

529
1997/2

ISSN—0132—1447



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

ბოაზბე

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

155

№ 3

1997

თბილისი • TBILISI

უნიტარსი

მათემატიკა

- ს. თოფურია. მრავალი ცვლადის ფუნქციის განზოგადებული კერძო წარმოებული და სასაზღვრო ამოცანები 353
- ა. ლაშხი, თ. კვირიკაშვილი. პერსპექტიული ასახვები მოდულეზე 357
- ზ. წიკლაური. განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემების მიმართ ფურიეს მწკრივების აბელის მეთოდით შეჯამებადობა და ფუნქციათა კლასები 360
- გ. ონიანი. B(Φ) ბაზისების მიმართ ინტეგრალთა დიფერენცირების შესახებ 362

მექანიკა

- თ. იამანიძე, მ. ლოსაბერიძე. ქანისა და ინსტრუმენტის ურთიერთქმედებისას ნახევარსიბრტყის დაძაბული მდგომარეობის შესწავლა 365

კიბერნეტიკა

- მ. ჯიქია, ნ. ახვლედიანი. თვითმართვა დასწავლის პროცესებში 368
- ქ. ფანჩიძე. „არამკაფიო“ კომპიუტერული ტესტირების მეთოდი ახალგაზრდა დისპეტჩერებისათვის 372

ფიზიკა

- კ. დალაქიშვილი, ო. ნამიჩიშვილი. რეპროდუცირებადი რადიოფიზიკური სისტემების ოპტიმალური სინთეზი 376
- ჯ. ბერიძე, თ. ბერიძე. ანიზოტროპიის ფლუქტუაციებზე სინათლის გაბნევის გამოკვლევა 384
- გ. ჯანდიერი, ე. დიასამიძე, ვ. ლლონტი, ვ. ჯანდიერი. სიჩქარის ფლუქტუაციებზე გაბნეული ელექტრომაგნიტური ტალღების სიხშირეთა სპექტრის შესახებ 389

ბიოფიზიკა

- ვ. ამირანაშვილი, კ. თავართქილაძე. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების გავლენა მზის სხივური ენერჯიის ცვალებადობაზე თბილისში 390
- თ. ხელაძე. მინიმალური ტემპერატურის მოკლევადიანი პროგნოზი ქ. თბილისისათვის 393
- რ. კილაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. კუხიანიძე, ნ. კაჭახიძე, გ. რამიშვილი, მ. კაჭახიძე. შესაძლო კავშირების ძიება ძლიერ მიწისძვრებსა და ატმოსფერულ მოვლენებს შორის კავკასიის, თურქეთისა და საბერძნეთის სეისმოაქტიური რეგიონებისთვის 397

- ე. ელიზბარაშვილი, თ. ალადაშვილი. მზის აქტივობა და პავის საუკუნეობრივი რყევადობა თბილისში 399

ორბანული ძივისა

- ლ. წაჭაძე, მ. სტურუა, ნ. კუპატაშვილი, თ. ვეფხვაძე, რ. ზიაევი, შ. სამსონია, ა. აბდუსამატოვი. მცენარე *Cocculus laurifolius D. C.* აღკალიდები 402

ელექტროძივისა

- რ. კვარაცხელია, ე. კვარაცხელია. მოლიბდენის მყავას ვოლტამპერომეტრია მყარ ელექტროდებზე 405

ბეოლოგია

- დ. შენგელია, მ. გაგნიძე, ა. კვიციანი. ახალი მონაცემები მდ. ნენსკრას შუა წელის (ზემო სვანეთი) გეოლოგიური აგებულებისა და მადანგამოვლენის შესახებ 409
- ფ. მისაძე. ახალი მონაცემები ჟინვალ-გომბორის ქვეზონის აგებულების შესახებ და მისი პალინსპასტიკური რეკონსტრუქცია 413
- ე. კოტეტიშვილი. საქართველოში ქვედაცარცული კარბონატული პლატფორმის არსებობის შესახებ 418
- ე. გამყრელიძე (აკადემიკოსი). კავკასიის და მისი მოსაზღვრე არეების ტერეინები 422
- ლ. ცირეკიძე. საქართველოს ქვედაცარცული პლატფორმული კარბონატების მიკროფაუნა და მისი კავშირი ზღვის აუზის ბათიმეტრულ ზონალობასთან 427

პეტროლოგია

- ა. ოქროსცვარიძე. კავკასიონის ჰერცინული პლუტონური სერიების პეტროგენეზური მოდელი 432

მინერალოგია

- რ. ახვლედიანი, ბ. თუთბერიძე. ბიოტიტების შედგენილობის თავისებურებანი საქართველოს ზოგიერთ ახალგაზრდა (ნეოგენ-მეოტხეული) ვულკანიტში 436

სამშენებლო მექანიკა

- ს. გელხვიძე. სიხისტის მატრიცების აგების ხერხის შესახებ ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების დინამიკაში 440

ჰიდროტექნიკა

- ც. მირცხულავა (აკადემიკოსი). ეკოლოგიური რღვევების (დაზიანებების) ზღვრული ტოლერანტული მნიშვნელობების დადგენა 446

ნიღაბთმცოდნეობა

თ. ურუშაძე (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ჩიქიკოვა, ა. ურუშაძე.
 თიხამინერალები მდ. მტკვრის აუზის ალუვიურ ნიადაგებში 451

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ე. გიორგობიანი, მ. კიკვიძე, შ. ჭანშვილი. ბენზილამინოპურინის გავლენა
 ვაზის ფოთლებში ფოსფორის და აზოტის ნაერთთა ფორმების
 შემცველობაზე 457

ე. კაპანაძე, მ. ბილანიშვილი, ნ. ფასურაშვილი. თავისუფალი ამინომჟავების
 შემცველობა კაკლის (*Juglans regia* L.), პეკანის
 (*Carya pecan* Engl.) და შავი ფიჭვის (*Pinus nigra* Arn.)
 მტვრის მარცვალში 461

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. სიხარულიძე, ვ. თამამშვევა, ც. სალია, გ. სარიშვილი. გულის კუნთის
 შეკუმშვის უნარიანობა და ძირითადი მიოფიბრილური ცილების
 ფრაქციული თანაფარდობის შესწავლა ერთჯერადი მაქსიმალური
 ფიზიკური დატვირთვის პირობებში 464

ე. მითაიშვილი. ემოციური მდგომარეობის გავლენა დაყოვნებულ
 რეაქციების შესრულების უნარზე თეთრ ვირთაგვევში 468

ე. ვეკუა. „არასპეციფიკური გრუმინგის“ დინამიკა უმაღლესი ნერვული
 მოქმედების ინფორმაციული პათოლოგიის განვითარების
 ადრეულ ეტაპზე თეთრ ვირთაგვევში 472

ბიოფიზიკა

ე. ჩიკვაძე, ი. ქირიკაშვილი. Cu(II) იონების ბიომაკრომოლეკულებთან
 კომპლექსების ეპრ გამოკვლევა 474

ბიოქიმია

ბ. ლეკიშვილი, გ. ლეკიშვილი, ნ. ალექსიძე (საქ. მეცნ. აკად. წევრ-
 კორესპონდენტი). ზოგიერთი ჰორმონის კანცეროგენური
 აქტივობის მათემატიკური გამოკვლევა 479

თ. ზაალიშვილი, დ. მარგიანი, ი. გაბრიაძე, ვ. ფილაური, ნ. სურგულაძე.
 ვირთაგვას თავის ტვინის ნეირონული და გლიური უჯრედების
 ბირთვებისა და ბირთვული მატრიქსების NMN
 ადენილილტრანსფერაზული აქტივობა 483

ჯ. კერესელიძე. ამერიკული მსხვილნაყოფა შტომის (*Oxycoccus*
macrocarpus Pers.) ბიოქიმიური გამოკვლევის შედეგები 486

რ. გახოკიძე, ნ. გიუნაშვილი. მცენარეთა ზრდის რეგულატორის –
 ლუკრეაზინის გავლენა ნიტრატული აზოტის ასიმილაციაზე
 ლობიოს პირველად ფოთლებში ვეგეტაციის ადრეულ
 სტადიებში 489

20909

საქართველოს
 ეროვნული
 ბიბლიოთეკა

ფიტოპათოლოგია

- დ. ნოლაიდელი, ე. მეგრელიძე. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary
 პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურა საქართველოში
 1991 წელს 491
- პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია
- გ. კაკულია, ნ. მიქაია. ნემატოდის ახალი სახეობა *Heterorhabditis
 poinari* Sp. nov. (Rhabditida; Heterorhabditidae)
 G. Kakulia et N. Mikaia 496
- ციტოლოგია
- მ. გაბრიჭიძე, პ. ჭელიძე, გ. თუმანიშვილი. თავვის ინტაქტური და
 რეგენერირებადი თირკმლის პროქსიმალური მილაკის
 ეპითელიუმის ბირთვაკების მოცულობითი სტრუქტურის
 გარდაქმნის დინამიკის მოდელირება ულტრასტრუქტურული
 კომპიუტერული ტომოგრაფიის გამოყენებით 499
- ექსპერიმენტული მემლიცინა
- ნ. გაფრინდაშვილი, ა. ალექსიძე, თ. ალექსიძე. გლაუკომის სადიაგნოსტიკო
 თიმოლოლ-მალეატის სინჯის β-ადრენერგული მექანიზმები 504
- ბ. ხორავა, ა. სიხარულიძე, გ. კერესელიძე, ნ. კოჭლავაშვილი,
 ლ. გომელაური. თალამუსის წინა ვენტრალური ბირთვის
 მონომინერგული სტრუქტურების გავლენა გულის კუნთის
 ფუნქციურ მდგომარეობაზე ჰიპერტენზიის პირობებში 509
- მ. გიორგობიანი, ჯ. ონიანი. ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ტკივილის
 სინდრომის მკურნალობა ბავშვებში ცენტრალური
 ელექტროანალგეზიის გამოყენებით 513
- პალეობიოლოგია
- ე. ყვავაძე, ლ. რუხაძე, ი. გაბაშვილი. ვერტიკალური მცენარეული სარტყლების
 გადაადგილების პროცესები კავკასიის მთებში, როგორც
 პოლოცენური დროის კლიმატური ფლუქტუაციების ასახვა 515
- ფსიქოლოგია
- ნ. ახვლედიანი. სილოგისტური ტესტები 519
- ენათმეცნიერება
- ი. კაპანაძე. ნასესხები სიტყვები ბერძნული ბიბლიური წიგნების ქართულ და
 რუსულ თარგმანებში (კერპი – cumir-idol-istucan podobie) 524
- ხელოვნების ისტორია
- ჩხეიძე. ქართული მართლმადიდებელი ლიტურგიის კომპოზიციური
 თავისებურებანი 528



ბ. თოფურიანი

მრავალი ცვლადის ფუნქციის განზოგადებული კერძო
 წარმოებულნი და სასაზღვრო ამოცანები

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ქიქიშვილმა 18.11.1996

წამოიყვანა მოყვანილია მრავალი ცვლადის ფუნქციის განზოგადებული კერძო წარმოებულების ცნება და დამტკიცებულია თეორემები R_{-}^{k+1} ($k > 1$) სივრცისათვის პუასონის ინტეგრალის კერძო წარმოებულების სასაზღვრო თვისებების შესახებ, როდესაც სიმკვრივის ფუნქციას გააჩნია განზოგადებული კერძო წარმოებულება.

გამოყენებულია აღნიშვნები: $R^k - k$ განზომილების ევკლიდეს სივრცე ($R = R^1$); $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$, $t = (t_1, t_2, \dots, t_k)$, $x^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_k^0)$ R_k სივრცის წერტილებია (ვექტორე-

ბი); $(x, t) = \sum_{i=1}^k x_i t_i$ სკალარული ნამრავლია; $|x| = \sqrt{(x, x)}$; $(x+t) = (x_1+t_1, x_2+t_2,$

$\dots, x_k+t_k)$. ვთქვათ, [1, გვ. 174] $M = \{1, 2, \dots, k\}$ ($k \in N, k \geq 2$) და B არის M -ის ნებისმიერი ქვესიმრავლე, ხოლო $B' = M \setminus B$ წარმოადგენს B -ს დამატებას M -მდე. ნებისმიერი $x \in R^k$ -თვის და ნებისმიერი $B \subset M$ სიმრავლისათვის x_B სიმბოლოთი აღნიშნულია ისეთი წერტილი R^k -დან, რომლის კოორდინატები ინდექსებით B სიმრავლიდან ემთხვევა x წერტილის შესაბამის კოორდინატებს, ხოლო კოორდინატები ინდექსებით B' სიმრავლიდან ნულებია ($x_M = x, B \setminus \{i\} = B \setminus i$;

თუ $B = \{i_1, i_2, \dots, i_s\}$, $1 \leq s \leq k$ ($i_l < i_r$, როცა $l < r$), მაშინ $\bar{x}_B = (x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_s}) \in R^s$; $m(B)$ არის B სიმრავლის ელემენტთა რაოდენობა. $\tilde{L}(R^k)$ ზომად $f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ ფუნქციათა ისეთი სიმრავლეა, რომელთათვისაც

$$\frac{f(x)}{(1+|x|^2)^{\frac{k+1}{2}}} \in L(R^k); R_+^{k+1} = \{(x, x_{k+1}) \in R^{k+1}; x_{k+1} > 0\}; U(f; x, x_{k+1})$$

არის $f(x)$ ფუნქციის პუასონის ინტეგრალი R_+^{k+1} - ნახევარსივრცისათვის:

$$U(f; x, x_{k+1}) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\pi^{\frac{k+1}{2}}} \int_{R^k} p(t-x, x_{k+1}) f(t) dt,$$

$$p(x-t, x_{k+1}) = \frac{x_{k+1}}{\left(\frac{|t-x_0|^2 + x_{k+1}^2}{2}\right)^{\frac{k+1}{2}}}$$

თუ წერტილი $N \in R_+^{k+1}$ მიისწრაფვის $P(x^0, 0)$ -კენს ისე, რომ [2, გვ. 63] სრულდება პირობა

$$\sqrt{\sum_{i \in B} (x_i - x_i^0)^2} \geq C > 0,$$

მაშინ ამ გარემოებას ჩავწერთ ასე $N(x, x_{k+1}) \xrightarrow[\bar{x}_B]{\Lambda} P(x^0, 0)$. როცა $B=M$, მაშინ

გვაქვს კუთხური მისწრაფება და დავწერთ $N(x, x_{k+1}) \xrightarrow{\Lambda} P(x^0, 0)$; სიმბოლო $N(x, x_{k+1}) \rightarrow P(x^0, 0)$ ნიშნავს, რომ N წერტილი მიისწრაფვის P წერტილისაკენ ნებისმიერად ისე, რომ რჩება R_+^{k+1} სივრცეში.

