მდე მატებას მარტო ფიზიკურ-ქიმიური პირობებისა და სტრუქტურის გაუმჯობესებით ვერ ავხსნივ; ვფიქრობთ, რომ აქ მონაწილეობს ორგანული ნივთიერების მარავი მცენარის კვებითი პირობების გაუმჯობესებაც. ეს მდგომარეობა კიდევ უფრო ნათელი ხდება მეოთხე წელს მიღებული მოსავლით, რომელიც საკონტროლოს 13,3—15,0<sup>0</sup>/<sub>100</sub> აღემატება.

მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ მწვანედ ჩახნული მასის მოქმედება აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობი ზონის მძიმე თიხნარ და თიხა ნიადაგებზე ღრმა ცვლილებებს იწვევს და ხელს უწყობს მიწათმოქმედების განვითარებას. მისი მოქმედება სიმინდის მოსავლიანობის ზრდაზე იწყება პირველ წელსავე, მიქსიმუმს აღწევს მეორე წელს, ხოლო მესამე წლიდან იწყებს მკვეთრად შემცირებას.

მეოთხე წელს ეფექტურობა წინა წლებთან შედარებით მცირეა, მაგრამ საკონტროლოსთან შედარებით მაინც მნიშვნელოვანია. ამრიგად, სიდერატების დადებითი მოქმედების ხანგრძლიობა არ ამოიწურება ერთი და ორი წლით, არამედ მათი მოქმედება შეიძლება მეოთხე წელსაც კი გამოჩნდეს.

მემინდვრობის ინსტიტუტის ტერიტორიაზე ჩატარებული ცდებიდან არა ნაკლებად საინტერესო მონაცემები მოგვეპოვება საშემოდგომო ხორბლის მოსავლიანობაზე სიდერატების გავლენის შესახებ.

მოგვყავს მემინდვრობის საცდელი სადგურის ტერიტორიაზე 1943—1946 წ. წ. ჩატარებული ცდებიდან მიღებული შედეგები. მწვანე სასუქის პირველი წლის პირდაპირი მოქმედება აღირიცხა სიმინდის კულტურაზე, ხოლო მეორე და მესამე წლის მწვანე სასუქის ეფექტურობა—საშემოდგომო ხორბალზე.

მწვანე მასა ჩაიხნა 1942 წლის XI-ში, 1943 წელს გაზაფხულზე დაითესა სიმინდი, ხოლო 1943 წლის შემოდგომით საშემოდგომო ხორბალი, რომელიც აღირიცხა 1944 წელს. ციფრობრივი მონაცემები საშემოდგომო ხორბლის მოსავალზე მოგვყავს მე-3 ცხრილში.

ჩახნული მწვანე მასის დადებითი მოქმედებით მეორე წელს საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი 33,9%-დან 38,8-მდე გაიზარდა. მესამე წელს ეფექტი წინა წელთან შედარებით შემცირებულია, მაგრამ საკონტროლოსთან შედარებით მაინც საყურადღებოა.

ნაწვერაზე დათესილი სიდერატის ჩახენის შემდეგ იმავე შემოდგომით საშემოდგომო ხორბლის თესვა, ჯერ ერთი, გვიანდება და, მეორე, დიდ აუცილებლობასაც არ წარმოადგენს, ვინაიდან სიდერატის მოქმედება საშემოდგომო ხორბლის მოსავლიანობაზე მესამე წელს 16,0%-დან 30,2%-მდე აღწევს. ცხადია, რომ წინამორბედი კულტურისთვის ჩახნული მწვანე მასის მოქმედება დამაკმაყოფილებელ შედეგს მოგვცემს. აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ სარწყავ ზოლში დანერგილ თესლბრუნევაში საშემოდგომო ხორბალი, როგორც წესი, მეორე წელს გვხვდება მწვანე სასუქზე.

ცხრილი 3

საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი ც/ჰექტ.

№.წ. რიგზე	ვარიანტები	შემდგომი მოქმედება (1)				საშუალო მოსავალი 2 წლისთვის	
		პირველი 1944 წ.		მეორე 1945 წ.		ც/ჰა	%
		ც/ჰა	%	ც/ჰა	%		
1	მზრალად ხენა წინასწარი აჩენით . . . . .	10,3	100,0	10,6	100,0	10,4	100,0
2	სიდერატი-ბარდა, დათესილი 25/8-ს და ჩახნული XI-ში . . . . .	23,8	133,9	12,3	116,0	13,1	125,9
3	სიდერატი - ცვრცველა, დათესილი 2/6 ს და ჩახნული XI-ში 5 . . . . .	14,3	138,8	13,8	130,2	14,1	135,6
4	მოსავლის აღებისთანავე ღრმად ხენა . . . . .	12,6	122,9	11,5	108,5	12,1	116,4

(1) პირდაპირი მოქმედება 1943 წელს აღირიცხა სიმინდზე.

ყოველივე ზემონათქვამიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ თესლბრუნვაში ძირითად კულტურებს შორის ნაწვერაღზე სიდერატის ჩართვა დაბლობი ზოლის სარწყავ ნაკვეთებზე მეტად მნიშვნელოვან და აუცილებელ ღონისძიებას წარმოადგენს საერთოდ ნიადაგის გაკულტურების საქმეში და, კერძოდ, მარცვლეულის მოსავლის გადიდების საქმეში.

### დასკვნები

სიდერატების პირდაპირი და შემდგომი მოქმედების ხანგრძლიობის შესწავლის მიზნით მემინდერეობას ინსტიტუტის ტერიტორიაზე 1942—1946 წ. წ. მანძილზე წარმოებული ცდების შედეგების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობი სარწყავი ზოლისათვის შემდეგ დასკვნამდე მივდივართ:

1. ნაწვერაღზე დათესილი სიდერატების შემოდგომაზე (XI-ში) ჩახვნით სიმინდის მოსავალი პირველ წელს დიდდება 32,8—35,2%-მდე, მეორე წელს ეფექტურობა მატულობს და აღწევს 92,8—106,0-მდე, მესამე წელს სიდერატების დადებითი მოქმედება მკვეთრად ეცემა, თითქმის 50%-ით მცირდება, მაგრამ საკონტროლოსთან შედარებით მოსავლიანობის მატება 57,6—60,8%-ს მაინც აღწევს.

2. სიდერატის მოქმედება მეორე წელს ნასიმინდარზე დათესილი საშემოდგომო ხორბლის მოსავალზე სიმინდთან შედარებით ნაკლებია, მაგრამ 33,9—38,8-ს მაინც აღწევს. სიდერატების მოქმედება საშემოდგომო ხორბლის მოსავალზე მესამე წელსაც გრძელდება და 16,0-დან 30,2%-მდე აღწევს.

3. საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის გადიდების მიზნით სიდერატები უნდა ჩაიხნას არა უშუალოდ საშემოდგომო ხორბლისთვის, არამედ წინამორბედი კულტურის—სიმინდისთვის.

4. სიდერატჩახნულ ნაკვეთზე სიმინდი იძლევა თანაბარ და მძლავრ აღმონაცენს. მცენარეთა განვითარება შემდგომაც ინტენსიურად მიმდინარეობს. ქუჩუჩოსა და ულვაშის გამოტანა ჩქარდება და ყვავილობა შედარებით გახანგრძლივებულია. ყველა ეს პირობა დადებითად მოქმედებს სიმინდის მოსავლიანობაზე.

5. სიდერატების გავლენა ემჩნევა სიმინდის განვითარების პირველი და, განსაკუთრებით, მეორე პერიოდის აჩქარებაზე, მაგრამ ვეგეტაციის საერთო ხანგრძლიობა არ მცირდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მემინდერეობის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.12.1947)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Костава. Почвы территории Груз. Республ. Опытной станции по полеводству (рукопись). 1936.
2. В. И. Чхиквишвили и Башбеук-Меликова. Способы обработки люцернища и изменения свойств почвы в связи с различными сроками его распашки. Труды Инст. Полев. П т., Тбилиси, 1947.
3. И. В. Кожухов и Д. И. Дмитриев. Новое в культуре кукурузы на Кубани. Краснодар, 1946.
4. Г. И. Волховский. Зеленые удобрения в субтропическом хозяйстве. Сухуми, 1940.
5. Н. А. Максимов. Отчего бывает засуха и можно ли с ней бороться. Москва, 1945.
6. შ. ჭანიშვილი. სიდერაცია აღმოსავლეთ საქართველოს მენიდვრების სარწყავ რაიონებში მოხსენება თეზისები, 1946.

ენტომოლოგია

დ. ლოკოვოი

ახალგაზრდა ფიჭვნარის ქერქიჭამიები ატენის ხეობაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 18.1.1948)

ატენის ხეობა, საქართველოს ერთ-ერთი ულამაზესი ადგილი, იწყება ქ. გორის ახლოს, სოფ. ხიდისთავთან. ატენის ხეობის ქვედა ნაწილი მდ. მტკვრის დაბლობებთან გამოსვლისას ხასიათდება მშვენიერი ვენახებით, რომლებიც მე-8—10 კილომეტრზე იცვლებიან ლამაზი, უმთავრესად ფიჭვნარი ტყეებით.

ოდესღაც, რევოლუციამდე აქ საქმიანობდა ტყისმრეწველი ზეზემანი, რომელმაც ჯერ კიდევ 1914 წ. ომამდე ამ რაიონის ვრცელი და მშვენიერი ტყეები სავალალო მდგომარეობამდე მიიყვანა, ზოგ ადგილებში კი სრულიად მოსპო. ტყის განადგურებასთან უშუალოდ დაკავშირებულია ის გარემოება, რომ ამჟამად საგრძნობი ფართობები უკავია ახალგაზრდა ფიჭვნარს, რომლის მოვლაც ადგილობრივი საჩყეო მეურნეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

კლიმატური პირობების მხრივ ატენის ხეობისთვის დამახასიათებელია ნალექების შედარებით მცირე ოდენობა და ჰაერის სიმშრალე. ამიტომ ატენის ფიჭვნარები საგრძნობლად განსხვავდება ბორჯომისა და ახალციხის რაიონების ვრცელი ფიჭვნარებისაგან. უკანასკნელი წლების მანძილზე ატენის ხეობის ტერიტორიაზე ბევრი ახალგაზრდა და ზოგჯერ ლატნარი ფიჭვიც ვახშა. ხეობის უშუალო მიზეზია ქერქიჭამიები, რომელთა შორის ამ შემთხვევაში უმთავრესი ადგილი კენწეროს ქერქიჭამიას (*Ips acuminatus* Gyll.) უკავია, შედარებით მცირე ადგილი ფიჭვის „მებაღესა“ (*Blastophagus minor* Hart. Bl. piniperda L.) და ქერქიჭამიებს *Pityogenes*-ის გვარიდან. დიდძალი გამხმარი ფიჭვების გულდასმით დათვალიერებით 1944 წ. გამოირკვა, რომ ამ ხეების მეტ ნაწილზე მხოლოდ და მხოლოდ წვეროს ქერქიჭამია იყო დასახლებული. ეს იმას მოწმობს, რომ დასახლება წარმოებდა ფიჭვის დაფნიჭამიების ფრენის დამთავრების შემდეგ, ე. ი. ზაფხულის თვეებში. უთუოდ, სწორედ ზაფხულში ახალგაზრდა ფიჭვები კრიტიკულ მდგომარეობაში იყვნენ ჩავარდნილი (მათი დაძაბუნების თვალსაზრისით). წინათ ჩვენ მიერ აღნიშნული იყო, რომ წვეროს ქერქიჭამია უფრო გვიანი ფრენით განირჩევა ფიჭვის ქერქიჭამისაგან და ამიტომ სახლდება დასუსტებული ხეების იმ ნაწილებზე ან ხეების მოჭრის შემდეგ დატოვებულ ნარჩენებზე, რომლებზეც წინასწარ არ იყვნენ დასახლებული პატარა „მებაღეები“; ამ თვალსაზრისით წვეროს ქერქიჭამიას უკანასკნელის მიმართ დაქვემდებარებული ადგილი უკავია. მაგრამ ის ფაქტი, რომ წვეროს ქერქიჭამია, ექვსკმბ-

ლას (*Ips sexdentatus* Boern.) მსგავსად, გამოირჩევა ძლიერ გაქიანურებული ფრენით და დისეული თაობის არსებობით, გვაიძულებს, მეტყეობის თვალსაზრისით ერთ-ერთ ფრიად საშიშ სახეობად ჩავთვალოთ იგი.

საერთოდ ეს საესებით ჩვეულებრივი ქერქიჰამიაა, რომელიც უფრო ხშირად გვხვდება ამიერკავკასიის ფიჭვნარებში, რაც ალბათ ზემოაღნიშნული ბიოლოგიური თავისებურებით აიხსნება.

ატენისა და მისი მოსაზღვრე ხეობების პირობებში კი, უკანასკნელი წლების დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით, ეს ქერქიჰამია ახალგაზრდა ფიჭვნარების მეტად სერიოზული, საშიში მავნებელია.

