საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე

ტომი XV, № 5

ძირითადი, ქართული გამოცემა

1954

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

1. ნ. ბ ე რ ი კ ა შ ვ ი ლ ი. ტოპოლოგიურ ჯგუფთა პირდაპირი და შებრუნებული სპექტრების შესახებ 257
2. თ. მ ა რ უ ა შ ვ ი ლ ი. ალგებრული განტოლებების ყველა ნამდვილი ფესვის მოძებნა ინტეგრატორზე 265

მინერალოგია

3. თ. ი ვ ა ნ ი ც კ ი. სფალერიტის ქალკოპირიტით ჩანაცვლების საკითხისათვის . . . 271

მეტალურგია

4. ფ. თ ა ვ ა ძ ე და ქ. დ ო ლ ი ა შ ვ ი ლ ი. მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობების დაშლა 275

ბოტანიკა

5. ნ. შ ა რ ა შ ი ძ ე. პროტოპლაზმის მდგომარეობა თბილისის პირობებში მოზამთრე მარადმწვანე მცენარეებში 281

პარაზიტოლოგია

6. ე. ჭ ი ა ბ ე რ ა შ ვ ი ლ ი. ზოგიერთი მონაცემი ფრინველების ექინოსტომური ჭიის განვითარების შესახებ 287

ანატომია

7. ს. კ ა ხ ი ა ნ ი. ახალშობილთა საყლაპავი მილის არტერიები 295

ფილოლოგია

8. გ. ი მ ე დ ა შ ვ ი ლ ი. „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა"-ს სათაურის გაგებისათვის . . . 303

არქეოლოგია

9. ი. გ ძ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი. თეთრი წყაროს რაიონის ნასოფლარები 311

მათემატიკა

ნ. ბერიკაშვილი

ტოპოლოგიურ ჯგუფთა პირდაპირი და შებრუნებული სპექტრების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 10.3.1954)

§ 1. როგორც ცნობილია, ტოპოლოგიურ ჯგუფთა ერთ-ერთი აქსიომა მოითხოვს, რომ ყოველი u ბირთვისათვის არსებობდეს ისეთი v ბირთვი, რომ $v - v \subset u$. საინტერესოა იმ ჯგუფების შესწავლა, რომელთათვის ასეთ v-დ მოცემულ u-სათვის გამოდგება თვით u-ს „ნახევრები", ე. ი. $\frac{1}{2^n} u$ სახის ბირთვები, რომელთაც უკანასკნელ ხანებში გამოყენება პოვეს ზოგიერთ შრომაში ტოპოლოგიურ ჯგუფთა თეორიასა და ჰომოლოგიის თეორიაში (იხ. [3, 4]). ამ შრომის § 2-ში განსაზღვრულია ამ სახის ჯგუფები და შესწავლილია მათი ზოგიერთი თვისება, კერძოდ სხვადასხვა კლასის ჯგუფების წარმოდგენის შესაძლებლობა განხილული ჯგუფების შებრუნებული სპექტრის ზღვრული ჯგუფით. § 3-ში განიხილება კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრი. ტოპოლოგიურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ზღვრული ჯგუფები, განმარტებულია კაპლანის (იხ. [5]) და ვილენკინის მიერ (იხ. [3]; ვილენკინი განიხილავს უფრო ზოგად შემთხვევას; კერძოდ სპექტრს არ სთხოვს თვლადობას), იზომორფული არიან, რადგან, როგორც მათ უჩვენეს, ეს ჯგუფები შეუღლებული სპექტრის ზღვრული ჯგუფის ქარაქტერთა ჯგუფებია. აქ მოცემულია ამავე ზღვრული ჯგუფის ახალი, უფრო მარტივი განმარტება იმ შემთხვევაში, როცა სპექტრის ჯგუფები კომპაქტურია, ხოლო ჯგუფთა რაოდენობა თვლადობით არ იზღუდება. გ. ჭოღოშვილის მიერ უფრო ადრე განსაზღვრული ნებისმიერ კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ზღვრული ჯგუფები (იხ. [8]) განსხვავდებიან წინა ჯგუფებისაგან,—ისინი უფრო სპეციფიკურნი არიან იმ აზრით, რომ არ აზოგადოვებენ დისკრეტულ ჯგუფთა სპექტრის კლასიკურ თეორიას, რითაც, როგორც ჩანს, აიხსნება მათი მეტი გამოყენება ჰომოლოგიის თეორიაში (იხ. [8, 9]). აქ მოცემულია ამ ჯგუფთა სხვა განმარტება, რომელიც, ჭოღოშვილის განმარტებიდან განსხვავებით, არ ემყარება შებრუნებული სპექტრის ცნებას (თუმცა ჯგუფის ქარაქტერის ცნებით სარგებლობა ჩვენც გვიხდება). პირველად თვლად ტოპოლოგიურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ზღვრული ჯგუფი განმარტა ფროიდენტალმა (იხ. [7]). ის ჯგუფს განმარტავდა ბირთვთა ე. წ. შეთანხმებული სისტემით. ასეთსავე სისტემებზე დაყრდნობით, მაგრამ დამატებით ფაქტორიზაციის ოპერაციის გამო-

ყენებით, ჭოლოშვილმა [9]-ში განიხილა კომპაქტურ ჯგუფთა ნებისმიერი სპექტრები. ჩვენ მიერ მოცემული განმარტებანი საშუალებას იძლევიან ერთი საერთო თვალსაზრისით შევხედოთ ამ სამი ტიპის ზღვრულ ჯგუფებს: ისინი მხოლოდ იმით განირჩევიან, რომ ჭოლოშვილის ჯგუფის განმარტების დროს ბირთვები უნდა ავიღოთ სპექტრის ჯგუფების გარკვეულ ფსევდობაზისიდან, ვილენკინ-კაპლანის ჯგუფის განმარტების დროს—შესაბამისი ბაზისიდან, ხოლო ფროიდენტალ-ჭოლოშვილის ჯგუფის განმარტების დროს ყველა ბირთვი უნდა გამოვიყენოთ.

§ 2. თუ v ღია ბირთვია, ე. ი. თუ ის G კომუტატური ტოპოლოგიური ჯგუფის ნულის შემცველ ღია სიმრავლეს წარმოადგენს (იხ. [6], გვ. 65), მაშინ $\frac{1}{2^n} v$ აღნიშნავს ქვესიმრავლეს, რომელიც განისაზღვრება ტოლობებით (იხ. [4]):

$$\frac{1}{2} v = \{g \mid g \in v,\ 2g \in v\},\quad \frac{1}{2^n} v = \frac{1}{2}\left\{\frac{1}{2^{n-1}} v\right\},$$

სადაც $\{g \mid \cdots\}$ იმ g ელემენტთა ერთობლიობაა, რომლებიც $\cdots$ პირობებს აკმაყოფილებენ, ხოლო n ნატურალური რიცხვია. ცხადია, რომ $\frac{1}{2^n} v$ აგრეთვე G ჯგუფის ღია ბირთვია.

G ჯგუფის ღია v ბირთვს ვუწოდებთ N-ბირთვს, თუ ყოველი m-სთვის მოიძებნება ისეთი n, რომ

$$\frac{1}{2^n} v - \frac{1}{2^n} v \subset \frac{1}{2^m} v.$$

G ჯგუფს ვუწოდებთ სუსტ N-ჯგუფს, თუ მას აქვს N-ბირთვებისაგან შემდგარი ნულის ბაზისი. G ჯგუფს ვუწოდებთ N-ჯგუფს, თუ მას აქვს ისეთი v_0 N-ბირთვი, რომ

$$\left\{\frac{1}{2^n} v_0\right\},\quad n = 1, 2, 3, \ldots,$$

სისტემა ნულის ბაზისია.

ცხადია, რომ N-ჯგუფი სუსტი N-ჯგუფია.

ადგილი აქვს შემდეგ თეორემებს.

1. სუსტი N-ჯგუფის ქვეჯგუფი არის სუსტი N-ჯგუფი, ხოლო N-ჯგუფის ქვეჯგუფი N-ჯგუფია.

2. სუსტ N-ჯგუფთა ნამრავლი სუსტი N-ჯგუფია; სასრულო რაოდენობა N-ჯგუფთა ნამრავლი N-ჯგუფია; უსასრულო რაოდენობა N-ჯგუფთა ნამრავლი N-ჯგუფი არ არის.

3. ყოველი ქარაქტერთა ჯგუფი (და, მაშასადამე, ყოველი ლოკალურად კომპაქტური ჯგუფი) სუსტი N-ჯგუფია.

4. იმისათვის, რომ კომპაქტური ჯგუფი იყოს ელემენტარული (ე. ი. წარმოადგენდეს სასრულგანზომილებიანი ტორუსული ჯგუფისა და სასრუ-

ლი ჯგუფის ნამრავლს, (იხ. [6], გვ. 101), აუცილებელია და საკმარისი, რომ ის N-ჯგუფი იყოს.

5. ყოველ სუსტ G N-ჯგუფისათვის არსებობს ისეთი $\{G'_\tau, q'_{\tau\sigma}\}$ შებრუნებული სპექტრი, ზღვრული ჯგუფით G', რომ

a) ყოველი G'_τ N-ჯგუფია;

b) ყველა $q'_{\tau\sigma}$ არის ჰომომორფიზმი „ზე";

c) არსებობს G-ს იზომორფული G_0 ქვეჯგუფი G' ჯგუფში;

d) G_0-ის ჩაკეტვა G'-ში გვაძლევს G'-ს: $\overline{G_0} = G'$.

6. ყოველ ლოკალურად კომპაქტურ G ჯგუფისათვის შეიძლება ავაგოთ $\{G'_\tau, q'_{\tau\sigma}\}$ შებრუნებული სპექტრი, რომელიც დააკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

a) ყველა G'_τ ლოკალურად-კომპაქტური N-ჯგუფია;

b) $q'_{\tau\sigma} G'_\sigma = G'_\tau$, $\tau < \sigma$;

c) $G \cong G' = \varprojlim \{G'_\tau, q'_{\tau\sigma}\}$.

ადგილის უქონლობის გამო მოგვყავს მხოლოდ 5 თეორემის დამტკიცების სქემა. ვთქვათ, $\{v_\tau\}$ არის G ჯგუფის N-ბირთვებისაგან შემდგარი ნულის ბაზისი. ყოველ v_τ-სათვის განვიხილოთ ზოგადი ტოპოლოგიური G_τ ჯგუფი, რომელიც ალგებრულად იზომორფულია G-სი (აღვნიშნოთ ეს იზომორფიზმი ρ_τ-ით) და რომლისთვის

$$\frac{1}{2^n} \rho_\tau v_\tau, \quad n = 1, 2, 3, \ldots,$$

სისტემა წარმოადგენს ტოპოლოგიის განმსაზღვრელ ნულის მიდამოთა ერთობლიობას (იხ. [2], გვ. 17). თუ H_τ არის G_τ ჯგუფის ბირთვთა თანაკვეთა, მაშინ $G'_\tau = G_\tau / H_\tau$ ტოპოლოგიური ჯგუფია. თუ $v_\sigma \subset v_\tau$, მაშინ ბუნებრივი წესით განისაზღვრება G'_σ ჯგუფის G'_τ ჯგუფში $q'_{\tau\sigma}$ ჰომომორფიზმი. ვიღებთ $\{G'_\tau, q'_{\tau\sigma}\}$ შებრუნებულ სპექტრს G' ზღვრული ჯგუფით. თუ $g \in G$, მაშინ ძაფი $\{g_\tau\}$, სადაც g_τ არის $\rho_\tau g$-ს შემცველი ელემენტი G'_τ ჯგუფიდან, არის G'-ის ელემენტი. ასე წარმოშობილი π ჰომომორფიზმი G ჯგუფისა G' ჯგუფში განსაზღვრავს G'-ის $G_0 = \pi G$ ქვეჯგუფს. აგებული შებრუნებული სპექტრი და G_0 ჯგუფი აკმაყოფილებენ თეორემის პირობებს.

§ 3. ჩვენ აქ მოვიყვანთ კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ჭოლოშვილის ზღვრული ჯგუფის ორ განმარტებას. პირველი ემყარება შეუღლებული სპექტრის ცნებას და ისე მცირედ განსხვავდება ამ ჯგუფის ცნობილ განმარტებებისაგან (იხ. [8, 9, 1]), რომ არ მოგვყავს მათი იგივეობის დამტკიცება. მეორე არ იყენებს შეუღლებულ სპექტრს და მისი თანამთხვევა დანარჩენებთან გამომდინარეობს აქ მოყვანილი ორი განმარტების ეკვივალენტობის დამტკიცებიდან.

ვთქვათ, $\{B_\tau, p_{\tau\sigma}\}$ კომპაქტურ B_τ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრია, სადაც $p_{\tau\sigma}$ არის B_τ ჯგუფის B_σ ჯგუფში უწყვეტი ჰომომორფიზმი. $\bigcup_\tau B_\tau$ სიმრავლის b_τ და b_σ ელემენტებს ეკვივალენტურად ჩავთვლით, თუ არსებობს ისეთი ν ინდექსი, რომ $\tau<\nu$, $\sigma<\nu$, და $p_{\tau\nu}b_\tau = p_{\sigma\nu}b_\sigma$. ამით $\bigcup_\tau B_\tau$ სიმრავლე იშლება ეკვივალენტურ ელემენტთა კლასების B ერთობლიობად. თუ $b_1, b_2 \in B$, მაშინ b_1+b_2 განიმარტება როგორც $b_\tau^1+b_\tau^2$ ელემენტის შემცველი კლასი. როცა $b_\tau^1 \in b_1$ და $b_\tau^2 \in b_2$. ასე B იქცევა ჯგუფად. ვთქვათ $\{A_\tau, q_{\tau\mu}\}$ არის $\{B_\tau, p_{\tau\sigma}\}$-ს შეუღლებული, დისკრეტული ჯგუფების შებრუნებული სპექტრი, ხოლო A დისკრეტული ტოპოლოგიით აღებული მისი ზღვრული ჯგუფი (იხ. [6], გვ. 81). A და B ჯგუფის ელემენტებს შორის განვსაზღვროთ გამრავლება ტოლობით

$$ab = a_\tau b_\tau,$$

სადაც

$$a_\tau \in a \in A, \quad b_\tau \in b \in B.$$

თუ F არის A-ს სასრული სიმრავლე, მაშინ განვიხილოთ B ჯგუფის სიმრავლე

$$u(F, w_0) = \{b \mid Fb \subset w_0\},$$

სადაც w_0 აღნიშნავს უწყვეტი ციკლური ჯგუფის

$$\tau(w_0) = \frac{1}{4}$$

რადიუსიან ბირთვს. ცხადია, რომ, თუ

$$a_i \in A, \ i = 1, 2, \ldots, k,$$

მაშინ

$$u(a_1, a_2, \ldots, a_k, 2a_1, 2a_2, \ldots, 2a_k, w_0)$$
$$- u(a_1, \ldots, a_k, 2a_1, \ldots, 2a_k, w_0) \subset u(a_1, \ldots, a_k, w_0)$$

და რომ, თუ F_1 და F_2 არის A-ს ორი სასრული სიმრავლე, მაშინ

$$u(F_1, w_0) \cap u(F_2, w_0) = u(F_1 \cup F_2, w_0).$$

ამ თანაფარდობებიდან გამომდინარეობს, რომ, თუ $u(F, w_0)$ სიმრავლეებს მივიღებთ B ჯგუფის განმსაზღვრავ მიდამოთა სისტემად (იხ. [2], გვ. 17), მაშინ B იქცევა ზოგად ტოპოლოგიურ ჯგუფად (იხ. [2], გვ. 17). ვთქვათ, B ჯგუფის ბირთვთა თანაკვეთა არის B_0. ადვილი საჩვენებელია, რომ $\check{B} = B/B_0$ ფაქტორ-ჯგუფი არის $\{B_\tau, p_{\tau\sigma}\}$ სპექტრის ჭოლოშვილის ზღვრული ჯგუფი. ცხადია, რომ შეუღლებული სპექტრის დაუხმარებლად $\check{B}$ ჯგუფის განსაზღვრისათვის საკმარისია ვიპოვოთ B ჯგუფის ზემოაღწერილი ტოპოლოგია მხოლოდ პირდაპირის სპექტრის დახმარებით. ქვემოთ ეს კეთდება.

[9]-ში ჭოლოშვილი შეუღლებული სპექტრის დახმარების გარეშე აფასებს B_0-თან დაკავშირებულ B_α ჯგუფის B_{α_0} ქვეჯგუფებს: განიხილება B_α-ს გარკვეული k_α^0 ქვეჯგუფის მიერ წარმოშობილი k_α^i კლასები—ე. წ. o რიგის

კლასები; ამ კლასებისაგან იქმნება 1 რიგის კლასები, მათგან 2 რიგის კლასები და ა. შ. შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ პირველი ნაბიჯის შემდეგ ეს პროცესი წყდება. მართლაც, როგორც ცნობილია, $\bar{k}^0_\alpha$ არის ქვეჯგუფი და კლასები ამ ქვეჯგუფის მიმართ ჩაკეტილია; რადგან $k^0_\alpha \subset \bar{k}^0_\alpha$, ამიტომ კლასები $\bar{k}^0_\alpha$-ის მიმართ წარმოადგენენ გარკვეულ კლასების გაერთიანებებს k^0_α-ის მიმართ. ამიტომ 0 რიგის ორი კლასის ჩაკეტვები $\bar{k}^1_\alpha$ და $\bar{k}^2_\alpha$ იკვეთებიან, თუ ისინი იმყოფებიან ერთ კლასში $\bar{k}^0_\alpha$-ის მიმართ, საიდანაც გამომდინარეობს, რომ 1 რიგის კლასები არიან $\bar{k}^0_\alpha$-ის მიმართ კლასები, რასაც მივყავართ ჩვენს მტკიცებამდე.

შემოვიყვანოთ შემდეგი ცნება. G კომპაქტური ჯგუფის k'-ბირთვი ვუწოდოთ სრულ წინასახეს $h^{-1}w_0$, სადაც

$$\tau(w_0) = \frac{1}{4},$$

ხოლო h არის G ჯგუფის რომელიმე ქარაქტერი.

ადვილი სანახავია, რომ მოცემულ v k'-ბირთვისათვის G ჯგუფის H ქარაქტერთა ჯგუფში არსებობს ისეთი h ელემენტი, რომ $u(h, w_0) = v$ და, პირიქით, ყოველი $u(h, w_0)$ არის k'-ბირთვი; შემდეგ, თუ მოცემულ v k'-ბირთვისათვის E არის H-ის იმ h ელემენტების ერთობლიობა, რომელთათვის

$$u(h, w_0) = v,$$

მაშინ E სასრული სიმრავლეა.

B ჯგუფში ტოპოლოგია შემდეგნაირად შევიტანოთ. ყოველ B_τ ჯგუფში ავირჩიოთ v_τ k'-ბირთვი, ისე რომ $\{v_\tau\}$ სისტემა იყოს შეთანხმებული, ე. ი. რომ

$$p^{-1}_{\tau\sigma} v_\sigma = v_\tau, \quad \tau < \sigma.$$

ვთქვათ, v შედგება B ჯგუფის იმ b ელემენტებისაგან, რომელთათვის $b_\tau \in v_\tau$ თუ $b_\tau \in b$. ყველა ასეთი v სიმრავლეები, აგრეთვე მათი სასრული თანაკვეთები, მივიღოთ B ჯგუფის განმსაზღვრელ მიდამოთა სისტემად (იხ. [2], გვ. 17). ეს მიდამოები B-ს აქცევენ ზოგად ტოპოლოგიურ ჯგუფად: მართლაც, რადგან ყოველი მიდამო შეიცავს ნულს და ორი ასეთი მიდამოს თანაკვეთა შეიცავს ასეთსავე მიდამოს, ამიტომ საკმარისია ვაჩვენოთ, რომ ყოველი v მიდამოსათვის, არსებობს ისეთი v' მიდამო, რომ $v' - v' \subset v$, (იხ. [2], გვ. 17). ვთქვათ v მიდამოს განსაზღვრავს $\{v_\tau\}$ სისტემა. $\widetilde{v}_\tau$ განვსაზღვროთ ტოლობით: $\widetilde{v}_\tau = \{b_\tau \mid b_\tau \in B_\tau,\ 2b_\tau \in v_\tau\}$. ადვილი სანახავია, რომ თუ $v_\tau = h^{-1}w_0$ მაშინ $\widetilde{v}_\tau = (2h)^{-1}w_0$, ე. ი. $\widetilde{v}_\tau$ არის k'-ბირთვი. $\{\widetilde{v}_\tau\}$ სისტემა შეთანხმებულია. ამ სისტემით განსაზღვრული მიდამო აღვნიშნოთ $\widetilde{v}$-ით. ვაჩვენოთ, რომ $v \cap \widetilde{v} - v \cap \widetilde{v} \subset u$. ვთქვათ, რომ $b_1, b_2 \in v \cap \widetilde{v}$. ეს იმას ნიშნავს, რომ, თუ $b^1_\tau \in b_1$ და $b^2_\tau \in b_2$, მაშინ

$$b^1_\tau \in v_\tau,\ 2b^1_\tau \in v_\tau,\ b^2_\tau \in v_\tau,\ 2b^2_\tau \in v_\tau,$$

ამიტომ

$$b_\tau^1 \in \frac{1}{2} v_\tau, \quad b_\tau^2 \in \frac{1}{2} v_\tau.$$

მაგრამ

$$\frac{1}{2} v_\tau - \frac{1}{2} v_\tau \subset v_\tau;$$

მაშასადამე

$$b_\tau^1 - b_\tau^2 \in v_\tau \text{ და } b_1 - b_2 \in v,$$

საიდანაც გამომდინარეობს საჭირო ჩართვა. ვთქვათ, ახლა,

$$v = v_1 \cap v_2 \cap \cdots \cap v_n,$$

სადაც v_i არის $\{v_\tau^i\}$ სისტემის მიერ განსაზღვრული მიდამო. როგორც ვაჩვენეთ, v_i-სათვის არსებობს ისეთი v'_i მიდამო, რომ $v'_i - v'_i \subset v_i$. მაგრამ, მაშინ ტოლობიდან $v' = v'_1 \cap v'_2 \cap \cdots \cap v'_n$ გამომდინარეობს, რომ $v' - v' \subset v$, რასაც ვამტკიცებდით. B_0-ით აღვნიშნოთ B-ს ბირთვების თანაკვეთა, $\bar{B}_0$-ით—B/B_0 ფაქტორ-ჯგუფი და ვაჩვენოთ B-ს ორი შემოყვანილი ტოპოლოგიის თანამთხვევა.

ვთქვათ F არის A ჯგუფის სასრული სიმრავლე. ვაჩვენოთ B-ში ისეთი v მიდამოს არსებობა, რომ $u(F, w_0) = v$. თუ F არის $a_1, a_2, \cdots, a_n$ ელემენტების ერთობლიობა, მაშინ, ცხადია, $u(F, w_0) = u(a_1, w_0) \cap \cdots \cap u(a_n, w_0)$. ამის გამო საკმარისია განვიხილოთ ის შემთხვევა, როცა F ერთი ელემენტისაგან შედგება. ვთქვათ, $a = \{a_\tau\} \in A$ და $v_\tau = u(a_\tau, w_0)$. ადვილი სანახავია, რომ v_τ არის B_τ-ს k'-ბირთვი და რომ $\{v_\tau\}$ შეთანხმებული სისტემაა. ვთქვათ v ამ სისტემით განსაზღვრული მიდამოა. ვაჩვენოთ, რომ $v = u(a, w_0)$. დავუშვათ, რომ $b \in u(a, w_0)$. მაშინ რადგან $ab = a_\tau b_\tau$, ამიტომ $b_\tau \in v_\tau$ ეს კი იმას ნიშნავს, რომ $b \in v$. ვთქვათ, ახლა $b \in v$. მაშინ, თუ $b_\tau \in b$, გვექნება $b_\tau \in v_\tau$ ე. ი. $a_\tau b_\tau \in w_0$. აქედან $ab \in w_0$ და $b \in u(a, w_0)$ ანუ $u(a, w_0) = v$.

დავუშვათ, რომ v მიდამოს განსაზღვრავს k'-ბირთვთა $\{v_\tau\}$ სისტემა და ვაჩვენოთ A-ში ისეთი a ელემენტის არსებობა, რომ $u(a, w_0) = v$.

ყოველ A_τ ჯგუფში განვიხილოთ E_τ სიმრავლე, რომელიც A_τ ჯგუფის იმ a_τ ელემენტებისაგან შედგება, რომელთათვის $u(a_\tau, w_0) = v_\tau$. ზემოთ მითითებული იყო, რომ E_τ სასრული სიმრავლეა. ვაჩვენოთ, რომ $q_{\tau\sigma} E_\sigma \subset E_\tau$, $\tau < \sigma$. ვთქვათ, $a_\sigma \in E_\sigma$, ე. ი. $v_\sigma = u(a_\sigma, w_0)$. რადგან

$$q_{\tau\sigma} a_\sigma \cdot b_\tau = a_\sigma \cdot p_{\tau\sigma} b_\tau,$$

$\{v_\tau\}$ სისტემის შეთანხმებულობის გამო, $q_{\tau\sigma} a_\sigma \cdot b_\tau \in w_0$, როცა $b_\tau \in v_\tau$ და

$$q_{\tau\sigma} a_\sigma \cdot b_\tau \overline{\in} w_0,$$

როცა $b_\tau \in v_\tau$. ეს იმას ნიშნავს, რომ

$$v_\tau = u(q_{\tau\sigma} a_\sigma, w_0),$$

ხოლო ეს ტოლობა გვიჩვენებს, რომ

$$q_{\tau\sigma} E_\sigma \subset E_\tau.$$

მაშასადამე, ჩვენ გვაქვს სასრულ E_τ სიმრავლეთა $\{E_\tau, q_{\tau\sigma}\}$ შებრუნებული სპექტრი. ვთქვათ, a ამ სპექტრის ზღვრული სივრცის (როგორც ცნობილია, არაცარიელის) ელემენტია. ცხადია, $a \in A$. თუ a_τ არის a-ს კოორდინატი, მაშინ $v_\tau = u(a_\tau, w_0)$ და $u(a, w_0) = v$. თუ $v = v_1 \cap v_2 \cap \cdots \cap v_n$, სადაც v_i არის $\{v_\tau^i\}$ სისტემით განსაზღვრული B-ს მიდამო, მაშინ v_i-სთვის არსებობს ისეთი a_i ელემენტი A-დან, რომ $u(a_i, w_0) = v_i$, საიდანაც $v = u(a_1, a_2, \ldots, a_n, w_0)$ და B-ს განხილული ორი ტოპოლოგია ერთმანეთს ემთხვევა.