ვთქვათ $u \in R$. განვიხილავთ შემდეგ განზოგადებულ კერძო წარმოებულებს:

1) დავუშვათ, რომ [3, გვ. 92] $f(x)$ ფუნქცია განსაზღვრულია x^0 წერტილის რამე მიდამოში. თუ არსებობს ფუნქციები $a_i(\bar{x}_B)$, (თუ $B = \emptyset$, მაშინ $a_i(\bar{x}_B) = a_i = \text{const}$), $i = \overline{1, r-1}$ და რიცხვი a_r ისეთი, რომ არსებობს ზღვრები $\lim_{\bar{x}_B \rightarrow \bar{x}_B^0} a_i(\bar{x}_B) = a_i$, $i = \overline{1, r}$ და

$$f(x_B + x_B^0 + ue_i) = a_0(\bar{x}_B) + a_1(\bar{x}_B) \frac{u}{1!} + a_2(\bar{x}_B) \frac{u^2}{2!} + \dots + a_{r-1}(\bar{x}_B) \frac{u^{r-1}}{(r-1)!} + [a_r + \varepsilon(u, \bar{x}_B)] \frac{u^r}{r!},$$

სადაც $\lim_{\substack{u \rightarrow 0 \\ \bar{x}_B \rightarrow \bar{x}_B^0}} \varepsilon(u, \bar{x}_B) = 0$, მაშინ ვიტყვით, რომ f ფუნქციას x^0 წერტილში აქვს r

რიგის განზოგადებული კერძო წარმოებული x_i ცვლადით, რომელიც a_r -ის ტოლია და მას აღვნიშნავთ:

ა) $D_{x_i}^{(r)} f(x^0)$ -ით, როცა $B = \emptyset$, ბ) $D_{x_i(\bar{x}_B)}^{(r)} f(x^0)$ -ით, როცა $i \in B'$,

გ) $\bar{D}_{x_i(\bar{x}_B)}^{(r)} f(x^0)$ -ით, როცა $i \in B$.

განსაზღვრებიდან გამომდინარეობს, რომ თუ რაიმე $B \subset M$ -თვის არსებობს

$\bar{D}_{x_i(\bar{x}_B)}^{(r)} f(x^0)$, მაშინ არსებობს აგრეთვე $D_{x_i(\bar{x}_{B \cup i})}^{(r)} f(x^0)$ და

$$\bar{D}_{x_i(\bar{x}_B)}^{(r)} f(x^0) = D_{x_i(\bar{x}_{B \cup i})}^{(r)} f(x^0) = D_{x_i}^{(r)} f(x^0).$$

2) ვთქვათ, r -კენტი რიცხვია. თუ არსებობს ფუნქციები $b_{2i-1}(\bar{x}_B)$, $i = 1, 2, \dots$,

$$\frac{r-1}{2}, \text{ და რიცხვი } b_r \text{ ისეთი, რომ არსებობს ზღვრები } \lim_{\bar{x}_B \rightarrow \bar{x}_B^0} b_{2l-1}(\bar{x}_B) = b_{2l-1} \text{ და}$$

$$\frac{1}{2} [f(x_B + x_B^0 + ue_i) - f(x_B + x_B^0 - ue_i)] = \sum_{\nu=1}^{\frac{r-1}{2}} b_{2\nu-1}(\bar{x}_B) \frac{u^{2\nu-1}}{(2\nu-1)!} + [b_r + \varepsilon(u, \bar{x}_B)] \frac{u^r}{r!}. \quad (1)$$

სადაც $\lim_{u \rightarrow 0} \varepsilon(u, \bar{x}_B) = 0$, მაშინ ვიტყვი, რომ f ფუნქციას x^0 წერტილში აქვს r

რიგის განზოგადებული სიმეტრიული კერძო წარმოებულ x_i ცვლადით, რომელიც b_r -ის ტოლია და მას აღვნიშნავთ: 1) $D_{x_i}^{*(r)} f(x^0)$ -ით, როცა $B = \emptyset$, ბ) $D_{x_i(x_B)}^{*(r)} f(x^0)$ -ით, როცა $i \in B'$, გ) $\bar{D}_{x_i(\bar{x}_B)}^{*(r)} f(x^0)$ -ით, როცა $i \in B$.

ანალოგიურად განისაზღვრება r რიგის სიმეტრიული კერძო წარმოებულ, როცა r ლუწია, მხოლოდ (1)-ის ნაცვლად უნდა განვიხილოთ ფორმულა

$$\frac{1}{2} [f(x_B + x_B^0 + ue_i) + f(x_B + x_B^0 - ue_i)] = \sum_{\nu=0}^{\frac{r-2}{2}} b_{2\nu}(\bar{x}_B) \frac{u^{2\nu}}{(2\nu)!} + [b_r + \varepsilon(u, \bar{x}_B)] \frac{u^r}{r!}.$$

ადვილია შემოწმება, რომ $D_{x_i}^{(r)} f(x^0)$ -ის არსებობიდან გამომდინარეობს $D_{x_i}^{*(r)} f(x^0)$ -ის არსებობა და მათი ტოლობა.

სიმეტრიული წარმოებულებისათვის $D_{x_i}^{*(r)} f(x^0)$ -ის არსებობიდან გამომდინარეობს $D_{x_i}^{*(r-1)} f(x^0)$ -ის არსებობა, თუმცა $D_{x_i}^{*(r-1)} f(x^0)$ შეიძლება არ არსებობდეს [3, გვ. 93].

ვთქვათ, $f \in \tilde{L}(R^k)$.

ლემა. ადგილი აქვს ტოლობებს

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\pi^{\frac{k+1}{2}} R^k} \int p(t-x, x_{k+1}) dt = 1,$$

$$\int_{R^k} \frac{\partial^i p(t-x, x_{k+1})}{\partial x_v^i} f(t-t_\nu e_\nu + x_\nu e_\nu) t_\nu^i dt = 0, \quad i = \overline{0, r-1},$$

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\pi^{\frac{k+1}{2}} R^k} \int \frac{\partial p(t-x, x_{k+1})}{\partial x_v^r} \cdot \frac{t_\nu^r}{r!} dt = 1.$$

ამ ლემის გამოყენებით მტკიცდება შემდეგი თეორემები:

თეორემა 1. თუ x^0 წერტილში არსებობს სასრული $\bar{D}_{x_i(x)}^{(r)} f(x^0)$ წარმოებულ, მაშინ

$$\lim_{(x, x_{k+1}) \rightarrow (x^0, 0)} \frac{\partial^r U(f; x, x_{k+1})}{\partial x_i^r} = D_{x_i}^{(r)} f(x^0).$$

თეორემა 2. თუ x^0 წერტილში არსებობს სასრული $D_{x_i(\bar{x}_{M\mu})}^{(r)} f(x^0)$ წარმოებუ-
ლი, მაშინ

$$\lim_{\substack{(x, x_{k+1}) \rightarrow (x^0, 0) \\ x_i}} \frac{\partial^r U(f; x, x_{k+1})}{\partial x_i^r} = D_{x_i}^{(r)} f(x^0).$$

თეორემა 3. ა) თუ x^0 წერტილში არსებობს სასრული $D_{x_i(\bar{x}_{M\mu})}^{*(r)} f(x^0)$ წარმოე-
ბული, მაშინ

$$\lim_{(x - x_i e_i + x_i^0 e_i, x_{k+1}) \rightarrow (x^0, 0)} \frac{\partial^r U(f; x - x_i e_i + x_i^0 e_i, x_{k+1})}{\partial x_i^r} = D_{x_i}^{*(r)} f(x^0).$$

ბ) არსებობს ფუნქციები f და g , ისეთები, რომ $D_{x_i(\bar{x}_{M\mu})}^{*(1)} f(x^0)$ და $D_{x_i(\bar{x}_{M\mu})}^{*(2)} g(x^0)$
არსებობს, მაგრამ ზღვრები

$$\lim_{(x, x_{k+1}) \xrightarrow{\Lambda} (x^0, 0)} \frac{\partial U(f; x, x_{k+1})}{\partial x_i}, \quad \lim_{(x, x_{k+1}) \xrightarrow{\Lambda} (x^0, 0)} \frac{\partial^2 U(g; x, x_{k+1})}{\partial x_i^2}.$$

არ არსებობენ.

თეორემა 4. ა) თუ x^0 წერტილში არსებობს სასრული $\bar{D}_{x_i(x^0)}^{*(r)} f(x^0)$ წარმოებუ-
ლი, მაშინ

$$\lim_{(x, x_{k+1}) \rightarrow (x^0, 0)} \frac{\partial^r U(f; x, x_{k+1})}{\partial x_i^r} = D_{x_i}^{*(r)} f(x^0).$$

ბ) არსებობს უწყვეტი ფუნქციები f და g , ისეთები, რომ ნებისმიერი $B \subset M$ -თვის
($m(B) < k$), ყველა წარმოებული $D_{x_i(\bar{x}_B)}^{*(1)} f(x^0)$ და $D_{x_i(\bar{x}_B)}^{*(2)} g(x^0)$, $i = \overline{1, k}$ არსებობს,
მაგრამ ზღვრები

$$\lim_{x_{k+1} \rightarrow 0+} \frac{\partial U(f; x^0, x_{k+1})}{\partial x_i}, \quad \lim_{x_{k+1} \rightarrow 0+} \frac{\partial^2 U(g; x^0, x_{k+1})}{\partial x_i^2}.$$

არ არსებობენ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *Л. В. Жижиашвили.* Некоторые вопросы теории тригонометрических рядов фурье и их сопряженных. Тбилиси, 1993.
2. *О. П. Дзагидзе.* Тр. Тбилисского матем. ин-та, т. 98, 1990, 52-98.
3. *А. Зигмунд.* Тригонометрические ряды. т. II, М., 1965.



ა. ლაზი, თ. კვირიკაშვილი

კმრსპექტიული ასახვები მოდულებზე

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ხ. ინასარიძემ 23.01.1997

გეომეტრიული ალგებრის ერთ-ერთი ძირითადი თეორემაა თეორემა პერსპექტიული ასახვების წრფივი ასახვებით წარმოდგენის შესახებ [1,2]. მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელი 30-40 წლის განმავლობაში მიმდინარეობს ინტენსიური მუშაობა გეომეტრიულ ალგებრაში რგოლების მიმართ [3,4], არ არის ცნობილი პერსპექტიული ასახვების არც ერთი ვარიანტი ამ უკანასკნელთა მიმართ. ეს გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ გეომეტრიები ტანებისა და ველების მიმართ (კლასიკური შემთხვევა) მესერული თვალსაზრისით არის მესერები დამატებებით. ცხადია, რომ რგოლების შემთხვევაში ასე არ არის. ამიტომ აუცილებელია მოდულებისათვის შეიცვალოს პერსპექტივის განმარტება.

წარმოადგინა წარმოდგენს მარცხენა მთავარ იდეალთა რგოლის (შესაძლებელია არაკომუტაციური) მიმართ თავისუფალი მოდულების პერსპექტიული ასახვების შესწავლა და ამით ამ პრობლემის პირველი ვარიანტის მოცემა მოდულებისათვის.

ვთქვათ, R მარცხენა მთავარ იდეალთა რგოლია (შესაძლებელია არაკომუტაციური); Ω – თავისუფალი R -მოდული, $\dim \Omega = N \geq 3$, $N < \infty$, ხოლო M და M' – თავისუფალი ქვემოდულები, $\dim M = \dim M' = n \geq 2$, $n < N$.

განმარტება 1. $T \subset \Omega$ ქვემოდულს ეწოდება M ქვემოდულის Δ -დამატება, თუ

$$M \cap T = 0, \quad T \oplus M \cong \Omega.$$

წინადადება 1. M და M' ქვემოდულებისათვის არსებობს საერთო Δ -დამატება, ე. ი.

$$M \cap T = M' \cap T = 0, \quad T \oplus M \cong T \oplus M' \cong \Omega.$$

წინადადება 2. (1) $(M \oplus T) \cap (M' \oplus T) = \Omega_1 \cong \Omega$,
 (2) თუ $M_1 = M \cap (M' \oplus T)$, $M'_1 = M' \cap (M \oplus T)$,
 მაშინ $M_1 \oplus T = M'_1 \oplus T = \Omega_1$,
 (3) თუ $U_1 \subset M_1$, $W \subset \Omega_1$, $T \subset W$,
 მაშინ $U_1 = M_1 \cap W \Leftrightarrow W = U_1 \oplus T$.

ვთქვათ, $U_1 \subset M_1$ ნებისმიერი ქვემოდულია და $W = U_1 \oplus T$. განვიხილოთ თანაკვეთა $W \cap M'_1 = U'_1$. გვაქვს $W = U'_1 \oplus T$. მაშინ M_1 -ის და M'_1 -ის ქვემოდულებს შორის დამყარდება ურთიერთცალსახა ასახვა $U_1 \rightarrow U'_1$, რომელიც მოიცემა ტოლობით:

$$W = U_1' \oplus T = U_1' \oplus T, U_1 \subset M_1, U_1' \subset M_1'$$

ვთქვათ, $P(M_1)$ და $P(M_1')$ პროექციული სივრცეებია:

$$P(M_1) = \{Re \mid e \in M_1 \text{ უნიმოდულურია}\};$$

$$P(M_1') = \{Re' \mid e' \in M_1' \text{ უნიმოდულურია}\}.$$

e : ელემენტი უნიმოდულურია, თუ არსებობს წრფივი ფორმა $g: M \rightarrow R$, $g(e)=1$ [3-5].

განმარტება 2. $p: P(M_1) \rightarrow P(M_1')$ ბიექციას ეწოდება პერსპექტივა $P(T)$ ცენტრით, თუ ის მოიცემა ტოლობით:

$$Rm \oplus T = Rm' \oplus T.$$

თეორემა 1. $p: P(M_1) \rightarrow P(M_1')$ პერსპექტივა ინდუცირდება $\alpha: M_1 \rightarrow M_1'$ წრფივი ასახვით, რომელიც ადგილზე ტოვებს $M_1 \cap M_1'$ თანაკვეთის ელემენტებს.