ახალგაზრდა ფიჭვების მასობრივი დაზიანება წვეროს ქერქიჰამიებით ალბათ უშუალოდ დაკავშირებულია გვალვიან წლებთან. 10—25 წლის ფიჭვების, ზოგ ადგილას კი მთელი თარგების ხმოზა აღნიშნული იყო 1944 წელს და ნაწილობრივ 1943 წელს. თითქმის ყველა ფიჭვი დაავადებული აღმოჩნდა წვეროს ქერქიჰამიით, რომლის მასობრივი დასახლება ხდებოდა 1944 წლის ზაფხულის პირველ ნახევარში. პატარა „მებაღის“ დასახლება ხდებოდა მხოლოდ ცალკეულ შემთხვევებში. ყველა დაავადებული თარგი თხელ და მწირინიადგაიან ქვიან უბნებში იყო, როგორც ჩანს, სწორედ ამნაირ ნიადაგებზე, იმ კორომებში, რომლებსაც დაბალი ბონიტეტები ახასიათებს, განსაკუთრებით დიდია არასაკმაო ტენიანობის გავლენა.

გვალვით გამოწვეული ხეების დასუსტების ხარისხი დამოკიდებულია აგრეთვე კორომის სიხშირეზე, სახელდობრ, რაც უფრო ხშირია კორომი, მით უფრო თავს იჩენს ცალკეული ხეების მიმართ ტენის ნაკლებობა და მით უფრო მეტია ქერქიჰამიებით მათი დაავადების (დაზიანების) შესაძლებლობა.

ყოველივე ზემონათქვამი მთლიანად დასტურდება გამოკვლევების მონაცემებით. მაგალითად, ახალგაზრდა ფიჭვნარის ხშირ თარგებში (სიხშირე 0,8—0,9) ქვიან, თხელ ნიადაგზე (ბოსლისხევი) 44 წელს აღნიშნული იყო ფიჭვების თითქმის მთლიანი დაავადება-დაზიანება წვეროს ქერქიჰამიებით. მოსაზღვრე უბანში, უფრო ნაკლები სიხშირის მქონე ახალგაზრდა ტყეში (0,4—0,5), სხვა თანაბარი პირობების არსებობის დროს არ იყო თუნდაც ერთეული შემთხვევა ფიჭვებზე ქერქიჰამიების დასახლებისა.

აღნიშნული თარგებიდან დაახლოებით 100 მეტრის დაშორებით, იმავე ხნოვანებისა და იმავე სამხრეთ-დასავლეთის ექსპოზიციის ახალგაზრდა ტყეში, რომელიც ღრმა ნიადაგზე იზრდება, ფიჭვნარების დაავადება შემჩნეული არ ყოფილა.

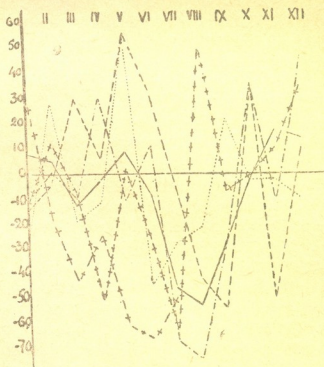
ყოველი მოცემული წლის ტენიანობის სურათი საესებით ხასიათდება „ტენიანობის ბალანსის“ სიდიდით, ე. ი. იმ სხვაობით, რომელსაც იძლევა დროის გარკვეულ პერიოდში მოსული ნალექების რაოდენობის დაპირისპირება აორთქლების სიდიდესთან, ან იმავე პერიოდში წყლის ზედაპირიდან შესაძლებელ აორთქლებასთან (ა. ბალაბუევის მიხედვით).

ტენიანობის ბალანსის სიდიდე გორის მეტეოროლოგიური  
სადგურის მონაცემებით

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
მრავალ- წლიანი საშუალო	8	5	-13	-2	9	-9	-47	-53	-29	-1	18	14
1943	-10	10	-7	-51	-2	-28	-64	49	-7	-1	11	36
1944	-28	28	-19	-12	54	-45	-29	-22	-2	-2	-2	-10
1945	-11	1	-10	30	-11	11	-68	-76	-30	36	-11	6
1946	-15	-4	30	6	56	32	-6	-43	-55	34	-51	10
1947	33	-20	-43	-24	-61	-67	-50	-	-	-	-	-

1943 წ. ხასიათდება ტენიანობის ბალანსის ოდენობის მკვეთრი გადახრით საშუალოდან, აპრილიდან ივლისამდე (ჩათვლით), ე. ი. კორომის ნორმალური ვეგეტაციისთვის გადამწყვეტ პერიოდში; 1943 წელს ფიჭვნარი მკირე ფართობზე იყო კენწეროს ქერქიჭამიებით დაზიანებული. 1944 წ. გაზაფხულზე.

მაისში ქერქიჭამიების მოკმედება შეაჩერა არაჩვეულებრივმა წვიმებმა (ტენ. ბალ. +54), ივნისში კი ამინდი მკვეთრად შეიცვალა გვალვით (ტენ. ბალ. -45), ამან კი გამოიწვია წვეროს ქერქიჭამიების ძლიერ გამრავლება და მათ მიერ ახალგაზრდა ფიჭვებისა და ლატნარების საგრძნობი რაოდენობის დაზიანება-დაავადება. ციზლერის მიერ თავის დროზე გამოთქმული და სომხეთის ფიჭვნარი კორომების მიმართ დანიელიანის მიერ დადასტურებული აზრი, რომ: „გვალვის გავლენა თავს იჩენს არა მიმდინარე წლის, არამედ შემდგომი წლის შემატებაში“ [1], ძართებულია აგრეთვე ქერქიჭამიების მიერ ფიჭვების დაავადებაზე გვალვის გავლენის მიმართაც. სხვანაირად რომ ვთქვათ, შე-



ტენიანობის ბალანსის მრუდები  
 ————— მრავალწლიანი საშუალო  
 + + + + + 1943 წ.  
 ..... 1944 წ.  
 - - - - - 1945 წ.  
 - - - - - 1946 წ.  
 + - + - + 1947 წ.

მატების კლების წლები მერქნიჭამიების აქტიურობის გაცხოველებით ხასიათდება. ვინაიდან ტენიანობის მხრივ შედარებით ნორმალური იყო 1945 წელი და მარტიდან ივლისამდე ძლიერ ტენიანი 1946 წელი, ამან გამოიწვია ზეხმობის სრული უქონლობა 1947 წელს, მიუხედავად უკანასკნელის განსაკუთრებული სიმშრალისა თებერვლიდან ივლისამდე ჩათვლით. დამახასიათებელია, რომ 1947 წელი საშუალო შემატების გადიდებით გამოირჩევა. 1947 წლის გვალვა, რომელსაც შედეგი ჯერ არ მოჰყოლია, უეჭველია, გავლენას მოახდენს ახალგაზრდა ფიჭვნების მდგომარეობაზე 1948 წელს, მათი შემატების შემცირების თვალსაზრისით და ქერქიჭამიების მიერ მათი მეტად თუ ნაკლებად დაზიანების მხრივ.

თუ მხედველობაში იქნება მიღებული ყოველი მიმდინარე წლის ამინდის თავისებურება, განსაკუთრებით მარტიდან ივლისამდე, შეიძლება ყოველთვის ვიქონიოთ ერთგვარი მონაცემები ქერქიჭამიების მოქმედების შესახებ პროგნოზის გამოსამუშავებლად.