გადავიდეთ კომპაქტურ ჯგუფთა პირდაპირი სპექტრის ვილენკინ-კაპლანის ზღვრული ჯგუფის განმარტებაზე შეუღლებული სპექტრის გამოყენების გარეშე. აქაც ეს განმარტება ემყარება k'-ბირთვის ცნების მსგავს k-ბირთვის ცნებას.

k-ბირთვს ვუწოდებთ ჯგუფის სასრული რაოდენობის k'-ბირთვების თანაკვეთას.

ადვილი სანახავია, რომ მოცემულ v k-ბირთვისათვის არსებობს ისეთი სასრული F სიმრავლე H-დან, რომ $u(F, w_0) = v$ და, პირიქით, ყოველი $u(F, w_0)$, სადაც F სასრული სიმრავლეა H-დან, არის k-ბირთვი; შემდეგ, თუ v k ბირთვია, მაშინ $\frac{1}{2} v$ აგრეთვე k-ბირთვია. ბოლოს, მოცემულ v k-ბირთვისათვის არსებობს ისეთი სასრული E სიმრავლე H-დან, რომ

$$E = u(v, w_0) \text{ და } v = u(E, w_0).$$

ვილენკინ-კაპლანის ზღვრული ჯგუფის გასამარტავად შევიტანოთ ტოპოლოგია იმავე, ზემოთ შემოყვანილ, B ჯგუფში. ყოველ B_τ ჯგუფში ავირჩიოთ v_τ k-ბირთვი, ისე, რომ $\{v_\tau\}$ სისტემა შეთანხმებული იყოს.

$$v = \{b \mid b_\tau \in b \to b_\tau \in v_\tau\}$$

სიმრავლე მივიღოთ B ჯგუფის ტოპოლოგიის განმსაზღვრელ მიდამოდ. ყველა ასეთ მიდამოთა სისტემა B-ს აქცევს ზოგად ტოპოლოგიურ ჯგუფად: 1) ყოველი მიდამო შეიცავს B ჯგუფის ნულს; 2) თუ v_1 და v_2 მიდამოები განსაზღვრულია შესაბამად $\{v_\tau^1\}$ და $\{v_\tau^2\}$ სისტემებით, მაშინ, როგორც ადვილი სანახავია, $\{v_\tau^1 \cap v_\tau^2\}$ k-ბირთვების შეთანხმებული სისტემაა და მის მიერ განსაზღვრული მიდამო შედის $v_1 \cap v_2$-ში; 3) თუ $\{v_\tau\}$ სისტემა განსაზღვრავს v მიდამოს, მაშინ $\left\{\frac{1}{2} v_\tau\right\}$ იქნება k-ბირთვების შეთანხმებული სისტემა და მის მიერ განსაზღვრული v' მიდამო, იმის გამო, რომ $\frac{1}{2} v_\tau - \frac{1}{2} v_\tau \subset v_\tau$, დააკმაყოფილებს პირობას: $v' - v' \subset v$. თუ B_0^* არის ჯგუფის ბირთვების თანაკვეთა, მაშინ $B^* = B/B_0^*$ ფაქტორ-ჯგუფს ვუწოდებთ $\{B_\tau, p_{\tau\sigma}\}$ პირდაპირი სპექტრის ზღვრულ ჯგუფს ვილენკინ-კაპლანის აზრით. ჩვენ ვნახავთ, რომ, მართლაც, ეს ჯგუფი იზომორფულია განსახილავი სპექტრის [3]-ში და [5]-ში განმარტებულ ზღვრული ჯგუფებისა.

ვთქვათ, $\{A_\tau, q_{\tau\sigma}\}$ არის $\{B_\tau, p_{\tau\sigma}\}$-ს შეუღლებული შებრუნებული სპექტრი. ამ სპექტრის ზღვრული A ჯგუფი განვიხილოთ იმ ტოპოლოგიით, რომელსაც იღებს ის, როგორც PA_τ ნამრავლის ქვეჯგუფი. B ჯგუფში ტოპოლოგია შევიტანოთ A ჯგუფის კომპაქტური სიმრავლეების დახმარებით, ე. ი. ტოპოლოგიის განმსაზღვრავ მიდამოთა სისტემად მივიღოთ სიმრავლეები:

$$u(F, w_0) = \{b \mid Fb \subset w_0\},$$

სადაც E არის A-ს კომპაქტური სიმრავლე. როგორც ცნობილია (იხ. [3]), A ჯგუფის ყოველი ქარაქტერი განისაზღვრება B-ს რომელიმე ელემენტით. ამის გამო, ადვილი სანახავია, რომ B-ს ფაქტორ-ჯგუფი ამ ტოპოლოგიაში ბირთვების თანაკვეთის მიმართ არის A-ს ქარაქტერთა ჯგუფი. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ B ჯგუფში ახლა შეტანილი ტოპოლოგია ემთხვევა B^* ჯგუფის განსაზღვრის დროს შეტანილ ტოპოლოგიას, ე. ი. რომ B^* არის A-ს ქარაქტერთა ჯგუფი და, რომ, მაშასადამე, ის ემთხვევა $\{B_\tau, p_{\tau\sigma}\}$ პირდაპირი სპექტრის ვილენკინ-კაპლანის ზღვრულ ჯგუფს.

ვთქვათ, F კომპაქტური სიმრავლეა A-დან; F-ის პროექცია A_τ-ზე, F_τ, არის სასრული სიმრავლე. განვიხილოთ B-ს v მიდამო, განსაზღვრული k-ბირთვების შეთანხმებული $\{v_\tau = u(F_\tau, w_0)\}$ სისტემით. ადვილი სანახავია, რომ $u(F, w_0) \supset v$. ვთქვათ v მიდამო განსაზღვრულია $\{v_\tau\}$ სისტემით. უნდა ვაჩვენოთ A-ში ისეთი კომპაქტური F-ის აოსებობა, რომ $u(F, w_0) \subset v$. რადგან v_τ k-ბირთვია, ამიტომ არსებობს A_τ-ში ისეთი E_τ სასრული სიმრავლე, რომ $v_\tau = u(E_\tau, w_0)$ და $E_\tau = u(v_\tau, w_0)$. რადგან $p_{\tau\sigma} v_\tau \subset v_\sigma$, ამიტომ $q_{\tau\sigma} E_\sigma \subset E_\tau$ და, მაშასადამე, $\{E_\tau, q_{\tau\sigma}\}$ შებრუნებული სპექტრია. ვთქვათ, F ამ სპექტრის ზღვრული სივრცეა. ცხადია, რომ F არის A-ს კომპაქტური ქვესიმრავლე. ვაჩვენოთ, რომ $u(F, w_0) \subset v$. ვთქვათ F_τ პროექციაა F-ისა A_τ-ზე. რადგან E_τ სასრული სიმრავლეა, ამიტომ არსებობს ისეთი σ ინდექსი, $\sigma > \tau$, რომლისთვისაც $F_\tau = q_{\tau\sigma} E_\sigma$. ვთქვათ $b \in u(F, w_0)$ და $b_\tau \in b$ ე. ი. $F_\tau b_\tau \subset w_0$. რადგან არსებობს σ ინდექსი, $\sigma > \tau$, რომლისთვის $F_\tau = q_{\tau\sigma} E_\sigma$, ამიტომ ასეთი σ-სთვის ადგილი აქვს ტოლობას $F_\tau b_\tau = F_\sigma \cdot p_{\tau\sigma} b_\tau$ და ამიტომ $E_\sigma p_{\tau\sigma} b_\tau \subset w_0$, ე. ი. $p_{\tau\sigma} b_\tau \in v_\sigma$. აქედან ვასკვნით, რომ $b_\tau \in v_\tau$ ე. ი. $b \in v$, რაც უნდა დაგვეძტკიცებინა.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.3.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. С. Александров. Основные теоремы двойственности для незамкнутых множеств n-мерного пространства. Мат. сб., 21 (83), 1947, 161—232.
2. А. Вейль. Интегрирование в топологических группах и его применения. И.-Л., 1950.
3. Н. Я. Виленкин. Прямые и обратные спектры топологических групп и их теория характеров. Изв. АН СССР, сер. матем., 15, 1951, 503—532.
4. S. Kaplan. Extensions of the Pontrjagin duality, I. Duke Math. Journ., v.15, 1948, 649—658.
5. S. Kaplan. Extensions of the Pontrjagin duality, II. Duke Math. Journ., v. 17, 1950, 419—435.
6. С. Лефшец. Алгебраическая топология. И.-Л., 1950.
7. H. Freudenthal. Entwicklungen von Räumen und ihren Gruppen. Compos. Math., 4, 1937, 145—234.
8. G. Chogoshvili. Théorème de dualité pour le polyedre infini, C.R. Paris, 221, 1945, 15—17.
9. Г. С. Чогошвили. О гомологических аппроксимациях и законах двойственности для произвольных множеств. Мат. сб., т. 28 (70): 1, 1951, 89—117.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

მათემატიკა

თ. მარუაშვილი

ალგებრული განტოლებების ყველა ნამდვილი ფესვის მოძებნა ინტეგრატორზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. მიქელაძემ 19.3.1954)

მათემატიკური ხელსაწყოები, რომლებიც განკუთვნილი არიან ამოცანათა მხოლოდ გარკვეული კლასისათვის, ხშირად შეიძლება გამოყენებულ იქნან სხვა მიზნებისთვისაც. ჩვენ აქ მოგვყავს n-ური რიგის ალგებრული განტოლების ყველა ნამდვილი ფესვის მოძებნის ხერხი იმ ინტეგრატორის გამოყენებით, რომელიც მუდმივ კოეფიციენტებიან ჩვეულებრივ წრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნისათვისაა აგებული. აქ ვგულისხმობთ ისეთ ინტეგრატორს, რომელიც ამოხსნას იძლევა ეკრანზე გრაფიკების სახით და განტოლების რომელიმე კოეფიციენტის ან საწყისი პირობის შეცვლასთან დაკავშირებული მანიპულაციები რაძდენიმე სეკუნდს მოითხოვენ, ხოლო შეცვლილი ინტეგრალური წირი ეკრანზე იმავე მომენტში მიიღება. სწორედ მუდმივთა ვარიაციის ეს სიადვილე და სათანადო ინტეგრალური წირების ეკრანზე სწრაფად ასახვის შესაძლებლობაა გამოყენებული ქვემოთ ალგებრულ განტოლებათა ფესვების მოსაძებნად.

ვთქვათ, მოცემულია

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \cdots + a_{n-1} x + a_n = 0 \tag{1}$$

ალგებრული განტოლება ნამდვილი კოეფიციენტებით და საძიებელია ამ განტოლების ფესვები. დიფერენციალურ განტოლებას, რომლისთვისაც (1) წარმოადგენს მახასიათებელ განტოლებას, აქვს სახე:

$$y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \cdots + a_{n-1} x + a_n = 0. \tag{2}$$

როგორც ცნობილია, ეს განტოლება

$$z_{k+1} = y^{(k)} \quad (k = 0, 1, \ldots, n-1)$$

ახალი ფუნქციების შემოყვანით მიიყვანება პირველი რიგის წრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემაზე, მახასიათებელი მატრიცით:

$$\begin{Vmatrix} \lambda+a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & \cdots & a_{n-1} & a_n \\ -1 & \lambda & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & -1 & \lambda & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & \lambda & \cdots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & -1 & \lambda \end{Vmatrix} \tag{3}$$

მიღებული სისტემა ამოიხსნება ინტეგრატორზე.

ჯერჯერობით დავუშვათ, რომ (1) განტოლების ყველა ფესვი მარტივია. ამ შემთხვევაში (2) განტოლების ზოგადი ამოხსნა

$$y = \sum_{i=1}^{n} c_i y_i,$$

სადაც c_i ნებისმიერი მუდმივებია, შედგება შემდეგი კერძო ამოხსნების საშუალებით:

$$y_i = e^{\lambda_i t} \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

თუ (1) განტოლების ყველა ფესვი ნამდვილია, მათი კლებადობის მიხედვით დალაგება მოგვცემს:

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \cdots > \lambda_n,$$

ხოლო თუ (1) განტოლებას აქვს კომპლექსური ფესვებიც, მაშინ შევთანხმდეთ, რომ კლებადობის მიხედვით ნამდვილ ფესვებთან ერთად დალაგებულია ამ კომპლექსური ფესვების ნამდვილი ნაწილებიც.

წინამდებარე შრომაში მოცემულია (1) განტოლების ყველა ნამდვილი (როგორც მარტივი, ისე ჯერადი) ფესვების მოძებნის ხერხი საწყისი პირობების ვარიაციით ინტეგრატორზე, თუ λ_1 ცნობილია.

მოხერხებული გადმოცემის მიზნით ჩვენ ჯერ ვუჩვენებთ, რომ შესაძლებელია λ_1-ის მოძებნა იმავე ინტეგრატორისა და ლ. ლუსტერნიკის მიერ სიმეტრიული მატრიცის საკუთრივი რიცხვების მოსაძებნად მოცემული [1,2] ხერხის გამოყენებით.

ლუსტერნიკის მეთოდი იყენებს (4) ზოგადი ამოხსნის იმ თვისებას, რომ, თუ ყველა λ_i უარყოფითია, ხოლო λ_1 (1) განტოლების ნამდვილი ფესვია, t-ს საკმაოდ დიდი მნიშვნელობებისათვის

$$y \approx c_1 e^{\lambda_1 t}. \tag{5}$$

თუ λ_1 (1) განტოლების კომპლექსური ფესვის ნამდვილი ნაწილია, მაშინ

$$y \approx c_1 e^{\lambda_1 t} \sin(\omega t + \varphi). \tag{6}$$

უკანასკნელ შემთხვევაში t-ს საკმაოდ დიდი მნიშვნელობებისათვის y ფუნქციის ორი მომდევნო ფესვის სხვაობა მოგვცემს $\sin(\omega t + \varphi)$ ფუნქციის ნახევარ პერიოდს $\frac{T}{2}$-ს. ვიცით რა T, ჯერ ერთი, გამოვითვლით იმ კომპლექსური ფესვის წარმოსახვით ნაწილს

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

რომლის ნამდვილი ნაწილი λ_1 არის, ხოლო, მეორე, თვით λ_1-ს გამოვთვლით ფორმულით

$$\lambda_1 = \frac{1}{\bar{t} - t} \lg \frac{\bar{y}}{y}, \tag{7}$$

რომელიც (6)-დან გამომდინარეობს. აქ t და $\bar{t}$-თ აღნიშნულია t-ს ორი საკმაოდ დიდი მნიშვნელობა, რომელთა სხვაობა ჯერადია T რიცხვისა, ხოლო y და $\bar{y}$ არიან მათი შესაბამისი მნიშვნელობები y ფუნქციისა.

თუ λ_1 არსი ფესვია, მაშინ (6) ფორმულას მივყავართ იმავე (7) ფორმულამდე, სადაც t და $\bar{t}$ უკვე არიან ნებისმიერი, t-ს საკმაოდ დიდი, მნიშვნელობები.

(7) ფორმულის გამოსაყენებლად აუცილებელია წინასწარ ცნობილი იყოს, რომ c_1 განსხვავდება ნულისაგან. განვსაზღვრავთ რა c_1-ს

$$y^{(k)}(0) = \sum_{i=1}^{n} c_i \lambda_i^k \quad (i = 0, 1, \ldots, n-1) \tag{8}$$

სისტემიდან, შემდეგი საწყისი პირობებისათვის

$$y(0) = 1, \; y^{(k)}(0) = 0 \quad (k = 1, 2, \ldots, n-1),$$

დავრწმუნდებით, რომ $c_1 \neq 0$[1].

ვთქვათ, ახლა λ_1 დადებითია. (3) მატრიცის აწყობა ინტეგრატორზე, მოგვცემს მე-(2) განტოლების ამოხსნას, რომელიც არ მიისწრაფვის ნულისაკენ, როცა $t \to \infty$. ამ შემთხვევაში მატრიცის დიაგონალური ელემენტებისათვის რაიმე $a > \lambda_1$ სიდიდის მიმატებით ჩვენ ყველა ფესვებს გადავაადგილებთ λ ღერძის უარყოფითი მიმართულებით და ამით ამოცანას მივიყვანთ წინა შემთხვევაზე.

ამრიგად, ქვემოთ ჩვენ შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ ფესვი λ_1, რომელიც აკმაყოფილებს უტოლობებს

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \cdots > \lambda_n$$

ჩვენთვის ცნობილია.

ახლა უკვე მომზადებული გვაქვს დამხმარე აპარატი იმისათვის, რომ (3) განტოლების ყველა ნამდვილი ფესვი გამოვითვალოთ. (1) განტოლების ნებისმიერი ნამდვილი ფესვის საპოვნელად მივუმატოთ λ_1 (3) მატრიცის ყველა დიაგონალურ ელემენტებს; ამით y-ს და y-ის წარმოებულებს $e^{-\lambda_1 t}$-ზე გავამრავლებთ და თუ (1) განტოლების ყველა ფესვი ნამდვილია, ინტეგრატორის ეკრანზე მივიღებთ შემდეგ ფუნქციებს[2]:

$$\begin{aligned}
&ye^{-\lambda_1 t} = c_1 + c_2 e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} + \cdots + c_n e^{(\lambda_n - \lambda_1)t} \\
&y' e^{-\lambda_1 t} = c_1\lambda_1 + c_2\lambda_2 e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} + \cdots + c_n\lambda_n e^{(\lambda_n - \lambda_1)t} \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&y^{(n-1)} e^{-\lambda_1 t} = c_1\lambda_1^{n-1} + c_2\lambda_2^{n-1} e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} + \cdots + c_n\lambda_n^{n-1} e^{(\lambda_n - \lambda_1)t}.
\end{aligned} \tag{9}$$

საწყისი პირობები ავიღოთ შემდეგი სახით:

$$y(0) = 1, \; y'(0) = \lambda, \; y''(0) = \lambda^2, \ldots, \; y^{(n-1)}(0) = \lambda^{n-1}, \tag{10}$$

(1 იგულისხმება, რომ $x = 0$ არ წარმოადგენს (1) განტოლების ფესვს.

(2 თუ (1) განტოლების რომელიმე ფესვი კომპლექსურია, (9)-ს მარჯვენა მხარეში მდგომი შესაბამისი წევრი გამრავლდება $\sin(\omega t + \varphi)$ სახის თანამამრავლზე. ადვილია იმაში დარწმუნება, რომ ქვემოთ მიღებული დასკვნები ამ შემთხვევაშიც სამართლიანი არიან.

სადაც λ რაიმე რიცხვია, ნაკლები λ_1-ზე. (8) სისტემიდან კრამერის წესით მიღებულ c_k-ს განმსაზღვრელი წილადის მრიცხველში გვექნება ვანდერმონდის დეტერმინანტი:

$$W(\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{k-1}, \lambda, \lambda_{k+1}, \ldots, \lambda_n),$$

რომელიც ნულად იქცევა, როდესაც λ დაემთხვევა ერთ-ერთ λ_i-ს $(k \neq i)$. კერძოდ, თუ $\lambda = \lambda_i \neq \lambda_1$ მივიღებთ:

$$y^{(k)} e^{-\lambda_1 t} = \lambda_i^k e^{(\lambda_i - \lambda_1) t} \quad (k = 0, 1, 2, \ldots, n-1), \tag{11}$$

ე. ი. მივიღებთ, რომ ყველა ჩვენთვის საინტერესო (9) ფუნქციები მიისწრაფვიან ნულისაკენ, როცა $t \to \infty$.

ამასთან, თუ λ არ წარმოადგენს (1) განტოლების ფესვს, (10) საწყისი პირობები არ მოგვცემენ ამონახსნებს, რომლებიც ნულისაკენ მიისწრაფვიან. (9) ფუნქციების ამ თვისების გამოყენებით მივიღებთ (1) განტოლების ყოველი ნამდვილი ფესვის მოძებნის შემდეგ ხერხს.

(1) განტოლების ნამდვილი ფესვების საპოვნელად ინტეგრატორზე უნდა ავაწყოთ (3) მატრიცა და მის დიაგონალურ ელემენტებს მივუმატოთ (ინტეგრატორზე) λ_1. შემდეგ (10) საწყის პირობებში შემავალი λ-ს ვარიაციით შევარჩიოთ λ-ს ისეთი მნიშვნელობანი, რომლებისთვისაც ეკრანზე ასახული (9) ფუნქციები ნულისაკენ მიისწრაფვიან, როცა $t \to \infty$.

ვუჩვენოთ, რომ მიღებული ხერხის გამოყენება შეიძლება ზოგად შემთხვევაშიც, ე. ი. როდესაც (1) განტოლებას აქვს ჯერადი ფესვები. გადმოცემის სიმარტივისათვის დავუშვათ, რომ რომელიმე $\lambda_p \neq \lambda_1$, არის სამჯერადი ფესვი, ხოლო დანარჩენი ფესვები მარტივია. ამ შემთხვევაში

$$y_k = e^{\lambda_k t} \, (k = 1, 2, \ldots, p, p+3, \ldots, n), \quad y_{p+1} = t e^{\lambda_p t}, \quad y_{p+2} = t^2 e^{\lambda_p t} \tag{12}$$

ფუნქციები წარმოადგენენ (2) დიფერენციალური განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნებს. სისტემის დეტერმინანტს, რომელიც მოცემული საწყისი პირობების მიხედვით c_i მუდმივებს განსაზღვრავს, ამ შემთხვევაში ექნება სახე:

$$\begin{vmatrix}
1 & \cdots & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \cdots & 1 \\
\lambda_1 & \cdots & \lambda_{p-1} & \lambda_p & 1 & 0 & \lambda_{p+3} & \cdots & \lambda_n \\
\lambda_1^2 & \cdots & \lambda_{p-1}^2 & \lambda_p^2 & 2\lambda_p & 2 & \lambda_{p+3}^2 & \cdots & \lambda_n^2 \\
\lambda_1^3 & \cdots & \lambda_{p-1}^3 & \lambda_p^3 & 3\lambda_p^3 & 6\lambda_p & \lambda_{p+3}^3 & \cdots & \lambda_n^3 \\
\lambda_1^4 & \cdots & \lambda_{p-1}^4 & \lambda_p^4 & 4\lambda_p^4 & 12\lambda_p^2 & \lambda_{p+3}^4 & \cdots & \lambda_n^4 \\
\cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\
\cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\
\cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\
\lambda_1^{n-1} & \cdots & \lambda_{p-1}^{n-1} & \lambda_p^{n-1} & (n-1)\lambda_p^{n-2} & (n-1)(n-2)\lambda_p^{n-3} & \lambda_{p+3}^{n-1} & \cdots & \lambda_n^{n-1}
\end{vmatrix}. \tag{13}$$

აშკარაა, რომ ეს დეტერმინანტიც განსხვავდება ნულისაგან, როგორც (2) დიფერენციალური განტოლების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნათა ვ რ ო ნ ს კ ი ს დეტერმინანტის მნიშვნელობა $t=0$-სათვის.

თუ საწყის პირობებად ავიღებთ (10) სიდიდეებს და დავუშვებთ, რომ $\lambda=\lambda_i$, სადაც λ_i (1) განტოლების ფესვია, მაშინ მივიღებთ: $c_k=0$, თუ $k\neq p$ და $c_p=1$. თუ კი λ არ წარმოადგენს (1) განტოლების ფესვს, მაშინ $c_k\neq 0$, როდესაც $k\neq p$, $p+1$.

იმისათვის, რომ უკანასკნელ წინადადებაში გამოთქმული აზრის სამართლიანობაში დავრწმუნდეთ, ავაგოთ n რიგის ალგებრული განტოლებები, რომელთა ფესვები შესაბამისად არიან $\lambda_1, \ldots, \lambda_{k-1}, \lambda, \lambda_{k+1}, \ldots, \lambda_n$ ($k\neq p$, $p+1$, $p+2$) ან $\lambda_1, \ldots, \lambda_{p-1}, \lambda_p, \lambda_p, \lambda, \lambda_{p+3}, \ldots, \lambda_n$ მიმდევრობათა რიცხვები. უკანასკნელი ორი მიმდევრობიდან ერთ-ერთს მივიღებთ, თუ (1) განტოლების ფესვებიდან შედგენილ მიმდევრობაში λ_k-ს λ-თი შევცვლით, მეორეს კი—თუ იმავე მიმდევრობაში სამჯერადი λ_p ფესვის ჯერადობას დავწევთ ერთი ერთეულით და მიღებულ მიმდევრობას შევავსებთ ერთი ახალი λ ფესვით.

შემდეგ შევადგინოთ დიფერენციალური განტოლებები, რომელთათვისაც ზემოთ მიღებული ალგებრული განტოლებები წარმოადგენენ მახასიათებელ განტოლებებს და დავწეროთ მათთვის შესაბამისი ვრონსკის დეტერმინანტები. ამ დეტერმინანტების მნიშვნელობები $t=0$-სათვის განსხვავდებიან ნულისაგან და ემთხვევიან იმ დეტერმინანტებს, რომლებიც მიიღებიან (13)-დან $k=1, 2, \ldots, p-1, p+3, \ldots, n$-თვის k-ური სვეტის ელემენტების (10) სიდიდეებით შეცვლით. ეს უკანასკნელი დეტერმინანტები კი არიან c_k-სთვის მიღებული წილადების მრიცხველები. ამგვარად, თუ (10) საწყის პირობებში λ დაემთხვევა რომელიმე ფესვს $\lambda_i\neq\lambda_1$, მაშინ $ye^{-\lambda_1 t}$ ფუნქციები ხელახლა მიიღებენ (11) სახეს და ამას ადგილი ექნება მხოლოდ (1) განტოლების ფესვებისათვის. მაშასადამე, ჯერადი ფესვების შემთხვევაშიც გამოსაყენებელია ფესვების მოძებნის ზემოთ მიღებული ხერხი.

თუ λ_p ფესვი მოძებნილია, მაშინ მისი ჯერადობის გამოსარკვევად მივიღოთ, რომ

$$y(0)=0,\ y'(0)=1,\ y''(0)=2\lambda_p, \ldots,\ y^{(n-1)}(0)=(n-1)\lambda_p^{n-2} \qquad (14)$$

და შევცვალოთ ამ სიდიდეებით (13) დეტერმინანტიდან i-ური სვეტი. შეცვლა დაგვანახვებს, რომ თუ λ_p-ს ჯერადობა ერთზე მეტია (14) საწყისი პირობებისათვის

$$c_i=0\ (i=1, 2, \ldots, p, p+2, \ldots, n)$$

და

$$c_{p+1}=1.$$

მივიღებთ

$$y^{(k)}e^{-\lambda_1 t}=(\lambda_p^k t+k\lambda_p^{k-1})\,e^{(\lambda_p-\lambda_1)t}.$$

ახლაც ყველა $y^{(k)}e^{-\lambda_1 t}$ ფუნქციები მიისწრაფვიან ნულისაკენ, როდესაც $t\to\infty$. ამასთან ამ გარემოებას მხოლოდ λ_p ფესვის ჯერადობის შემთხვევაში შეიძლება ჰქონდეს ადგილი.