განმარტება 3. $\Delta p: P(M) \rightarrow P(M')$ ბიექციას ეწოდება Δ -პერსპექტივა $P(T)$ ცენტრით, თუ არსებობს ისეთი $M_1 \subset M$ და $M' \subset M'$ ქვემოდულეები, რომ $P(M_1)$ და $P(M_1')$ პროექციულ სივრცეებს შორის დამყარდეს p პერსპექტივა $P(T)$ ცენტრით და კომუტაციური იყოს დიაგრამა:

$$\begin{array}{ccc} P(M_1) & \xrightarrow{P} & P(M_1') \\ i \downarrow & & \downarrow i' \\ P(M) & \xrightarrow{\Delta P} & P(M') \end{array} \quad ioP = \Delta Poi$$

$i: Rm \rightarrow Re$, $Rm = Re \cap M_1$, $Rm \in P(M_1)$, $Re \in P(M)$;

$i': Rm' \rightarrow Re'$, $Rm' = Re' \cap M_1'$, $Rm' \in P(M_1')$, $Re' \in P(M')$.

თეორემა 2. $\Delta p: P(M) \rightarrow P(M')$ Δ -პერსპექტივა ინდუცირდება $\alpha: M_1 \rightarrow M_1'$ წრფივი ასახვით, რომელიც ადგილზე ტოვებს $M \cap M' = M_1 \cap M_1'$ თანაკვეთის ელემენტებს.

ლემა. $\alpha_1: M_1 \rightarrow M_1'$ წრფივი ასახვა მაშინ და მხოლოდ მაშინ ტოვებს $M_1 \cap M_1'$ თანაკვეთის ელემენტებს ადგილზე, როდესაც ადგილი აქვს წარმოდგენას:

$$M_1 = (M_1 \cap M_1') \oplus M_0, M_1' = (M_1 \cap M_1') \oplus M_0',$$

სადაც M_0 და M_0' $M_1 \cap M_1'$ თანაკვეთის დამატებებია შესაბამისად M_1 და M_1' -მდე.

$\beta: P(M_1) \rightarrow P(M_1')$ ასახვას ეწოდება კოლინეაცია, თუ:

$$Re_1 \subset Re_2 + Re_3 \Leftrightarrow \beta(Re_1) \subset \beta(Re_2) + \beta(Re_3).$$

თეორემა 3. $\beta: P(M_1) \rightarrow P(M_1')$ კოლინეაცია იქნება პერსპექტივა, თუ ის ინდუცირებულია $\lambda: M_1 \rightarrow M_1'$ წრფივი ასახვით, რომელიც $M_1 \cap M_1'$ თანაკვეთის ელემენტებს ტოვებს ადგილზე.

პროექციულ სივრცეებს შორის კოლინეაციას ეწოდება პროექციული ასახვა, თუ ის მიღებულია პერსპექტიული ასახვების კომპოზიციით.

თეორემა 4. ვთქვათ, $\beta: P(M_1) \rightarrow P(M_1')$ კოლინეაციაა, რომელიც ადგილზე ტოვებს $P(M_1) \cap P(M_1') = p(M_1 \cap M_1')$ თანაკვეთის ელემენტებს. მაშინ:

(1) თუ $\dim(M_1 \cap M_1') \geq 2$, მაშინ β არის პერსპექტივა.

(2) თუ $\dim(M_1 \cap M_1') = 0$ და β ინდუცირებულია წრფივი ასახვით, მაშინ β იქნება პერსპექტივა.

(3) თუ $\dim(M_1 \cap M_1') = 1$, β ინდუცირებულია წრფივი ასახვით და R კომუტაციურია, მაშინ β იქნება პერსპექტივა.

ვთქვათ, M თავისუფალი R -მოდულია, $\dim M = n < \infty$. პროექციული სივრცის $n+1$ წერტილისაგან შემდგარ სიმრავლეს, რომლის არც ერთი n წერტილი არ მდებარეობს ერთ ჰიპერსიბრტყეში, ეწოდება სიმპლექსი.

თეორემა 5. ვთქვათ, $p: P(M) \rightarrow P(M)$ პროექციული ასახვა ტოვებს უძრავად რომელიღაც სიმპლექსის ყველა წერტილს, მაშინ P იგივეური ასახვაა, თუ R არის კომუტაციური მთავარ იდეალთა რგოლი. თეორემა არ არის სამართლიანი, თუ R არაკომუტაციურია.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. E. Artin. Geometric Algebra. New York. 1959.
2. R. Baer. Linear algebra and projective geometry. New York, 1952.
3. F. Buekenhout. Handbook of Incidence Geometry. Buildings and Foundations (eds.). Amsterdam. 1995.
4. M. Ojanguren, R. Sridharan. Comment. Math. Helv. 44, 3, 1969, 310-315.
5. F. D. Veldkamp. Projective Ring Planes and Their Homomorphisms. Rings and geometry, Reidel, 1985, 289-350.



ზ. წიკლაური

განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემების მიმართ ფურიეს მწკრივების აბელის მეთოდით შეჯამება და ფუნქციათა კლასები

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ქიქიაშვილმა 7.11.1996

განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემის მიმართ ფურიეს მწკრივის აბელის გარდაქმნის გულის დადებითობიდან გამომდინარე [1] ნაშრომში ჩამოყალიბებული ზოგიერთი თეორემა აბელის მეთოდისათვის შეიძლება დაზუსტდეს.

ვთქვათ, $f \in L(S^2)$. f ფუნქციის ფურიეს მწკრივი განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემის მიმართ ეწოდება მწკრივს [2]:

$$f(\vartheta, \varphi) \sim S(f; \vartheta, \varphi) = \sum_{l=|m|}^{\infty} \sum_{n=-l}^l C_{m,n}^l \left(\frac{\pi}{2} - \varphi, \vartheta, 0 \right), \quad (1)$$

სადაც $m = 0, \pm 1$;

$$C_{m,n}^l = \frac{2l+1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} f(\vartheta', \varphi') \overline{T_{m,n}^l \left(\frac{\pi}{2} - \varphi', \vartheta', 0 \right)} \sin \vartheta' d\varphi' d\vartheta' \quad (2)$$

თუ ჩავსვამთ (2)-ს (1)-ში და გამოვიყენებთ შეკრების ფორმულას [2], მივიღებთ

$$f(\vartheta, \varphi) \sim \sum_{l=|m|}^{\infty} I_l^{(m)}(f; \vartheta, \varphi) \quad (3)$$

$u(f; x)$ -ით აღვნიშნოთ (3) მწკრივის აბელის საშუალოები

$$u(f; x) = u(f; r, \vartheta, \varphi) = \sum_{l=1}^{\infty} I_l^{(m)}(f; x) r^l$$

განვიხილოთ განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა მწკრივი

$$\sum_{l=|m|}^{\infty} \sum_{n=-l}^l C_{m,n}^l T_{m,n}^l \left(\frac{\pi}{2} - \varphi, \vartheta, 0 \right) \quad m = \pm 1. \quad (4)$$

(4) მწკრივის აბელის საშუალოები აღვნიშნოთ $u(r, \vartheta, \varphi)$ სიმბოლოთი. სამართლიანია შემდეგი თეორემები:

თეორემა 1: იმისათვის, რომ (4) მწკრივი იყოს უწყვეტი ფუნქციის ფურიეს

მწკრივი განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემის მიმართ, აუცილებელია და საკმარისი, რომ $u(r, \vartheta, \varphi)$ იყოს თანაბრად კრებადი S^3 -ზე, როცა $r \rightarrow 1$.

თეორემა 2. იმისათვის, რომ (4) მწკრივი იყოს შემოსაზღვრული ფუნქციის ფურიეს მწკრივი განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემის მიმართ, აუცილებელია და საკმარისი, რომ $u(r, \vartheta, \varphi)$ იყოს თანაბრად შემოსაზღვრული S^3 -ზე როცა $r \rightarrow 1$.

თეორემა 3. ა) იმისათვის რომ (4) მწკრივი იყოს $f(\vartheta, \varphi) \in L(S^2)$ ფუნქციის ფურიეს მწკრივი განზოგადებულ სფერულ ფუნქციათა სისტემების მიმართ, აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\lim_{\substack{r \rightarrow 1 \\ \rho \rightarrow 1}} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi |u(r, \vartheta, \varphi) - u(\rho, \vartheta, \varphi)| \sin \vartheta d\varphi d\vartheta = 0.$$

ბ) თუ (4) არის $S(f; \vartheta, \varphi)$, მაშინ

$$\lim_{r \rightarrow 1} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi |u(f; r, \vartheta, \varphi) - f(\vartheta, \varphi)| \sin \vartheta d\varphi d\vartheta = 0.$$

თეორემა 4. ვთქვათ, $\varphi(u)$, $u \geq 0$ ამოზნექილი, არაუარყოფითი, არაკლებადი

ფუნქციაა და $\frac{\varphi(u)}{u} \rightarrow \infty$, როცა $u \rightarrow \infty$.

იმისათვის, რომ (4) იყოს $f \in L\varphi(S^3)$ ფუნქციის ფურიეს მწკრივი, აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\int_0^{2\pi} \int_0^\pi \varphi[|u(r, \theta, \varphi)|] \sin \theta d\varphi d\theta = O(1) \quad (0 \leq r < 1),$$

თეორემა 5. ვთქვათ, $\varphi(u)$, $u \geq 0$ ამოზნექილი, არაუარყოფითი, არაკლებადი ფუნქციაა და $\varphi(0)=0$ თუ (4) არის $S(f; \vartheta, \varphi)$, სადაც $f \in L\varphi(S^3)$, მაშინ

$$\lim_{r \rightarrow 1} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \varphi \left[\frac{1}{4} \|u(f; r, \theta, \varphi) - f(\vartheta, \varphi)\| \right] \sin \theta d\varphi d\theta = 0$$

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. ზ. წიკლაური. საქ. მეცნ. აკად. მოამბე, 155, 1, 1997, 21-23.
2. И. М. Гельфонд, З. Я. Шапиро. УМН, 7, 1, 1952, 3-117.

ბ. ონიანი

$B(\Theta)$ ბაზისების მიმართ ინტეგრალთა ღივარენციების
 შესახებ

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ქიქიაშვილმა 18.09.1996

1. რეპერი R^2 სივრცეში ვუწოდოთ სიმრავლეს, რომელიც შედგება კოორდინატთა სათავეზე გამავალი ორი ურთიერთმართობული წრფისაგან. რეპერები აღვნიშნოთ θ -თი ($\theta = \{\theta^1, \theta^2\}$). θ_0 -ის ქვეშ ვიგულისხმობთ $\{Ox^1, Ox^2\}$ რეპერი, სადაც Ox^1 და Ox^2 R^2 სივრცის საკოორდინატო წრფეებია. R^2 -ის ყველა რეპერის სიმრავლე აღვნიშნოთ $\theta(R^2)$ -ით.

$I \subset R^2$ მართკუთხედის რეპერი ვუწოდოთ იმ $\theta = \{\theta^1, \theta^2\}$ რეპერს, რომლისთვისაც I -ის გვერდები პარალელურია შესაბამისი θ^i ($i=1,2$) წრფეების და იგი აღვნიშნება $\theta(I)$ სიმბოლოთი.

$\alpha(\theta_0)$ ჩავთვალოთ O -ის ტოლად, ხოლო $\theta = \{\theta^1, \theta^2\} \neq \theta_0$ -თვის განვიხილოთ ის θ^i ($i=1,2$) წრფე, რომელიც მდებარეობს საკოორდინატო სიბრტყის პირველ და მესამე მეოთხედში, და $\alpha(\theta)$ განვსაზღვროთ როგორც კუთხე θ^i და Ox^1 წრფეებს შორის.

B_2 -ით აღვნიშნოთ დიფერენციალური ბაზისი R^2 -ში, რომლისთვისაც $B_2(x)$ შედგება x -ის შემცველი ყველა ორგანოზომილებიანი ინტერვალისაგან. $\theta \in \theta(R^2)$ -თვის Γ_θ იყოს O წერტილის გარშემო, $\alpha(\theta)$ კუთხით, სიბრტყის დადებითი მიმართულებით მობრუნება. $B \subset B_2$ -ისა (ე.ი. B B_2 -ის ქვებაზისია) და $E \subset \theta(R^2)$, $E \neq \emptyset$,

თვის $B(E)$ -თი აღვნიშნოთ ბაზისი, რომლისთვისაც $B(E)(x) = \bigcup_{\theta \in E} \Gamma_\theta(B(\Gamma_\theta^{-1}(x)))$.

$x \in R^2$. $B(\{\theta\})$ -ს ნაცვლად ვწერთ უბრალოდ $B(\theta)$, ხოლო $\theta = \theta_0$ შემთხვევაში - B . აქვე შევთანხმდეთ, რომ $E \subset \theta(R^2)$ -თვის $E^* \subset \theta(R^2) \setminus E$.

$\theta(R^2)$ -ში შემოვიტანოთ შემდეგი მეტრიკა: ვთქვათ, $\theta_1 = \{\theta_1^1, \theta_1^2\}$ და $\theta_2 = \{\theta_2^1, \theta_2^2\}$, მაშინ

$$\text{dist}(\theta_1, \theta_2) = \min\{\angle(\theta_1^i, \theta_2^i); i, j = 1, 2\}, \quad (1)$$

სადაც $\angle(\cdot, \cdot)$ აღვნიშნავს კუთხეს წრფეებს შორის.
 $V(\theta)$ იყოს $\theta \in \theta(R^2)$ რეპერის ყველა მიდამოს სიმრავლე, ანალოგიურად, $V(E)$ იყოს $E \subset \theta(R^2)$ სიმრავლის ყველა მიდამოს სიმრავლე.

განვიხილოთ $[0, \pi/2]$ სივრცე შემდეგი მეტრიკით: $\alpha_1 \alpha_2 \in [0, \pi/2]$ -თვის

$$\text{dist}(\alpha_1, \alpha_2) = \min\{|\alpha_1 - \alpha_2|, \pi/2 - |\alpha_1 - \alpha_2|\} \quad (2)$$

ცხადია, რომ $\alpha : \theta(R^2) \rightarrow [0, \pi/2]$ ასახვა წარმოადგენს (1) მეტრიკის მჭონე

$\theta(\mathbb{R}^2)$ სივრცის იზომეტრიას (2) მქონე $[0, \pi/2]$ სივრცეში.