ამა თუ იმ მიზეზით, კერძოდ გვალვის გავლენით, ფიჭვნარი კორომის დასუსტების პირობებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კორომში ქერქიჭამიების მარაგის ცოტა თუ ბევრი ოდენობით არსებობის ფაქტს. ქერქიჭამიების მარაგი იქმნება ხოლმე ტყის ექსპლოატაციის საყოველთაოდ ცნობილი წესების დარღვევის გამო. დაუშვებელია, მაგ., დამზადებული ქერქიანი მერქნის, განსაკუთრებით წვეროების, ტყეში ზაფხულში დატოვება, ტყეკაფის დანაგვიანება მსხვილი ნარჩენებით, მათი არადროულად გაწმენდა და სხვა. ყოველივე ეს თანაბრად შეეხება როგორც გვემიან ჭრას, ისე თვითნებური გაჩხვის თუნდაც ცალკეულ შემთხვევებს.

ატენის ხეობაში ხშირად ადგილი აქვს ფიჭვის ქარქცევას, ზოგჯერ საგრძნობი რაოდენობით. ატენის ხეობის ქვიან, თხელ ნიადაგებზე მოზარდი ფიჭვი, მისთვის დამახასიათებელ ფესვთა სისტემის აგებულების გამო, გაცილებით მეტი ქარქცევალობით გამოირჩევა, ვიდრე ნაძვი. ქარისაგან წაქცეულ ფიჭვებზე, როგორც წესი, სახლდებიან „მებაღეები“ და წვეროს ქერქიჭამიები, მათ თავის დროზე არ ქერქავენ, ქერქიჭამიების ახალგაზრდა თაობა გამოფრინდება ხოლმე და ამრავლებს ქერქიჭამიების მარაგს. წვეროს ქერქიჭამიასთან ბრძოლის ღონისძიებათა საფუძველს წარმოადგენს ტყის ჰიგიენის სასტიკი დაცვა, ყველა ახლადდააგებებული ხის დროულად (ქუბრის სტადიაში) ამორჩევა-მოშორება და გაქერქვა. გარდა ამისა, როგორც გამაფრთხილებელი ღონისძიება, სისტემატურად უნდა ტარდებოდეს მოვლითი ჭრა (გაწმენდა-გამოხშირვა) ცალკეული ფიჭვისასათვის კვების ნორმალური პირობების შესაქმნელად და მთლიანად კორომის გამძლეობის გასაღიღებლად. ხშირ და წმინდა ახალგაზრდა ფიჭვნარში ხეები ძლიერ წვრილდება და სუსტდება დამატებითი ფაქტორების ზეგავლენით კი ისინი საბოლოოდ კარგავენ გამძლეობას და მათზე სახლდებიან ქერქიჭამიები.

ზემონათქვამის შეჯამების საფუძველზე შემდეგ დასკვნამდე მივიღივართ: უკანასკნელი წლების მონაცემების მიხედვით, წვეროს ქერქიჭამია წარმოადგენს ფიჭვნარების მეტისმეტად სერიოზულ, საშიშ მავნებელს ვორის რაი-



ონში. წვეროს ქერქიკამიის მაგნე მოქმედება უნდა ჩაითვალოს 1943—44 წლებში ფიჭვის მასობრივი დაღუპვის უშუალო მიზეზად.

ქერქიკამიის კერებს წარმოადგენდა თხელნიადაგიან ქვიან უბნებში მოზარდი ძალიან ხშირი, გვალვით დასუსტებული ახალგაზრდა ტყეები.

კორომებისთვის სერიოზულ საშიშროებას წარმოადგენს ქერქიკამიების ცოტად თუ ბევრად მნიშვნელოვანი მარაგი, რომელიც წარმოქმნილია ტყის ექსპლოატაციის წესების დარღვევით. ამ უკანასკნელთა სასტიკად დაცვამ და ახალგაზრდა ხეების სისტემატურმა მოვლამ უნდა უზრუნველყოს მათი ნორმალური ზრდა. გამანადგურებელი საბრძოლო ღონისძიებების ჩატარება გამოიხატება ყველა ახლადდაავადებული ხის დროულად ამორჩევასა და გაქერქვაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ტყის ინსტიტუტის გორის საცდელი

სატყეო მეურნეობა

(რედაქციას მოუვიდა 23.1.1948)

#### დაგოწმებული ლიტერატურა

1. И. А. Даниелян. О лесокультурах сосны в условиях Кироваканской лесной дачи Труды Кировак. Л. О. Станции, в. III, Тбилиси, 1942.

ზოოლოგია

ფ. ზაინცვი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი

ახალი ლარვა გზარიდან *DERONECTES SHARP (COLEOPTERA, DYTISCIDAE)*

წყლის იწერების შეგროვების დროს მანგლისში მე არა ერთხელ, იენი-სიდან აგვისტომდე, ვპოულობდი მდინარე ალგეთში და მის შენაკად ნაკადულში *Deronectes parvicollis* Schaum-ის იმავოს. მიმდინარე წლის აგვისტოს ბოლოს ერთ-ერთ ნაკადულში მე ავიღე მოზრდილი ლარვა, რომელიც უთუოდ ეკუთვნის გვარს *Deronectes* Sharp. არც მე და არც სხვა ვანმეს მანგლისის რაიონში არ უპოვია რომელიმე სხვა სახეობის იმავო, გარდა ზემოაღნიშნული სახეობისა—*D. parvicollis* Schaum.; ამასთან არც არის საფუძველი ვიგულოვო, რომ მანგლისის რაიონში შესაძლებელი იყოს ამ გვარის სხვა რომელიმე სახეობის არსებობა. ამიტომ მე არ ვცდები, როდესაც ჩემ მიერ ნაპოვნ ლარვას ვაკუთვნებ სახეობას *D. parvicollis* Schaum.

გვარი *Deronectes* (s. str.) Sharp. შეიცავს 23 სახეობას, მაგრამ მხოლოდ 4 სახეობის ლარვებია აღწერილი, სახელდობრ: *latus* steph., *aubei* Muls., *moestus* Fairm. და *opatrinus* Germ. ამასთან მოცემულია მხოლოდ *aubei*-ის ლარვის ტოტალურ ნახატი, დანარჩენი ოთხი სახეობის ლარვებისათვის მოცემულია მხოლოდ თავის ნაწილებისა და ცერკების ნახატი. ამგვარად, ჩვენი ლარვა მებუთეა და ზოგიერთი მხრით განსხვავდება წინა ოთხი სახეობის ნახატებისა და აღწერილობისაგან<sup>1</sup>.

მოგვყავს *D. parvicollis*-ის ჩვენ მიერ ნაპოვნი ლარვის აღწერა და ნახატები.