(13) დეტერმინანტის სტრუქტურიდან აშკარაა, როგორ უნდა მოვიქცეთ იმის გამოსარკვევად, არის თუ არა λ_p-ს ჯერადობა ორზე მეტი, თუ ამ ფესვის ორჯერადობა წინასწარ შემოწმებულია და ა. შ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც λ_1 ჯერადი ფესვია, ზენოთ ჩატარებული მსჯელობა სამართლიანი რჩება, თუმცა, რადგან ინტეგრატორი იძლევა დიფერენციალურ განტოლებათა მიახლოებით ამოხსნას, ამიტომ y ამოხსნის გამოსახულებაში შემავალმა $t^q e^{\lambda_1 t}$ თანამამრავლის მქონე შესაკრებებმა (სადაც q ნაკლებია λ_1 ფესვის ჯერადობის მაჩვენებელზე) შეიძლება არსებითად გამოცვალონ სურათი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ა. რაზმაძის სახელობის
თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.3.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. А. Люстерник. Вычисление собственных значений и функций на электрической схеме. Электричество, № 11, 1946.
2. Л. А. Люстерник. Замечание к численному решению краевых задач уравнений Лапласа и вычислению собственных значений методом сеток. Труды Математического института им. В. А. Стеклова, т. XX, 1947.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

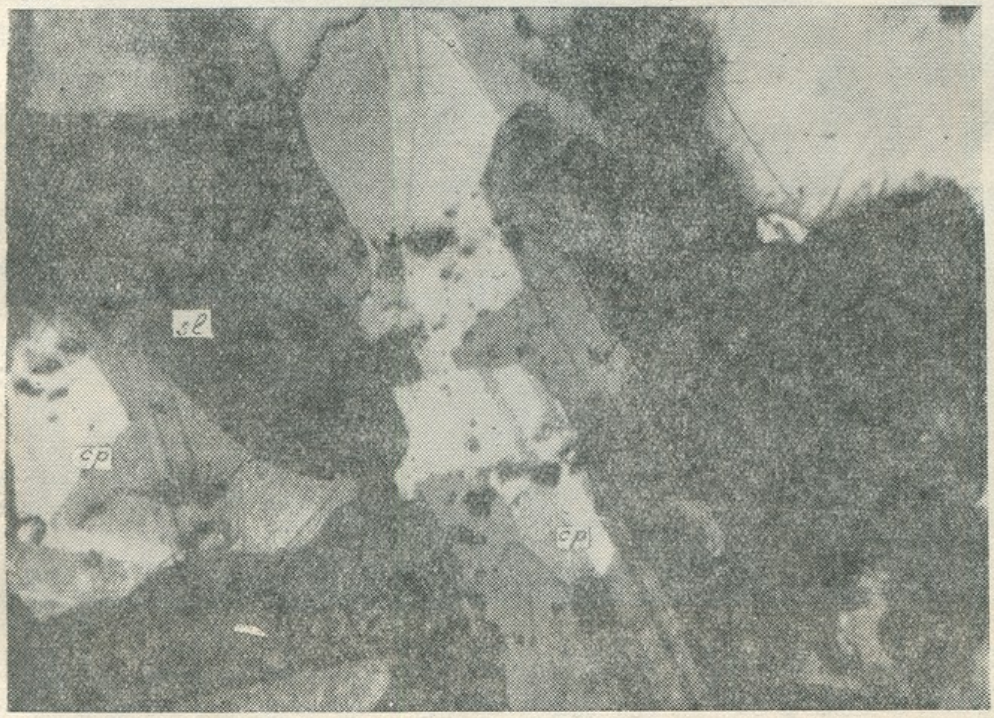
მინერალოგია

თ. ივანიცკი

სფალერიტის ქალკოპირიტით ჩანაცვლების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ჯანელიძემ 18.1.1954)

მადნების მიკროსკოპიულ შესწავლისას ხშირად ჩანს ადრე გამოყოფილი მადანშემქმნელი მინერალების ჩანაცვლება უფრო გვიან გამოყოფილი მინერალებით. მადნის აგებულებაში მონაწილეობას იღებენ მადნეული და არამადნეული მინერალები და მათში შესაძლებელია ჩანაცვლების ოთხი შემდეგი

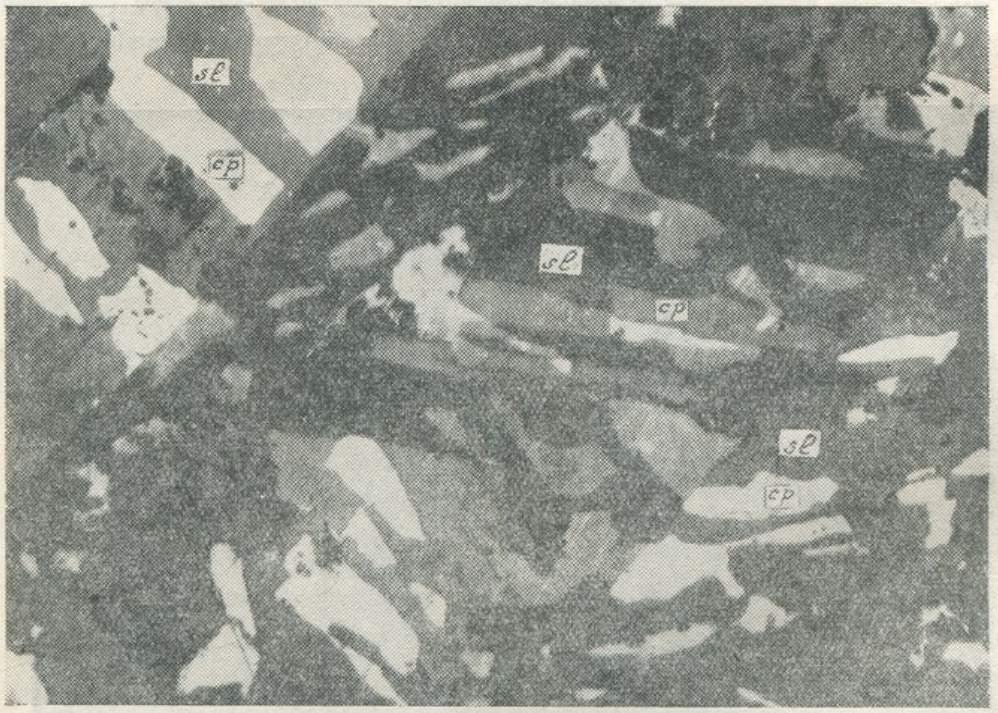


ნახ. 1. სფალერიტ-ქალკოპირიტის აგრეგატის პრიზმატულ-მარცვლოვანი სტრუქტურა, გამოვლინებული სამეფო წყლის ორთქლის ზემოქმედებით. სურათზე ნათლად ჩანს სფალერიტის (sl.) მრჩობლის ჩანაცვლება ქალკოპირიტის (cp.) იმ-დაგვარივე მრჩობლით. გარდა ამისა, სფალერიტში ჩანს ქალკოპირიტის ემულ-სიური გამონაყოფები, რაც მყარი ხსნარის დაშლის შედეგია; შლიფი № 43, ×260, ნიკოლები.

შემთხვევა: 1. მადნეულის ჩანაცვლება მადნეულით, 2. არამადნეულისა—მადნ-ეულით, 3. მადნეულისა—არამადნეულით და 4. არამადნეულისა—არამადნეულით.

ეჭვგარეშეა, რომ ერთი მინერალის ჩანაცვლება მეორეთი, ან მინერალთა ერთი პარაგენეტული ჯგუფისა მეორით, გარემოს ფიზიკურ-ქიმიური პირობების შეცვლის შედეგია. აღნიშნული გარემოება განსაკუთრებით კარგად ჩანს მადნის ჟანგვის პროცესში ჰიპოგენური მინერალების სუპერგენულით ჩანაცვლებისას.

ქიმიურად და სტრუქტურულად განსხვავებული შენაერთებისათვის ჩანაცვლება, ზოგადად შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ხანგრძლივი პროცესი, რომლის მსვლელობისას ერთდროულად ხდება ერთი შენაერთის გახსნა და მის ადგილას მეორის გამოყოფა. გასაგებია, რომ სტრუქტურულად ერთი ტიპის შენაერთების შემთხვევაში, რომელთაც საერთო ანიონი აქვთ, ჩანაცვლების პროცესი გაცილებით უფრო ადვილად უნდა მიმდინარეობდეს; იგი გამოიხატება მხოლოდ შენაერთის კრისტალურ მესერში კატიონების შეცვლით.

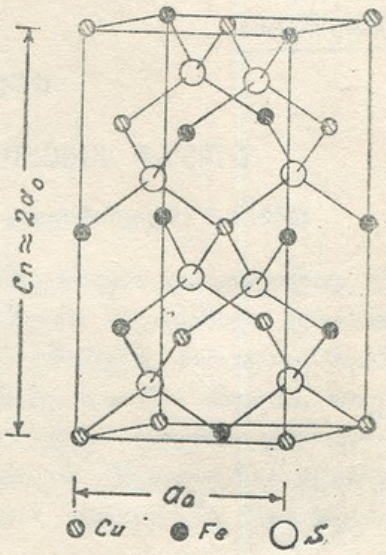


ნახ. 2. სფალერიტის ქალკოპირიტით ჩანაცვლების გრაფიკული სტრუქტურა, გამოვლინებული სამეფო წყლის ორთქლის ზემოქმედებით. სფალერიტის (sl.) პოლისინთეტურად დამრჩობლირ კრისტალთა აგრეგატში ცალკეული მონოკრისტალის ფარგლებში ჩანს ერთნაირად ამოტმული ქალკოპირიტის (cp.) ფირფიტისებრი სხეულები; სფალერიტი აქაც ქალკოპირიტის ემულსიურ გამონაყოფებს შეიცავს; შლ. № 43, ×350, ნიკოლები.

ქვემოთ ჩვენ მოკლედ შევჩერდებით მადნეული მინერალის მადნეული მინერალითვე ჰიპოგენური ჩანაცვლების ერთ შემთხვევაზე.

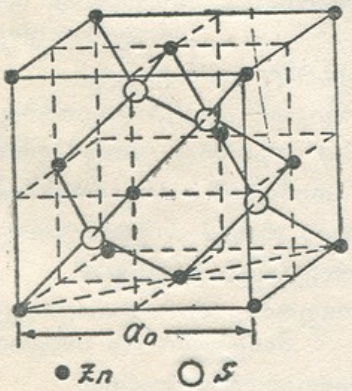
საქართველოს ერთ-ერთი ჰიდროთერმული პოლიმეტალური საბადოს მადნებში ჩვენ მიერ აღნიშნულია სფალერიტის ქალკოპირიტით ჩანაცვლების რამდენიმე შემთხვევა (ნახ. 1 და 2).

სფალერიტის ჩანაცვლება ქალკოპირიტით კარგად იხსნება კრისტალოქიმიის თვალსაზრისით. ცნობილია, რომ ქალკოპირიტის კრისტალური მესერის ელემენტური უჯრედი (ნახ. 3) სფალერიტის კრისტალური მესერის ელემენტური უჯრედის მსგავსია (ნახ. 4). იგი თითქოს სიმაღლეზე გაორკეცებულ სფალერიტის უჯრედს წარმოადგენს. როგორც სფალერიტის, ისე ქალკოპირიტის კრისტალურ მესერში გოგირდის თითოეული იონი გარშემორტყმულია ოთხი მეტალური იონით, რომელნიც ტეტრაედრის წვეროებში თავსდებიან. ამგვარად, თუ სფალერიტის კრისტალურ მესერში კანონზომიერად მოხდა თუთიის იონების ჩანაცვლება რკინისა და სპილენძის იონებით, შესაძლებელია მიღებულ იქნეს ქალკოპირიტის კრისტალური მესერი, ე. ი. მოხდება სფალერიტის ჩანაცვლება ქალკოპირიტით.



ნახ. 3. ქალკოპირიტის კრისტალური მესერი

შეიძლება დავუშვათ, რომ ადრე გამოყოფილ მყარ ფაზაზე—თუთიის სულფიდზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში რკინისა და სპილენძის იონებით მდიდარი ჰიდროთერმული მადანშემქმნელი ხსნარის ზემოქმედება იწვევდა სფალერიტის ჩანაცვლებას ქალკოპირიტით. ეს პროცესი ალბათ იონური დიფუზიის მეშვეობით ხორციელდებოდა სფალერიტის კრისტალურ მესერში თუთიის იონების რკინისა და სპილენძის იონებით თანდათანი ჩანაცვლებით.



ნახ. 4. სფალერიტის კრისტალური მესერი

ამგვარი ჩანაცვლება შეიძლება განეცადათ სფალერიტის როგორც მთლიან მარცვლებს—კრისტალებს, ისე მონოკრისტალური წარმონაქმნების ცალკეულ უბნებს. სწორედ ამგვარი შემთხვევებია ილუსტრირებული ზემოთ მოყვანილ 1 და 2 ნახაზებზე.

ზემოთ აღნიშნულიდან ნათელია, რომ მადნების შესწავლისას მინერალთა სტრუქტურულ და მიკროტექსტურულ დამოკიდებულებათა ახსნაში დიდ დახმარებას გვიწევს კრისტალოქიმია.

უნდა შევნიშნოთ, რომ ანალოგიური შემთხვევები აღნიშნული აქვს ა. გენკინს, რომელსაც ვრცელი მასალა აქვს მინერალთა ჰიპოგენური ჩანაცვლების შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.1.1954)

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

მეტალურგია

ფ. თავაძე და ჭ. დოლიაშვილი

მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობების დაშლა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. გედევანიშვილმა 5.3.1954)

ზოგიერთი ლითონის ორმაგი ნაერთი არამდგრადია და ადვილად იშლება. ამ ნაერთებს შედგენილობის მიხედვით დაშლის სხვადასხვა პერიოდი აქვს. მაგალითად: სპილენძისა და კალციუმის შენადნობები, როდესაც მათში კალციუმი 8%-ზე მეტია, გამოდნობიდან რამდენიმე საათში იშლება, ხოლო 0,8%-მდე კალციუმის შეცულობის შემთხვევაში ათეული წლების განმავლობაშიც მდგრადია; შენადნობები ცერიუმის დაბალი შეცულობით ($CeMg_3$) არამდგრადია, ხოლო მისი შეცულობის ზრდასთან ერთად (Ce_4Mg) მდგრადობას იძენენ.

შემჩნეულია, რომ ანალოგიური არამდგრადობით ხასიათდება მაღალნახშირბადიანი ფერომანგანუმი, რომლის დაშლის მიზეზი დღემდე შეუსწავლელია. ვინაიდან ამ შენადნობის ერთ-ერთ ძირითად ფაზას მანგანუმის კარბიდი წარმოადგენს, ამიტომ ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა სუფთა მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობების მდგრადობა.

სისტემატური კვლევა-ძიება ამ საკითხის ირგვლივ არავის უწარმოებია და მანგანუმში ნახშირბადის მაქსიმალური ხსნადობის საკითხი დღეისათვის გადაუჭრელია.

მკვლევართა უმრავლესობის აზრით, მანგანუმი ნახშირბადთან ქმნის ერთ კარბიდს—Mn_3C. ზოგიერთი ავტორის მიერ [1] მიღებულ და შესწავლილ იყო მანგანუმის კარბიდი 6,79% ნახშირბადის შეცულობით. მანგანუმში ჭარბი ნახშირბადის შეტანით მიიღეს ნაერთი, რომელიც სხმულში ნემსისებური კრისტალების სახით იყო გამოყოფილი.

ზოგიერთ მკვლევარს მიაჩნია, რომ მანგანუმში ნახშირბადის ხსნადობა ტემპერატურის გაზრდით მატულობს, მაგრამ მიღებული ნაერთების დახასიათებას არ იძლევიან.

მაღალნახშირბადიანი მანგანუმის კარბიდის არსებობა შემჩნეული აქვთ ემანსა [1] და ფ. თავაძეს [2]. მანგანუმ-ნახშირბადიან შენადნობთა სისტემის ბინარული დიაგრამით, რომელიც ფ. თავაძემ ააგო, დადასტურებულია მანგანუმის სამი კარბიდის—Mn_4C, Mn_3C და Mn_7C_3 არსებობა. Mn_4C-ს ტიპის კარბიდის წარმოქმნა ახსნილია $Mn_3C+\gamma$—მყარი ხსნარის პერიტექტიკული გარდაქმნით.

ნახშირბადის მანგანუმის სხვადასხვა მოდიფიკაციაში ხსნადობა რკინის მოდიფიკაციებში მისი ხსნადობის მსგავსია, ე. ი. მიმდინარეობს ატომურ-

კრისტალური გისოსის ვაკანსიურ ადგილებზე იონური ნახშირბადის ჩანერგვა. α და β მანგანუმში ნახშირბადის ხსნადობა მცირეა.

ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა შედგენილობის მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობები და მათი მდგრადობის ხანგრძლიობა ნახშირბადის შეცულობის მიხედვით.

დნობას ვაწარმოებდით სუფთა ელექტროლიზური მანგანუმისა [3] და ელექტროდის გრაფიტის გამოყენებით. კაზმის შედგენისას ნაანგარიშევი იყო ლითონის ამოწვის პროცენტული რაოდენობა, რომელიც აგრეთვე დადგინდა სათანადო დნობების ჩატარებით.

დაბალნახშირბადიანი შენადნობები (ნახშირბადის 4,5%-ზე მცირე შეცულობით) მაგნეზიტის ტიგელში მზადდებოდა, ძაღალნახშირბადიანი კი გრაფიტის ტიგელში. ნიმუშების ჩამოსასხმელად გამოყენებული იყო ლითონის ყალიბები. სხმული ცივდებოდა ეკსიკატორში.

წეისწავლებოდა მიღებული ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა და მიკროსტრუქტურა. პარალელურად წარმოებდა დაკვირვება მათი დაშლის პროცესზე. ამ მიზნით სინჯები მოთავსებული იყო დაფაზე და ხდებოდა მათი ყოველდღიური აღწერა. დაშლის საწყისად მიჩნეული იყო სხმულის დაბზარვა და ზედაპირზე ყავისფერი ფხვნილის წარმოქმნა, ხოლო დასასრულად—სხმულის მთლიანად დაფხვნა. ნახშირბადის შეცულობა შენადნობებში იცვლება 1÷8 5%-მდე.

შესწავლილი ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა და დაშლის დრო მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

№№ დნობის	ქიმ. შედგენ. Mn %	ქიმ. შედგენ. C %	დაშლის საწყისი გამოდნობიდან (დღეებით)	დაშლის პერიოდი (დღეებით)	№№ დნობის	ქიმ. შედგენ. Mn %	ქიმ. შედგენ. C %	დაშლის საწყისი გამოდნობიდან (დღეებით)	დაშლის პერიოდი (დღეებით)
1	94,6	1,26	—	—	16	93,22	6,22	5	13
2	94,6	,41	—	—	17	89,45	6,4	4	11
3	92.02	2,48	—	—	18	92,78	6,47	4	10
4	93,74	2,57	—	—	19	89,71	6,69	3	12
5	95,98	3,66	—	—	20	92,77	6,77	1	8
6	91,7	4,21	—	—	21	89,4	6.87	1	6
7	94,0	4,25	—	—	22	89,12	6,9	1	4
8	94.3	4,27	—	—	23	92,86	7,0	1	3
9	95,4	4,58	22	—	24	92,55	7,4	1	2
10	91,19	4,58	25	—	25	92,4	7,57	1	1
11	93,7	5,28	20	30	26	91,38	7,71	1	1
12	90.02	5,58	12	28	27	89,19	7,84	1	1
13	94,3	5,67	10	20	28	88,59	7,92	1	1
14	94,2	5,72	9	19	29	90,0	8.0	1	1
15	91,24	6,01	5	15	30	89,2	8,6	1	1

სხმული ნიმუშების მიკროსტრუქტურა ნახშირბადის შეცულობის ცვალებადობასთან ერთად მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობების სისტემის დიაგრამის (2) შესაბამისად იცვლება.

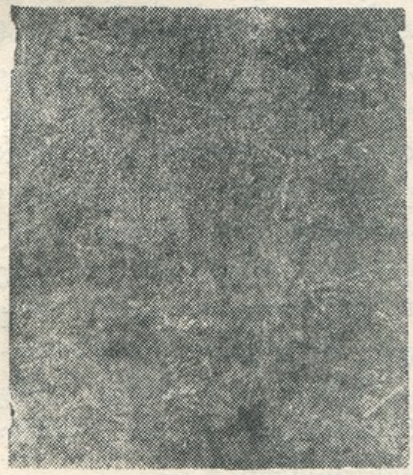
სურ. 1. ×188

მცირენახშირბადიან შენადნობთა სტრუქტურისათვის დამახასიათებელია მეორეული Mn_4C-ს ტიპის კარბიდი, ჭარბი α მყარი ხსნარის კრისტალები და ევტექტოიდი—($\alpha Mn+Mn_4C$) (სურ. 1; C—1,41%). მიკროშლიფების მოწამვლა წარმოებდა HNO_2-ის 2%-ანი სპირტხსნარით.

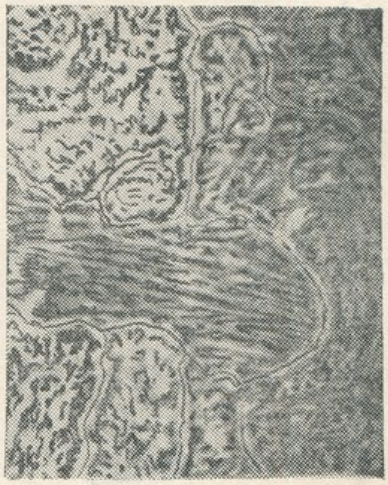
ნახშირბადის რაოდენობის ზრდასთან ერთად მატულობს ევტექტოიდის რაოდენობა და 2,5% ნახშირბადის შეცულობის შემთხვევაში შენადნობის სტრუქტურა მთლიანად ევტექტოიდურია (სურ. 2; C—2,45%).

შენადნობში ნახშირბადის შეცულობის ზრდა იწვევს Mn_4C-ს ტიპის კარბიდის არის ზრდას და 5,28% ნახშირბადის შემთხვევაში მაქსიმუმს აღწევს (სურ. 3; C—5,28%).

6,7% ნახშირბადიანი შენადნობის სტრუქტურის ძირითად შემდგენელს Mn_3C წარმოადგენს (სურ. 4; C—6,78%).



სურ. 2. ×183

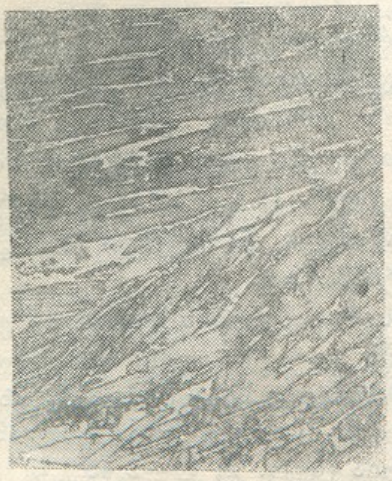


სურ. 3. ×240

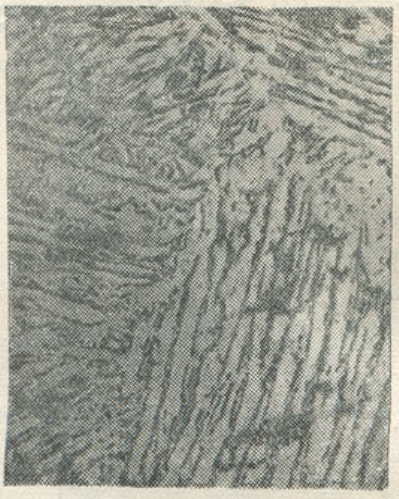
6,7%-ზე მეტი ნახშირბადის შეცულობის შემთხვევაში შენადნობის სტრუქტურა ორფაზიანია. Mn_3C-სთან ერთად გამოყოფილია Mn_7C_3-ს ტიპის კარბიდი (სურ. 5; C—7,84%).

სინჯთა მდგრადობაზე დაკვირვებისა და ქიმიური შედგენილობის მიხედვით აგებულია დიაგრამა (სურ. 6), საიდანაც ჩანს, რომ შენადნობები 4,5%-ზე ნაკლები ნახშირბადის შეცულობის შემთხვევაში მდგრადებია, მაშინ

როდესაც 4,5% ნახშირბადის შეცულობის ზევით მათი მდგრადობა და დაშლის პერიოდი ნახშირბადის შეცულობის ზრდასთან ერთად მცირდება.

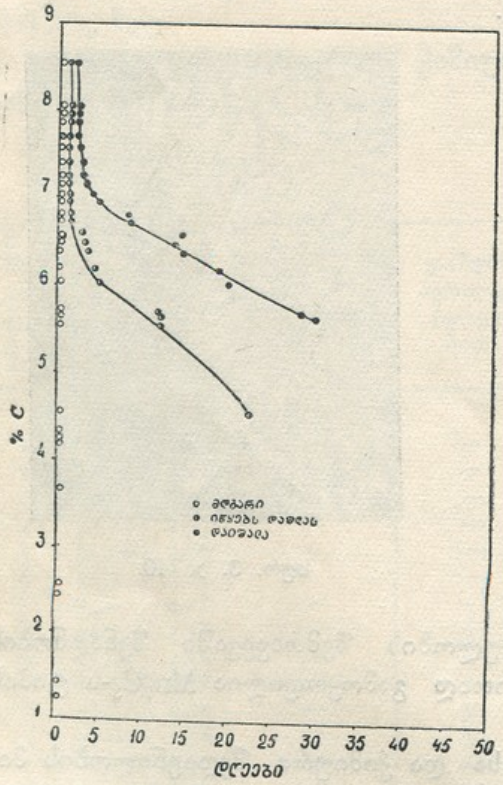


სურ. 4. ×188



სურ. 5

დაშლის პროცესზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ სინჯები ატმოსფეროს ტენის გავლენით წვრილდისპერსიული ,ოუხი ფერის ფხვნილად იწყებდნენ დაშლას აირის გამოყოფით.