ვთქვათ, $B \subset B_2$ ძერის მიმართ ინვარიანტული (მოკლედ: TI) ბაზისია. სტოკო-
 ლოსის მიერ [1] შემოღებული იყო გარკვეული (S) თვისება და დადგენილ იქნა,
 რომ თუ B -ს აქვს (S) თვისება, მაშინ იგი ადიფერენცირებს ზუსტად $L \ln^+ L(I^2)$
 კლასს, უფრო ზუსტად, $L \ln^+ L(I^2)$ -ზე უფრო ფართო ყოველ ინტეგრალურ კლას-
 ში მოიძებნება ფუნქცია f ისეთი, რომ $\overline{D}_B(f, x) = \infty$ ა. ი. I^2 -ზე; ხოლო თუ B -
 ს არა აქვს (S) თვისება, მაშინ B ადიფერენცირებს $L(I^2)$ -ს.

ვთქვათ, $I^2 = (0, 1)^2$ ერთეულოვანი კვადრატია \mathbb{R}^2 -ში. შევთანხმდეთ $\Phi(L)(I^2)$ -
 ით აღვნიშნოთ შემდეგი თვისებების მქონე ყველა $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ ფუნქციების სიმრავ-

ლე: $\text{supp} f \subset I^2, \int \Phi(|f|) < \infty$.

ცხადია, რომ $B(\theta)$ ბაზისების მიმართ ინტეგრალთა დიფერენცირებადობის შეს-
 წავლისას შეიძლება შემოვიფარგლოთ $f \in L(I^2)$ ფუნქციების განხილვით.

2. იესენი-მარცინკევიჩი-ზიგმუნდის ცნობილი თეორემიდან [2; 3 თ. II, § 3] გა-
 მომდინარეობს, რომ, თუ $f \in L \ln^+ L(I^2)$, მაშინ $\int f$ დიფერენცირებადია $B_2(\theta)$ -ს მი-
 მართ ყოველი $\theta \in \theta(\mathbb{R}^2)$ -თვის.

მეორე მხრივ, მარსტრანდმა [4] აჩვენა არსებობა ისეთი $f \in L(I^2)$ ფუნქციისა,
 რომ ყოველი $\theta \in \theta(\mathbb{R}^2)$ -თვის $\overline{D}_{B_2(\theta)}(\int f, x) = \infty$ ა. ი. I^2 -ზე.

ამგვარად, არსებობს ფუნქციები, რომელთა ინტეგრალები დიფერენცირება-
 დია ყოველი $B_2(\theta)$ -ის მიმართ, და ფუნქციები რომელთა ინტეგრალები არაა დი-
 ფერენცირებადი არც ერთი $B_2(\theta)$ -ს მიმართ.

ბუნებრივია, ისმის კითხვა: არსებობს თუ არა $f \in L(I^2)$ ფუნქცია, რომლისთვი-
 საც $\int f$ დიფერენცირებადია გარკვეული $B_2(\theta)$ -ების მიმართ და არადიფერენცი-
 რებადი - გარკვეული $B_2(\theta)$ -ების მიმართ?

ამ კითხვაზე დადებითი პასუხი გამომდინარეობს [5-7] შრომებიდან.

3. ანალოგიური კითხვა ისმის შესაბამისი $B(\theta)$ ბაზისებისათვის (ცხადია, (S)
 თვისების არმქონე B -ბაზისებისათვის. ანალოგიურ კითხვაზე ტრივიალურად მიი-
 ლება უარყოფითი პასუხი, რადგანაც ამ შემთხვევაში სტოკოლოსის აღნიშნული
 შედეგის ძალით ყოველი $\theta \in \theta(\mathbb{R}^2)$ -თვის $B(\theta)$ ადიფერენცირებს $L(I^2)$ -ს. პასუხი და-
 დებითი რჩება ამ შემთხვევაშიც, უფრო მეტიც, სამართლიანია

თეორემა 1. ვთქვათ, $B \subset B_2$ TI -ბაზისია (S) თვისებით. დაევშვათ, $E \subset \theta(\mathbb{R}^2)$ არა-
 შემეტეს თელადი სიმრავლეა და $V_k \in V(E), V_k \neq \theta(\mathbb{R}^2) (K \in N)$ მაშინ ყოველი
 $f \in L \ln^+ L(I^2)$ ფუნქციისათვის არსებობს f -ის ტოლზომადი $g \in L(I^2)$ ფუნქცია ისე-
 თი, რომ

1. ყოველი $\theta \in E$ -თვის

$$\overline{D}_{B(\theta)}(\int g, x) = \infty \text{ თ. ი. } I^2\text{-ზე}$$

2. ყოველი $k \in N$ -თვის

$$\overline{D}_{B_2(V_2)}\left(\int g, x\right) = g(x) = g(x) \text{ თ.ყ. } I^2\text{-ზე}$$

ქვემოთ ყოველთვის ვიგულისხმობთ, რომ B B_2 -ის ნებისმიერი ფიქსირებული II -ქვებაზისია (S) თვისებით.

განხილულ საკითხებთან დაკავშირებით სასარგებლოა შემოვიღოთ

ვანმარტება. $E \subset \theta(R^2)$ სიმრავლეს ვუწოდოთ R -სიმრავლე, თუ არსებობს ისე-

თი $f \in L(I^2)$ ფუნქცია, რომ ყოველი $\theta \in E$ -თვის $\overline{D}_{B(\theta)}\left(\int f, x\right) = \infty$ თ.ყ. I^2 -ზე და

ყოველი $\theta \notin E$ -თვის $\int f$ დიფერენცირებადია $B(\theta)$ -ს მიმართ.

ბუნებრივად ისმის R -სიმრავლეთა დახასიათების ამოცანა. შემდეგი დებულება გვიჩვენებს თუ როგორია R -სიმრავლეთა ტოპოლოგიური სტრუქტურა.

თეორემა 2. ყოველ R -სიმრავლეს აქვს G_δ -ტიპი. უფრო მეტიც, ყოველი $f \in L(I^2)$ -თვის

$$R_B(f) = \left\{ \theta \in \theta(R^2) : \overline{D}_{B(\theta)}\left(\int f, x\right) = \infty \text{ თ.ყ. } I^2\text{-ზე} \right\}$$

სიმრავლეს აქვს G_δ ტიპი.

არაუმეტეს თვლადი სიმრავლეებისათვის დასმული ამოცანის სრულ გადაწყვეტას გვაძლევს

თეორემა 3. არაუმეტეს თვლადი E სიმრავლე არის R -სიმრავლე მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა მას აქვს G_δ ტიპი.

შემდეგი თეორემა გვიჩვენებს, რომ არსებობს მეორე კატეგორიის და (მით უმეტეს კონტინუუმ სიმძლავრის) R -სიმრავლე.

თეორემა 4. არსებობს მეორე კატეგორიის მქონე ნული ზომის R -სიმრავლე.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. S. M. Stokoloc. *Studia Math.*, 88, 1988, 103-120.
2. B. Jessen, J. Marcinkiewicz, A. Zygmund. *Fund. Math.*, 25, 1935, 217-234.
3. M. de Guzman. *Differentiation of Integrals in R^n* ; Lecture Notes in Mathematics 481, Springer, 1975.
4. J. M. Marstrand. *Bull. London Math. Soc.*, 9, 1977, 209-211.
5. G. L. Lepsveridze. *Georgian Math. J.* 2, 6, 1995, 613-631.
6. G. G. Oniani, G. L. Lepsveridze. *Bull. Kutaisi Univ.* 1, 1995, 131-133.
7. G. G. Oniani, G. L. Lepsveridze. *Bull. Acad. Sci. Georgia*, 153, 3, 1996, 347-349.



№3 539.3

მეცნიერება

20908

თ. იამანიძე, მ. ლოსაბერიძე

ქანისა და ინსტრუმენტის ურთიერთქმედებისას
 ნახევარსიბრტყის დაძაბული მდგომარეობის შესწავლა

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ძიძიგურმა 30.12.1996

ინსტრუმენტის და ქანის ურთიერთქმედების შედეგად დრეკად ტანში და მის საზღვარზე დაბეჭდვის განაწილების საკითხი განხილულია [1] ნაშრომში. განვიხილოთ დრეკადი ტანის საზღვარზე საკონტაქტო ამოცანა, როდესაც დაწნევის ახდენს ორი ან მეტი შტამპი. ამ შემთხვევაში ვგულისხმობთ, რომ დრეკად ტანს ეჭირავს ქვედა ($\nu < 0$) ნახევარსიბრტყე და მისი საზღვრის $[a_1; b_1]; [a_2; b_2]; \dots; [a_n; b_n]$ ნაწილზე დაწნევის ახდენს n რაოდენობის შტამპი, რომლებზედაც მოქმედებს შესაბამისად $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n$ ძალები. დაეშვათ, რომ შტამპებსა და დრეკად ტანს შორის ხახუნს ადგილი არა აქვს და ვიგულისხმობთ, რომ შტამპები OY ღერძის პარალელურად ასრულებენ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ გადატანით მოძრაობას. ამ შემთხვევაში სასაზღვრო პირობებს ექნება შემდეგი სახე:

$$\begin{cases} \sigma_y = 0; \tau_{xy} = 0, & L\text{-ის გარეთ,} \\ \tau_{xy} = 0; V = f(x); & L\text{-ზე.} \end{cases} \quad (1)$$

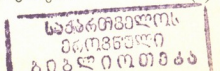
სადაც $L = [a_1; b_1] \cup [a_2; b_2] \cup \dots \cup [a_n; b_n]$.

$f(x) = f_k(x)$, როდესაც $a_k \leq x \leq b_k$ და $f_k(x)$ არის k -ური შტამპის ფუძის განტოლება. U და V გადაადგილების ვექტორის კომპონენტებია [2,3]. სასაზღვრო ამოცანა (I) დავიყვანოთ წრფივი შეუღლების სასაზღვრო ამოცანაზე. როგორც ცნობილია,

$$\begin{aligned} 2\mu(U + iV) &= x\varphi(z) - z\overline{\varphi'(z)} - \overline{\psi(z)} \\ \sigma_y - i\tau_{xy} &= \Phi(z) - \overline{\Phi(z)} + z\overline{\Phi'(z)} + \overline{\Psi(z)}, \end{aligned} \quad (2)$$

სადაც $\Phi(z) = \varphi'(z)$ და $\Psi(z) = \psi'(z)$ არიან ქვედა ($\nu < 0$) არეში ანალიზური ფუნქციები. ანალიზურად გავაგრძელოთ $\Phi(z)$ და $\Psi(z)$ ფუნქციები ზედა ($\nu > 0$) ნახევარსიბრტყეში ისე, რომ $\Phi(z)$ ფუნქციის სასაზღვრო მნიშვნელობები $\Phi^+(x)$ და $\Phi^-(x)$ საზღვრის დაუტვირთავ ნაწილზე ტოლი იყოს. თუ ასე განმარტებული მთელ სიბრტყეში ანალიზურ $\Phi(z)$ და $\Psi(z)$ ფუნქციებს ჩავსვამთ (2) ტოლობაში და მხედველობაში მივიღებთ (1) სასაზღვრო პირობას, მივიღებთ:

$$\begin{cases} \Phi^+(x) + \Phi^-(x) = \frac{4\mu f'(x)}{x+1} & L\text{-ზე,} \\ \overline{\Phi^+(x)} + \Phi^+(x) = \Phi^-(x) + \overline{\Phi^-(x)} & L\text{-ის გარეთ.} \end{cases} \quad (3)$$



თუ დავწერთ (3)-ის ამონახსნს და მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$\Phi^+(x) - \Phi^-(x) = P(x) = (\sigma_y)_{y=0}$$

მაშინ დრეკადი ტანის საზღვარზე ძაბვების განაწილებას ექნება შემდეგი სახე:

$$P(x) = \frac{4\mu}{\pi(x+1)X(x)} \int_L \frac{f'(t)X(t)}{t-x} dt + \frac{2iQ(x)}{X(x)}, \quad (4)$$

სადაც

$$X(x) = \sqrt{(x-a_1)(x-b_1)(x-a_2)(x-b_2)\dots(x-a_n)(x-b_n)},$$

$Q(x)$ არის $n-1$ რიგის პოლინომი, რომლის კოეფიციენტები გამოითვლება შემდეგი პირობით:

$$\int_{a_1}^{b_1} P(x) dx = -P_1; \quad \int_{a_2}^{b_2} P(x) dx = -P_2; \quad \dots \quad \int_{a_n}^{b_n} P(x) dx = -P_n. \quad (5)$$

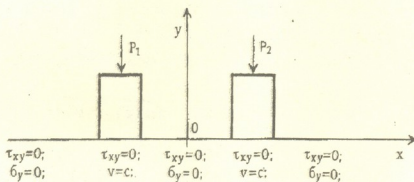
განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი.

საკონტაქტო არეზე დაწნევას ახდენს ორი მართკუთხა შტამპი (სურ.1). ამ შემთხვევაში $f_1'(x) = f_2'(x)$ და საზღვარზე ძაბვების განაწილებას აქვს სახე

$$P(x) = \frac{2(C_1 + C_2 x)}{X(x)}, \quad (6)$$

სადაც

$$X(x) = \sqrt{(x-a_1)(b_1-x)(x-a_2)(b_2-x)}.$$

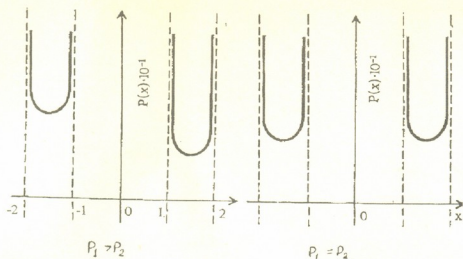


სურ. 1.