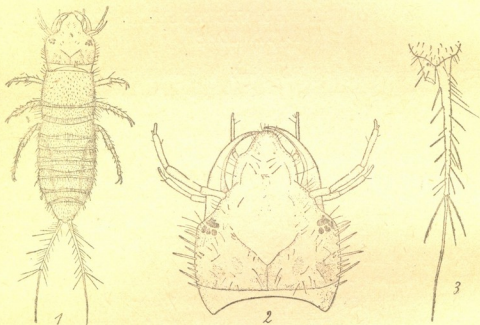
სხეულის საერთო სიგრძე (ცერკების ჩათვლით) 7, 8 მმ.

თავი 1, 3 მმ სიგრძისაა, ხორთუმი (შუბლის შევრილი) საშუალო ზომისა აქვს (სიგრძით 0,3 მმ), მას გვერდებზე ამოკეტილი აქვს. წინაზურგი წინა ნაწილში ოდნავა დაეწროვებული და იმავე სიგანისაა, როგორც შუა ზურგი და უკანაზურგი ერთად აღებული. ბოლოდან მეორე სეგმენტი (0,38 მმ) უფრო მოკლეა, ვიდრე უკანასკნელი (0,49 მმ), რომელიც კონუსისებრად ვიწროვდება ბოლოსკენ და უკანა კიდის შუაზე უკან მიმართული პატარა შევრილი აქვს.

<sup>1</sup> მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ რევენბარის მიერ [1] *aubei*-ის მოცემული ნახატი არ არის საესებით ზუსტი, როგორც ამის შესახებ შეგვიძლია ვიმსჯელოთ ბერტრანის მიერ [2] ლარვის უფრო გვიან ხელახლად მოცემული აღწერის მიხედვით.

ცერკების პირველი ნაწევარი (1,4 მმ) სიგრძით თითქმის  $2\frac{1}{2}$ -ჯერ აღემატება უკანასკნელ სეგმენტს, მეორე ნაწევარი (1,2 მმ) პირველზე ოდნავ მოკლეა.

შეფერილობა ღია მიხაკისფერია, ხოლო თავის ფუძე და სხეულის გვერდები უფრო მუქია, VI და VII სეგმენტის ფუძე ძლიერ გამუქებულია. პირის ნაწილები, ფეხები და ცერკები ჩალისფერ-ყვითელია, ხოლო ბოლოებში სუსტადაა გამუქებული. საფეთქლები დაფარულია სხვადასხვა სიგრძის წამწამების საკმაოდ დიდი რიცხვით, მათგან სამი უფრო გრძელია, ვიდრე დანარჩენები. ფეხებზე საცურავი ჯაგრების მწკრივი არ არის, იქ მხოლოდ მცირერიცხოვანი მიმოფანტული პატარა ქაცვებია, რომლებიც განსაკუთრებით ცოტაა



*Deronectes farvicollis* Schaum-ის ლარვა

1—საერთო სახე. 2—თავი ზემოდან. 3—ცერკი.

წინა ფეხებზე. ცერკების პირველი ნაწევარი ფუძესთან აღჭურვილია რამდენიმე მოკლე ქაცვით, შემდეგ კი მთელ სიგრძეზე მოფენილია სხვადასხვა სიგრძის მცირერიცხოვანი ჯაგრისებრი ბეწვებით; ბოლოსთან მდებარე სამი ჯაგარი ძლიერ გრძელია. ცერკების მეორე ნაწევარი შიშველია და ბოლოზე პატარა, ოდნავ შესამჩნევია, ჯაგრისებრი ბეწვი აქვს.

ყველაზე უფრო მეტად წააგავს *D. aubei*-ის ლარვას (თუ მხედველობაში მივიღებთ ნახატსა და აღწერილობას), მაგრამ მისგან განსხვავდება მუცლის ნაკლებად გაფართოებული შუა სეგმენტებით, წინაზურგის უფრო ნათელი შეფერილობითა და სწორხაზობრივი გვერდებით, აგრეთვე მით, რომ ცერკების მეორე ნაწევარი უფრო გრძელია, თავი კი ფუძისკენ უფრო ნაკლებადაა დავიწროებული.

ვისარგებლებთ შემთხვევით და შევეცდებით გვარ *Deronectes*-ის (s. lat.) ზოგიერთი სახეობის ლარვების შესახებ ლიტერატურაში არსებული ცნობების

განხილვის საფუძველზე შევამოწმოთ, თუ რამდენად სწორია ამ გვარში შემავალ სახეობათა მთელი კომპლექსის ის დაჯგუფებები, რომლებიც მოცემულია სხვადასხვა ავტორის მიერ იმაგოს მორფოლოგიის საფუძველზე.

*Hydroporus* Clairv.-ის გრცელი გვარის სახეობათა საკმაოდ დიდი რიცხისთვის შარპმა თავის მონოგრაფიაში [3] გამოყო ახალი გვარი—*Deronectes*. განგლბაუერს [4] *Deronectes*-ს მიაჩნია მხოლოდ გვარ *Hydroporus*-ის ქვეგვარად. მაგრამ ყველა მომდევნო ავტორი სამართლიანად თვლის Sharp.-ის აზრს და, ამგვარად, *Deronectes*-ის გვარის დამოუკიდებლობა ამჟამად საყოველთაოდ არის აღიარებული. ამისთან იწყება თვით გვარ *Deronectes*-ის დანაწევრება. ციმერმანი [5] ყოფს ამ გვარს 5 ქვეგვარად (*Deronectes* s. str., *Potamonectes* Zimm., *Oreodytes* Seidl., *Strictotarsus* Zimm. და *Scarodytes* Gezis.), გინიო [6] ამ დაჯგუფებას აღიარებს, მაგრამ ყველა ქვეგვარს გვარად თვლის. ბერტრანი [2] თავის მონოგრაფიაში ლარვების შესახებ თითქოს ფიქრობს ჩათვალოს ეს ჯგუფები ქვეგვარებად. როგორც ზემოთ აღნიშნეთ, ჯერჯერობით ცნობილია ქვეგვარის *Deronectes* (s. str.) 5 ლარვალური ფორმა; სხვა ქვეგვარებში აღწერილი ლარვების რიცხვიც არ არის დიდი (1—4). ბერტრანიც და გინიოც ლარვების გვარისა და სახეობის განსაზღვრისთვის იძლევიან სქემებს, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდება თავისი აღნაგობით. ამ ორი ავტორის მონაცემთა გაერთიანების საფუძველზე ქვემოთ ვიძლევათ გვარ *Deronectes*-ის დასახელებული ხუთი ჯგუფის ლარვების სარკვევ ტაბულას.

A.

- 1(2) ცერკებს მთელ სიგრძეზე მხოლოდ 7 ჯაგარი აქვს . . . . . გვარი *Hydroporus* Clairv.
- 2(1) ცერკებზე ჯაგრების რიცხვი ყოველთვის 7-ზე მეტია . . . . . გვარი *Deronectes* Sharp.