სურ. 6

დაშლის დროს გამოყოფილი აირის შესწავლის მიზნით ვასწრაფებდით სინჯების დაშლას მათზე რამდენიმე წვეთი წყლის მიმატებით, რასაც თან სდევდა დიდძალი სითბოს გამოყოფა. აირის შედგენილობას ვსაზღვრავდით „ВТИ" აპარატზე. დადგენილია წყალბადის, მეთანის, ჟანგბადისა და უჯერი რიგის ნახშირწყალბადების არსებობა შემდეგ ზღვრებში: წყალბადი—51÷67%, მეთანი—17÷28%; ჟანგბადი—0,65÷4,2%; უჯერი ნახშირწყალბადები—0,38÷0,4%.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ უჯერი ნახშირწყალბადების არსებობა შემჩნეულია მაღალნახშირბადიანი შენადნობების დაშლის შემთხვევაში, ხოლო მაღალმანგანუმიანი შენადნობების დაშლისას კი ჭარბი რაოდენობითაა წყალბადი.

დასკვნები

1. მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობები 4%-ზე მეტი ნახშირბადის შეცულობით არამდგრადია და ჰაერზე დაყოვნებით იშლება;

2. ნახშირბადის შეცულობის ზრდასთან ერთად შენადნობის მდგრადობა და დაშლის პერიოდი მცირდება;

3. მანგანუმ-ნახშირბადიანი შენადნობების დაშლისას გამოიყოფა აირი, რომელიც ძირითადად წყალბადისა და მეთანისაგან შედგება, რაც კარბიდთა დაშლის ნიშანია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.3.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Хансен. Структуры бинарных сплавов, т. I, 1941, стр. 361.
2. ფ. თავაძე. მანგანუმ-ნახშირბადიან შენადნობთა სისტემის ბინარული დიაგრამა. საქ. სსრ მეცნ. აკად. ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის შრომები, ტ. I, 1947, გვ. 197.
3. Р. И. Агладзе. Получение металлического марганца электролизом. Труды МХТИ им. Менделеева, вып. V, 1940.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

ბოტანიკა

ნ. შარაშიძე

პროტოპლაზმის მდგომარეობა თბილისის პირობებში მოზამთრე მარადმწვანე მცენარეებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მენაბდემ 31.12.1953)

მცენარეთა მოზამთრეობისა და საზამთრო სვენების მდგომარეობის ფიზიოლოგიური გამოკვლევა საბჭოთა მეცნიერებას ეკუთვნის. მრავალი ფიზიოლოგის შრომათა საფუძველზე სადღეისოდ ჩვენ უკვე მოგვეპოვება საკმარისად ნათელი, მაგრამ ჯერ კიდევ ზოგადი წარმოდგენა ამ მოვლენათა შესახებ. ცალკეულ მცენარეთა სახეობისა და განსხვავებულ ადგილსამყოფელთა პირობებისათვის როგორც ყინვაგამძლეობა, ისევე ზამთრის სვენების მდგომარეობა ჯერ კიდევ დიდ შესწავლას მოითხოვს. კერძოდ აკლიმატიზაციის საკითხებთან და გამწვანების პრაქტიკულ მოთხოვნილებებთან დაკავშირებით ინტერესს მოკლებული არაა იმის გარკვევა, თუ როგორ ხდება მარადმწვანე ფოთლოვანი მცენარეების გამოზამთრება თბილისის პირობებში. მართალია, ამ საკითხისადმი მიძღვნილია რიგი გამოკვლევები [1,2,3,10], მაგრამ მისი ფიზიოლოგიური შესწავლა თითქმის არ წარმოებულა.

აღნიშნულთან დაკავშირებით ჩვენ მიერ ჩატარებულია ციტოფიზიოლოგიური გამოკვლევები თბილისის ბოტანიკური ბაღის ნარგაობიდან საცდელად შერჩეული 11 სხვადასხვა სახეობის მარადმწვანე ფოთლოვან მცენარეზე, რომლებიც მკვეთრად განირჩევიან ყინვაგამძლეობის ხარისხით (გამოკვლეულ მცენარეთა სახელწოდებები მოცემულია ცხრილებში). ეს გამოკვლევა წარმოებდა 1951/1952 და 1952/53 წლების ზამთრის პერიოდში და შესრულებულია თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილებაში პროფ. ლ. ჯაფარიძის წინადადებით.

წინამდებარე წერილში ჩვენ შევეხებით პროტოპლაზმის მდგომარეობის მხოლოდ იმ მხარეს, რომელსაც ბოლო დროს დიდ ყურადღებას აქცევენ საბჭოთა მეცნიერები. როგორც ცნობილია, პ. ჰ ე ნ კ ე ლ მ ა, ე. ო კ ნ ი ნ ა მ, ო. ს ი ტ ნ ი კ ო ვ ა მ და სხვებმა რიგი მცენარეების მაგალითზე დაადგინეს, რომ ზამთრის სვენების დროს ყინვაგამძლე მცენარეებში ცალკეული უჯრედების პროტოპლაზმა განმხოლოებულ მდგომარეობაში იმყოფება და მას არ აქვს პლაზმოდესმური კავშირი მეზობელ უჯრედებთან. ამასთანავე პროტოპლაზმა ხასიათდება მაღალი სიბლანტით, მეტად სუსტი გამჭოლადობით და სხვა თავისებურებებით, რაც გამოზამთრების შემდეგ ვეგეტაციის განახლებასთან დაკავშირებით ისპობა და უჯრედის პროტოპლაზმა სავეგეტაციო პერიოდისათვის დამახასიათებელ თვისებებს კვლავ აღიდგენს [4,5,6,7,8,9,11,1

ზამთრის სვენებაში მყოფი პროტოპლაზმის აღნიშნული თავისებურებანი ჰენკელსა და ოკნინას იმდენად დიდმნიშვნელოვნად მიაჩნიათ, რომ ყინვაგამძლეობის დიაგნოსტიკურ ნიშნებად მოჰყავთ სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის მიერ გამოცემულ სპეციალურ მეთოდიკურ სახელმძღვანელოში [8].

ზამთრის სვენების მდგომარეობაში მყოფი პროტოპლაზმის მეტად მნიშვნელოვან მაჩვენებლად აღიარებულია ჩაჩისებური პლაზმოლიზის დრო [6,7, 8,9]. ამ მაჩვენებლის დასადგენად (ისევე, როგორც სხვა მაჩვენებლებისათვისაც) ჩვენ მიერ ი'ინჯებოდა საცდელად შერჩეულ მცენარეთა ფოთლის ზედა ეპიდერმისი. დაკვირვებისათვის გამოყენებული გვქონდა ჰენკელისა და ოკნინას მიერ აღწერილი მეთოდი, რომელიც მდგომარეობდა ანატომიური ანათლების დამუშავებაში როდანკალიუმის ნორმალური ხსნარით და შემდეგ იმ დროის დადგენაში, რაც საჭიროა ჩაჩისებური პლაზმოლიზის მისაღებად. რაც უფრო ყინვაგამძლეა მცენარე და რაც უფრო ღრმა მოსვენებაშია ის, მით უფრო მეტი დრო ესაჭიროება ჩაჩისებურ პლაზმოლიზს [6,7,8,9].

ჩვენი დაკვირვებების შედეგები მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

ჩაჩისებური პლაზმოლიზის დრო (წუთობით)

№№ რიგზე	მცენარეთა დასახელება	დაკვირვების ვადები (თვეები)					
		ნოემბერი	5 დეკემბერი	25 დეკემბერი	იანვარი	თებერვალი	აპრილი
1	მაგნოლია—*Magnolia grandiflora* L.	0	1	1,5	2	1	0
2	ფოტინია—*Photinia serrylata* Lindl.	2	2	1,5	3	3	2
3	იაპონური ზღმარტლი—*Eriobotiya japonica* Lindl.	1	1,5	1,5	1	1	0
4	ჭყორი—*Jlex aguifolium* L.	1,5	2	2	2	1,5	1
5	ხემარწყვა—*Arbutus andrachne* L.	1	1,5	1,5	1,5	1	0
6	წყავი—*Laurocerasus officinalis* Roem.	1	1,5	2	2	1,5	1
7	ჩვეულებრივი სურო—*Hedera helix* L.	0	0	1	1	0	0
8	კოლხეთის სურო—*Hedera colchica* C. Koh.	1	2	2	1,5	1	0
9	ლიმონი—*Citrus limon* Burm.	1	1,5	1,5	1,5	1	0
10	მანდარინი—*Citrus nobilis* Lour.	0	1	1,5	2	2	1
11	ფორთოხალი—*Citrus sinensis* Osbeck.	2	2,5	3	3	2	1,5

პირველ ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ გამოკვლეულ მცენარეებში ჩაჩისებური პლაზმოლიზის დრო საერთოდ მეტად მცირეა და სამ წუთზე მეტი არ არის ხოლმე, ისიც მხოლოდ ფოტინიასა და ფორთოხ-

ლის შემთხვევაში. მიუხედავად ამისა, მაინც შესამჩნევია, რომ ზამთრის თვეებში ჩაჩისებურ პლაზმოლიზს გაცილებით უფრო მეტი დრო ესაჭიროება ნოემბრისა და აპრილის ვადებთან შედარებით. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ზამთარში ყველა მცენარე სვენების მდგომარეობაშია განურჩევლად მათი განსხვავებული ყინვაგამძლეობისა.

პროტოპლაზმის განმხოლოების გამოკვლევის მიზნით ჩვენ მიერ გასინჯული იყო როგორც თვით პლაზმოდესმები, ისე პლაზმოლიზის ფორმები. მიუხედავად მრავალი დაკვირვებისა, არც ერთ შემთხვევაში პროტოპლაზმის განმხოლოება არ შეგვიმჩნევია.

პროტოპლაზმის განმხოლოების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს პლაზმოლიზის ფორმა [4,5,6,7,8,9,12]. პლაზმოლიზს ჩვენ ვახდენდით სახაროზას 1—1,5 მოლ. ხსნარის მეშვეობით. როგორც მეორე ცხრილიდან ჩანს, პლაზმოლიზის ფორმა ჩაზნექილი იყო დაკვირვებათა მთელი პერიოდის მანძილზე მაგნოლიას, ფოტინიას, წყავის, ლიმონის, მანდარინისა და ფორთოხლის შემთხვევაში, ხოლო ჩვეულებრივი სუროსა და იაპონური ზღმარტლის შემთხვევაში—მრგვალი. რაც შეეხება დანარჩენ სამ მცენარეს (ჭყორი, ხემარწყვა, კოლხეთის სურო), აქ შემოდგომით ჯერ მრგვალი ფორმის პლაზმოლიზია, რომელიც ზამთარში ჩაზნექილით იცვლება და გაზაფხულისათვის ისევ მრგვალში გადადის.

ცხრილი 2

პლაზმოლიზის ფორმა

მცენარეთა დასახელება	დაკვირვების ვადები (თვეები)						
	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	იანვარი	თებერვალი	მარტი
მაგნოლია	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.
ფოტინია	„	„	„	„	„	„	„
იაპ. ზღმარტლი	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.
ჭყორი	„	უმეტესად მრგვ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ნაწილ. ჩაზნექ.
ხემარწყვა	„	მრგვ.	მრგვ.	„	„	„	მრგვ.
წყავი	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	„	„	„	ჩაზნექ.
ჩვ. სურო	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.	მრგვ.
კოლხ. სურო	„	„	უმეტ. ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ნაწილ. მრგვ.	„
ლიმონი	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.	„	„	ჩაზნექ.	ჩაზნექ.
მანდარინი	„	„	„	„	„	„	„
ფორთოხალი	„	„	„	„	„	„	„

როგორც ვხედავთ, პლაზმოლიზის მეთოდით ვერ მოხერხდა პროტოპლაზმის განმხოლოების დადგენა, რამდენადაც ზამთარში, ნაცვლად მრგვალი პლაზმოლიზისა, რომელიც განმხოლოებას თან ახლავს ხოლმე, მცენარეთა უმრავლესობაში პლაზმოლიზი ჩაზნექილია. მართალია, იაპონურ ზღმარტლსა და ჩვეულებრივ სუროს ამ დროს მრგვალი ფორმის პლაზმოლიზი აქვს, მაგრამ ამ მცენარეებს ასეთი პლაზმოლიზი შემოდგომაზე და გაზაფხულზედაც აქვთ ხოლმე, როდესაც პროტოპლაზმის განმხოლოებას ადგილი არა აქვს.

პლაზმის განმხოლოების დადგენის სხვა საშუალება უშუალოდ პლაზმოდესმების მეშვეობით არსებული კავშირის გარკვევაში მდგომარეობს. ამ მიზნით ანატომიური ანათლები დამუშავდება ჰენკელისა და ოკნინას მეთოდით, რომლის მეშვეობით პლაზმოდესმები იღებება და უფრო თვალსაჩინო ხდება [8,11]. ამ წესით ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ოქტომბრიდან დაწყებული აპრილამდე ყველა გამოკვლეულ მცენარეს აქვს პლაზმოდესმები და ისინი ყოველთვის აკავშირებენ მეზობლად განლაგებული უჯრედების პროტოპლასტებს. მაშასადამე, უკანასკნელთა შორის ზამთრის განმავლობაში კავშირის არავითარ გაწყვეტას არ აქვს ადგილი. მხოლოდ ჩვეულებრივსა და კოლხეთის სუროში,—თებერვლის ვადაში,—ზოგიერთ უჯრედს შორის შემჩნეული იყო ერთეული პლაზმოდესმების გაწყვეტა. ეს გაწყვეტილი პლაზმოდესმებიც მთლიანად არ ყოფილა შეწეული უჯრედის შიგნით და გარსთან კავშირი მაინც ჰქონდათ შერჩენილი.

ჩატარებული გამოკვლევის საფუძველზე შეიძლება შემდეგი დასკვნა გამოვიყვანოთ:

1. თბილისის ბოტანიკური ბაღის პირობებში არსებული მარადმწვანე ფოთლოვანი მცენარეები ზამთრისათვის გადადიან სუსტს, მაგრამ მაინც მკვეთრად გამოსახულ სვენების მდგომარეობაში;

2. ზამთრის სვენების პერიოდში ამ მცენარეთა ფოთლის ეპიდერმისის პროტოპლაზმა განიცდის სათანადო ცვლილებებს, რომელთა ერთ-ერთი მაჩვენებელია ჩაჩისებური პლაზმოლიზის დროს გაზრდა;

3. მიუხედავად სვენების მდგომარეობისა, ამ მცენარეებში არ ხდება პროტოპლაზმის განმხოლოება და მეზობელი უჯრედების პროტოპლასტებს შორის ისევ რჩება ჩვეულებრივი კავშირი პლაზმოდესმების მეშვეობით, რაც მტკიცდება როგორც პლაზმოლიზის ფორმებზე დაკვირვებით, ისე უშუალოდ პლაზმოდესმებზე დაკვირვებითაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 31.12.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ვ. მირზაშვილი. ადგილობრივი და უცხო მერქნიანი ჯიშები თბილისის გამწვანებულ ფართობებზე. თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. III, 1938.

2. ვ. მირზაშვილი. მერქნიანი ეკზოტების აკლიმატიზაცია-ნატურალიზაცია საქართველოს პარკებში. თბილისი, 1933.

3. ვ. სხირელი. ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნების ზოგიერთი მერქნიანი ჯიშის აკლიმატიზაცია თბილისის ბოტანიკურ ბაღში. თბილისი, 1946.

4. П. А. Генкель. Состояние покоя у растений как процесс обособления протоплазмы. Вестник АН СССР, № 8, 1948.

5. П. А. Генкель и Е. З. Окнина. Изменение состояния протоплазмы клеток у растении во время периода покоя. Рефераты научно-исследовательских работ за 1944 г. Отд. биологических наук. М.—Л., 1945.

6. П. А. Генкель и Е. З. Окнина. Состояние покоя у растений как процесс обособления клеток. Труды ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, т. VI, вып. I, 1948.

7. П. А. Генкель и Е. З. Окнина. О состоянии покоя у растений. ДАН СССР, том LXII, № 3, 1948.

8. П. А. Генкель и Е. З. Окнина. Изучение глубины покоя у древесных пород для диагностики их морозоустойчивости. Методические указания. Изд. АН СССР, Москва, 1952.

9. П. А. Генкель и О. А. Ситникова. Состояние покоя у растений и морозоустойчивость. Труды Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, том VIII, вып. I, 1953.

10. В. С. Схирели. Влияние зимы 1934/35 г. на древесную растительность Тбилисского бот. сада. Труды Тбилисского бот. ин-та, т. III, 2, 1938.

11. Е. З. Окнина. О плазмодесмах в растительних клетках, находящихся в состоянии покоя. ДАН СССР, том LXII, № 5, 1948.

12. О. А. Ситникова. О состоянии протоплазмы в семенах растений. Труды Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, том VII, выпуск I, 1950.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

პარაზიტოლოგია

ე. ჭიაბერაშვილი

ზოგიერთი მონაცემი ფრინველების ექინოსტომური ჭიის განვითარების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 4.12.1953)

სამეცნიერო ლიტერატურაში საკმაო სისრულითაა მოყვანილი ტრემატოდის გვარეობის *Echinostoma* Rud. 1809 მორფოლოგიური აღწერა. ექინოსტომური ჰელმინთების განვითარების ციკლის შესახებ ლიტერატურული მონაცემები მცირეა.

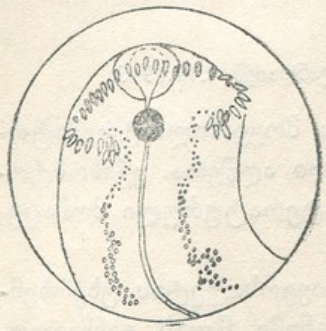
სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის უხერხემლოთა ზოოლოგიის კათედრის თანამშრომლები რამდენიმე წლის განმავლობაში სწავლობდნენ სამგორის ველის უხერხემლო ცხოველების ფაუნას. ჩატარებული მუშაობის ერთ-ერთ შედეგს წარმოადგენს წინამდებარე შრომა, რომელშიც განხილულია სამი სახეობის ექინოსტომიდის ზოგიერთი ბიოლოგიური მონაცემი. ჩვენ მიერ შესწავლილი სქესმწიფე ჰელმინთები პარაზიტობენ შინაურ და გარეულ ფრინველებში, ზოგიერთ ძუძუმწოვრებში და ადამიანშიც. ამ მხრივ ჩვენი მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ექინოსტომატოზოური დაავადების წინააღმდეგ პროფილაქტიკური მიზნით, რაც ხელს შეუწყობს მეცხოველეობის განვითარებას.

1951—52 წლებში სამგორის ველის მტკნარი წყლის მოლუსკების შესწავლის დროს ჩვენ მიერ ნაპოვნია სამი სახეობის ექინოსტომური ჭიის ლარვალური ფაზებით დაავადება შემდეგი მოლუსკებისა: *Limnaea truncatula* Müll., *L. ovata* Drap., *L. lagotis*, რომელთა აღწერა ქვემოთ გვაქვს მოყვანილი.

1. *Echinostoma paraulum* Diltz. 1909 განვითარება

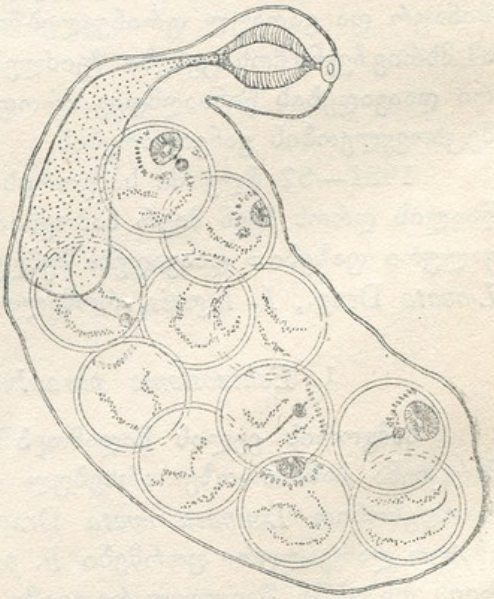
სამგორის ველის მიდამოებში, სოფელ სართიჭალაში, მდინარე ივრის მარცხენა სანაპიროზე არსებულ ფშებში ჩვენ მიერ შეგროვილ იქნა დიდი რაოდენობით *Limnaea ovata* Drap., რომლის განკვეთის დროს მის ღვიძლში ვნახეთ ლარვალური ფორმები *E. paraubum*-სა რედიის, ცერკარიის, მეტაცერკარიის ფაზებში. შვილეულ რედიაში ცერკარიის ან მეტაცერკარიის რაოდენობა 5-დან 11 ეგზემპლარამდე მერყეობს და მათი განვითარება ერთდროულია. ლარვალური ფორმების დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ცერკარიები ინცისტირებენ თვით შვილეულ რედიაში ისე, რომ არ გამოდიან რედიებიდან; ამავე დროს ჩვენ ვნახეთ როგორც ინცისტირებული ცერკარიები, ისე თავისუფალიც.

ცისტები გამჭვირვალეა და შეიძლება შინაგანი აღნაგობის გარჩევა. მათი დიამეტრი 110—140 მიკრონს შორის მერყეობს (იხ. სურ. 1). ცისტიდან განთავისუფლებული მეტაცერკარიის კუტიკულა დაფარულია ქაცვებით თითქმის სხეულის ბოლომდე ისე, რომ მათი რიცხვი სხეულის უკანა მიმართულებით მკვეთრად მცირდება. მეტაცერკარიის თავის საყელო შეიარაღებულია 37 ქაცვით. ხუთი მათგანი მოთავსებულია საყელოს კუთხეში, მათი სიგრძე 15—16 მიკრონს აღწევს; დანარჩენი 27 ქაცვიდან ლატერალურად განწყობილი ხუთი ქაცვის სიგრძე 13 მიკრონს აღწევს, ხოლო დორზალურ მხარეზე 17 ქაცვია; ეს ქაცვები ორ მწკრივადაა გაწყობილი ჭადრაკის წესით. ორალური ქაცვების სიგრძე 10 მიკრონს აღწევს, ხოლო აბორალურისა 11 მიკრონს.



სურ. 1. *E. paraulum* ცისტა მეტაცერკარიით

ჩვენ მიერ ნახული ცისტები შვილეულ რედიებში იმყოფებოდნენ, რომლებიც მოთავსებული იყო დედეულ რედიებში. დედეული რედიების სიგრძე 1500—1200 მიკრონს აღწევს, განი კი 300 მიკრონს. ნაწლავის მილის სიგრძე 300 მიკრონია, განი კი 150 მიკრონი. შვილეულ რედიებს არ გააჩნია საყელო და სხეულის უკანა მხარეზე მდებარე გვერდითი ბრმა დანამატები, რითაც ისინი ძირითადად განსხვავდებიან დედეული რედიებისაგან (თუმცა ეს ლოკომოტორული დანამატები მწიფე რედიებს ხშირად არ ემჩნევა). მათი სიგრძე 700 მიკ-ს აღწევს, განი კი 250 მიკ-ს. სხეულის წინა ბოლოზე მოთავსებულია პირის ხვრელი და კარგად განვითარებული ხახა, რომლის დიამეტრი 100—110 მიკრონია. ის გადადის 250 მიკ. სიგრძისა და 120 მიკ. განის ტომრისებრ ნაწლავში. გარდა ამისა, შვილეული რედიის წინა ნაწილი საერთოდ ტანს ყელით გამოეყოფა (იხ. სურ. 2).



სურ. 2. *E. paraulum* შვილეული რედია ცისტებით

1951 წლის 1-ლ დეკემბერს მოლუსკიდან *L. ovata* გამოცალკევებული ცისტებიანი რედია ვაჭამეთ სტერილურ იხვის ჭუკს. დაავადებიდან მე-14 დღეზე იხვი გავკვეთეთ; ნაწლავის გამოკვლევის დროს რეგისტრირებული იყო 13 ეგზემპლარი *Echinostoma paraulum* Dietz., ამავე დროს ყველა ტრემატოდა სქესობრივად მომწიფებული იყო.

1952 წლის 6 მარტს მოლუსკიდან L. *ovata* გამოცალკევებული ცისტებიანი შვილეული რედია ვაჭამეთ ქათმის 4 თვის სტერილურ წიწილას,

რომელიც გავკვეთეთ დაავადებიდან მე-14 დღეს და მის ნაწლავში ვნახეთ 14 ეგზემპლარი *E. paraulum*.

ამავე წლის 13 მარტს ქათმის წიწილას ვაჭამეთ ცისტებიანი შვილეული რედიები. წიწილა გავკვეთეთ მე-7 დღეზე და ნაწლავში ვნახეთ 5 ეგზემპლარი არასქესმწიფე *E. paraulum*; ამავე დროს ორ ტრემატოდას ჯერ კიდევ არ ჰქონდა საშვილოსნოში კვერცხები, ხუთ ეგზემპლარს კი ჰქონდა.

ამგვარად, ჩატარებული ცდების საფუძველზე შესაძლებელია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. საქართველოს ტერიტორიაზე *E. paraulum* Dietz. შორისულ მასპინძლად რეგისტრირებულია მოლუსკი *L. ovata* Drap.;

2. ექინოსტომიდის განვითარების დრო დეფინიტურ მასპინძელში 7 დღე-ღამით განისაზღვრება, სქესობრივ მომწიფებას 14 დღე-ღამე სჭირდება;

3. *E. paraulum*-ის დამახასიათებელი თავისებურებაა ის, რომ მეტაცერკარია მოლუსკშივე ინცისტირდება შვილეულ რედიაში, რაც საფუძველს იძლევა ვიფიქროთ, რომ მეორე დამატებითი მასპინძელი აღარც კი ესაჭიროება აღნიშნული სახეობის ექიმოსტომიდს.

ვ ე ზ ე ნ ბ ე რ გ-ლ უ ნ დ ი [4] იზიარებს მათეასის (1927) აზრს და აღნიშნავს, რომ ინცისტირება პირველ მოლუსკში შეიძლება იმ შემთხვევაში მოხდეს, თუ მოლუსკი იღუპება ან საერთოდ არახელსაყრელ პირობებში იმყოფება. ზოგიერთი ავტორის [4] აზრით, ინცისტირება შეიძლება მოხდეს პირველ მოლუსკში, თვით რედიაშივე.

ჩვენი დაკვირვებით, როგორც ეს ზემოთ იყო თქმული, *E. paraulum*-ის ინცისტირება პირველ მასპინძელშივე შვილეულ რედიაში, ხშირ და გავრცელებულ მოვლენად უნდა ჩაითვალოს ბუნებრივ პირობებში.