ვიგულისხმობთ, რომ $a_1=-2$; $b_1=-1$; $a_2=1$; $b_2=2$. თუ (5) პირობებით გამოვთვლით C_1 და C_2 მუდმივებს და გავითვალისწინებთ (6)-ში, მივიღებთ:

$$P(x) = \frac{0,7(P_1 + P_2) - 0,34x(P_1 - P_2)}{\sqrt{(4-x^2)(1-x^2)}} \quad (7)$$

როგორც (7) ფორმულა გვიჩვენებს, $P(x) \rightarrow \infty$, როცა x უახლოვდება ± 1 და ± 2 -ს (სურ.2), რაც იმას ნიშნავს, რომ შტამპების ქვეშ მოთავსებული დრეკადი



სურ. 2

ტანის გარკვეულ ნაწილზე ერთდროულად მოქმედებს როგორც მკუმშავი, ისე გამჭიმავი ძალები. ისევე, როგორც ერთი შტამპის შემთხვევაში, აქაც საზღვრის ეს ნაწილი ძალიან მცირე სიდიდისაა.

გ. წულუკიძის სახ. სამთო მექანიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. თ. იამანიძე. სანგრევი ინსტრუმენტისა და ქანის ურთიერქმედების პროცესების ოპტიმიზაცია. თბილისი, 1995.
2. *Н. И. Мухелишвили*. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
3. *Л. А. Галин*. Контактные задачи теории упругости. М., 1953.



მ. ჯიქია, ნ. ახვლედიანი

თვითმართვა დასწავლის პროცესებში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. ჭაჭვანიძემ 17.04. 1997

კიბერნეტიკა ჩამოყალიბდა ერთმანეთისაგან განცალკევებულად განმავითარებად ცალკეულ მეცნიერებათა კვლევის ობიექტისა და მეთოდების განზოგადების შედეგად. შემდეგ მის წიაღში განვითარდა ისეთი დარგები, როგორიცაა მართვის თეორია, პროცესების ოპტიმიზაცია და სხვა, რომლებიც თავის მხრივ გაელენას ახდენენ ისეთ მეცნიერებებზე, როგორიცაა, კერძოდ მედიცინა, გეოლოგია, ფსიქოლოგია, პედაგოგია და მრავალი სხვა. [1-3].

ფართო გაგებით, მართვის თვალსაზრისით ყველა პროცესი დაიყოფა ორ ჯგუფად: ადამიანის მხრიდან უმართავი პროცესები (ესენია ბუნებრივი მოვლენები, რომლებიც არ ემორჩილებიან ადამიანის ზემოქმედებას, მის მართვას) და ადამიანის მხრიდან მართვადი ე. წ. ფსიქო-სოციალური პროცესები.

ცალკეული ფაქტიზი ფსიქო-სოციალური პროცესების მოდელირების და იმიტაციის გზების ძიება უფლებამოსილს ხდის მისი პროცესების მიმდინარეობის მართვას, კიბერნეტიკული კონცეფციებისა და მოპოვებული შედეგების საფუძველზე, მაგრამ, გარდა მეცნიერული და ობიექტური საფუძვლებისა, ასეთი პროცესების რეალური მართვა გულისხმობს მმართველი ადამიანის, კომპეტენტური პიროვნებების (ექსპერტების და სხვათა) მონაწილეობას. ამ თვალსაზრისით ყველა პროცესი შეიძლება დაეანაწილოთ კიდევ ორ ჯგუფად – პროცესები, რომელთა ობიექტი არის ან არ არის ადამიანი, მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ყველა სახის ხელოვნური წარმოება თუ ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, პირველ ჯგუფს კი, კერძოდ, სწავლების პროცესი. მართლაც, სწავლების პროცესის მმართველიც ცოცხალი ადამიანი ე. წ. მასწავლებელია (ფართო გაგებით). სწავლების ობიექტიც ცოცხალი ადამიანია, ე. წ. მოსწავლე (ფართო გაგებით).

წინამდებარე სტატია შეეხება მხოლოდ სწავლების პროცესს. ამ პროცესის სპეციფიკური ნიშანია ის, რომ სწავლების ობიექტს, მოსწავლეს შესაძლებლობა აქვს გარკვეული ზეგავლენა მოახდინოს თავისი თავის სწავლაზე, ანუ მართოს თავისი სწავლა, რადგან მოსწავლეს, როგორც მასწავლებელი, მართვადუნარიანი ცოცხალი ადამიანია და ორივე ჩაბმულია სწავლების რეალიზაციაში – სივრცე – დროსა და სიტუაციურ გარემოში.

თუმცა ორივე მმართველი პიროვნების ძალისხმევა მიმართულია მოსწავლის მიერ ცოდნის შექმნისაკენ – მათში მასწავლებელი ზემოქმედებს მოსწავლეზე და სწავლების ობიექტიც მართვადუნარიანი მოსწავლე არის, ანუ ორ მართვადუნარიან ადამიანს სწავლების პროცესში ორი სხვადასხვა როლი აქვთ. ამიტომ ბუ-

ნებრივია, რომ მოსწავლის მიერ განხორციელებულ მართვას თავისი თავისმართების მიღებაში ვუწოდოთ საკუთარი სახელი, მაგალითად, თვითმართვა.

საზოგადოდ, რაიმე პროცესში თვითმართვა უნდა გავიგოთ, როგორც პროცესის ობიექტის ნებელობითი მონაწილეობა ამავე პროცესის მართვაში. ბუნებრივია, რომ ეს შესაძლებელია იქ, სადაც პროცესის ობიექტი არის ცოცხალი ადამიანი. სწავლება სწორედ ასეთი პროცესია.

ამრიგად, სწავლისათვის აუცილებელია მოსწავლის თვითმართვა, მაგრამ იმისათვის, რომ ცალკეული პიროვნება გახდეს შემოქმედუნარიანი, ანუ დაავროს, გაითავისოს და გაამრავლოს კაცობრიობის მეცნიერული მონაპოვრის ის მარაგი, რომლის გამოყენება საჭირო გახდება ამ პიროვნების შემდგომი მეცნიერული მოღვაწეობისათვის, სწავლის ობიექტის, ანუ მოსწავლის მიერ საკუთარი სწავლის თვითმართვა დასახული მიზნის მისაღწევად უკვე საკმარისი აღარ იქნება. მართლაც, არსებულ პირობებში ამ მიზნისათვის აუცილებელია მყისიერი მართვის განხორციელება მასწავლებლის მიერ, მისი ცოდნის, მისი გამოცდილების, პედაგოგიური ნიჭის სრული გამოვლენით და გადაცემით, სახელმძღვანელოები და სხვ დამხმარე დიდაქტიკური მოწყობილობები და მასალის გამოყენება მოსწავლის სწავლას ხდის უფრო ეფექტურს აღქმის პროცესებში და ფანტაზიის გაღვივებისას, ამიტომ დასწავლა მინიმუმ — ორი ადამიანის გამაძლიერებელი ურთიერთქმედებით ხორციელდება. თუ სკოლას, ოჯახს, სოციალურ გარემოს და ცოდნის მოცემული დარგის ისტორიას ჩავთვლით როგორც „ჩარჩოს“ მოსწავლის აქტივობის, ცნობისმოყვარეობის, მის შემოქმედების აღზევების „ცენად“, მაშინაც ვაჭკუური პროცესი ემორჩილება რეგულირებას და თვითრეგულირებას. ამ უკანასკნელში კი ვგულისხმობთ თვითმართვას ისე, რომ არ გამოვრიცხავთ სწავლის პროცესის მართვის სხვა მხარეებს.

თვითმართვის გარეშე ვერ განხორციელდება ვერავითარი სწავლება, რაც არ უნდა მდიდარი ერუდიციის, მაღალი პროფესიონალიზმის და დიდი მონდომებისა იყოს მასწავლებელი.

თვითმართვის პროცესი ბუნებრივად ეყრდნობა ფსიქოლოგიაში აღირებულ იმ მოსაზრებას, რომ სწავლის ნაყოფიერება ბევრადაა დამოკიდებული მოსწავლეში სწავლისადმი აღრეულ ინტერესთა აღძვრაზე. აღიარებულია, რომ სწავლისადმი (რაც წარმოადგენს აღქმის, გააზრების, შეთვისების, დამახსოვრების, აღდგენის და სხვა პროცესთა კომპლექსს) ინტერესი ორგანულად ემიჯნება პიროვნების ქვეცნობიერ ფიქსირებულ ან დინამიკურად აღძრულ განწყობას, რის გამოც ფაქტიურად, სწავლება, როგორც პროცესი, იერარქიულად ეყრდნობა განწყობათა გამოვლენის და მონაცვლეობის პროცესებს. სწავლების პროცესის ამ განსაკუთრებულ მხარეს აქ ჩვენ არ ვეხებით.

თვითმართვის პროცესს ჩვენ ვიხილავთ, როგორც პედაგოგიაში აღიარებულ მოსწავლის მიერ დამოუკიდებელი მეცადინეობით აღძრული პროცესის აქტიურ შემოქმედებით აქტთა სისტემის გამომუშავებას, გათავისებას და ცნების განზოგადებას. ამიტომ ბუნებრივია, რომ საკითხის დაკონკრეტების თვალსაზრისით ჩვენ მხედველობაში გვაქვს სწავლებაში მონაწილე აუცილებელი გონებრივი პროცესები, კერძოდ აზროვნება, და უფრო კონკრეტულად — სწორი დასკვნის გამო-



ტანის უნარი. ამით ჩვენ გვინდა დავაფუძნოთ აზრი იმის შესახებ, რომ თვისა და დასკვნის გამოტანის პროცესები აუცილებელ კავშირში არიან.

თვითმართვას აუცილებლად წინ უსწრებს გადაწყვეტილების მიღება. სახელდობრ, თვითმართვა მხოლოდ იმის შემდეგ იქნება რეალისტური, როცა პიროვნება მიიღებს გადაწყვეტილებას, თუ როგორ უნდა მოიქცეს იგი მომდევნო პერიოდში. ამას კი ესაჭიროება სათანადო დასკვნის მიღება. ამრიგად, საყურადღებოა, რომ დასკვნის მიღება, როგორც გონებრივი ოპერაცია მჭიდროდაა დაკავშირებული თვითმართვასთან.

სწორი დასკვნის უნარის განვითარება კი მეტად სპეციფიკურია მათემატიკური აზროვნებისათვის და რადგანაც სხვა პროცესებთან ერთად კიბერნეტიკისათვის დამახასიათებელია ცალკეულ დარგებში მიღებული შედეგებისათვის მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელირება, ამიტომ სხვა მეცნიერებებთან შედარებით მათემატიკის სიახლოვე კიბერნეტიკასთან უფრო ბუნებრივად გამოიყურება. ეს დებულება იმედია პაექრობას არ საჭიროებს, მაგრამ მნიშვნელოვანია ის, რომ მისი განვითარება სასარგებლოა ყველა დარგში სწავლების პროცესისთვისაც. ეს გარემოება თვალნათლივ ვლინდება აგრეთვე სწორი დასკვნის გამოტანის უნარის როლის შეფასებისას. სწავლებისას ასეთი მეთოდური მიდგომა ზრდის პედაგოგიური პროცესების ეფექტურობას, თუ ის აქტიურად და მრავალნაირად გამოყენებული იქნება მეთოდური რეკომენდაციის სტატუსით.

რაც შეეხება თვითმართვის, როგორც მოსწავლის დამოუკიდებელი მეცადინეობის პროცესის როლს სწავლებისას, ამ თვალსაზრისით საინტერესოა აღვნიშნოთ, რომ უმადლესი განათლების პედაგოგიკაში არცთუ ისე დიდი ხნის წინათ სწავლების პრინციპებად აღიარებულ იქნა თვითმართვის კიდევ ერთი კერძო სახე, პრინციპი: სტუდენტთა დამოუკიდებელი სასწავლო შემოქმედებითი და კვლევის ხასიათის მუშაობაზე სისტემატური კონტროლის და მისი მართვის პრინციპი [3].

ამრიგად, თვითმართვა წარმოადგენს დასახელებული პრინციპის დაცვის განხორციელების ერთ-ერთ საშუალებას და არის მოსწავლის დამოუკიდებელი მეცადინეობის ნაყოფიერად წარმართვის აუცილებელი პირობა.

თავისი შინაარსით სწავლებისას თვითმართვის ორგანიზაცია და პროგრამა არის პედაგოგიკაში აღიარებული ინდივიდუალური მიდგომის პრინციპის გამოვლენა. ამიტომ ზოგადი რეკომენდაციების გამოუმუშავება, ალბათ, შეუძლებელია, რადგან ეს არსებითად დამოკიდებულია როგორც მმართველი, ისე მართვადი პიროვნების პროფესიულ მომზადებასა თუ თვისებებზე.

მართვადი პიროვნების თვითმართვის ორგანიზაცია შეიძლება ნებისმიერ სიტუაციაში. აღვწეროთ ზოგიერთი შემთხვევა საკუთარი გამოცდილებიდან.

ერთ ბავშვს ვერ დავუწერგეთ ჩვევა წერის დროს კალამი მოეთავსებინა ცერა და საჩვენებელ თითებს შორის, იგი კალამს ათავსებდა საჩვენებელ და შუა თითებს შორის. გამოუვალი მდგომარეობის გამო საჭირო შეიქნა მიგვეცა მისთვის უფლება ეწერა ისე, როგორც მას თვითონ სურდა. შემდეგში, სტუდენტობის დროისათვის მას მშვენიერი კალიგრაფია გამოუმუშავდა და აღმოჩნდა, მას ცერა თითის სახსრის თანდაყოლილი დეფექტი ჰქონდა.

მეორე ბავშვი მხოლოდ მაშინ ერკვეოდა არითმეტიკული ამოცანის ამოხსნაში, თუ ცალკე ფურცელზე, თავისთავად, სწავლას დაეწყო, თანამართლებდა მას. აქაც საჭირო შეიქმნა ჩართულიყო თვითმართვა, მიგვეცა უფლება ემომხმედა ისე, როგორც მას თავისთვის სურდა. შემდეგში ბავშვი პროფესიონალი მხატვარი დადგა.

მესამე, საკმაოდ ნელა მოაზროვნე ბავშვი, მხოლოდ მაშინ ერკვეოდა მათემატიკური თეორემის დამტკიცების სამართლიანობაში, თუ მას საშუალება მიეცემოდა თავისათვის, მოწმის ბარემზე გაერჩია მასალა საკუთარი ტემპით. იმ სიჩქარით, როგორც მას თავისთვის სურდა. არის საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ საკუთარი ტემპით აზროვნება (და საზოგადოდ, მოქმედება) შეფასდეს, როგორც თვითმართვის ორგანიზაცია.