B.

- 1(2) ცერკები მოკლეა (საშუალოდ სამჯერ მოკლეა სხეულზე), მათზე მცირერიცხოვანი ერთიმეორესთან დაახლოებული მეორადი ჯაგრებია, რომლებიც მხოლოდ ფუძესთანაა მოთავსებული. ფეხებზე საცურავი ჯაგრები არის ან არ არის . . . . . 1. ქვეგვ. *Deronectes* s. str.
- 2(1) ცერკები გრძელია (საშუალოდ ორჯერ მოკლეა სხეულზე) და მთელ სიგრძეზე მრავალრიცხოვანი მეორადი ჯაგრებითაა აღჭურვილი.
- 3(4) შუბლის ხორთუმი ძირში არ არის გაგანიერებული ან ოდნევაა გაგანიერებული. ფეხები მწკრივებად განწყობილი საცურავი ჯაგრებითაა აღჭურვილი . . . . . 2. ქვეგვ. *Potamonectes* Zimm.
- 4(3) შუბლის ხორთუმი ძირში მკაფიოდ არის გაგანიერებული.
- 5(6) ფეხებზე (გარდა წინა ფეხებისა) საცურავი ჯაგრების მწკრივები არ არის . . . . . 3. ქვეგვ. *Oreodytes* Seidl.
- 6(5) ფეხებზე საცურავი ჯაგრები არის . . . . . 4. ქვეგვ. *Scarodytes* Gezis.

ამ ტაბულების განხილვის შედეგად გამოტანილ უნდა იქნეს შემდეგი დასკვნები:

ა) *Deronectes*-ისა და *Hydroporus*-ის იმავოს შორის განსხვავებასთან ერთად საკმაოდ მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან ლარვებიც, ამიტომ ეს სახელწოდებები მიჩნეულ უნდა იქნეს როგორც გვარის სახელწოდებები.

ბ) *Deronectes*-ის გვარის შიგნით ლარვების ცალკე ჯგუფებს შორის არსებული განსხვავებები იმდენად მკვეთრი და მკაფიო არ არის, ამიტომ ზემო დასახელებული ოთხივე ჯგუფი განხილულ უნდა იქნეს როგორც ქვეგვარები.

*D. parvicollis* Schaum-ის ლარვის შესახებ ნათქვამს უნდა დაეუმტოთ შემდეგი შენიშვნა. დასახელებული სახეობა ფართოდაა გავრცელებული მთელი ამიერკავკასიის მთის ტყეების ზონაში და იშვიათი არ არის სწრაფმდინარე წყალსატევებში. კავკასიის მოცურალა ხოქოების ჩემ მიერ შედგენილ სიაში [7] ეს სახეობა აღნიშნულია სახელწოდებით—*D. doriai* Sharp. ახლა, როდესაც ჩემ განკარგულებაში გაცილებით უფრო მეტი მასალაა, მე იმ დასკვნამდე მივდივარ, რომ ჩვენი ამიერკავკასიური ინდივიდები ეკუთვნიან ბალკანურ-მცირეაზიურ სახეობას—*D. parvicollis* Schaum. რაც შეეხება სახეობას *D. doriai* Sharp., რომელიც აღწერილი იყო კავკასიაში მოპოვებული ერთადერთი ეგზემპლარის მიხედვით (პოენის ზუსტი ადგილის დაუსახელებლად), და ისიც იმდენად მოკლედ და ბუნდოვნად, რომ ეს სახეობა განზე უნდა დაეტოვოთ როგორც სახეობა, რომელიც არ არის უფრო ახლოს გამოჩვენებული. შემდგომ ეს სახეობა აღნიშნულია ციმერმანის მონოგრაფიაშიც (ისიც ex auctore). რას წარმოადგენს ეს ფორმა—დამოუკიდებელ სახეობას, თუ ის *longipes* Sharp-ის (ირანი) იდენტურია, ანდა ავტორის ხელთ იყო ჩვენში ჩვეულებრივი *parvicollis*-ის აბერანტული ეგზემპლარი—ამ საკითხის გადაწყვეტა შესაძლებელი იქნება მხოლოდ იმ ორიგინალური ეგზემპლარის დათვალიერების შემდეგ, რომლის მიხედვითაც მოხდა *D. doriai*-ს აღწერა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 29.1.1948)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. M. Régimbart. Note sur les larves des *Hydroporus semirufus* Germ. et *sanmarki* Gyll. — Ann. Soc. Ent. Fr., 1895, p. 318.
2. H. Bertrand. Les larves et nymphes des Dytiscides, Hygrobiides et Haliplides. Encycl. entomol., X, 1928, p. 69—83.
3. D. Sharp. On aquatic carnivorous coleoptera or Dytiscidae. London, 1882, p. 118, 865.
4. L. Ganglbauer. Käfer von Mitteleuropa, Bd I. Wien, 1891.
5. A. Zimmermann. Monographie die paläarktischen Dytiscidae. Reitter's Bestimm.-Tab., H. 103, 1932, S. 28.
6. T. Guignot. Les Hydrocanthares de France 1931—1943, p. 44, 777.
7. Ф. А. Зайцев. Плавунцы Кавказа. Раб. Сев.-Кавк. Гидробр. Станции, II, 1927. გვ. 8.

ენათმეცნიერება

ბ. ახვლედიანი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი

უცნაური ღ ელემენტი

ოსურ დან, დან-ში

(ოსური ენის ორბუნებიანობის საკითხისათვის)

1. რაც უფრო მეტად იკვლევა ოსური ენა, მით უფრო ცხადი ხდება, რომ ჩვენი კვლევისთვის მისაწვდომი ოსური ენა ძლიერ „კავკასიურებული“ ირანული ენაა. იგი წარმოდგენილია იმ ლინგვისტურ ელემენტთა გარეშე კავკასიურ ენათა სამყაროდან, რის გამომკვლავებაც მოუხერხდა მეცნიერებას; ამიტომ ის ცოტაოდენიც კი, რაც გამომკვლავებულია, უკარნახებს მკვლევარს როგორც სცნოს ოსური ენის ორბუნებიანობა, ისე დარწმუნებული იყოს, რომ ბევრი რამ დარჩა მას საკვლევი ამ მიმართულებით.

საქმე შეეხება არა მხოლოდ გავლენას კავკასიურ ენათა მხრივ, რა ძალიანაც უნდა იყოს იგი, არამედ ძლიერ ენობრივ შერევას, რაც გამოიხატა ოსური ენის ძვრაში—როგორც ფორმალურად, ისე „მატერიალურად“—კავკასიურ ენათაგან<sup>1</sup>.