აკადემიკოს კ. სკ რ ი ა ბ ი ნ ი ს [3] მონაცემებით, ჰელმინთის დეფინიტური მასპინძლებია შინაური იხვი და ბატი, გედი, მტრედი, გარეული იხვი და სხვა. *E. paraulum* რეგისტრირებულია აკადემიკოს კ. სკრიაბინის მიერ ადამიანშიც [2].

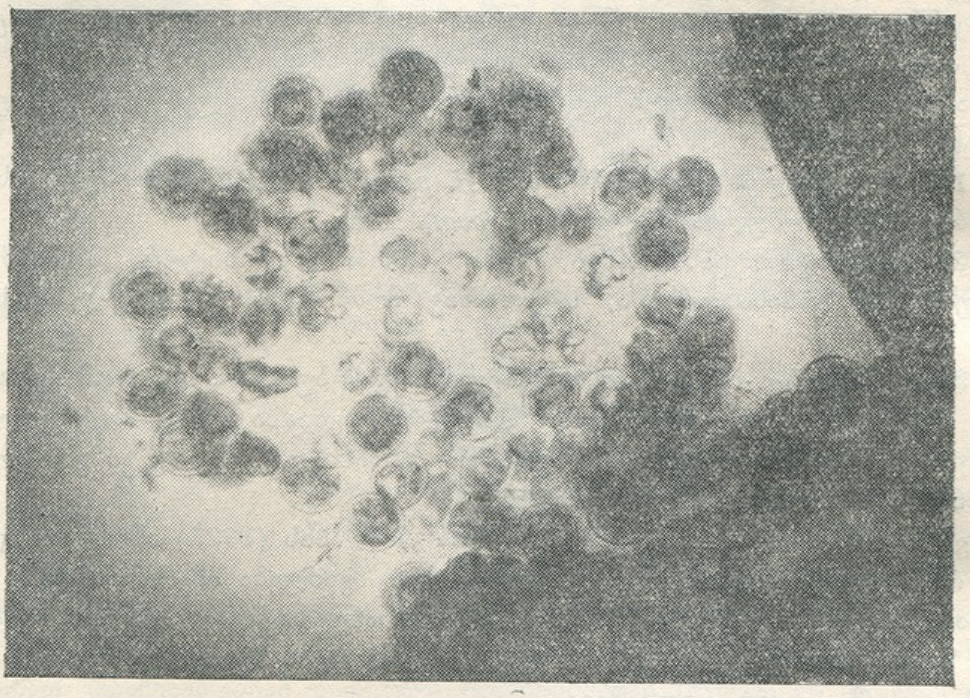
ლოკალიზაცია—ნაწლავი.

E. paraulum შორისული მასპინძელი დღემდე უცნობი იყო. ჩვენი მონაცემებით ამ სახეობის შორისულ მასპინძელს წარმოადგენს მტკნარი წყლის მოლუსკი *Limnaea ovata* Drap.

2. *Echinostoma revolutum* (*Fröhlich*) 1802 გ ა ნ ვ ი თ ა რ ე ბ ა

E. revolutum ლარვალური ფორმები ჩვენ მიერ რეგისტრირებულია შემდეგ მოლუსკებში: *L. ovata*, *L. lagotis*, *L. truncatula* აღნიშნული ექინოსტომიდის რედიები დიდი ზომით ხასიათდება, სიგრძე აღწევს 3000 მიკ-ს, განი კი 350 მიკ-ს. ხახის დიამეტრი 100 მიკრონია. სასქესო ხვრელი დორზალურ მხარეზე მდებარეობს უშუალოდ საყელოს ქვეშ, რედიის ბრმა დანამატები სხეულის მეორე ნახევარშია. ამავე დროს ცისტები ჩვეულებრივ მოთავსებულია მოლუს-

კის მანტიის ღრუში, მაგრამ ისინი ხშირად გვხვდებოდა თვით მოლუსკის ღვიძლის პარენქიმაში (იხ. სურ. 3), ზოგჯერ კი მათ ვნახულობდით რედიებშიც (1—2 ეგზემპ.).



სურ. 3. *E. revolutum* ცისტები, ნახული მოლუსკის ღვიძლის პარენქიმაში

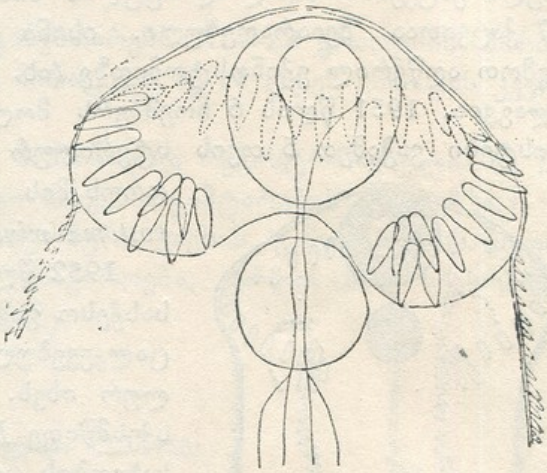
ცისტების დიამეტრი 210—220 მიკრონს აღწევს, გამჭვირვალეა, ისე რომ შეიძლება შინაგანი აღნაგობის დანახვა. ცისტიდან გამოცალკევებულ მეტაცერკარიას ახასიათებს საყელოზე განლაგებული 37 ქაცვი. კუთხეებში მოთავსებულია 5-5 ქაცვი 15 მიკრონამდე სიგრძისა. 6 ლატერალური ქაცვი განლაგებულია ერთ მწკრივად, მათი სიგრძე 13 მიკრონს აღწევს. დანარჩენი 15 ქაცვი მოთავსებულია ორ მწკრივად დორზალურ მხარეზე.

1951 წლის 25 დეკემბერს მოლუსკების: *L. ovata*, *L. lagotis* და *L. truncatula* დაავადებული ღვიძლი ვაჭამეთ 6 თვის სამ სტერილურ იხვს ისე, რომ თვითეულ იხვს ეძლეოდა მხოლოდ ერთი სახეობის მოლუსკის დაავადებული ღვიძლი. ცდიდან მე-13 დღეზე გაკვეთილ იქნა სამივე იხვი. ერთ იხვში ვნახეთ 10 ეგზემპლარი *E. revolutum*, მეორეში—7, მესამეში კი 9 ეგზემპლარი იგივე სახეობა. ამავე დროს ყველა ტრემატოდა სქესობრივად მომწიფებული იყო (საშვილოსნო შეიცავდა განვითარებულ კვერცხებს).

1952 წელს 20 იანვარს მოლუსკის *L. truncatula* დაავადებული ღვიძლი ვაჭამეთ 2 თვის სტერილურ ქათამს. მე-7 დღეზე მისი გაკვეთის დროს ნაწლავში ვნახეთ არასქესმწიფე ტრემატოდა *E. revolutum*-ის 5 ეგზემპლარი. ჭიას საშვილოსნოში ჰქონდა მხოლოდ თითო კვერცხი (იხ. სურ. 4ა და 4ბ, სადაც ნაჩვენებია ჭიის თავი და სხეულის შუა ნაწილი).

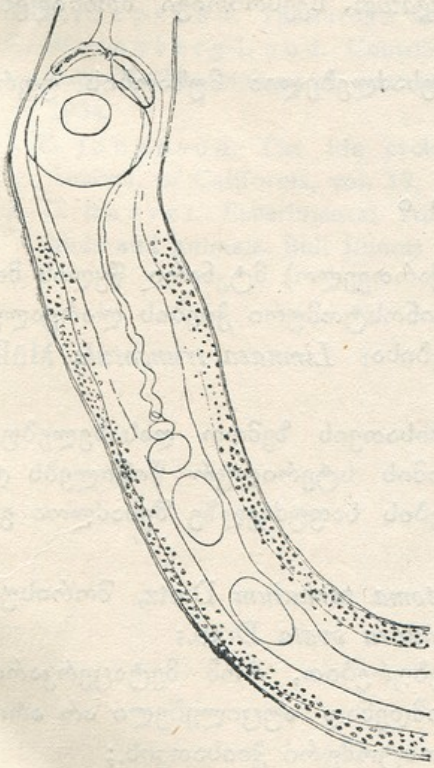
1953 წლის 13 იანვარს *L. lagotis*-ით დაავადებული ღვიძლი ვაჭამეთ რვა თვის სტერილურ იხვს და *L. truncatula*-ით დაავადებული ღვიძლი—3 თვის წიწილას. მე-14 დღეზე გაკვეთილი იხვის ნაწლავში ვნახეთ 8 ეგზემპლარი *E. revolutum*, ხოლო წიწილას ნაწლავში 3 ეგზემპლარი.

ამგვარად, ჩვენი მონაცემებით *E. revolutum*-ის შორისული მასპინძლებია შემდეგი მოლუსკები: *L. ovata*, *L. truucatula*, *L. lagotis*.



სურ. 4ა. *E. revolutum* ინვაზიის მეშვიდე დღეზე. თავი

1952 წლის მაისსა და ივლისში ჩატარდა დაკვირვება *E. revolutum*-ის ემბრიონულ განვითარებაზე. კვერცხები წყლიანი ჭურჭლით იდგმებოდა თერმოსტატში, რომლის ტემპერატურა 21—22 გრადუსი იყო. აღნიშნულ პირობებში ემბრიონული განვითარება მე-12 დღეს დამთავრდა, ხოლო მირაციდის კვერცხიდან გამოსვლა მე-14 დღეს მოხდა სინათლეზე კვერცხის ხუფის მოხდის შემდეგ. კვერცხიდან მირაციდის გამოსვლა ხდება 1—2 წუთის განმავლობაში [6]. აღნიშნული სახეობის ემბრიონული განვითარების ხანგრძლიობა ოთახის ტემპერატურის პირობებში 18—30 დღე-ღამეს უდრის.



სურ. 4ბ. ინვაზიის მეშვიდე დღეზე. სხეულის შუა ნაწილი

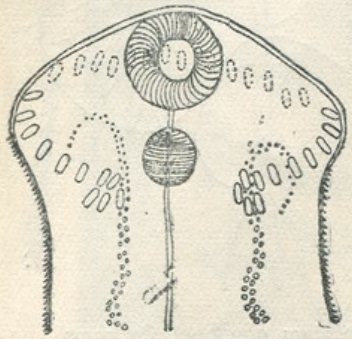
ე. ბაშკიროვასა [1] და აკად. კ. სკრიაბინის [3] მონაცემების მიხედვით *E. revolutum* დეფინიტურ მასპინძლად რეგისტრირებულია სხვადასხვა შინაური და გარეული ფრინველი, ზოგიერთი ძუძუმწოვარი, კატა, ბინის თაგვი, ღორი და სხვა, კაუზისტიკურად ადამიანიც, ხოლო შორისული მასპინძლებია *Helisoma trivolvis*, *Limnaea peregra*, *L. stagnalis*, *L. radix*, *L. parvia* და სხვა.

3. *Echinostoma miyagawai* Jshii 1932

განვითარება

E. miyagawai-ის ლარვალური ფორმები ნახული იყო *L. lagotis* მანტიასა და სასქესო გამტარების კედლებზე. ცის-

ტები გამჭვირვალეა და მისი დიამეტრის ზომა 260—250 მიკ-ს აღწევს. ცისტიდან განთავისუფლებული მეტაცერკარიის სხეული დაფარულია კუტიკულარული ქაცვებით მხოლოდ მუცლის მისაწოვრამდე. თავის ირგვლივ საყელო 37 ქაცვითაა შეიარაღებული. ისინი გაწყობილია იმავე წესით, როგორც ზემოთ აღწერილ ექინოსტომიდზე (იხ. სურ. 4), მხოლოდ ქაცვები ბოლოში ბლაგვია. 1951 წლის 6 ნოემბერს მოლუსკიდან *L. lagotis* გამოცალკევებული ცისტები ვაჭამეთ 5 თვის სტერილურ იხვს. 20 ნოემბერს იხვის გაკვეთის დროს მის ნაწლავში ვნახეთ 5 ეგზემპლარი *Echinostoma miyagawaii*.



სურ. 5. *E. miyagawai* მეტაცერკარიის წინა ნაწილი

1952 წლის პირველ ოქტომბერს *L. lagotis*-ის სასქესო გამტარების კედლებზე ნახული და გამოცალკევებული ცისტები ვაჭამეთ 4 თვის სტერილურ იხვს. მე-13 დღეს გაკვეთის დროს ვნახეთ სქესმწიფე *E. miygawaii*. იმავე დროს აღნიშნული სახეობის ცისტებით ქათმის დაავადების შემთხვევაში მიღებულია უარყოფითი შედეგები. ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, აღნიშნული სახეობა პარაზიტობს შინაურ იხვსა და ქათამში.

შორისული მასპინძელი დღემდე უცნობი იყო.

ჩვენი მონაცემებით, აღნიშნული ტრემატოდის შორისული მასპინძელია მტკნარი წყლის მოლუსკი *L. lagotis*, *E miyagawai*. სქესობრივი მომწიფებისათვის საჭიროა 13 დღე-ღამე.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია მუშაობის უფრო ფართოდ გაშლა.

დასკვნები

1951—53 წლებში სამგორის ველის (საქართველო) მტკნარი წყლის მოლუსკების გამოკვლევისას შესწავლილ იქნა ექინოსტომური ჭიების ლარვალური ფაზებით დაავადება შემდეგი მოლუსკებისა: *Limnaea truncatula* Müll., *L. ovata* Drap., *L. lagotis*.

სქესმწიფე ექინოსტომური ჭიის მიღებისათვის ზემოთ დასახელებულ მოლუსკებში ნახული ცისტები ეძლეოდა ქათმის სტერილურ წიწილებს და მოზარდ იხვებს. ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების საფუძველზე შესაძლოა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. საქართველოს ტერიტორიაზე *Echinotoma peraulum* Dietz, შორისულ მასპინძლად რეგისტრირებულია მოლუსკი *Limnaea ovata* Drap.;

2. *E. paraulum* ხასიათდება იმ თავისებურებით, რომ მეტაცერკარია ინცისტირებს თვით შვილეულ რედიაში და ამდენად აუცილებელი არ არის მეორე, ანუ დამატებითი მასპინძელი ამ ექინოსტომური ჭიისათვის.;

3. *E. revolutum* (Fröhlich) შორისულ მასპინძლად საქართველოს ფარგლებში, ჩვენი მონაცემებით, ითვლება: *Limnaea truncatula*, *L. ovata*, *L. lagotis*.;

4. *E. revolutum* ინცისტირდება მეორე შორისული მასპინძლის მანტიის ღრუშიც და უშუალოდ პირველი შორისული მასპინძლის ღვიძლის პარენქიმაშიც;

5. *E. revolutum* ემბრიონული განვითარება 21—22 გრადუსის პირობებში მე-12 დღეს მთავრდება, ხოლო მირაციდი მე-14 დღეს გამოდის კვერცხიდან;

6. *E. miyagawai* Jshii შორისულ მასპინძლად რეგისტრირებულია *L. lagotis*. ინცისტირებს მანტიის ღრუში და სასქესო გამტარების კედლებზეც.

7. ზემოთ დასახელებული ექინოსტომური ჭიების განვითარებას დეფინიტურ მასპინძელში 6—7 დღე-ღამე ესაჭიროება, ხოლო მათ სქესობრივ მომწიფებამდე საჭიროა 13—14 დღე-ღამე.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.12.1953)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. Я. Башкирова. Эхиностомиды птиц СССР и обзор циклов их развития. Труды Башкирской НИВОС. 1941.
2. К. И. Скрябин. *Echinostoma paraulum* новый паразит человека. Мед. паразит. и паразитарн. болезни, т. VII, вып. I. 1938.
3. К. И. Скрябин. Трематоды животных и человека, том I. 1947.
4. C. Wesenberg-Lund. Contributions to the development of the Trematods Digenea, part. II. The biology of cercaria. D. Kyl. Dausk. videusk. Sels K. Scrofterg. Ser. S. 1934.
5. J. C. Johanson. The life cycle of Echinostoma revolutum Fröhlich, 1802. Zoolog. Unuver. of California, vol. 19, № 11, 1920.
6. B. C. Baever. Experimental studies on Echinostoma revolutum (Frohl) fluke from birds and animals. Bull Jllinois University, Vol. XXXIV, № 74, 1937.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

ანატომია

ს. ქახიანი

ახალშობილთა საყლაპავი მილის არტერიები

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. ნათიშვილმა 29.1.1954)

საყლაპავი მილის სისხლის ძარღვების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ ორგანოზე ოპერაციული ჩარევის რაციონალური მეთოდების გამომუშავებისათვის.

საყლაპავი მილის არტერიები შესწავლილია ა. ალექსეევის [1], ა. მელნიკოვის [7], ვ. გერცბერგის [3], გ. დუბინკინის [4], ბ. ოგნევის [8], ო. ვინოგრადოვას [2], ტ. შალნევას [12], მ. უმოვისტის [11], ლ. სელივანოვას [10], მ. კომახიძისა [5] და სხვების მიერ.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა საყლაპავი მილის ვასკულარიზაციის ასაკობრივი თავისებურებანი და დაგვეზუსტებინა ცნობები მისი არტერიების ტოპოგრაფიის შესახებ, რასაც არა მარტო თეორიული მნიშვნელობა, არამედ გარკვეული პრაქტიკული ღირებულებაც აქვს.

წინამდებარე შრომა წარმოადგენს საყლაპავი მილის არტერიული სისტემის ასაკობრივი ცვლილებების შესახებ ჩვენი გამოკვლევის ნაწილს და შეეხება ახალშობილთა საყლაპავი მილის ორგანგარეშე არტერიების მოწყობილობას.

ახალშობილთა საყლაპავი მილის არტერიები ჩვენ შევისწავლეთ 30 ობიექტზე კონტრასტული მასით წინასწარ ინიცირებული სისხლის ძარღვების პრეპარაციის გზით. ინექცია წარმოებდა in situ მუცლის აორტიდან, მისი გაორკაპების ოდნავ ზემოთ. საინექციო მასად ვიყენებდით სკიპიდარში შეწონილ ტყვიის სურინჯს ან ხელოვნურ კაუჩუკს (ლატექსი).

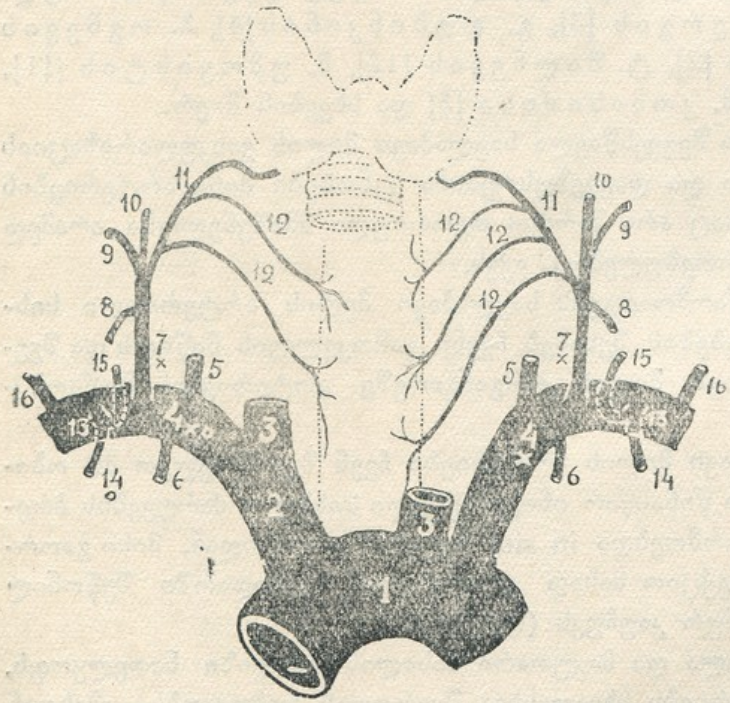
ლიტერატურის შესწავლა და საკუთარი მასალის ანალიზი ნათელყოფს, რომ საყლაპავი მილი არტერიებს სხვადასხვა წყაროდან ღებულობს. ამასთან ვასკულარიზაციის თავისებურებების საფუძველზე საყლაპავი მილი შეიძლება სამ მიდამოდ დაიყოს. ზემო მიდამო მოიცავს საყლაპავი მილის კისრის ნაწილს და გულმკერდის ნაწილის ზემო მონაკვეთს (მკერდის ძვლის საუღლე ამონაჭდევის დონეზე გატარებული სიბრტყიდან აორტის რკალის ზემო კიდემდე); ამ მიდამოს მკვებავი სისხლის ძარღვები ლავიწქვეშა არტერიების სისტემას განეკუთვნება.

შუა მიდამო მოიცავს საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა (აორტის რკალის ზემო კიდიდან მარცხენა ფილტვის ფესვის ქვემო კიდემდე) და ქვემო(მარცხენა ფილტვის ფესვის ქვემო კიდიდან შუასაძგიდამდე) მონაკვეთებს; აღნიშნული მიდამოს ვასკულარიზაცია წარმოებს გულმკერდის აორტის სისტემიდან, ამასთან საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა მონაკვეთი

ბრონქიალური არტერიების ტოტებით იკვებება, ხოლო ქვემო მონაკვეთი-საყლაპავი მილის საკუთარი არტერიებით, რომლებიც უშუალოდ აორტას გამოეყოფიან.

ქვემო მიდამო მოიცავს საყლაპავი მილის მუცლის ნაწილს (შუასაძგიდის ზემო კიდიდან კუჭის შესავლამდე), რომელიც ძირითადად ფაშვის არტერიის სისტემიდან იკვებება.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ რიგი ავტორების მონაცემები (კ. საპოჟკოვი [9], რ. გრეგუარი [13], ვ. ქურდოვანიძე [6] და სხვ.) და აგრეთვე ჩვენი დაკვირვებაც მოწმობს, რომ ტერმინი „საყლაპავი მილის მუცლის ნაწილი" სწორად არ ასახავს მისი ტოპოგრაფიული ურთიერთობის თავისებურებას. საყლაპავი მილის ეს ნაწილი თითქმის ვერტიკალურად გაივლის ირიბად მდებარე შუასაძგიდის ხვრელში, რის გამოც ორგანოს წინა ზედაპირი მიქცეულია მუცლის, უკანა ზედაპირი კი გულმკერდის ღრუსაკენ. ამიტომ უფრო სწორია საყლაპავი მილის ხსენებულ ნაწილს „თორაკოაბდომინალური" ვუწოდოთ.



ნახ. 1, საყლაპავი მილის კისრისა და გულმკერდის ნაწილის ზემო მონაკვეთის ვასკულარიზაცია: 1—აორტის რკალი, 2—უსახელო არტერია, 3—საერთო საძილე არტერია, 4—ლავიწქვეშა არტერია, 5—ხერხემლის არტერია, 6—ძუძუს შიგნითა არტერია, 7— ფარ-კისრის ღერო, 8—ბეჭის განივი არტერია, 9—კისრის ზერელე არტერია, 10—კისრის აღმავალი არტერია, 11—ფარისებრი ქვემო არტერია, 12—ფარისებრი ქვემო არტერიის ტოტები საყლაპავი მილისათვის, 13—ნეკნ-კისრის ღერო, 14— ნეკნთაშუა ზემო არტერია, 15—კისრის ღრმა არტერია, 16 - კისრის გამივი არტერია.

ნიშნით × ნაჩვენებია საყლაპავი მილის კისრის ნაწილის კვების არამუდმივი წყაროები, ნიშნით O—საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ზემო მონაკვეთის კვების არამუდმივი წყაროები.

საყლაპავი მილის კისრის ნაწილის ვასკულარიზაცია ძირითადად ფარისებრი ქვემო არტერიების ტოტებით წარმოებს. ეს ტოტები შეგვხვდა ყველა პრეპარატზე. გამონაკლისს შეადგენდა შემთხვევა, სადაც ფარისებრი ქვემო არტერია მარცხენა მხარეზე არ არსებობდა. აღნიშნული ტოტების რიცხვი მერყეობს მარჯვნივ 1-დან 3-მდე (მეტწილად ტოტების რიცხვი ორია), ხოლო მარცხნივ — 1-დან 4-მდე (მეტწილად ორი-სამი ტოტი). ეს ტოტები ქვემოთ ეშვებიან რკალისმაგვარად ან სწორი მიმართულებით და საყლაპავი მილის გვერდით კედელში შედიან სათანადო მხრიდან (ნახ. 1).

საყლაპავი მილის კისრის ნაწილის არამუდმივი არტერიების რიცხვს უპირველეს ყოვლისა მიეკუთვნება წვრილი ტოტები, რომლებიც გამოეყოფიან ფარისებრი ქვემო არტერიის სასულის ტოტებს და აგრეთვე ფარისებრი ჯირკვლის ტოტებს. ეს სისხლის ძარღვები, ეშვებიან რა სასულის გვერდითი ზედაპირის გასწვრივ, საყლაპავ მილს აღწევენ.

საყლაპავი მილის კისრის ნაწილის კვების სხვა არამუდმივ წყაროებს შორის აღსანიშნავია ლავიწქვეშა არტერია (მარჯვნივ 2 შემთხვ., მარცხნივ 1 შემთხვ.) და ფარ-კისრის ღერო (თითო შემთხვევა მარჯვნივ და მარცხნივ). ამასთან მარცხენა ლავიწქვეშა არტერიის ტოტები მარცხენა ფარისებრი ქვემო არტერიის არარსებული ტოტების შესატყვის მიდამოში ვრცელდებოდნენ.

ფარისებრი ქვემო არტერიის დამავალი ტოტები წარმოადგენენ აგრეთვე საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ზემო მონაკვეთის მუდმივ მკვებავ სისხლის ძარღვებს (ნახ. 1). საყლაპავი მილის ხსენებული ნაწილის კვების არამუდმივ წყაროებს ეკუთვნიან: მარჯვენა ლავიწქვეშა (2 შემთხვ.), მარჯვენა ზემო ნეკნთაშუა (2 შემთხვ.) და მარჯვენა ფარისებრი ქვემო (1 შემთხვ.) არტერიების ტოტები. ეს ტოტები არსებითად მარჯვენა ზემო ბრონქიალურ არტერიებს წარმოადგენდნენ, ეშვებოდნენ სასულის მარჯვენა კიდის გასწვრივ, გზადაგზა აძლევდნენ 1—2 წვრილ ტოტს საყლაპავი მილის მარჯვენა გვერდით ზედაპირს და შემდეგ მარჯვენა ბრონქისაკენ მიემართებოდნენ.