საგულისხმოა, რომ ჯერ კიდევ 1907 წელს ცნობილი ქართველი მათემატიკოსი გიორგი ნიკოლაძე აღიარებდა სასწავლო მასალის შეთვისების ინდივიდუალურ ხასიათს. იგი წერდა [4]: „სხვადასხვა პირები სხვადასხვა გზით ითვისებენ გეომეტრიულ ჭეშმარიტებას“.

1. ზოგიერთი მოითხოვს მხოლოდ ლოგიკურ დამტკიცებას, რომლის შემდეგ მას აღარ ესაჭიროება კონკრეტული გამოხატულება, მოდელი ან ნახაზი.

2. ზოგიერთი უკეთ ითვისებს ახალ ცნებას, თუ წინასწარ კონკრეტულ მაგალითზე ეცნობა მის შინაარსს და მხოლოდ ამის შემდეგ შეუძლია შეგნებულად შეითვისოს თეორემის დამტკიცება.

3. მესამეთ ურჩევნიათ ჯერ დამტკიცება შეისწავლონ, შემდეგ კი კონკრეტულ მაგალითებზე გამოყენებით განამტკიცონ შესწავლილი“.

საინტერესოა, რომ ეს აზრი ფაქტობრივად წარმოადგენს თვითმართვის ცნების გაგებას ინტუიციურ დონეზე, განსაკუთრებული ტერმინის შემოტანის გარეშე. დღეს პიროვნების თვითმართვა უნდა იყოს მიჩნეული მართვის თეორიისათვის სპეციფიკურ ცნებად.

ს. ს. ორბელიანის სახელობის
 თბილისის პედაგოგიური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. P. Atkison, G. Bauer, E. Kroters. Введение в математическую теорию обучения. М., 1969.
2. С. Осута, Ю. Саеки. Приобретение знаний. М., 1990.
3. Н. И. Гелашвили. Педагогические основы управления самостоятельной работой студентов в процессе обучения. Тбилиси, 1986.
4. გიორგი ნიკოლაძე: დიფერენციალური გეომეტრიის საფუძვლები. თბილისი, 1932.

ბ. ფანჩიძე

„არამკაფიო“ კომპიუტერული ტესტირების მეთოდი
ახალბაზრდა დისკრეტული სისტემებისათვის

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. ჯავახიძემ 6.09.1996

წარმოდგენილი ნაშრომი შეეხება „არამკაფიო“ კომპიუტერული ტესტირების პრობლემის ახალბედა დისკრეტული სისტემების (აღ), რომელთაც მომავალში უნდა განახორციელონ ენერგოსისტემის ოპტიმალური მართვა რეალური დროის პირობებში.

ტესტირების მეთოდს საფუძვლად უდევს არამკაფიო ბმულობის ანალიზი, რომელიც განკუთვნილია არამკაფიო და განუზღვრელ პირობებში გადაწყვეტილების მისაღებად [1].

ტესტირების პრობლემისადმი არამკაფიო მიდგომის დასაბუთების მიზნით მოკლედ განვიხილოთ ძირითადი ასპექტები.

კლასიკური ტესტირების მეთოდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაკლია „მოსწავლე-კომპიუტერი“ დიალოგის „მკაფიო“ ხასიათი, ანუ დასმულ კითხვას თან სდევს შესაძლო პასუხების სია და მოსწავლემ უნდა აირჩიოს ერთადერთი და სწორი პასუხი მათ შორის. ამოცანის ასეთი დასმა, ერთი მხრივ, ზღუდავს მოსწავლის თავისუფალ აზროვნებას, ხოლო, მეორე მხრივ, არ იძლევა მისი საერთო მომზადების, ცოდნისა და ერუდიციის შემოწმების საშუალებას.

რეალური გამოკითხვის პროცესში კარგი მასწავლებელი არასოდეს შემოიფარგლება მხოლოდ მშრალი ფაქტობრივი მასალის გამოკითხვით, არამედ იგი ცდილობს გააჩვიოს, თუ რამდენად გააზრებულია მოსწავლის ცოდნა და რა იცის მან საერთოდ.

ეს პრობლემა თვისობრივად ახლოს არის გადაწყვეტილების მიღების მხარდაჭერა და ექსპერტული სისტემებისათვის ცოდნის ბაზის აგებისას ექსპერტებისაგან ინფორმაციის მიღების ამოცანასთან. ამ შემთხვევაშიც პროგრამისტი, რომელიც ახორციელებს ასეთი სისტემის კომპიუტერულ რეალიზებას, ცდილობს, რაც შეიძლება მეტი „ცოდნა“ მიიღოს ექსპერტებისაგან, რათა შემდგომ მოახდინოს ამ ინფორმაციის ფორმალიზება გადაწყვეტილების მიღების მეთოდში გამოყენების მიზნით.

ეს ძალზე რთული პროცედურაა, რამეთუ „ცოდნა“ ექსპერტების მეხსიერებაში ინახება არა ცალკეული ფაქტების სახით, არამედ წარმოადგენს რთულ არამკაფიო სტრუქტურას, რომელიც მოიცავს ინტუიციასა და გამოცდილებას. გარდა ამისა, ყოველი სპეციალისტი პრობლემას აღიქვამს საკუთარი პროფესიონალური კუთხით, მაშინ როდესაც გადაწყვეტილების მხარდაჭერი სისტემებისათვის საჭი-

როა ექსპერტთა ფორმალიზებული აზრი.

რამდენადაც ექსპერტებისაგან ცოდნის მიღების, დამუშავებისა და ფორმალიზების ე. წ. არამკაფიო მეთოდოლოგიის [2] შემუშავებას უმნიშვნელოვანესი ადგილი უკავია ხელოვნური ინტელექტის (ხი) სფეროში, საინტერესო იქნება ამ მეთოდების განხილვა მოსწავლეთა ტესტირების ამოცანის კუთხით. აქ შესაძლოა გამოიკვეთოს ხი-ის მიდგომის გამოყენების, არსებული მეთოდების გაფართოებისა და აგრეთვე ახალი მეთოდების შემუშავების ბევრი მიმართულება „არამკაფიო“ ტესტირების ასპექტში.

ერთ-ერთი მიდგომა შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგნაირად: ჯერ განხორციელდეს „ექსპერტთა“, ანუ მოცემული დარგის სპეციალისტთა გამოკითხვა; ეს მონაცემები დამუშავდეს და შეიქმნას გარკვეული აზრით „ცოდნის ბაზა“ მოცემულ თემატიკაში; შემდეგ სათითაოდ გამოიკითხოს მოსწავლეები, მათი შედეგები დამუშავდეს იმავე პრინციპით, როგორ „ექსპერტებისა“, და ფარდობითი ანალიზის შედეგად მოხდეს მათი ცოდნის შეფასება.

წარმოდგენილ ნაშრომში განხორციელებულია დისპეტჩერების არამკაფიო ტესტირების მეთოდი, რომელიც იყენებს სწორედ ასეთ მიდგომას არამკაფიო ბმულობის ანალიზის საფუძველზე.

თავდაპირველად ექსპერტების, ანუ გამოცდილი დისპეტჩერების გამოკითხვის შედეგად აიგება ცოდნის ბაზა.

იგულისხმება, რომ ცნობილია $\{S\}$ – ავარიულ შეტყობინებათა (ნიშანთა), $\{H\}$ – ავარიათა და $\{E\}$ – ექსპერტთა სიმრავლეები (შესაბამისად C_S, C_H და C_E კარდინალური რიცხვებით). თითოეული ნიშანი $\{S\}$ სიმრავლიდან შეიძლება იყოს (ან არ იყოს) $\{H\}$ სიმრავლის თითოეული ავარიის გამომწვევი მიზეზი.

ბმულობის ანალიზში ინფორმაციის ამოსავალი წყაროა R^k ინციდენტურობის მატრიცა, რომელიც აიგება თითოეული k -ური ავარიისათვის დამოუკიდებლად r_{ij}^k ელემენტი ასახავს j -ური ექსპერტის შეფასებას იმის შესახებ, თუ რამდენად არის მოსალოდნელი i -ური ნიშნის დაკვირვება კონკრეტული k -ური ავარიის პირობებში. $r_{ij}^k = 0$ (ან 1) მკაფიო ელემენტი მიუთითებს, რომ შესაბამისი ნიშანი უეჭველად არ იქნება (ან იქნება) დაკვირვებული, ხოლო $r_{ij}^k \in]0,1[$ არამკაფიო ელემენტებში მხედველობაში მიიღება განუსაზღვრელობა ექსპერტის მოსაზრებაში.

ინციდენტურობის მატრიცის r_{ij}^k ელემენტის მისაღებად j -ურ ექსპერტს უსვამენ შეკითხვას: „მოცემული ავარიის პირობებში როგორი დამაჯერებლობით იქნება დაკვირვებული i -ური ნიშანი?“ შეფასება მოითხოვება $[0,1]$ ინტერვალშიდან.

მამასადამე, R^k არამკაფიო ინციდენტურობის მატრიცა, რომელიც მიიღება თითოეული ავარიისათვის და თავისი ბუნებით წარმოადგენს სუბიექტურ აღბათობათა ცხრილს, ასახავს ურთიერთდამოკიდებულებას $\{S\}$ ავარიულ შეტყობინებათა და $\{E\}$ ექსპერტთა სიმრავლეების ელემენტებს შორის.

შემდეგ ეტაპზე აიგება ე. წ. C_E^k ბმულობის მატრიცა, რომლის ელემენტებიც გამოითვლება ფორმულით:

$$(C_E^K)_{nm} = 1 - \left(\sum_i r_{in}^k - r_{im}^k \right) / C_{_Sup}, \quad (1)$$

სადაც $C_{_Sup}$ წარმოადგენს r_{in} და r_{im} სვეტების (როგორც ვექტორების) სუბორტის კარდინალურ რიცხვს.

$(C_E^K)_{nm} \in [0, 1]$, $C_{_E} \times C_{_E}$ განზომილების დიაგონალურად სიმეტრიული C_E^k მატრიცის ელემენტის რიცხობრივი მნიშვნელობა მიუთითებს n და m ექსპერტების პასუხების „სიახლოვის“ ზომას, ანუ ფაქტიურად ტარდება ექსპერტთა აზრის ფარდობითი ანალიზი.

საბოლოოდ, ექსპერტთა ჩაჭვისებური ბმების შესწავლის შედეგად (ყველა ავარიისათვის) უშუალოდ ბმულობის მატრიციდან მიიღება „ბმულ“ ექსპერტთა მახასიათებელი ჩგუფების (ბმჯ) განაწილებები ბმულობის დონეების ($\pi \in \{0, 0.1, \dots, 1\}$) მიხედვით;

$$\{X_{\pi,b}^k\} : \pi = 0, 0.1, \dots, 1, \quad k = 1, \dots, C_{_H}, \quad (2)$$

სადაც $X_{\pi,b}^k$ არის π დონის b -ური ბმჯ k -ური ავარიისათვის.

განაწილებები (2) შეიძლება განვიხილოთ როგორც ბაზა (ან „შაბლონი“) ალ-თა ტესტირების ამოცანისათვის.

ტესტირების პროცესში ალ-მ უნდა უპასუხოს იმავე შეკითხვებს, როგორც ახალმა „ექსპერტმა“ გამოცდილი დისპეტჩერების მსგავსად. შემდეგ მისი პასუხები უნდა დამუშავდეს სხვა ექსპერტთა მონაცემებთან ერთად საბოლოო ბმჯ განაწილების (2) მიღებამდე, რომელიც ასახავს, თუ რამდენად ახლოს არის ალ-ს პასუხები კვალიფიცირებულ სპეციალისტთა აზრთან. იმისდამიხედვით, თუ ბმულობის რომელ დონემდე ხვდება ალ გამოცდილი სპეციალისტების ბმჯ-ში, შესაძლოა შეფასდეს მისი მომზადება.

რაც უფრო მაღალია დონე, რომელზედაც ალ შედის ავტორიტეტებთან ერთ ბმჯ-ში, მით უფრო მაღალი კვალიფიკაცია გააჩნია მას.

დონე, რომელზედაც ალ ქმნის ერთელემენტიან ჩგუფს k -ური ავარიის განაწილებაში, აღვნიშნოთ π_{ND}^k -ით. ტესტირების საბოლოო შეფასება (აღვნიშნოთ α_{ND} -ით შესაძლოა გამოვითვალოთ ყველა π_{ND}^k -ის, $k=1, \dots, C_{_H}$, გასაშუალებით:

$$\alpha_{ND} = \frac{1}{C_{_H}} \cdot \sum_{k=1}^{C_{_H}} \pi_{ND}^k. \quad (3)$$

საბოლოოდ, თუ განვიხილავთ გამოცდებში მიღებულ შეფასებათა დისკრეტულ სკალას, α_{ND} -სათვის შეიძლება გამოვიყენოთ, მაგალითად, შემდეგი გარდასახვა:

„5“ (ფრიალი) შეესაბამება $\alpha_{ND} \in [0.9, 1]$;

„4“ (კარგი) – $\alpha_{ND} \in [0.6, 0.9]$;

„3“ (დამაკმაყოფილებელი) – $\alpha_{ND} \in [0.3, 0.6]$;

„2“ (არადაკმაყოფილებელი) – $\alpha_{ND} \in [0, 0.3]$.

წარმოდგენილი მეთოდის საფუძველზე შესაძლოა შესწავლილ იქნეს ალ-თა

ჭგუფის საერთო მომზადების დონე მათგან საუკეთესოთა გამოვლენის მიზნით.

გარდა ამისა, ვინაიდან ბმულობის ანალიზი ტარდება ცალ-ცალკე თითოეული ავარიისათვის, შესაძლოა შემოწმდეს ალ-ის ცოდნა დამოუკიდებლად რესპუბლიკის სხვადასხვა ტერიტორიული რეგიონის შესახებ.

როგორც უკვე აღნიშნული იყო, წარმოდგენილი მეთოდი არის არამკაფიო ტესტირებისადმი მხოლოდ ერთ-ერთი მიდგომა. სხვადასხვა დარგში არამკაფიო ტესტირების პრობლემამ შესაძლოა მოითხოვოს სხვა ტიპის არამკაფიო მეთოდები ან სრულიად ახალი მიდგომის შემუშავება.

მართვის სისტემების ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. K. M. Панчвидзе. Нечеткий подход в задачах принятия решений. Вестник Академии наук Грузии, 150, 2, 1994, 237 – 241.
2. L.A. Zadeh, Fuzzy Sets, „Information and Control“, 8, 3, 1965, 338-353.