ამ საკითხის გამიხვილებისა და შესაფერი დებულების დასაბუთების დამსახურება ეკუთვნის ვ. აბაევს, რომელიც ჯერ კიდევ 15 წლის წინეთ სწერდა: „ოსური ენის სისტემაში, როგორი სახითაც მოცემული გვაქვს იგი დღეს, ირანული და არაირანული შერთულა და შერწყმულა ერთ ორგანულ მთლიანობად, და ამ მთლიანობიდან ელემენტთა ჯგუფის იზოლირება...—ეს ნიშნავს მოახდინო ვივისექცია და უკულმართი წარმოდგენა მისცე თანამედროვე ცოცხალი ოსური ენის შესახებ“ ([1], 58),

ვ. აბაევი ჰყოფს ოსური ენის შესწავლის ისტორიას სამ მთავარ პერიოდად (1—„წინასწარ მოგზაურულ ჩანაწერთა“, 2—„აღწერილობით-გრამატიკული“—შოგერენ, როზენ და 3—„ინდოევროპეისტული ანუ ირანისტული“-უმთავრესად ვ. მილლერი) და განაგრძობს: „დღეს ოსური ენის შესწავლა უნდა შედგეს, ჩვენი აზრით, ახალ, მეოთხე, ეტაპზე, რომელშიც ოსური ენა უნდა გაფინილოთ, როგორც ერთიანი მთლიანობა, როგორც ცოცხალი სისტემა, თანაბარი ღირებულებისად ვცნოთ, ცხადია, ყოველი მისი ელემენტი და გავითვალისწინოთ ის ეთნიკური და ლინგვისტური გარემოცვა, რომელშიც იგი იმყოფება კავკასიაში ჩვენი მიმოხილვისათვის მისადგომი მთელი ისტორიის მანძილზე ([1], 59).

<sup>1</sup> აქ არ ვეხებით საკითხს ოსური ენის უძველესი გავლენის შესახებ კავკასიურ ენებზე.

ჩვენ არ ვფიქრობთ, რასაკვირველია, რომ ვ. აბაევს მეორე და მესამე პერიოდები მიაჩნდეს განვლილ პერიოდებად ოსური ენის შესწავლის ისტორიაში, და მის მსჯელობას ვთვლით უთუოდ საფუძვლიანად. მეტიც შეიძლება ითქვას; მეოთხე პერიოდი ფაქტობრივ დაიწყო უკვე 20-ანი წლების დასაწყისიდან, როცა დადგენილ იქნა ოსურში პრედიკატიული მიცემითი [2] და როცა მიკვლეულ იქნა ოსურში პრერუპტიული „ჩ“-ს არსებობა [3 და 8], რაც მართებულად ცნო ვ. აბაევმა და განაზოგადა იგი ყველა ხშულთათვის კავკასიურ ენათა ფონეტიკასთან დაკავშირებით [9]; იგივე ეტაპია ასახული ნაწილობრივ შრომებში გემინირებული აფრიკატებისა [5] და ხშულთა გემინაციის შესახებ ოსურში [6] და აგრეთვე ხშულთა დისიმილაციური გამკლერების შესახებ [4]

ამავე ეტაპს ეკუთვნის ვ. აბაევის რიგი შრომები და ცალკეული გამოთქმები ამ საკითხებზე, მაგ: დამახასიათებელი ს' და ხ' სიბილანტების შესახებ, რომელთაც მივყავართ მთის დასავლურ ენათა ჯგუფისაკენ ([1], 63), ოსური ბრუნების აგლუტინაციური სისტემის შესახებ (იქვე, გვ. 64), ტიპოლოგიურად მყოფადის კავკასიური წარმოების შესახებ (იქვე, გვ. 68), აკუზატივის უქონლობის შესახებ ოსურში [11] და სხვ.

2. რიგით უკანასკნელი ჰიპოთეზი, რომელსაც უნდა აეხსნა ოსური მეფელი ზმნის აწმყოს 1 და 2 პირის დ ელემენტი, წარმოდგენილი იყო 20 წლის წინეთ ვ. ტომაშევსკის მიერ [7]. იქვეა მოცემული საკითხის ლიტერატურა და მის მიერ უკუვადებულ (ფრ. მიულერისა, კ. ზალემანისა და ვს. მილერის) თეორიათა კრიტიკა.

ჩვენ ვეთანხმებით ვ. ტომაშევსკის დასახლებულ ავტორთა მიერ წარმოდგენილი ახსნის კრიტიკაში (ნაწილობრივ ზალემანის გამოკლებით), მაგრამ არ შეგვიძლია მივიღოთ მისი ჰიპოთეზი, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: ავტორი ვარაუდობს, რომ, მაგ. ცვლთჲნ, ცვლთჲ< \*ცვლ-ჲნ, ცვლ-ჲსაგან დ-ს გემინაციის გზით ცვლდჲნ, ცვლდჲ საფეხურის გავლით. „ოსთა ენობრივმა ცნობიერებამ დ-ს გემინაციის ეპოქაში აღიქვა მეორე დ, როგორც მეშველი ზმნის კუთვნილი თავიკიდური, რამაც გამოიწვია მეშველი ზმნის დუბლეტური ფორმების გაჩენა: დჲნ და ჲნ, დჲ და ჲ და ა. შ. ([7], 78).

ძნელია, ჩვენი აზრით, დამტკიცდეს, რომ ხშულთა გემინაცია (და არა გრძელი თანხმოვანი), შეთვისებული ოსურის მიერ კავკასიურ ენათაგან, გაჩნდა ოსურში დჲნ, დჲ-ს ფორმირებაზე ადრე (<დ+ჲნ, დ+ჲ-საგან); მაგრამ ამის დამტკიცება რომ შესაძლებელიც იყოს, სულ ერთია, შეუძლებელია დაეუშვათ გარდამავალი საფეხური გაორკეცებული დ-თი (ე. ი. ცვლდჲნ, ცვლდჲ), რადგანაც ოსურის გემინირებული მკლერი ხშული უნდა თავდებოდეს პრერუპტივით [6], ხოლო პრერუპტივს არ შეუძლია გამოიყოს მთქმელის ცნობიერებაში მკლერი ხშულის (დ-ს) სახით. შეგვიძლია წვიფიქროთ მხოლოდ პირიქით: გემინირებული დთ შესაძლებელია აქ მხოლოდ დდ-საგან (მაშასადამე, ცვდთჲნ < \*ცვდ+დჲნ). ამიტომ ტომაშევსკის ჰიპოთეზი არაა დამაჯერებელი.

3. ოსური ენის კავკასიურ ენათა ნიადაგზე ძლიერი შერეულობის შესახებ ზემოთ ნათქვამი ნებას გვაძლევს ვივარაუდოთ ამ უცნაური დ-ს ახსნის შესაძლებლობა იმავე ნიადაგზე.