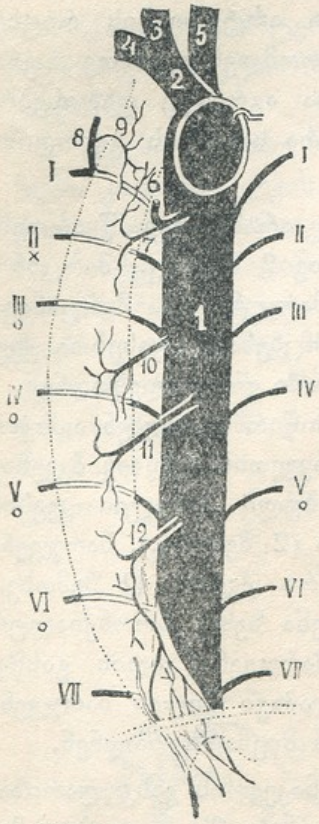
საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა მონაკვეთის ვასკულარიზაცია წარმოებს ბრონქიალური არტერიების ტოტებით (ნახ. 2); საყლაპავი მილის ეს მონაკვეთი ტოტებს მარცხენა წინა ბრონქიალური არტერიიდან ღებულობს (28 შემთხვ.); მარცხენა წინა ბრონქიალური არტერია გამოეყოფა აორტას მარცხენა ბრონქის ქვემო კიდის დონეზე ან რამდენადმე ქვემოთ. იგი ან დამოუკიდებლად იწყება, ან უფრო იშვიათად საერთო ღეროთი მარჯვენა ბრონქიალურ არტერიასთან ერთად.

საყლაპავი მილი საკმაოდ ხშირად ღებულობს ტოტებს მარჯვენა უკანა ბრონქიალური არტერიიდანაც (19 შემთხვ.), რომელიც მეტწილად პირველ ან მეორე აორტალურ მარჯვენა ნეკნთაშუა არტერიას გამოეყოფა, უფრო იშვიათად კი უშუალოდ აორტას, საერთო ღეროთი მარცხენა წინა ბრონქიალურ არტერიასთან ერთად.

საყლაპავი მილისაკენ მიმავალი ტოტები შედარებით იშვიათად გამოეყოფა მარჯვენა წინა ბრონქიალურ არტერიას (7 შემთხვ.) და კიდევ უფრო იშვიათად—მარცხენა უკანა ბრონქიალურ არტერიას (2 შემთხვ.).

ბრონქიალური არტერიების ტოტები საყლაპავ მილში წინა ზედაპირიდან შედიან.

უნდა აღინიშნოს, რომ ისეთი შემთხვევები, როდესაც საყლაპავი მილი ერთდროულად სამზე მეტი ბრონქიალური არტერიიდან ღებულობდეს ტოტებს, ჩვენ არ შეგვხვედრია; მეტწილად აღინიშნება ტოტები ორი არტერიიდან—მარცხენა წინა და მარჯვენა უკანა ბრონქიალური არტერიებიდან.



ნახ. 2. საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა და ქვემო მონაკვეთების ვასკულარიზაცია: 1—გულმკერდის აორტა, 2—უსახელო არტერია, 3—მარჯვენა საერთო საძილე არტერია, 4—მარჯვენა ლავიწქვეშა არტერია, 5—მარცხენა საერთო საძილე არტერია, 6—მარცხენა წინა ბრონქიალური არტერია, 7—მარცხენა წინა ბრონქიალური აორტერიის ტოტი საყლაპავი მილისათვის, 8—მარჯვენა უკანა ბრონქიალური არტერია, 9—მარჯვენა უკანა ბრონქიალური არტერიის ტოტი საყლაპავი მილისათვის, 10, 11, 12—საყლაპავი მილის საკუთარი არტერიები, I—VII—აორტალური ნეკნთაშუა არტერიები.

ნიშნით × ნაჩვენებია საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა მონაკვეთის კვების არამუდმივი წყაროები, ნიშნით O—საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ქვემო მონაკვეთის კვების არამუდმივი წყაროები.

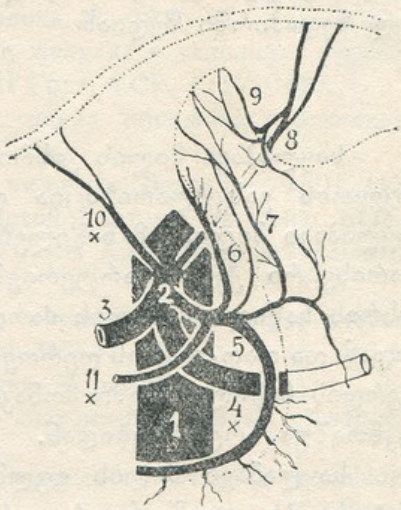
საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ქვემო მონაკვეთის მუდმივ მკვებავ სისხლის ძარღვებს წარმოადგენენ საყლაპავი მილის საკუთარი არტერიები, რომლებიც სეგმენტურად გამოეყოფიან აორტის წინა და აგრეთვე გვერდით ზედაპირებს. ამ არტერიების რიცხვი, ჩვენს მასალაზე, ორსა და შვიდს შორის მერყეობს, მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება ორი-სამი არტერია. მათ შორის ყველაზე მსხვილია საყლაპავი მილის ქვედა საკუთარი არტერია; აორტიდან მისი გამოყოფის დონე გულმკერდის VII—IX მალებს შორის მერყეობს.

გარდა ამისა, საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ქვემო მონაკვეთს ზოგჯერ აორტალური ნეკნთაშუა არტერიები აძლევენ ტოტებს. მარჯვენა მხარეზე ტოტები საყლაპავი მილისათვის გამოეყოფოდა მესამე (3 შემთხვ.), მეოთხე (3 შემთხვ.), მეხუთე (2 შემთხვ.) და მეექვსე (1 შემთხვ.) აორტალურ ნეკნთაშუა არტერიებს. მარცხენა მხარეზე ნეკნთაშუა არტერიის ტოტი საყლაპავის მილისათვის ნახული იყო მხოლოდ ერთხელ; იგი გამოეყოფოდა მეხუთე აორტალურ ნეკნთაშუა არტერიას. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ოთხ შემთხვევაში ტოტები საყლაპავი მილისათვის მხოლოდ ერთ-ერთ რომელიმე ზემოხსენებულ მარჯვენა აორტალურ ნეკნთაშუა არტერიას გამოეყოფოდა, ორ შემთხვევაში ტოტები საყლაპავი მილისათვის ერთდროულად ორ მარჯვენა აორტალურ ნეკნთაშუა არტერიას გამოეყოფოდა (ერთ შემთხვევაში მესამეს და მეოთხეს, მეორეში—მეოთხეს და მეხუთეს), ხოლო ერთ შემთხვევაში—ერთდროულად მარჯვენა და მარცხენა მეხუთე აორტალურ ნეკნთაშუა არტერიებს.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის ძირითად არტერიულ წყაროს წარმოადგენს კუჭის მარცხენა არტერია. ტოტები საყლაპავი მილისათვის ამ არტერიის აღმავალ ნაწილს და აგრეთვე მის კარდიალურ ტოტებს გამოეყოფა. ამასთან ის სისხლის ძარღვები, რომლებიც გამოეყოფიან უშუალოდ კუჭის მარცხენა არტერიას, ტოტიანდებიან საყლაპავი მილის პერიტონეუმით დაფარულ წინა და მარჯვენა გვერდით ზედაპირზე, აგრეთვე მის უკანა ზედაპირზე, რომელიც სეროზულ საფარველს მოკლებულია. აღნიშნული

არტერიები თავსდებიან ფაშარ ქსოვილში, რომელიც საყლაპავი მილის უკანა ზედაპირს განაშორებს შუასაძგიდის ფეხებსა და გულმკერდის აორტას. ზოგიერთი ამ ტოტთაგანი, მიჰყვება რა საყლაპავი მილის კედელს, შუასაძგიდის ზემოთ ადის.

საყლაპავი მილის სისხლის ძარღვები, რომლებიც კუჭის მარცხენა არტერიის კარდიალურ ტოტებს გამოეყოფიან, დაფარულია პერიტონეუმით, ტოტიანდებიან საყლაპავი მილის წინა და ნაწილობრივ მარცხენა გვერდით ზედაპირზე, აღწევენ შუასაძგიდის დონეს, ზოგჯერ კი უფრო მაღლა ადიან.



ნახ. 3. საყლაპავი მილის თორაკო-აბდომინალური ნაწილის ვასკულარიზაცია: 1—მუცლის აორტა, 2—ფაშვის არტერია, 3—ღვიძლის არტერია, 4—ელენთის არტერია, 5—კუჭის მარცხენა არტერია, 6—კუჭის მარცხენა არტერიის ტოტები საყლაპავი მილისათვის, 7—კუჭის მარცხენა არტერიის კარდიალური ტოტიდან გამომავალი სისხლის ძარღვი საყლაპავი მილისათვის, 8—შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერია, 9—შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერიის ტოტი საყლაპავი მილისათვის, 10—შუასაძგიდის ქვემო მარჯვენა არტერია, 11—ღვიძლის დამატებითი არტერია.

ნიშნით × ნაჩვენებია საყლაპავი მილის თორაკო-აბდომინალური ნაწილის კვების არამუდმივი წყაროები.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის მეორე არტერიალურ წყაროს წარმოადგენს შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერია. საყლაპავი მილის ეს ტოტები აღნიშნული იყო 17 პრეპარატზე. შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერია საყლაპავ მილს ჩვეულებრივ ერთ ტოტს აძლევს, რომელიც გამოეყოფა არტერიის ძირითად ღეროს ან ერთ-ერთ მის მეორეულ ტოტს (უფრო ხშირად წინას). უფრო იშვიათია საყლაპავი მილისათვის ორი დამოუკიდებელი ტოტის არსებობა (3 შემთხვ.).

შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერიის საყლაპავი მილის ტოტი ამ ორგანოს თორაკოაბდომინალური ნაწილის მარცხენა გვერდითი ზედაპირისაკენ მიემართება და მის კედელზე ან რამდენადმე მოშორებით ტოტიანდება. დატოტიანების შედეგად წარმოშობილი სისხლის ძარღვები მიემართებიან კუჭის შესავლისაკენ, აგრეთვე საყლაპავი მილის წინა, მარცხენა გვერდითი და უკანა ზედაპირისაკენ, და საკმაოდ ხშირად ადიან გულმკერდის ღრუში.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის არამუდმივ არტერიულ წყაროებს ეკუთვნის: ელენთის არტერიის კუჭის (2 შემთხვ.) და კუჭ-ელენთის (1 შემთხვ.) ტოტები, შუასაძგიდის ქვემო მარჯვენა არტერიისა (2 შემთხვ.) და ღვიძლის დამატებითი არტერიის (1 შემთხვ.) ტოტები.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის ვასკულარიზაცია წარმოდგენილია ნახ. 3-ზე.

ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის არამუდმივი წყაროებიდან წარმომდგარი არტერიები

არ გამორიცხავენ მისი მუდმივი სისხლის ძარღვების არსებობას, ე. ი. საყლაპავი მილის არამუდმივი არტერიები კი არ ცვლიან კუჭის მარცხენა არტერიის (და აგრეთვე შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერიის) ტოტებს, არამედ მათთან ერთად არსებობენ.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის არტერიები, ისე როგორც გულმკერდის ნაწილის ქვემო მონაკვეთის არტერიები, ორგანოს ყოველ ზედაპირში შედიან.

დასკვნები

საყლაპავი მილის კისრის ნაწილისა და გულმკერდის ნაწილის ზემო მონაკვეთის ვასკულარიზაცია ლავიწქვეშა არტერიების სისტემიდან წარმოებს. საყლაპავი მილის ამ ნაწილების მუდმივ არტერიულ წყაროს წარმოადგენენ ფარისებრი ქვემო არტერიების ტოტები. გარდა ამისა, საყლაპავი მილის კისრის ნაწილი სისხლის ძარღვებს ზოგჯერ უშუალოდ ლავიწქვეშა არტერიებიდან და ფარ-კისრის ღეროებიდან ღებულობს, ხოლო საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ზემო მონაკვეთი—მარჯვენა ლავიწქვეშა და მარჯვენა ზემო ნეკნთაშუა არტერიებიდან.

საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა და ქვემო მონაკვეთები არტერიებს გულმკერდის აორტის სისტემიდან ღებულობენ. ამასთან საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის შუა მონაკვეთი ბრონქიალური არტერიების ტოტებით იკვებება (ძირითადად მარცხენა წინა და მარჯვენა უკანა, უფრო იშვიათად კი მარჯვენა წინა და მარცხენა უკანა ბრონქიალური არტერიებიდან), ქვემო მონაკვეთი კი—საყლაპავი მილის საკუთარი არტერიებით, რომლებიც უშუალოდ გულმკერდის აორტას გამოეყოფიან.

გარდა ამისა, საყლაპავი მილის გულმკერდის ნაწილის ქვემო მონაკვეთი ზოგჯერ აორტალურ ნეკნთაშუა არტერიებიდან ღებულობს ტოტებს.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის ვასკულარიზაცია ძირითადად ფაშვის არტერიის სისტემიდან წარმოებს. კვების მუდმივ არტერიულ წყაროებს წარმოადგენენ კუჭის მარცხენა არტერიის ტოტები, რომლებიც გამოეყოფიან როგორც ამ არტერიის ღეროს, ისე მის კარდიალურ ტოტებს.

საყლაპავი მილის თორაკოაბდომინალური ნაწილის შედარებით უფრო იშვიათ არტერიულ წყაროს წარმოადგენენ შუასაძგიდის ქვემო მარცხენა არტერიის ტოტები. გარდა ამისა, საყლაპავი მილის ხსენებული ნაწილი სისხლის ძარღვებს ზოგჯერ ელენთის, შუასაძგიდის ქვემო მარჯვენა და ღვიძლის დამატებითი არტერიებიდან ღებულობს.

საყლაპავი მილის სხვადასხვა ნაწილების არტერიები ანასტომოზებით უკავშირდებიან ერთმანეთს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.2.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. П. Алексеев. Хирургия грудной части пищевода. М., 1914.
2. О. И. Виноградова. Кровоснабжение нижней трети пищевода в условиях мобилизации при операциях на кардии и нижнем отрезке его. Автореф. М., 1952.
3. В. Г. Герцберг. Анатомия брюшного отдела пищевода и оперативные доступы к нему. Совр. хир. т. V, № 5—8, 1930.
4. Г. Г. Дубинкин. Хирургическая анатомия пищевода. Л., 1937.
5. М. Э. Комахидзе. Васкуляризация пищевода и желудка в условиях нормы и эксперимента. Труды Инст. экспер. морфол. АН Груз. ССР, т. IV, 1953.
6 В. Г. Курдованидзе. К анатомии брюшного отдела пищевода. Грузмедгиз, Тбилиси, 1949.
7. А. В. Мельников. О резекции грудного отдела пищевода. Вестн.хир. т. III, 1922.
8. Б. В. Огнев. О практическом значении сосудистой системы нижнего отдела пищевода и начального отдела желудка. Сб тр. посв. XXX-летию деятельности проф. А. Г. Савиных. Томск, 1948.
9. К. П. Сапожков. Раки диафрагмального отдела пищевода и их хирургическое лечение. Вестн. хирург. и погран. обл., т. 19, кн. 56—57, 1930.
10. Л. М. Селиванова. Артерии пищевода. Хирургия, № 6, 1953.
11. М. Н. Умовист. Материалы к хирургической анатомии пищевода. Автореф. дисс., 1952.
12. Т. С. Шальнева. Кровоснабжение нижнего и среднего отделов пищевода. Автореф. дисс., 1952.
13. R. Grégoire. Chirurgie de l'oesophage. Paris, 1935.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

ფილოლოგია

გ. იმედაშვილი

„წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“-ს სათაურის გაგებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბარამიძემ 7.3.1954)

სათაური „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“ წინასწარ იქცევს ყურადღებას თავისი განსაკუთრებული ორიგინალობით, ლაკონურობითა და გამომხატველობით, რაც საერთოდ დამახასიათებელია სულხან-საბა ორბელიანის მეტყველებისათვის. მაგრამ თუ რას ნიშნავს კონკრეტულად სათაური „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“ და რა არის მისი შინაარსი, ეს ჯერ კიდევ ცხადად გააზრებული და ერთნაირად გაზიარებული არ არის, თუმცა მისი გაგების საკითხს ასე თუ ისე სპეციალურად ეხებოდნენ. საჭირო კია ზუსტად დადგინდეს, თუ ეს სათაური როგორ უნდა მართლდებოდეს წიგნის საერთო აგებულებასა და ხასიათთან დაკავშირებით.

„წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“-ს სათაურის გაგების საკითხში არსებული ბუნდოვანება და ერთგვარი გაუგებრობაც უფრო საგრძნობი ხდება მისი სხვა ენაზე თარგმნისას. როგორ უნდა ითარგმნოს ის?

პროფ. ა. ცაგარელმა პირველად ის თარგმნა როგორც «Мудрость вымысла», რასაც იმით ასაბუთებდა, რომ ამ ორ სიტყვას—სიბრძნესა და სიცრუეს შორის არ მოიპოვება არავითარი დამაკავშირებელი სიტყვა, სათაურის მეორე არსებითი სახელი ნათესაობით ბრუნვაშია (სიცრუისა) და სიტყვა სიცრუე ნიშნავს სიყალბეს გონებრივსაც და ზნეობრივსაც, ამ შემთხვევაში კი ის უნდა გავიგოთ როგორც გონებრივი სიცრუე, რაც შეიძლება რუსულად ითარგმნოს სიტყვით „вымысел“, რომლის გერმანული შესატყვისია Dichtung, dichten და რაც საპირისპიროა ცნება სიბრძნისა, გონებრივ სრულყოფილობას რომ გამოხატავს. ა. ცაგარელის საბოლოო დასკვნით, სულხან-საბა ორბელიანის ამ წიგნის სათაურის აზრია «Мудрое нравоучение, вытекающее (хотя бы и) из вымышленных рассказов и событий» ([1], გვ. 100—101).

რამდენიმე ხნის შემდეგ სიბრძნე-სიცრუის პირველი რუსული თარგმანის თავის გამოცემაში მან შეიცვალა აზრი და ეს სათაური თარგმნა როგორც «Книга мудрости и лжи», რომელიც, მისი აზრით, უფრო შეეფერება წიგნის აგებულებას ([2], გვ. 178).

თუ პირველ შემთხვევაში სათაურის პირველი სიტყვა (სიბრძნე) მეორის (სიცრუისა) განმარტებაა და მისი აზრია, რომ სიცრუეს აქვს სიბრძნე, მეორე თარგმანში სათაურის შინაარსი შედგება ორი ცალკეული ცნებისაგან—სიბრძნეს ცალკე მნიშვნელობა აქვს და სიცრუეს ცალკე, რაც მათ შორის „და“ კავშირის ჩამატებით იხაზება და გულისხმობს წიგნში სიბრძნის ცალკე და

სიცრუის ცალკე არსებობას. ამ გაგებით პროფ. ა. ცაგარელს მიაჩნია, რომ წიგნში თავისთავად იგავ-არაკებს საბას თვალსაზრისით დამოუკიდებელი მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეთ. ისინი წარმოადგენენ საილუსტრაციო მასალას, რითაც ესა თუ ის აზრი მტკიცდება. მასში მთავარია ორი ჯგუფის დაპირისპირება: ერთია სიბრძნისა და სიმართლის წარმომადგენლები—მასწავლებელი ლეონი, მეფის შვილი ჯუმბერი, ვეზირი სედრაქი და მეფე ფინეზი; მეორე—სიცრუისა და ტყუილის წარმომადგენელი საჭურისი რუქა ([2], გვ. 179).

სწორია თუ არა ეს თვალსაზრისი, ეხლა ამას არ შევეხები, აქ კი საჭიროა აღინიშნოს, რომ სათაურის დასაბუთებისათვის წიგნის აგებულების ასეთი განსაზღვრა ფაქტიურად სწორი არ არის, თუმცა სათაური სწორადაა გაგებული. როგორც ცნობილია, თვითონ მეფე ფინეზი, რომელიც ცაგარელს სიმართლის წარმომადგენლად მიუჩნევია, ბევრ სიცრუეს ყვება ([3], გვ. 109-112). თავის მხრივ კი რუქა ბევრ ბრძნულ იგავსა და არაკს ამბობს. აკი მას სედრაქი ასე მიმართავს კიდეც: „შენ ყოველსა მართალს იტყვი“ ([3] გვ. 7). პირიქით, რუქას არც ერთი ტყუილი არა აქვს ნათქვამი ამ თხზულების ტყუილების რეპერტუარიდან, რაც იმას ნიშნავს, რომ საბა თავის გმირებს არ ყოფს და არ სახავს სიბრძნისა და სიცრუის ცალკეულ წარმომადგენლებად. საყურადღებოა პროფ. ა. ცაგარლის შენიშვნა იმის შესახებ, რომ ასეთ წიგნებს ორგვარი დანიშნულება ჰქონდათ—ისინი სწავლასაც ემსახურებოდნენ და გართობასაც ([2], გვ. 179).

აკად. მ. ბროსემ სათაური „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“ თარგმნა როგორც „Le Livre de la sagesse et de la malice“ ([4], გვ. 507). მურიემ ცაგარლის რუსული თარგმანის მიხედვით შესრულებულ ცალკეული ადგილების ფრანგულ თარგმანს უწოდა „Sagesse et Mensonges“ [5]. მისი ინგლისური თარგმანია „The Book of Wisdom and Lies“ [6]. გერმანულად ითარგმნა ფორმით „Die Weisheit der Lüge“, რომლის დასაბუთება ცაგარლისა და უორდროპის მიერ მიღებული „Die Weisheit und die Lüge“ (Das Buch „der Weisheit und der Lüge“) საპირისპიროდ მოცემულია ამ გამოცემის წინასიტყვაობაში ([7], გვ. XIV).

პროფ. ა. ხახანაშვილი იმეორებს ა. ცაგარლის რუსული გამოცემისათვის მიღებულ სათაურს «Книга мудрости и лжи» ([8], გვ. 236). ე. ლოლობერიძის მიერ შესრულებულ ახალ რუსულ თარგმანში წიგნის სათაურია «О мудрости вымысла» [9].

ამ სათაურით თავის დროზე განსაკუთრებით დაინტერესებულა ილია ჭავჭავაძე, რომელიც წერდა: „საბა ორბელიანმა რომ თავისი ზღაპრები დასწერა, სიბრძნე-სიცრუის წიგნი დაარქვა. მე ხშირად ჩავფიქრებივარ ამ უცნაურს სახელს წიგნისას. მართლაც, სადაც სიბრძნეა, იქ სიცრუეს რა ხელი აქვს? სიბრძნესთან სიცრუე რა მოსატანია? რა სიტყვის მასალაა? რა უგავთ ერთმანეთსა? საბა ორბელიანი ეს ბრძენი, დარბაისელი კაცი, რათ იკადრებდა სიბრძნეში გაერია სიცრუე“ ([10], გვ. 270-271). მისი აზრით, ამ სიტყვებით საბა ორბელიანს „ამის თქმა უნდოდა: მე ზღაპარს გეუბნები და სიბრძნეს-კი გამცნებო“ ([10], გვ. 271). ასეთი გაგების მიხედვითაც ეს ზღაპა-

რი, არაკი, იგავი, რომელიც „მოგონილი ამბავია, არამართალი, მაშასადამე სიცრუე“, „საჭკუო და საზნეო ჭეშმარიტებას ზედმიწევნით გვიხატავს ხორცშესხმულად, ჭკუას გვასწავლის, გვარიგებს, ზნეს გვიწურთნის, ავსა და კარგს გვანიშნებს ერთმანეთში გასარჩევად“ ([10], გვ. 271). ილიას ამ განმარტებაში შესანიშნავადაა გაგებული მთლიანად თხზულების საერთო მიზანი, მაგრამ თვითონ სიცრუე სიბრძნის ფორმადაა მიჩნეული და ზღაპარი იგავთანაა გაიგივებული, რომელიც თვით საბას, როგორც საწინააღმდეგო ცნებანი, ერთმანეთთან აქვს დაპირისპირებული.

აკად. კ. კ ე კ ე ლ ი ძ ე „წიგნი სიბრძნე სიცრუისა“-ს სიცრუეში ხედავს თავისებურ აზრს, მნიშვნელობას, რაც თხზულების თემად მიაჩნია. მისი შენიშვნით, „მიუღებელია პროფ. ა. ცაგარლის თარგმანი «Книга мудрости и лжи», რომლის ქართული შესატყვისი იქნებოდა: „წიგნი სიბრძნისა და სიცრუისა“ და არა „სიბრძნე-სიცრუისა“ ([11], გვ. 345). მისი აზრით, „კრებულის სახელწოდება —„სიბრძნე-სიცრუისა“ გულისხმობს, რომ ის შეიცავს ს ი ბ რ ძ ნ ე ს, ესე იგი გარკვეულ აზრს, მნიშვნელობას ს ი ც რ უ ი ს ა ს, ანუ ცრუ, მოგონილი ზღაპრისა და იგავებისას (იქვე), ასეთი გაგების აზრი ის არის, თითქოს სიცრუეს აქვს თავისებური სიბრძნე, რაც ამ შემთხვევაში სულხან-საბა ორბელიანის თემას წარმოადგენს. ასეთი აგებულება სათაურისა აკად. კ. კეკელიძის აზრით გამორიცხული არაა მოგონილი იყოს „ვარლაამისა და იოასაფის“ წიგნის მიხედვით, რომელსაც ქართულად „სიბრძნე ბალავარისა“ ეწოდება ([11], გვ. 350).

პროფ. ა. ბ ა რ ა მ ი ძ ი ს შენიშვნით „სიბრძნე-სიცრუის“ „ავტორს უნდა თქვას, რომ თუმცა წიგნში მოთხრობილია არანამდვილი, არამედ გამოგონილი, ცრუ, ზღაპრული ამბავი (იგავი, არაკი), მაგრამ სიცრუეში იგავურად სიბრძნეაო ჩაქსოვილი, რომ სიცრუით სიბრძნეა ასახული“. ამიტომ მას მიაჩნია, რომ „მცდარია პროფ. ა. ცაგარელის მიერ შესრულებული რუსული თარგმანის სათაური «Книга мудрости и лжи» (უნდა: «Книга мудрости лжи» ან, უფრო მარტივად, «Мудрость лжи»). სწორია გერმანული თარგმანი „Die Wiesheit der Lüge ([12], გვ. 257).

უკანასკნელად ამ სათაურის საკითხს გაკვრით შეეხო ლ. მ ე ნ ა ბ დ ე მონოგრაფიაში „სულხან-საბა ორბელიანი“. მასაც სათაური ესმის როგორც სიცრუის სიბრძნე. მისი შენიშვნით „სიცრუეში, ზღაპარში ორგანულადაა ჩაქსოვილი სიბრძნე“ ([13], გვ. 80).