კ. ლალაშივილი, ო. ნამიჩივილი

რეპროდუცირებადი რადიოფიზიკური სისტემების ოპტიმალური სინთეზი

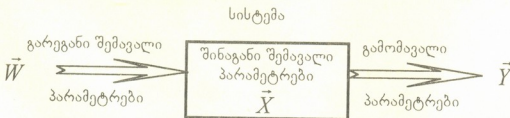
წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. სანაძემ 27.02.1997

რეპროდუცირებადი რთული სისტემების სინთეზის პროცესი [1-5] წარმოადგენს საკვლევ, საძიებელი, გათვლითი და საკონსტრუქტორო სამუშაოთა ერთობლიობას, რომელიც საჭიროა მოცემულ მოთხოვნებთან შესაბამისობაში მოყვანილი სისტემის შესაქმნელად.

რადიოფიზიკური მოწყობილობების სინთეზის პრობლემის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ასპექტს წარმოადგენს მათი ოპტიმალური მუშაუნარიანობისა და სერიული წარმოებისას ვარგისი პროდუქციის მაღალი ხვედრითი წილის უზრუნველყოფა.

თანამედროვე ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემები ძირითადად კომპიუტერის საშუალებით ფუნქციონირებენ. ტრადიციული მიდგომის ნაცვლად მიმართავენ მოწყობილობის მათემატიკური მოდელის ანალიზის პროგრამულ კომპლექსებს. მიუხედავად მიღწეული წარმატებისა, რადიოფიზიკური სისტემების მუშაუნარიანობის მახასიათებლების ოპტიმიზაცია და მათი ანალიზი, ელემენტთა პარამეტრების ნომინალური მნიშვნელობიდან გადახრისა და დრეიფის გათვალისწინებით, კვლავ ნაკლებად შესწავლილ და აქტუალურ სფეროდ რჩება.

საკვლევი ობიექტის აღწერა: პრობლემის არსიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილია კვლევის ობიექტის წარმოდგენა მრავალპოლუსის სახით (სურ.1) და მისი არაფორმალური (კონცეპტუალური) აღწერა.



სურ.1 რადიოფიზიკური სისტემის განზოგადებული წარმოდგენა

არაფორმალური აღწერა სისტემის მუშაობის სავარაუდო ან ფაქტობრივი ალგორითმის დასადგენად საჭირო სრულ ინფორმაციას ეწოდება. ის საკმარისი უნდა იყოს ფუნქციური სქემის შესადგენად. ეს უკანასკნელი კი ფორმალური აღწერის საფუძველია.

ფუნქციური სქემისა და საბაზისო ოპერატორების ერთობლიობას, რომელიც საშუალებას იძლევა ზოგადი სახით ვიპოვოთ სისტემის რეაქცია გარემო ზემოქმედებაზე, განზოგადებული მოდელი, ანუ ფორმალური აღწერა ეწოდება.

ფორმალური აღწერისათვის საჭიროა ფუნქციური სქემის გამოყენებით შემოვიტანოთ მოწყობილობის მახასიათებელი პარამეტრები და მათ შორის თანაფარდობის დამამყარებელი ოპერატორები. ამიტომ სისტემის ფორმალური აღწერის პირველ ეტაპზე უნდა განისაზღვროს მისი პარამეტრების (მახასიათებლების) სიმრავლე.

პარამეტრი ეწოდება სიდიდეს, რომელიც ობიექტის თვისებას ან მუშაობის რეჟიმს ახასიათებს.

დასაპროექტებელი ობიექტის პარამეტრებს შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ე.წ. \vec{Y} გამომავალი პარამეტრები. ისინი აღწერენ სისტემის რეაქციას სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებაზე.

ნებისმიერ ფიზიკურ სიდიდეს, რომლის ვარიაცია სისტემის ფუნქციონირების ცვლილებას იწვევს, რაც შესაბამისად აისახება გამომავალ პარამეტრებში, შემაჯავალი პარამეტრი ეწოდება.

შემავალი პარამეტრები ორი სახისაა: \vec{X} შინაგანი და \vec{W} გარეგანი.

\vec{X} : შინაგანი შემავალი პარამეტრები—დაპროექტების პროცესში დასადგენი ელემენტთა პარამეტრებია.

\vec{W} გარეგანი შემავალი პარამეტრები კი—გარემო სუბსტანციის პარამეტრებია, რომლებიც გავლენას ახდენს დასაპროექტებელი ობიექტის ფუნქციონირებაზე.

მიღებული განმარტებების შემდეგ ექვს არ ბადებს

$$\vec{Y} = \vec{Y}(\vec{X}, \vec{W}) \quad (1)$$

ფუნქციური დამოკიდებულების ჭეშმარიტება.

ოპტიმალური დაპროექტების ამოცანის გადასაწყვეტად (1) თანაფარდობები უნდა განისაზღვროს ან ანალიზურად, რაც დასაშვებია მხოლოდ სისტემების ძალიან ვიწრო კლასისათვის, ან ალგორითმული სახით.

დასასრულ შევნიშნოთ, რომ სისტემის გამომავალი პარამეტრები დამოკიდებულია არა მარტო შემავალ პარამეტრებზე, არამედ ელემენტთა შორის კავშირების თავისებურებებზეც, რაც სქემის ტოპოლოგიით (სტრუქტურით, კონფიგურაციით) განისაზღვრება. ელემენტთა შორის კავშირების ნებისმიერი ცვლილება ქმნის ახალ სტრუქტურას და იწვევს სისტემის გამომავალი პარამეტრების ცვლილებას. ანალოგიურ შედეგს იძლევა თვისობრივად ახალი ელემენტების გამოყენებაც. ამიტომ ელემენტთა ტიპები სისტემის სტრუქტურის მახასიათებლებადაც შეიძლება განვიხილოთ.

ამოცანის ფორმულირება. რეპროდუცირებადი სისტემების ოპტიმალური სინთეზის ამოცანა ფორმალურად შეიძლება ჩამოყალიბდეს როგორც X_1, X_2, \dots, X_n შინაგანი შემავალი პარამეტრების ისეთი მნიშვნელობების პოვნა, რომლებიც აკმაყოფილებენ მათზე დადებულ G_x არის

$$\left. \begin{array}{l} X_{i \min} \leq X_i \leq X_{i \max} \\ i = \overline{1, n} \end{array} \right\}$$

განმსაზღვრელ პირდაპირ მოთხოვნებს და უზრუნველყოფენ X_i ($i = \overline{1, n}$) პარამეტრების სივრცეში $G_{\vec{x}}$ მისაღები მნიშვნელობების არის

$$\left. \begin{array}{l} Y_j(X_1, X_2, \dots, X_n, W_1, W_2, \dots, W_p) = Y_{j0} \\ j = \overline{1, k} \\ Y_{s \min} \leq Y_s(X_1, X_2, \dots, X_n, W_1, W_2, \dots, W_p) \leq Y_{s \max} \\ s = \overline{k+1, m} \end{array} \right\}$$

შემომზღუდველი პირობების შესრულებას გარეგანი შემავალი პარამეტრების

$$\left. \begin{array}{l} W_{q \min} \leq W_q \leq W_{q \max} \\ q = \overline{1, p} \end{array} \right\}$$

არიდან ნებისმიერად არჩეული მუშა მდგომარეობისათვის.

$R_d(\vec{X}_0, \vec{W})$ რეპროდუცირებადობის ხარისხის განზოგადებული მაჩვენებლის გამოსათვლელად საკმარისია ვიპოვოთ \vec{X} შემთხვევითი ვექტორის შესაბამისი ამსახველი წერტილის იმ $\Gamma_{\vec{x}\vec{y}}$ არეში მოხვედრის ალბათობა, რომელიც მიიღება შინაგანი შემავალი პარამეტრების სივრცეში მათი შესაძლო ვარიაციების საზღვრებით შემოფარგლული $\Gamma_{\vec{x}}$ და ამავე სივრცეში გამოშვებული პარამეტრების ანალოგიური $G_{\vec{y}}$ არეების თანაკვეთით:

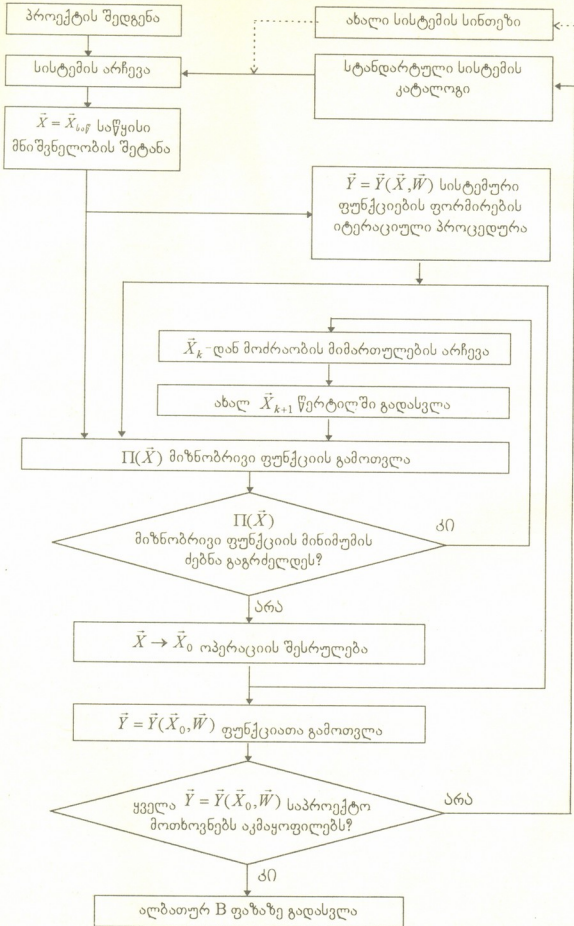
$$R_d(\vec{X}_0, \vec{W}) = \int_{\Gamma_{\vec{x}\vec{y}}} f(\vec{x}) d\vec{x},$$

სადაც $f(\vec{x})$ დროის საწყისი მომენტისათვის X_1, X_2, \dots, X_n შემთხვევითი სიდიდეების ალბათობათა განაწილების ერთობლივი $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ სიმკვრივეა.

რეპროდუცირებადი რადიოფიზიკური სისტემების ოპტიმალური სინთეზის ალგორითმი. რეპროდუცირებადი რთული სისტემების დაპროექტების პროცესი პირობითად შესაძლებელია დაიყოს დეტერმინირებულ და ალბათურ ეტაპებად.

დეტერმინირებულ ფაზაში, რომელსაც A ფაზა ვუწოდოთ, იძებნება ისეთი დასაშვები გადაწყვეტილება, ანუ სისტემის ელემენტთა $\vec{X}_0 = (X_{10}, X_{20}, \dots, X_{n0})$ პარამეტრები, რომლებიც ექსტრემალურ მნიშვნელობას ანიჭებენ $\Pi(\vec{X})$ ხარისხის განზოგადებულ მაჩვენებელს.

ალბათურ B ფაზაში კი განისაზღვრება ოპტიმალური სერიულად ვარგისი გადაწყვეტილება, ანუ $\vec{X}^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$ შინაგანი შემავალი პარამეტრების ისე-



სურ.2. რთულ სისტემათა სინთეზის დეტერმინირებული A ფაზის ალგორითმი



თი მნიშვნელობები, რომლებითაც უზრუნველყოფილია $R_d(\bar{X})$ რეპროდუცირებადობის ხარისხის მაჩვენებლის მაქსიმალური მნიშვნელობა.

დეტერმინირებული ფაზის დეტალური ალგორითმი მე-2 სურათზეა წარმოდგენილი, ხოლო ალბათურისა კი - მე-3 სურათზე.

ორი ფაზისაგან შემდგარი ერთიანი პროცესი ლოგიკურად დაყოფილია ეტაპებად.

პირველ რიგში დასაპროექტებელ ობიექტზე მოთხოვნებისა და სპეციფიკაციების გათვალისწინებით ადგენენ პროექტს, რომელშიც ცხადადაა ფორმულირებული სისტემის ფუნქციონირების მიზანი, გარემო და საზღვრები, რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს გამომავალი პარამეტრები.

მეორე ეტაპზე შედგენილი პროექტის შესაბამის მოდელს ირჩევენ ან სტანდარტული სისტემების კატალოგიდან, ან ამდაგვარის არარსებობის შემთხვევაში ამუშავენ ახალს.

გამოსაკვლევად არჩეული მოდელისათვის ადგენენ შინაგანი შემავალი პარამეტრების (სისტემის ელემენტთა პარამეტრების) $\bar{X}_{ს.აფ} = (X_{1ს.აფ}, X_{2ს.აფ}, \dots, X_{mს.აფ})$ ვექტორს, რომელიც საწყის ამონახსნად მიიჩნევა. მისი საშუალებით მომდევნო ეტაპზე \bar{W}_l , ($l = \overline{1, N}$) ვექტორით განსაზღვრულ ყველა მუშა მდგომარეობებისათვის ზუსტდება გამომავალი პარამეტრების შინაგან შემავალ პარამეტრებთან დამაკავშირებელი

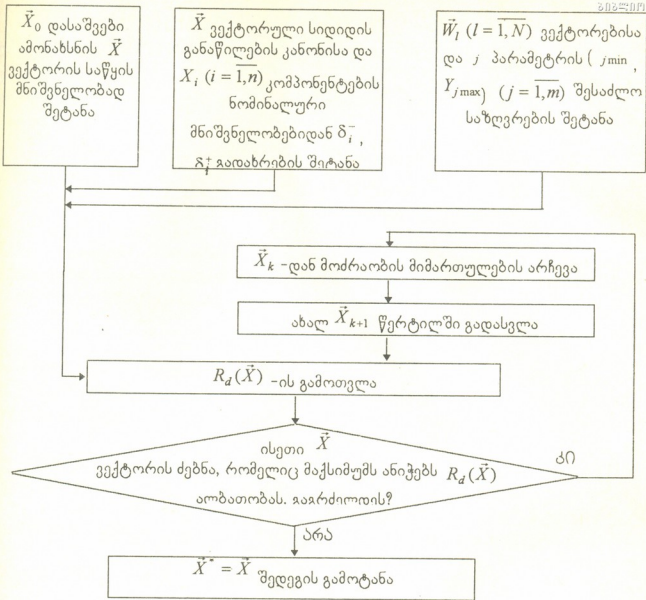
$$\left. \begin{aligned} Y_j &= Y_j(\bar{X}, \bar{W}_l) \\ j &= \overline{1, m} \\ l &= \overline{1, N} \end{aligned} \right\}$$

სისტემური ფუნქციები. რთული სისტემებისათვის სქემური ფუნქციების ანალიზური ფორმით განსაზღვრა, როგორც წესი, შეუძლებელია. ამიტომ გამომავალი პარამეტრების ფორმირება წარმოებს პროცედურულად.