ჩვენ გადავსინჯეთ შესაფერი ელემენტები იმ კავკასიურ ენებში, რომლებიც მეზობლობენ (ან მეზობლობდნენ) ოსურს, და გავჩერდით ჩაჩნური ჯგუფის ენების კლას-კატეგორიის ოთხთაგან ერთ-ერთ მაჩვენებელზე, სახელდობრ დ-ზე, რომელიც ერთ-ერთი კლასიფიკატორია მეშველი ზმნისა; სწორედ დ-ს კლასურად ნეიტრალური ხასიათია ჩაჩნურ-ინგუშურში, რომ აძლიერებს ვარაუდს მისი ოსურ მეშველ ზმნაში შესვლის შესაძლებლობისას.

მაგრამ მას შეეძლო შესულიყო ოსურში არა როგორც კლასის მაჩვენებელი, არამედ მხოლოდ მექანიკურად.

საჭიროა აგრეთვე აღინიშნოს, რომ დ შეიძლებადა შესულიყო ოსურში უფრო ინგუშურიდან, სადაც ჩვენთვის საინტერესო ფორმა წარმოდგენილია და-ს სახით, და არა ჩაჩნურიდან (დუ)<sup>1</sup>.

დ ელემენტის ოსურის მიერ შეთვისების პროცესში დადებითი როლი შეიძლებადა შეესრულებინა შემდეგ გარემოებას:

ჯერ კიდევ აკად. კ. ზალემანმა ივარაუდა ოსურის მეშველი ზმნის მეორე პირის ფორმა დ<\*დ<\*დ<+ს-საგან, სადაც, ზალემანის აზრით, დ აღარ იკრძობოდა როგორც დგ ნაცვალსახელის თანხმობანი; ამიტომ 2პ. დგ დ< „შენ ხარ“ ფაქტობრივ წარმოადგენს 2პ. ნაცვალსახელის განმეორებას. მანვე ივარაუდა დ-ს შესვლა 1 პირში ანალოგიით, ე. ი. აზ დან ნაცვლად აზ ან-ისა („მე ვარ“) [10]. ზალემანს ეკამათებოდნენ, რადგანაც ექვობდნენ, რომ შესაძლებელი იყოს მოინახოს ანალოგია 2 პირის ასეთი გავლენისა 1 პირზე“ [7], 76). მაგრამ არაინ ეკამათებოდა მას იმაში, რომ ოსურში დ< „ხარ“ შეიძლებადა მიგველო დგ \*ს-საგან „შენ ხარ“. ჩვენც ვფიქრობთ, რომ ეს შესაძლებელი იყო, მით უფრო, რომ \*ს „ხარ“ მოკლებული უნდა ყოფილიყო გამომხატველობითი სიძლიერეს; ამდენად დგ-ში (და მით უმეტეს დუ-ში) ხმოვნის დაკარგვის ფონეტიკური იშვიათობა ასეთ პირობებში ანაზღაურდებოდა მეორე პირის \*ს-სათვის გამომხატველობითი სიმტკიცის მინიჭებისადმი მიდრეკილებით.

ამისათვის ხელი უნდა შეეწყოს, თავის მხრივ, ინგუშურ და ფორმას, რომელიც გამომხატავს მეშველი ზმნის აწყოს მეორე პირსაც. ორენოვობისას, რაც აუცილებელი პირობაა ენათა შერევისა, ასეთი რამ სრულიად შესაძლებელია.

რაც შეეხება ოსურის იმავე მეშველი ზმნის პირველ პირში (დან) დ-ს შესვლას, ის უნდა მომხდარიყო იმავე ინგუშური და-დან, რომელიც პირველ პირსაც გამომხატავს, თუმცა სავსებით გამორიცხული ვერ იქნება მეორე პირიდან პირველ პირში გადასვლის შესაძლებლობაც [10]. შეადარე ა. შანიძის მიერ გამოთქმული აზრი მეორე პირის სუბიექტური პირის პრეფიქსის პირველ პირში ანალოგიით გადასვლის შესახებ სუანურში [12].

როგ საკითხებს, რომლებიც წამოიჭრება საკითხის ასეთი გაგების შედეგად, ვფიქრობთ შევეხეთ უახლოეს ხანში.

(რედაქციას მოუვიდა 4.11.1947)

<sup>1</sup> ძლიერ დავალებული ვარ ჩაჩნურ ენათა ჯგუფის სპეტიალისტის დოც. თინათინ გონაშვილისაგან ამ ძიება-შერჩევაში.



## დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. И. Абаев. К характеристике современного осетинского языка. Яфетический сборник, т. VII, 1932.
2. გ. ახვლედიანი. Dativus praedicativus ოსურ ენაში. ტფილისის უნივერსიტეტის მოამბე, III, 1923,
3. გ. ახვლედიანი. სამი „T“ ოსურში. ქართული საენათმეცნიერო საზოგადოების წელიწადგული, I, 1924.
4. გ. ახვლედიანი. ოსური ენის ისტორიისათვის, III. ხშულთა დისიმილაციური გამქდვრება ოსურ ენაში. სტალინის სახელობის თბილისის საზ. უნივერსიტეტის შრომები, XVIII, 1941.
5. გ. ახვლედიანი. გემინირებული და „ნახალიზებული“ აფრიკატები ოსური ენის დგალურ დიალექტში. ტფილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, V. 1936.
6. Г. С. Ахведиани. К вопросу о геминации смычных в осетинском по экспериментальным данным. Рефераты научно-исследовательских работ за 1945 г. АН СССР. Отделение литературы и языка, 1947, стр. 40—41.
7. В. Б. Томашевский. Начальное д в формах осетинского вспомогательного глагола  $\bar{y}VH$  (ун)—„быть“. Яфетический сборник, III, 1925.
8. გ. როგავა. ხშულთა ოთხეულგებრივი სისტემა ჯადიღურ ენებში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IV, 1943.
9. В. Абаев. Четыре ряда смычных согласных в осетинском. Изв. Осет. инст. краеведения, Владикавказ, 1926, стр. 475.
10. C. Salemann. Miller, Osetinskije etjudy. Bespr. von—. Literatur-Blatt für Orientalische Philologie, I, 4 Heft, 1884, S. 143.
11. В. И. Абаев. О „винительном“ падеже в осетинском. Язык и мышление, т. X, 1940.
12. ა. შანიძე. უმაღლესი სვანურში. არილი, 1925, გვ. 182, შენიშვნა.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე პროფ. დ. დოლოძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, აკ. წერეთლის ქ, № 7

ხელმოწერილია უკ. ფორმა 13.5.48.

 საბეჭდი ფორმათა რაოდ. 5<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

ანაწყობის ზომა 7×11

საავეტორთა ფორმათა რაოდ. 6,5 ფორმა

შეკვ. 246

უფ 02610

ტირაჟი 1500



44/253

ფასი 5 მან.

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

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

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

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლინის ქ. 8.