სათაურის ამ თარგმანთა და განმარტებათა დაპირისპირებიდან ჩანს, რომ მისი გაგება ძირითადად ორ განსხვავებულ შინაარსს ეყრდნობა. ერთ შემთხვევაში წიგნის საგანია სიბრძნე, რომელიც სიცრუეს მოეპოვება, მეორეში წიგნის თემაა პირდაპირ სიბრძნე და სიცრუე, როგორც წიგნის ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ნაკადი.

საბოლოოდ კი „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“ სათაურის გაგებაში დამკვიდრდა ის თვალსაზრისი, რომ სიცრუეს აქვს სიბრძნე და თითქოს საბას სათაური გამოხატავს სიცრუეში სიბრძნის რაღაცნაირ არსებობას. ამ თვალსაზრისით საყურადღებოა, რომ ა. ცაგარლის რუსული თარგმანის ახალ განმეორებულ გამოცემაში, რომელიც პირველი გამოცემიდან 60 წლის შემდეგ

განხორციელდა 1939 წელს, რედაქტორმა «Книга мудрости и лжи» შეცვალა სათაურით „Мудрость лжи“ [14].

ამ გაგებით, ქართული სათაურის სიცრუესთან ისევეა შეთანხმებული სიტყვა წიგნი, როგორც სიბრძნე. მართლაც, აქ მხოლოდ სიტყვა სიცრუეა ნათესაობით ბრუნვაში, მაგრამ არსებითად „სიბრძნეც“ ასევეა შეთანხმებული წიგნთან, თუმცა გრამატიკულად მას ნათესაობითი ფორმა არა აქვს.

ძეგლის ჩვენებით, ხასიათითა და თემატიკით ნათელი ხდება, რომ თხზულება სავსებით იმის ჩვენებას არ შეიცავს, რომ სიცრუეს სიბრძნე გააჩნია. წიგნი ისევე ეხება სიცრუეს, როგორც სიბრძნეს, ე. ი. თხზულება სიცრუის წიგნი კი არაა, რომელსაც სიბრძნე მოეპოვება, არამედ ის არის წიგნი სიბრძნისა და სიცრუისა.

ჯერ სათაურის ფორმალური მხარის შესახებ.

მოვიგონოთ, რომ ქართულ სათაურებში ხშირია აზრობრივად კავშირებიანი სიტყვების გამოხატვა გრამატიკული კავშირის გარეშე. მაგ., ვისრამიანი, როგორც ცნობილია, გულისხმობს წიგნს ვისისა და რამინის შესახებ, რასაც მისი სპარსული ორიგინალის სათაური ფორმალურადაც ნათლად გამოხატავს ویس و رامین ვის-ო-რამინ, სადაც „ო“ წარმოადგენს „და“ კავშირს. ამრიგად, თუმცა ქართულ სათაურში „ვისრამიანი“ „და“ კავშირი გრამატიკულად გამოტოვებულია, ის იგულისხმება აზრობრივად. ეს ქართულში ჩვეულებრივია. მაგ., დედ-მამა დედა და მამაა და სხვ. ასევე სათაურში „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“ „და“ სიტყვის არსებობა ასეთი კავშირის გამოსახატავად აუცილებელი არ არის. აქ უფრო არსებითი და საყურადღებოა აზრობრივი კავშირი, რომელიც მხოლოდ და მხოლოდ ორი ცნების განსხვავებული შინაარსით მართლდება მთელი წიგნის აგებულებასთან მიმართებით. ეს ორი ცნება გამოხატავს თხზულებაში არსებული ამბების ორი ხასიათის ნაკადს—მართალსა და ტყუილს.

აქ სიბრძნე გამოხატულია გარკვეული ხასიათის იგავარაკებით, რაც წიგნის დიდ ნაწილს შეიცავს, და სიცრუე განსაკუთრებული ამბებით და მოტივებით. მხოლოდ ასეთ გაგებაში ეძლევა ახსნა სულხან-საბა ორბელიანის ამ წიგნის თემასა და მის შესაბამის სათაურს. რას გულისხმობს საბას განზრახვაში სიცრუე? რას უწოდებს მწერალი სიცრუეს? ეს არის „დიდი სიმტყუნე“, რეალობის საწინააღმდეგო სინამდვილე არარსებულისა, ფანტასტიკა, რომელიც იძლევა სინამდვილის შებრუნებულ სურათს და რაც საბამ შესანიშნავად განმარტა თავის ლექსიკონში როგორც „მოგონებული ტყუილი და არა ქმნილი მყოფობით“ [15]. ყველაფერი ის, რაც იგავ-არაკთა საგანს შეიცავს, არსებითად ადამიანურ, კონკრეტულ ყოფასთან დაკავშირებული სინამდვილეა და ძირითადი ნასკვით ამ ყოფის დამახასიათებელ ნიშანს გადმოსცემს. სიცრუე კი მოგონილის, არარსებულის, ფანტასტიკურის სფეროა და საბა გვაძლევს მის არა ერთ ნიმუშსაც ტყუილების სახით. მაგ., თავგადასავალი ერთი კაცისა, რომელიც თავის ცხენიანად ცერცვის მთესველმა კალათში ჩაისვა, მერე ცერცვთან ერთად პირში ჩაიყარა, სადაც ამ კაცმა თავის ცხენიანად მოტეხილი კბილის ადგილს შეაფარა თავი. თავისთავად თვითონ ცერცვის მთესველს კბილი დაკარგული

ჰქონდა ასეთივე უცნაურ პირობებში: თორმეტი ამხანაგი ქარბუქის დროს მკვდარი კაცის ქალაში შეფარებულიყვნენ, რომელიც მერე მგლის დასაფრთხობად მწყემსს უსროლია, რის გამოც თერთმეტი ამხანაგი მომკვდარა, თვითონ კი გადარჩენილა და მხოლოდ ერთი კბილი კი მოსტეხია ([3], გვ. 116—117).

საბას წიგნში ასეთი სიცრუის თემები და მოტივები ბევრია. თხზულების ერთი გმირის თხრობით, ისეთი ქვეყანაც ყოფილა, სადაც თურმე „მართალს ვერავინ იტყოდა. თუ ვინმე იტყოდა, დიდი სირცხვილი იყო“ ([3], გვ. 105). „მას თემსა სიმართლე და მართალი არ ითქმის, დიდნი და მცირენი ყველანი მტყუარნი არიან“ (იქვე). ეს მოტივი ქართულ ზღაპარშიც მოიპოვება მთელი ჟანრის სახით. კარგად ცნობილია ზღაპრები, სადაც ყველაზე მეტად დაუჯერებელი ტყუილის თქმა შეჯიბრების საგანს წარმოადგენს. საამისოდ ქართულ ზღაპარში შექმნილია ქოსატყუილას სახე. რა არის ამ ტყუილების საგანი? ეს არის სინამდვილის არარეალურ განზომილებაში აღქმა, ადამიანთა სინამდვილესთან მიმართების არარეალურ განზომილებაში წარმოდგენა. ამ მოტივს კარგად ახასიათებს საბას ერთი გმირის თქმა: „მათის ქვეყნის თაგვისოდენი თუ ვიყავ“. ეს მოტივი მთელ ლიტერატურულ ჟანრს ქმნის. მასზეა აგებული გულივერის მოგზაურობის მთელი ქარგა, რომლის საფუძველი ლიტერატურულად უკვე რაბლეს ცნობილ „გარგანტუაში“ იყო შემუშავებული, მასზე ადრე კი ის ცნობილი იყო მსოფლიო ზღაპრის თემატიკაშიც, კერძოდ ათას ერთი ღამის ზღაპრებშიც.

ეს მოტივი საბას ვრცლად გადმოცემული აქვს ეპიზოდში „ცოცხლად დამარხული და უსახოდ დიდი ადამიანები“ ([3], გვ. 112—124), რომელიც შეიცავს ბევრ ამბავს, მისნობას, გრძნებას და საკვირველებას. „ვნახე ერთი კაცი, დიდად უსახოდ დიდი“, „მისი სიდიდე ამისაგან რა გითხრა“, „უბეს ჩამისვა და წამიტანა“ ([3], გვ. 114), „ამ კაცს რუმბისათვის პირი დაედვა და ღვინო სულ ერთ ხლამპად შეესვა“ ([3], გვ. 115). „ორივ შეიპყრა. ერთი ერთის ჩექმის მოგვში ჩაისვა, მეორე—მეორეში“. „რა სიმამრმან ნახა წყალს ცხენი და კაცი მოაქვს, ამოჰკრა ბარი და ცხენ-კაციანად აიღო და მშრალზე დასვა“, „სიდედრმა მიიხედა, სიძე დავარდნილი ნახა, დადგა, აიყვანა ცხენით, გოდორში ჩაისვა, აიკიდა და წაგვასხა ცხენ-კაციანად“ (იქვე).

ტყუილების რეპერტუარში კაცი უჩინ-მაჩინის ქუდით მოქმედებს ([3],გვ. 110), გოგრა ყოველივე ნატვრას ასრულებს, ხელსაფქვავი ყოველივე საჭმელ-სასმელს ყრის ([3], გვ. 108), კაცი მაშიას იცვამს, ფეხს ქვეყანასა ჰკრავს და სადაც უნდა წუთზე იქა ჩნდება ([3], გვ. 110). ვირი ოქროს ყრის ([3], გვ. 107), უთავო შევარდენი წეროს იჭერს ([3], გვ. 105), ყელზე მათრახგამობმული ხოხობი მათრახიან ხოხბებს აჩენს ([3], გვ. 106), თავმოჭრილი და ტაფადაკრული კაცი ტაფებიან შვილებს აჩენს ([3], გვ. 107). ასეთივე მოტივების შემცველია გრძნეული აქიმის ამბავი ([3], გვ. 119—124).

ამ მოტივების წყარო საბასთვის ძირითადად ქართული ხალხური ზღაპარია. ლიტერატურაში არაერთხელ იყო აღნიშნული მისი თემებისა და მოტივების საანალოგო მასალა. კერძოდ ამ „უსახოდ დიდი“ სიმამრისა და სიდედრის პარალელია ქართულ ხალხურ ზეპირსიტყვიერებაში „მუხიგლეჯია

სიმამრისა და სიდედრის ზღაპარი", ჩაწერილი თ. რაზიკაშვილის მიერ ქართლში ([16], გვ. 425, შენიშვნა 79). ამ ზღაპარშიც სიმამრმა წყალში ჩავარდნილ სიძეს „ამოსდო ბარი და გადმოაგდო თავის ცხენხურჯინიანად მშრალზედ". სიდედრმა „ჩამოდგა მიწაზე ცარიელი ხახილი, თავის ცხენიანად სიძე ბიყვანა და ზედ დასვა. მერე ისევ შეიდგა თავზედ და მიაქვს" (იქვე, გვ. 426).

აი ეს მოტივებია სწორედ სულხან-საბა ორბელიანის წიგნის სათაურის სიბრძნე-სიცრუის მეორე ნაწილის „სიცრუის" პირდაპირი საგანი. აი რა არის საბასთვის სიცრუე. მასში არავითარი სიბრძნე არ არის, იმიტომ რომ ის რეალური ცხოვრების ასახვას არ შეიცავს. სიცრუეს რომ არავითარი სიბრძნე არ გააჩნია, ყველაზე უკეთ ეს თვითონ საბამ იცის, რასაც თავის გმირს ასე ათქმევინებს: „აქა მათმან ტყუილმან გამაკვირვა. მრავალი სხვა ასეთი ტყუვილი ითქვა, ვერც დავისწავლე და არც მეფეთ წინაშე იკადრების" ([3], გვ. 110). „არც მეფეთ წინაშე იკადრების" იმას ნიშნავს, რომ მათში საბა, როგორც აღმზრდელი, „სასიბრძნოს" ვერაფერს ხედავს.

აი მთელ ამ სიცრუეს უპირისპირდება რეალური ყოფა, რაც საბას წიგნის ძირთადი თემაა—ნამდვილი სწავლის საგანი. ნამდვილი სიბრძნე, რომელშიაც განზოგადებულია ცხოვრების კერძო მოვლენები, წყაროს საბასთვის ყოველდღიურ ცხოვრებაში იღებს, ამიტომაა ის დამაჯერებელი და მართალი. ეს არის ყოფაცხოვრებითი სიბრძნე, რომელსაც უპირისპირდება ყოფა-ცხოვრებითი სიცრუე—ტყუილი—небылица. ამ სიცრუეს, ტყუილს თვითონ რეალობაში არავითარი საფუძველი არა აქვს, რამდენადაც ის ცხოვრებაში არ ხდება და რა უნდა ესწავლებინა ასეთი სიცრუით საბას?

ერთადერთი ფუნქცია ამ ტყუილებისა ეფექტია, რასაც ჩვეულებრივ ფანტასტიკა ახდენს, და საბა მას იყენებს როგორც მხოლოდ საშუალებას, მხატვრულ ხერხს კონტრასტის შესაქმნელად სინამდვილის შებრუნებულად აღქმაში.

სიბრძნისა და სიცრუის ამ დიპირისპირებაში საბა არა მხოლოდ მხატვრული სიტყვისა და სახის ოსტატად გვევლინება, არამედ მასწავლებლად და აღმზრდელად. აქ ჩანს თვითონ მწერლის რთული პორტრეტიც. საბა აღზრდილია ძველი ქართული, სომხური, სპარსული და იტალიური მწერლობისა და კულტურის გარემოცვაში. სამართლის წიგნები, ქილილა და დამანა, ვარდანის იგავარაკები, ამირ ნასარიანი, ესოპეს ცხოვრება და იგავები და სხვა ასეთი მორალურ-დიდაქტიკური ხასიათის თხზულებანი, რომლებზედაც საბა მუშაობდა და იცნობდა, თავისთავად გასაგებსა ხდის „სიბრძნე-სიცრუის" ავტორის იმპულსს, რის გამოც და რა ვითარებაშიც მან ასეთ თემას მოჰკიდა ხელი. ეს იმ წიგნთა რიგია, რომელშიც „სრული სიბრძნე ამისად შემგზავსებულად საფუძვლად დაუც" და რომელიც მკვეთრად არჩევს „სასიბრძნო სწავლას" „სამხიარულო", „საცრუვო არაკებისაგან" ([17], გვ. 1). ამიტომაა მის ლექსიკონში ზღაპარი განმარტებული როგორც „მოგონებული ტყუილი ამბავად შემჭევრებული და არა ქმნილი მყოფობით", დაპირისპირებული იგავთან, რომელიც „არს სიტყვით მაგალითი, გინა საჩვენებელი, გინა მოსანიშნავი" [15].

აი, ეს ორი ძირითადი თემაა საბას წიგნის სათაურის ორი ცალკეული წყარო, რომლებიც წიგნში მოცემულია სათანადო საილუსტრაციო მასალით— იგავებითა და ზღაპრებით, რის გამოც სწორედ მათი შედგენილობის აღსანიშნავად თხზულებას უწოდა „წიგნი სიბრძნე-სიცრუისა“, ე. ი. წიგნი სიბრძნისა და სიცრუისა, რადგან აქ სიბრძნეც არის ცალკე იგავებში გამოხატული და სიცრუეც—ტყუილ ზღაპრებსა და მოგონილ ამბებში ცალკე მოცემული. ამიტომ მისი სათაური უთუოდ უნდა გავიგოთ როგორც სიბრძნე და სიცრუე და რუსული თარგმანიც შეიძლება იყოს მხოლოდ „Книга мудрости и лжи“, რამდენადაც ის მართალსა და ტყუილ ამბებს შეიცავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
შოთა რუსთაველის სახელობის
ქართული ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.3.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Цагарели. О грамматической литературе грузинского языка. С.-П., 1873.
2. Книга мудрости и лжи (Грузинския басни и сказки XVII—XVIII стол.) Саввы-Сулхана Орбелиани, перевод и объяснения Ал. Цагарели, С.-П., 1878.
3. სულხან-საბა ორბელიანი. სიბრძნე-სიცრუისა, გიორგი ლეონიძის წინასიტყვაობით და სოლომონ იორდანიშვილის რედაქციით. სახელგამი, 1938.
4. Bibliographie Analytique des ouvrages de Monsieur Marie-Félicité Brosset, 1824—1879, S.-P., 1887.
5. Contes Géorgiens par J. Mourier, Tiflis, 1885.
6. The Book of Wisgom and Lies, a Georgian Storybook of the XVIII the century, by Sulkhan-Saba Orbeliani, Translated with notes by Oliver Wardrop (Kolm-Scott Press). London, 1895.
7. Die Weisheit der Lüge von Sulchan-Saba Orbeliani, Berlin—Wilmersdorf, 1933.
8. А. С. Хаханов. Очерки по истории грузинской словестности, выпуск 3-й. Москва. 1901.
9. Сулхан-Саба Орбелиани. О мудрости вымысла. Перевод с грузинского Елены Гогоберидзе, под редакцией Е. Г. Лундберга. Огиз. Государственное издательство художественной литературы. Москва, 1948.
10. ილია ჭავჭავაძე. ჩვენი ეხლანდელი სიბრძნე-სიცრუე (პამფლეტი), 1896 წ., ნაწერების სრული კრებული, ტომი IX, ტფილისი, 1928.
11. კ. კეკელიძე. ქართული ლიტერატურის ისტორია, II, თბილისი, 1952.
12. ალ. ბარამიძე. ნარკვევები ქართული ლიტერატურის ისტორიიდან, II, XV—XVIII ს., თბილისი, 1940.
13. ლევან მენაბდე. სულხან-საბა ორბელიანი. მონოგრაფია, თბილისი, 1953.
14. Сулхан-Саба Орбелиани. Мудрость лжи. Перевод с грузинского Ал. Цагарели, редакция, предисловие, коментарии С. Иорданишвили, литредакция Ю. Тынянова. „Заря Востока“, [Тбилиси], 1939.
15. ქართული ლექსიკონი, შედგენილი საბა-სულხან ორბელიანისაგან, გამოცემული რაფ. ერისთავის რედაქტორობით. თბილისი, 1884.
16. რჩეული ქართული ხალხური ზღაპრები, ელენე ვირსალაძის რედაქციით, შესავალი წერილითა და შენიშვნებით. სახელგამი, თბილისი, 1949.
17. ქილილა და დამანა—სპარსულისაგან ქართულად ნათარგმანები მეფისა ვახტანგისაგან, ილია ჭყონიას რედაქციით, თბილისი, 1886.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 5, 1954

ი. ბძელიშვილი

თეთრი წყაროს რაიონის ნასოფლარები

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ნ. ბერძენიშვილმა 12.2.1954)

1949—1952 წლებში თეთრი წყაროს რაიონში მუშაობდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის ქვემო ქართლის ისტორიულ-არქეოლოგიური ექსპედიცია[1]. ამ საველე მუშაობით გამოვლინდა და რუკაზე აღინიშნა მანამდე უცნობი 300-ოდე ძეგლი— მონასტრებისა და საყდრების ნანგრევები, ნაქალაქარები, ნასოფლარები, ციხეებისა და კოშკების ნაშთები, ეპიგრაფიკული ძეგლები, ყორღანები, სამაროვნები და სხვ. ეს ძეგლები სხვადასხვა დროისაა, ენეოლითიდან დაწყებული, ვიდრე XVII—XVIII ს.ს.-მდე. ამათი უმეტესობა ფეოდალური დროის ძეგლებია, უმთავრესად ნასოფლარები, რომელთა რიცხვი ორ ასეულს აღწევს.

ექსპედიციამ თავიდანვე განსაკუთრებული ყურადღება მიაქცია ერთ ჯგუფს ნასოფლარებისას, რომლებიც მდ. ჭივჭივის ხეობაში მდებარეობენ ნადარბაზევის, ვახუშტისეული „თამარ მეფის ნასასახლევის“ ირგვლივ, და კიდევ ორ ნასოფლარს ამ ხეობის გარეშე (ანდრია და ბედენი, იხ. სქემა).

ნასოფლარების განლაგების სქემა

ეს ნასოფლარებია:

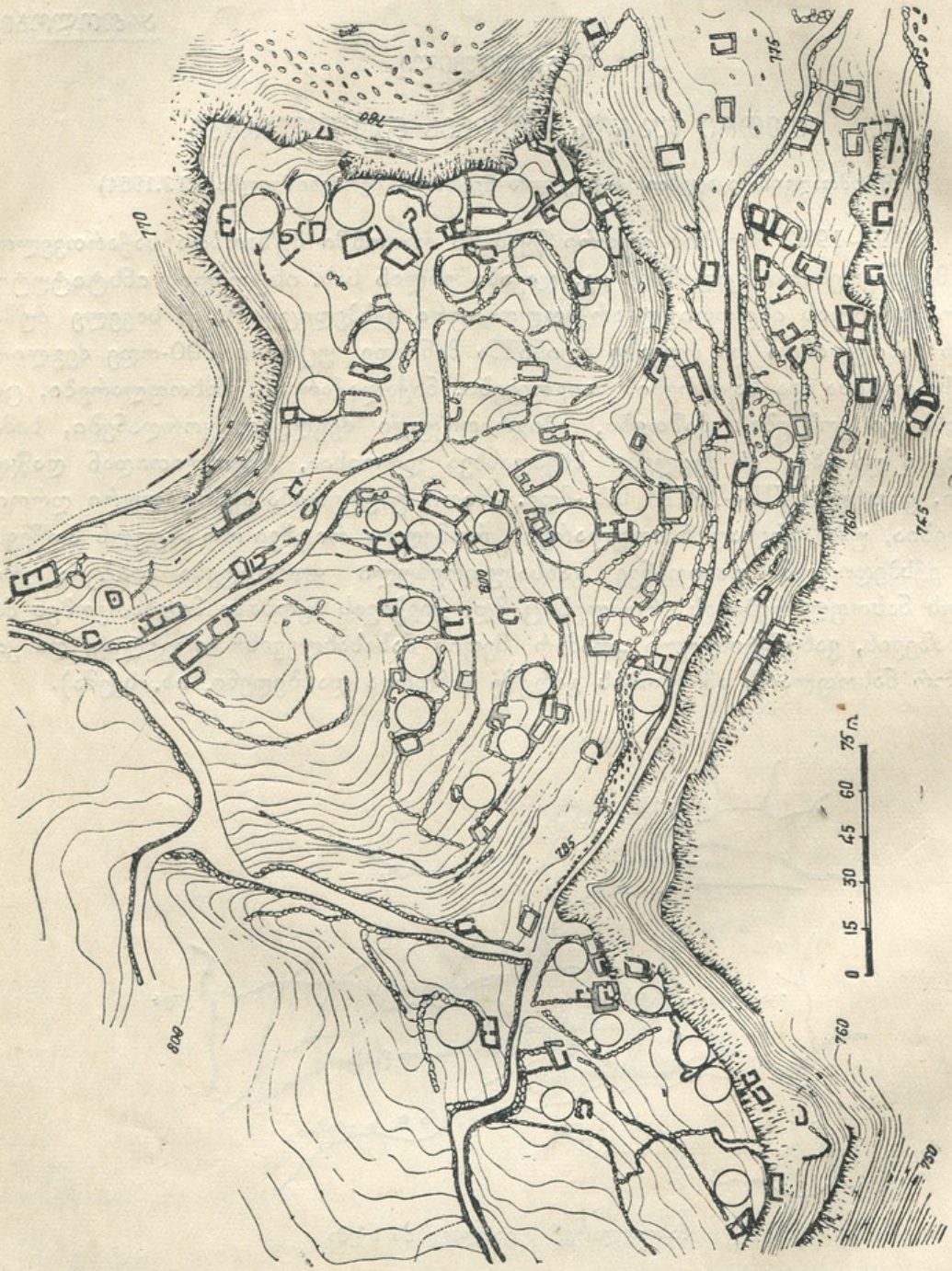
1. ანდრია—ხრამის მარცხენა ნაპირას, სოფ. ქოსალართან;

---

[1] ექსპედიციას ხელმძღვანელობდა პროფ. ნ. ბერძენიშვილი.

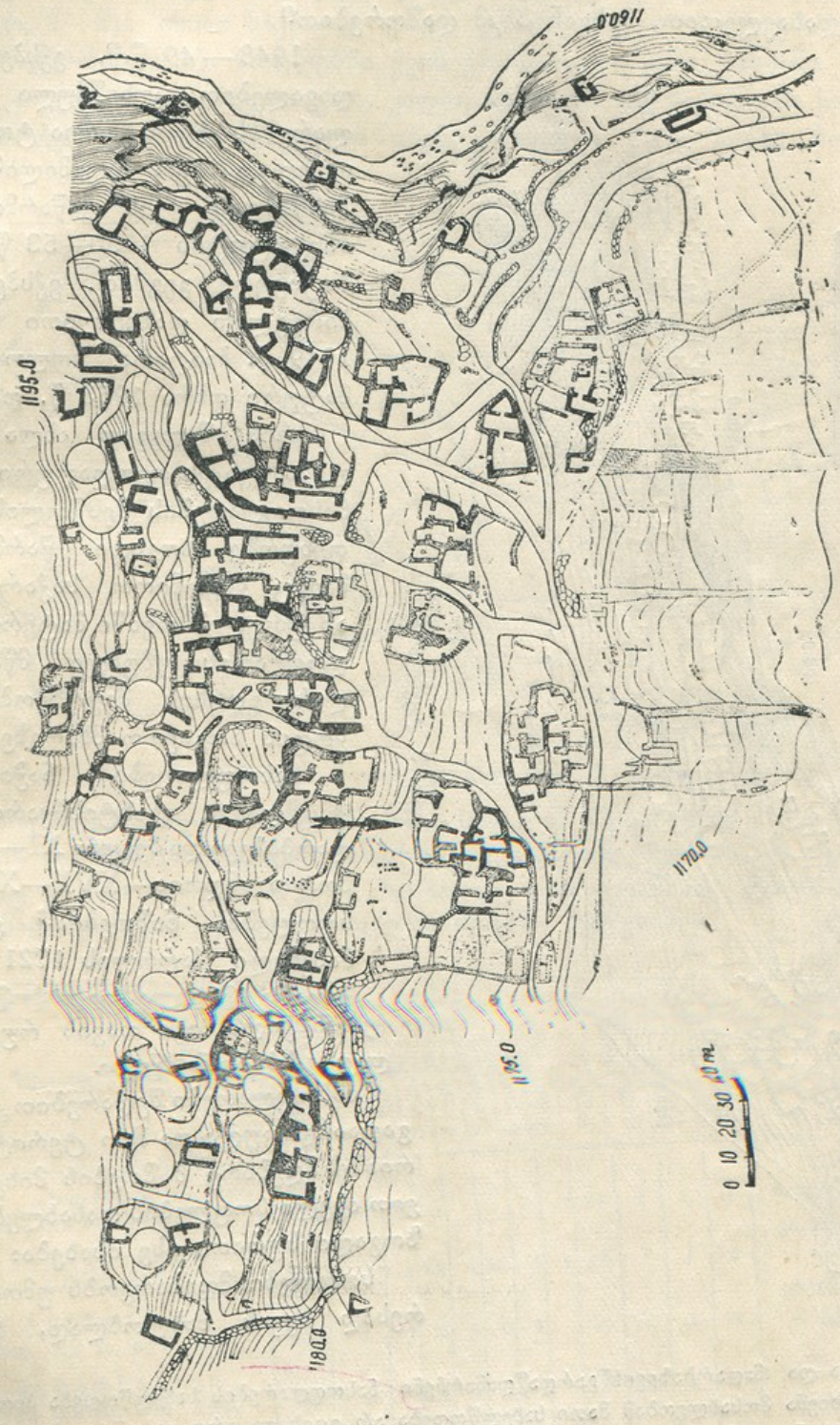
2. ნაჭივჭავები—თეთრი წყაროს დასავლეთით, მისგან 3 კმ მანძილზე, მდ. ჭივჭივის მარჯვენა ნაპირას, ამ მდინარეზე გადებულ ხიდთან;

3. ტყემლარა—მდ. ჭივჭივის მარჯვენა ნაპირას, ნაჭივჭავების ჩრდილოეთით, მისგან 4 კმ დაშორებით, სოფ. ივანოვკაში მიმავალი შარაგზის პირას;



სურ. 1. ანდრია

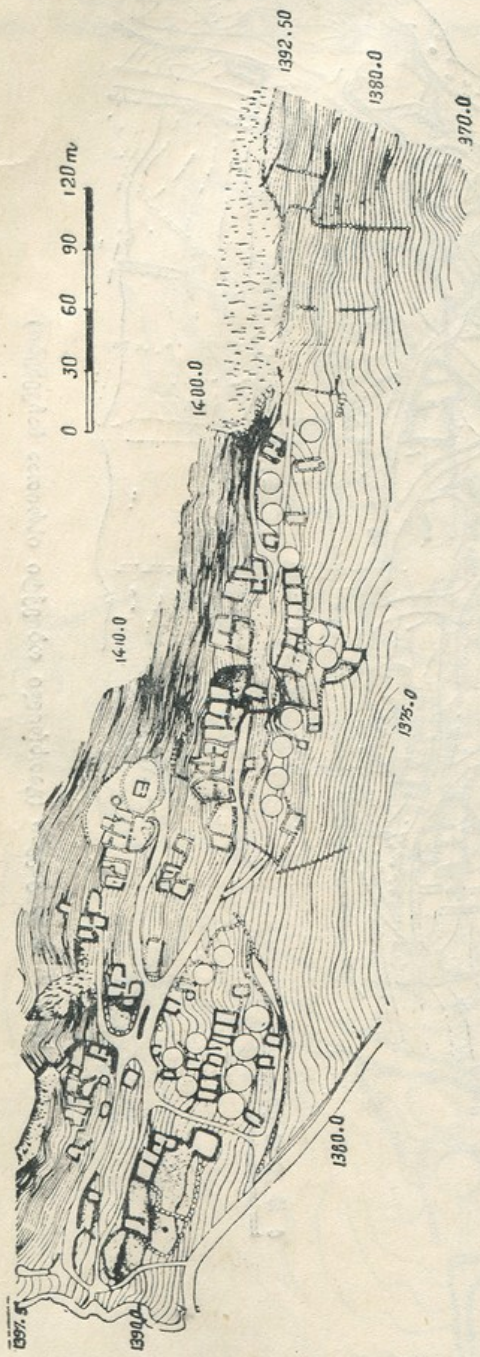
4. ნადარბაზევი—მდ. ირაგვისა და მდ. ჭივჭივის წყალგამყოფ ვაკობზე, ნაჭივჭავების ჩრდილოეთით, მისგან ხუთი კმ დაშორებით, სოფ. ივანოვკაში მიმავალი შარაგზის პირას;



ნ. 2. ნაშენები (გათხრილი ობიექტი ისრითაა ნაჩვენები)

5. ტახტისწყარო—მდ. ჭივჭივის მარჯვენა ნაპირას, ნადარბაზევის ჩრდილო-აღმოსავლეთით, მისგან 1 კმ მანძილზე;

6. ბედენი—ბედენის პლატოს ცენტრალურ ნაწილში, სოფ. ივანოვკის ჩრდილო-დასავლეთით, მისგან 3 კმ დაშორებით[1].



სურ. 3. ტყემლარა

1948—49 წ.წ. ექსპედიციის დავალებით აღნიშნული ნასოფლარების ტერიტორია ტოპოგრაფიულად იყო აგეგმილი[2]. მათ შესწავლას ჩვენ ვაწარმოებდით ინსტიტუტის 1950—53 წ.წ. თემატიკური გეგმით. ექსპედიციამ პირველად დაზვერვითი გათხრა 1949 წ. ჩაატარა, ხოლო სისტემატური თხრა 1953 წ. დაიწყო.

ამის შედეგად ახლა საშუალება გვაქვს ფეოდალური დროის ნასოფლარების შესწავლის ამ საფეხურზე ზოგადი წარმოდგენა მაინც ვიქონიოთ საქართველოს ამ უძველეს თემში მატერიალური დოვლათის უშუალო მწარმოებლის—გლეხის მეურნეობაზე და ყოფის ზოგიერთ მხარეზე.

ნასოფლარები ნაჭივჭავები, ტყემლარა, ტახტისწყარო, ნადარბაზევი და ბედენი XI—XVI სს, ხოლო ანდრია—XVII—XVIII სს სოფლების ნაშთებია[3]. ეს უკანასკნელი ქართლის 1721 წ. აღწერაში შესულა და ვახუშტი ბატონიშვილს იგი თავის რუკაზედაც აქვს აღნიშნული.

ნასოფლარები შედარებით კარგადაა დაცული და მათ ტერიტორიაზე მდებარე ნაშთების მიხედვით ძველი სოფლების დასახლების ზოგადი სურათი ასე ისახება:

სოფლები მდებარეობს უმთავრესად ხევის მახლობლად, ხან

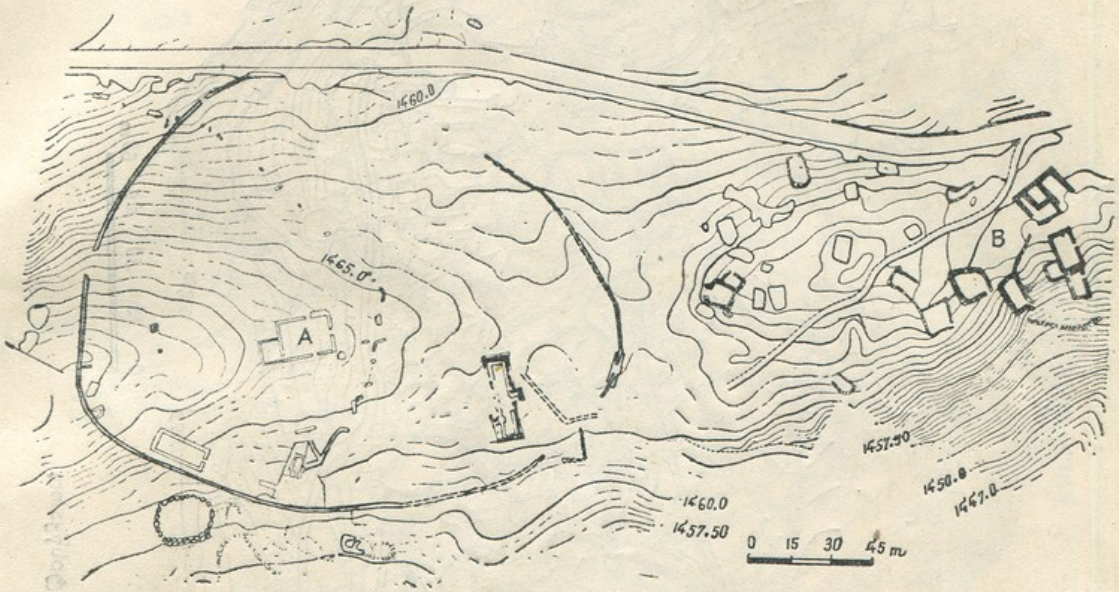
---

[1] ანდრიასა და ნადარბაზევის გარდა დანარჩენი ნასოფლარების სახელწოდება პირობითია. ადგილობრივმა მოსახლეობამ მათი სახელწოდება არ იცის და არც ვახუშტი ბატონიშვილის რუკაზეა ისინი აღნიშნული.

[2] ეს სამუშაო შეასრულა „საქკომუნპროექტმა“.

[3] ნასოფლარების დათარიღება დაზუსტებას მოითხოვს.

ფლატეზე, ხოლო უმეტეს შემთხვევაში—დამრეც ფერდობებსა და მათ ძირობაზე (სურ. 1—6). ისინი საკმაოდ დიდი დასახლებული პუნქტები ყოფილა (გარდა ნადარბაზევისა). სოფლებში ქვის ერთსართულიანი ბანიანი სახლები მდგარა. ყოველ სახლს თავისი ეზო, კალო, საბძელი და საქონლის სადგომიც ჰქონია. სოფელში ისეთი სასოფლო გზები ყოფილა, რომ მათზე ბორბლიან

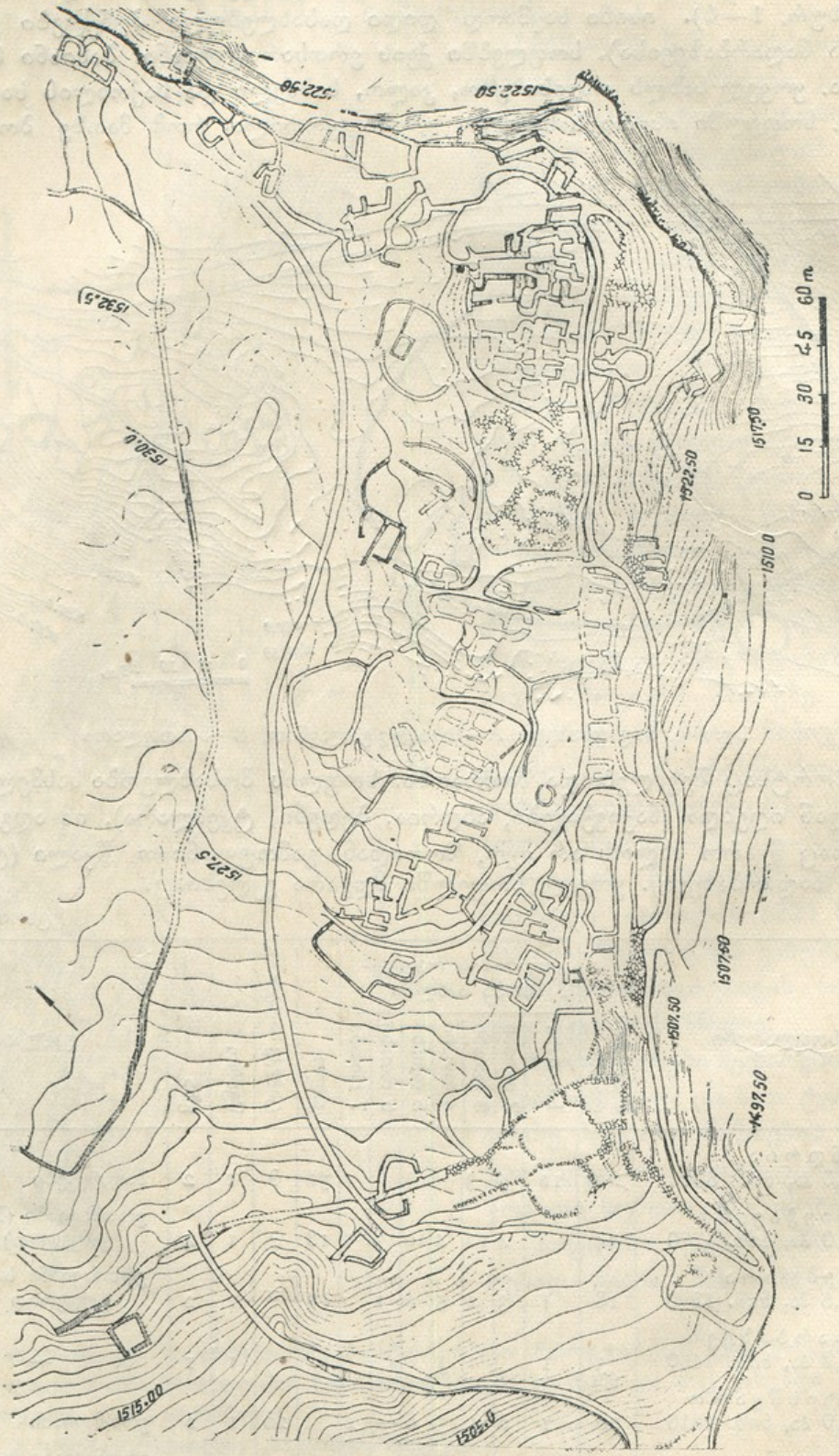


სურ. 4. ნადარბაზევი: A—სასახლე გალავნით, B—ნასოფლარი

ტრანსპორტსაც შეეძლებოდა მოძრაობა. სოფლის მოსახლეობა სასმელ წყალს წყაროდან იღებდა (ნაჭივჭავები, ანდრია, ბედენი, ტყემლარა), იმ ადგილებში კი, სადაც წყარო ახლოს არ იყო, შორიდან გამოუყვანიათ წყალი (ტახტისწყარო, ნადარბაზევი). ყოველ სოფელში მდგარა ეკლესიაც.

ცხრილი 1

ნასოფლარები	სახლების რაოდ.	ოთახების რაოდენობა სახლში							კალო	ცალკე სადგომი	წყარო	გზა	ეკლესია
		1 ოთახი	2 ოთახი	3 ოთახი	4 ოთახი	5 ოთახი	6 ოთახი	7 ოთახი					
ანდრია ფართ. 6,0 ჰა, ნიშ. 800	>24	12	9	3					32	?	1	2	ნანგრევები
ნაჭივჭავები ფართ. 6,0 ჰა, ნიშ. 1200	34		4	12	4	10	3	1	18	?	1	4	ერთნავიანი (XIII ს-ის კანკელით)
ტყემლარა ფართ. 3,5 ჰა, ნიშ. 1390	18	1	3	2	5	6	1		19	?	1	2	ერთნავიანი სამხრ. ეკვდერით
ნადარბაზევი ფართ. 0,2 ჰა, ნიშ. 1460	3	1		1	1						1	1	—
ტახტისწყარო ფართ. 3,0 ჰა, ნიშ. 1515	26	1	6	5	5	8	—	2		20	1	2	ერთნავიანი
ბედენი ფართ. 5,0 ჰა, ნიშ. 1740	18		3	5	3	6	1	—	16	15	1	4	ერთნავიანი სამხრ. და დასავ. მინაშენით



სურ. 5. ტაძრისწყარო

როგორც ცნობილია, სოფ. ანდრია ნასოფლარად იქცა XVIII ს. ბოლოს, დანარჩენმა ხუთმა სოფელმა კი უფრო ადრე შეწყვიტა ცხოვრება— შეიძლება მონღოლების ან რომელიმე სხვა მტრის შემოსევის შედეგად.

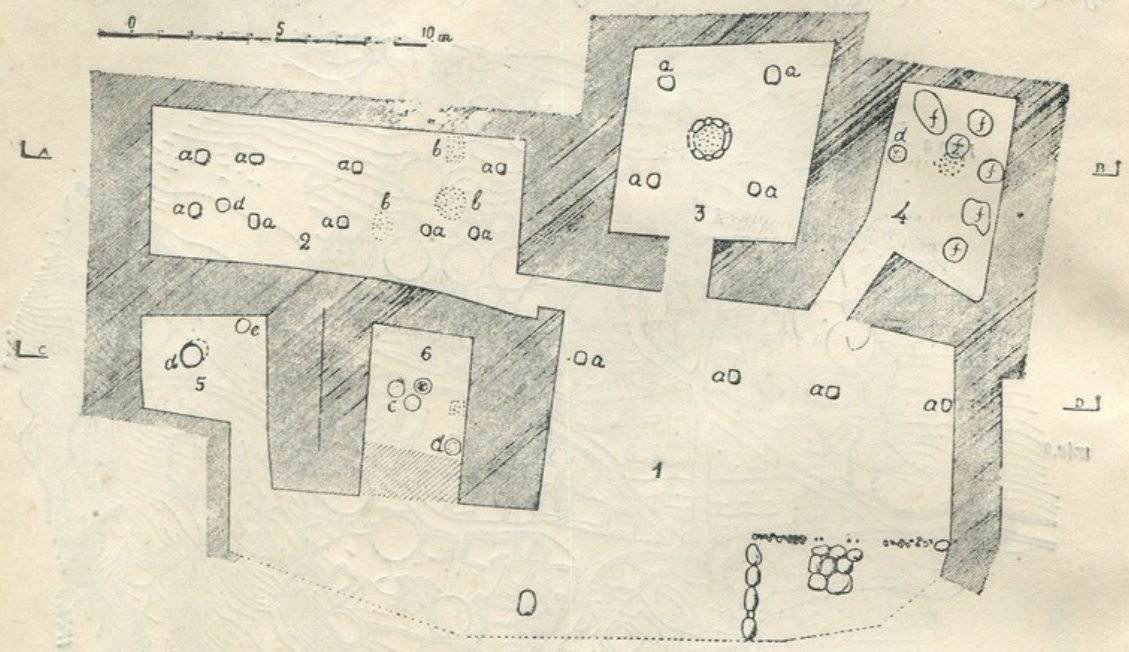
სურ. 6. ბადენი

გეგმებიდან კარგად ჩანს, რომ სახლი ერთი ან რამდენიმე ოთახისაგან შედგებოდა. ეს უკანასკნელები განკუთვნილი ყოფილან როგორც საცხოვრებლად, ისე სხვადასხვა სამეურნეო დანიშნულებისათვის. რამდენიმე ოთახისაგან შემდგარ სახლს გარედან ერთი ან ორი შესავალი, ან თითოეულ ოთახს ცალკე შესავალი ჰქონია.

ნასოფლარების გეგმების მიხედვით სოფლებში დასახლების დამახასიათებელი სურათი მოცემულია 1 ცხრილში.

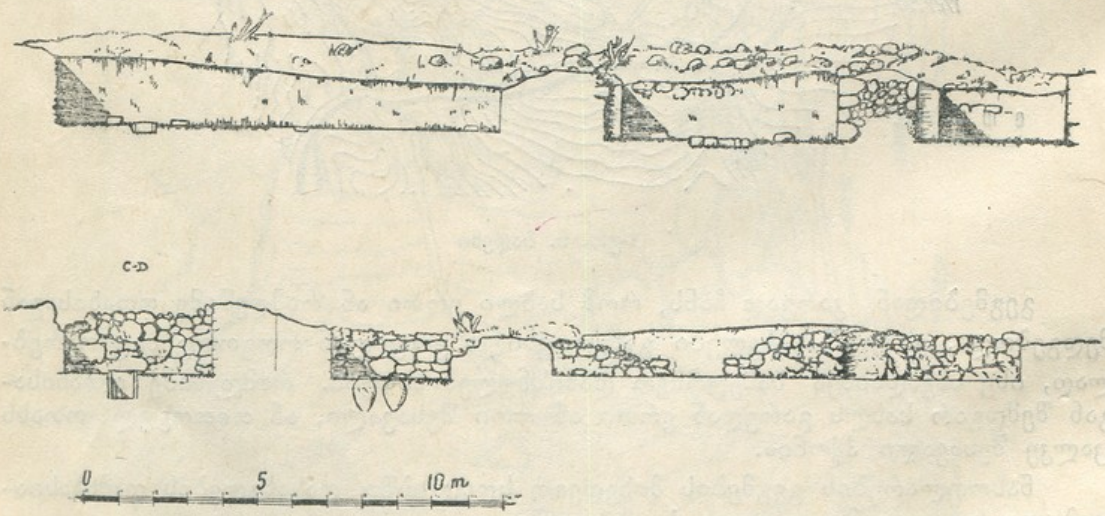
მოყვანილი მასალებიდან თითქოს იმ დასკვნის გამოტანა შეიძლება, რომ საქართველოს შუაფეოდალური დროის სოფლების (ნაჭივჭავების, ტყემლარის, ტახტისწყაროსა და ბედენის) დასახლების სურათი სხვაა უფრო გვიანი პერიოდის სოფელთან შედარებით (ანდრია). უკანასკნელში ჭარბობს 1—3-ოთა-

ხიანი სახლები. ნადარბაზევის დასახლების ხასიათი კი ყველასაგან განირჩევა: აქ ნაგებობანი სასახლის დამხმარე უჯრედებს უნდა წარმოადგენდეს.



სურ. 7. 1—ეზო, 2—თავლა, 3—დარბაზი, 4—საკუჭნაო, 5—სათონე, 6—მარანი, *a*—ქვის ბალიშები, *b*—ნაცრის გროვები, *c*—ქვევრები, *d*—თონეები, *e*—სანაცრე *f*—ორმოები

ნასოფლარების თხრა ჩვენში ახალი საქმეა. თეთრიწყაროს რაიონში ნასახლარების გათხრა (ნადარბაზევსა და ნაჭივჭავებში) პირველად არქეოლოგმა



სურ. 8

გ. ლომთათიძემ ჩაატარა. თხრით მოპოვებულმა მასალამ მას საშუალება მისცა ეს ნასახლარები XI—XIII სს დაეთარიღებინა. 1953 წლის შემოდგომაზე საკმაოდ ფართოდ ჩავატარეთ თხრა ისტორიის ინსტიტუტის ხაზით,

ნაჭივჭავებში (გაითხარა ერთი ნასახლარის მთლიანი კომპლექსი)[1]. ამის შედეგად დავადგინეთ, რომ გლეხის სახლ-კარი შედგებოდა ეზოსა და ხუთი ოთახისაგან. ამათგან ერთი იყო დარბაზი, რომლის ცენტრში ირგვლივ შემოწყობილი დიდი კერა მოეწყოთ. მეორე, გრძელი ოთახი წარმოადგენდა სახვასტაგოს (საქონლის სადგომს, რომელშიც ადამიანებიც იყვნენ ხოლმე), რომლის სხვადასხვა ადგილას კერები და პატარა თონე (სათბური) იყო მოწყობილი. მესამე ნაგებობა ყოფილა საკუჭნაო, რომელშიაც მოუთავსებიათ სამეურნეო დანიშნულების ორმოები, ოთახის ცენტრში კერა და დასავლეთ კედელთან პატარა თონე (სათბური). მეოთხე ნაგებობა სათონეს წარმოადგენდა, ხოლო მეხუთე—მარანს, რომელშიაც სამი ქვევრი იყო დაფლული და იქვე პატარა თონე (სათბური) ჩადგმული.

როგორც ყველა ნასოფლარში, ისე აქ სახლი ერთსართულიანი და ბანიანი ყოფილა, გარდა დარბაზისა, რომელსაც, შესაძლებელია, დარბაზული გადახურვა ჰქონდა. სახლის ერთმანეთზე მიდგმული კედლები ქვისა ყოფილა (მშრალი წყობა), სახლს წინ დერეფანი ჰქონია (სურ. 7 და 8)[2].

თხრით მოპოვებული მასალიდან ჩანს, რომ სოფლის მოსახლეობა ხმარობდა ერთფეროვნად და პოლიქრომულად მოჭიქულ თიხის ჭურჭლებს—უმთავრესად ჯამებსა და ფიალებს, მაგრამ უფრო მეტად კი წითელი თიხის მოუჭიქავ ჭურჭლებს, ჯამებს, ფიალებს, ხელადებს, დოქებს, ყურიანსა და უყურო ქოთნებს, ქვევრებს და სხვ.

თხრისას აღმოჩენილ ცხოველთა და ფრინველთა ძვლების უამრავი ფრაგმენტის მიხედვით ჩანს, რომ გლეხს საკმაოდ ჰყოლია მსხვილფეხა და წვრილფეხა საქონელი, ღორი და ფრინველი.

განათხარი მასალის მიხედვით ჯერჯერობით ნასახლარი XI—XIII სს უნდა დათარიღდეს.

ნასოფლარების შესწავლის ამ საფეხურზე შემდეგი დასკვნების გამოტანა შეიძლება: გლეხის სახლი შუა საუკუნეებში (მეტადრე XI—XIII სს) რამდენიმე ოთახისაგან შედგება. მისი სახლი განვითარებული სოფლის მეურნეობის შედეგია. მდ. ჭივჭივის ხეობის სოფლებში უმთავრესად მიწათმოქმედებას და მესაქონლეობას მისდევენ და ამას რაიონის გეობოტანიკური პირობებიც უწყობს ხელს (სახნავ-სათესი მიწები და საძოვრები). ამ პერიოდში მაინც სოფლის მეურნეობა დამოუკიდებლად არ ვითარდება, იგი შეპირობებულია ხევში გაერთიანებული სოფლების მთელი მეურნეობით და ამით განისაზღვრება ამა თუ იმ სოფლის მეურნეობის წამყვანი სახეც და მისი მოცულობაც. ფეოდალური სოფელი განვითარებული სახის დასახლებული პუნქტია და ხალხის მრავალსაუკუნიანი ბინადარი ცხოვრების შედეგია[3].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის
ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.2.1954)

([1] ექსპედიციაში მონაწილეობდნენ: ი. გძელიშვილი, ლ. რჩეულიშვილი, ტ. ჩუბინიშვილი, და ელ. კვესი.

([2] ძეგლები აზომა არქიტექტორმა ლ. რჩეულიშვილმა.

([3] ამის პირდაპირი საბუთია ის, რომ თეთრი წყაროს რაიონში, ისევე როგორც მის მახლობლად მდებარე სხვა რაიონებში, არის შუა საუკუნეების წინა ხანის მოსახლეობათა ნაშთების დიდი რაოდენობა.

რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 19.4.1954 სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 5
ანაწყობის ზომა 7×11 ნაბეჭდი ფორმა 5,5
შეკვ. 382 უე 01500 ტირაჟი 1000

ᲢᲝᲛᲘ 5 ᲜᲐᲬ.

ᲓᲐᲛᲢᲙᲘᲪᲔᲑᲣᲚᲘᲐ
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 განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საკუთარი ხელით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, საკალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის 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, ᲫᲔᲠᲟᲘᲜᲡᲙᲘᲡ Ქ., 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XV, № 5, 1954

Основное, грузинское издание