შემდეგ ეტაპზე იძებნება ისეთი \bar{X}_0 დასაშვები გადაწყვეტილება, რომელიც მინიმუმს ანიჭებს $\Pi(\bar{X})$ ხარისხის განზოგადებულ მაჩვენებელს. ეს უკანასკნელი აგებულია სისტემური ფუნქციების ბაზაზე და ფაქტობრივად წარმოადგენს მიზნობრივ ფუნქციას უპირობო ოპტიმიზაციის ამოცანაში.

დეტერმინირებული ფაზის ბოლო ეტაპზე \bar{W}_l , ($l = \overline{1, N}$) ვექტორებით განსაზღვრული ყველა ფიქსირებული მუშა მდგომარეობისათვის გამოითვლება \bar{X}_0 დასაშვები ამონახსნის შესაბამისი გამომავალი პარამეტრები.

თუ ერთი ან რამდენიმე პარამეტრისათვის დარღვეულია მუშაუნარიანობის პირობა (მისი, \bar{X}_0 -ის შესაბამისი მნიშვნელობა მოთავსებულია პროექტით განსაზღვრული შესაძლო ცვლილების არის გარეთ) ან მოდიფიცირდება არსებული მოდელი, ან კიდევ მუშავდება ახალი. სურ. 1-ზე ალტერნატიული გზა ნაჩვენებია პუნქტორით.



სურ.3 რთულ სისტემათა სინთეზის ალბათური B ფაზის ალგორითმი

თუ შემოწმების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ყველა პარამეტრი \vec{X}_0 დასაშვები ამონახსნისათვის აკმაყოფილებს მათზე დადებულ მოთხოვნებს, გადადიან სისტემათა სინთეზის ალბათურ B ფაზაზე.

B ფაზის მიზანია ისეთი \vec{X}^* ვექტორის განსაზღვრა, რომელიც სისტემის $R_d(\vec{X})$ სერიულად ვარგისობის ინტეგრალურ მაჩვენებელს მაქსიმალურ მნიშვნელობას ანიჭებს.

ამისათვის ალბათური ფაზის სარეალიზაციო პროცედურას სისტემის კომპონენტთა \vec{X} ვექტორის საწყის მნიშვნელობად მიეწოდება დეტერმინირებული ფაზით მოქმედილი \vec{X}_0 დასაშვები გადაწყვეტილება. გარდა ამისა, აუცილებელია წინასწარ შევიტანოდ \vec{X} შემთხვევითი ვექტორის განაწილების კანონი და მისი კომპონენტების ნომინალური მნიშვნელობებიდან დასაშვები გადახრები, $\vec{W}_i, (i = \overline{1, N})$ ვექტორების რიცხვითი მნიშვნელობები და გამომავალი პარამეტრების ნომინა-

ლებიდან გადახრის $Y_{j\min}, Y_{j\max}, (j = \overline{1, n})$ სასაზღვრო მნიშვნელობები.

ვინაიდან R_d სერიულად ვარგისობის მაჩვენებლის ფორმირება უმთავრესად $\bar{Y} = \bar{Y}(\bar{X}, \bar{W})$ სისტემური ფუნქციების საშუალებით ხდება, ოპტიმალური მნიშვნელობის მოძებნის პროცედურული აღწერა ძირითადად A ფაზის ანალოგიური ეტაპის იდენტურია.

სისტემის ელემენტთა მიღებული $\bar{X}^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$ პარამეტრები შეიძლება ჩაითვალოს ამონახსნად, რომელიც ოპტიმალურია მაქსიმალური ხარისხისა და სერიულად ვარგისიანობის უზრუნველყოფის თვალსაზრისით.

რეპროდუცირებადი რადიოფიზიკური სისტემების დაპროექტებისას ძირითადი ამოცანაა ისეთი ობიექტის შექმნა, რომელიც ნაკადური წარმოების პირობებში გარკვეული აზრით საუკეთესოდ აკმაყოფილებს მისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს და უზრუნველყოფს მაქსიმალურ სერიულ ვარგისიანობას, ანუ რეპროდუცირებადობას.

ჩატარებული კვლევის შედეგად:

— დამუშავებულია რადიოფიზიკური სისტემების სინთეზის კომპიუტერზე ადვილად რეალიზებადი ისეთი მეთოდი, რომელიც მოცემული კრიტერიუმის საფუძველზე უზრუნველყოფს პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობების შერჩევას;

— გამომავალი მახასიათებლების გარეგან და შინაგან შემავალ პარამეტრებზე დამოკიდებულებათა აღმწერი სისტემური ფუნქციების ცნების შემოტანის საფუძველზე მათემატიკურად ჩამოყალიბებულია დაპროექტების ამოცანა;

— დამუშავებულია რადიოფიზიკური სისტემების რეპროდუცირებადობის მათემატიკური მოდელი;

— მოყვანილია სერიულად ვარგისი რადიოფიზიკური სისტემების სინთეზის დეტალური ალგორითმი;

— შესწავლილია რადიოფიზიკური სისტემების რეპროდუცირების მაჩვენებლის შეფასების მეთოდები.

— დამუშავებულია და პროგრამულად რეალიზებულია მიზნობრივი ფუნქციის ექსტრემუმის კომბინირებადი ძებნის მეთოდი, რომელშიც გამოყენებულია ოპტიმიზაციის იტერაციული პროცედურების აბსოლუტური უმრავლესობისათვის დამახასიათებელი ზოგადი პრინციპი, მაგრამ მასში მოდიფიცირებულია მოძრაობის მიმართულების არჩევის სტრატეგია და მინიმიზაციის დასრულების კრიტერიუმი.

მიღებული შედეგების ერთობლიობა შესაძლებელია განვიხილოთ რადიოფიზიკური სისტემების სინთეზის პროცესისადმი ერთიანი მიდგომის რეალიზაციად, რომელიც საშუალებას იძლევა რეპროდუცირებადი სისტემების აგების პრობლემა გამოვიკვლიოთ და გადავჭრათ კომპიუტერული ანალიზით.

ი. ჯავახიშვილის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *К.М. Далакишвили, О.М. Намичейшвили, Ж.Г. Гогиашвили.* Тез. докл. н.-т. конф. "Повышение качества и надежности продукции, программного обеспечения ЭВМ и технических средств обучения". г.Куйбышев, сентябрь 1989, 27.
2. *О.М. Намичейшвили, Ж.Г. Гогиашвили, К.М. Далакишвили.* Тез. докл. Всесоюзного н.-т. семинара: "Создание интеллектуальных САПР СБИС и электронных средств". - М., 1991, 83.
3. *ო. ნამიჩეიშვილი, ე. გოგიაშვილი, კ. დალაქიშვილი.* ფიზიკური მოვლენების მათემატიკური მოდელირება, ნაწილი II: ლექციების კურსი. - თბილისი, 1994, 184 გვ.
4. *О.М. Намичейшвили, К.М. Далакишвили, Ж.Г. Гогиашвили, Г.Ш. Чихрадзе.* Задача проектирования серийнопригодных электронных схем (Депонированная рукопись). Грузинский НИИ научно-технической информации и технико-экономических исследований (ТЕХИНФОРМ), № 1036 - 95 от 6.09.95, СИФ.-48с.
5. *О.М. Намичейшвили, К.М. Далакишвили, Ж.Г. Гогиашвили, Г.Ш. Чихрадзе.* Математическая модель для показателя серийнопригодности электронных схем (Депонированная рукопись). Грузинский НИИ научно - технической информации и технико - экономических исследований (ТЕХИНФОРМ), № 1035 - 95 от 6.09.95, СИФ.-32с.



ჟ. ბერიძე, თ. ბერიძე

ანისოტროპიის ფლუქტუაციებზე სინათლის გაბნევის ბამოკვლევა

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ამალობელმა 7.03.1997

თხევადი კრისტალის ნემატიკური ფაზა გაცილებით ძლიერ აბნევს სინათლეს, ვიდრე იზოტროპული. მაგრამ, კრიტიკული გამჭვირვალობის T_c ტემპერატურის ზემოთ ჭერ კიდევ რჩება მნიშვნელოვანი სინათლის გაბნევა, რომელიც გამოწვეულია ანიზოტროპული მოლეკულების ორიენტაციის ფლუქტუაციებით. გაბნეული სინათლის კანონზომიერებათა გამოკვლევამ სხვადასხვა ტემპერატურისათვის უნდა მოგვეცეს მნიშვნელოვანი ინფორმაცია ორიენტაციის ფლუქტუაციის შესახებ და საბოლოოდ კი სითხეების სტრუქტურის შესახებ.

მოცემულ ნაშრომში განხილულია სინათლის რელეისებური გაბნევის გამოკვლევის შედეგები ნემატიკურ თხევად კრისტალ *MBBA*-ს იზოტროპულ ფაზაში, ფართო ტემპერატურული დიაპაზონისათვის. კერძოდ, გამოკვლეულ იქნა გაბნეული სინათლის ინტენსივობის (I) და დეპოლარიზაციის კოეფიციენტის (Δ) დამოკიდებულება დაცემული ბრტყელი ტალღის ელექტრული ვექტორის ϕ აზიმუტზე (კუთხე ვერტიკალურ ვექტორს შორის) და გაბნევის θ კუთხეზე სხვადასხვა ტემპერატურისათვის. გაბნეული სინათლის ინტენსივობის (I) და დეპოლარიზაციის კოეფიციენტის (Δ) - გასაზომად ჩვენ მიერ აგებულ იქნა ფოტოელექტრული დანადგარი [1], რომელიც წარმოადგენს [2]-ში აღწერილი დანადგარის გაუმჯობესებულ ვარიანტს. ϕ და θ კუთხეების ცვლილება წარმოებდა ჰელიუმ-ნეონის He-Ne ტიპის ლაზერის, დაცემული სხივის ირგვლივ და ცილინდრული კიუვეტის ცენტრში გამავალი ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ ბრუნვით. კიუვეტა (დიამეტრი - 35მმ) მოთავსებულია ცილინდრულ თერმოსტატში [1]. ფოტომამრავლის წინ დაყენებული არის პოლაროიდი, რომელიც შეიძლება ვაბრუნოთ გაბნეული სხივის ირგვლივ და მობრუნების კუთხე φ (კუთხე ვერტიკალსა და ელექტრულ ვექტორს შორის) აითვლება პოლაროიდის დამჭერის ლიმბზე. დაცემული სინათლის ინტენსივობის კონტროლისა და დანადგარის კალიბრირებისათვის ვიყენებდით ბოჭკოვან შუქგამტარს. შესუსტებულ ლაზერის სხივს შუქგამტარის საშუალებით მივმართავდით ფოტომამრავლზე და ვღებულობდით საკონტროლო სიგნალს. ყოველი გაზომვის შედეგს ვაფარდებდით საკონტროლო სიგნალთან. ამგვარად, გაბნეული სინათლის ინტენსივობის გაზომვა წარმოებდა პირობით ერთეულებში. ნივთიერების თერმოსტატირება წარმოებს $\pm 0,0005^\circ$ სიზუსტით. დანადგარის დაწვრილებითი აღწერილობა მოცემულია [1,3]-ში. გაბნეული სინათლის ინტენსივობის $I=I(\phi, \theta, T)$ გაზომვის შედეგები როცა $\theta=90^\circ$, მოცემულია 1 ცხრილში.

ფუნქცია $I=I(\phi, \theta, T)$ -ს ცხრილში მოცემული მონაცემებით ჩატარებული უმცირესი კვადრატების მეთოდით გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ინტენსივობის უმცირესი სიდიდე $1/I$ არის T ტემპერატურის წრფივი ფუნქცია. ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების ცდომილების ფარგლებში, ϕ, θ, ψ კუთხეების ფიქსირებული მნიშვნელობებისათვის $1/I$ -ის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე გამოისახება ფორმულით:

$$1/I = A + B/T, \quad (1)$$

სადაც A და B კოეფიციენტები ტემპერატურისგან დამოუკიდებელი სიდიდეებია. ფუნქცია $y = 1/I$ ($\theta = 90^\circ$) ექსტრაპოლით, როცა $y \Rightarrow 0$ (1) თანაფარდობიდან ვპოულობთ ტემპერატურას

$$T^* = -A/B \quad (2)$$

რომელიც შეესაბამება $y = 1/I$ ფუნქციის გრაფიკის, T ტემპერატურის ღერძის გადაკვეთის წერტილს. ასეთი გაანგარიშებით ნაპოვნი T^* ტემპერატურის შედეგები ϕ და θ კუთხეების სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის მოყვანილია მე-2 ცხრილში. აქვეა მოცემული A და B -კოეფიციენტების მნიშვნელობანი და A, B, Y სიდიდეების დისპერსიათა $\sigma_A, \sigma_B, \sigma_Y$ -ის მნიშვნელობები აზიმუტური ϕ, θ კუთხეების სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის.

ცხრილი 1

ტემპერატურა $t^\circ C$	გაბნეული სინათლის ინტენსივობა $I=I(\phi, \theta, \theta = 90^\circ)$								
	აზიმუტური კუთხეები								
	0; 90	0; 0	0; 45	45; 90	45; 0	45; 45	90; 90	90; 90	90; 45
43.50	4.20	5.29	4.68	4.20	4.68	4.38	4.14	4.18	4.16
43.70	3.87	4.94	4.38	3.83	4.39	4.07	3.77	3.77	3.77
44.50	3.05	3.93	3.45	3.01	3.44	3.19	2.90	2.94	2.89
45.01	2.78	3.59	3.18	2.70	3.06	2.89	2.59	2.62	2.61
45.60	2.52	3.28	2.76	2.45	2.83	2.61	2.36	2.39	2.39
45.65	2.48	3.23	2.71	2.34	2.76	2.52	2.32	2.34	2.33
46.60	1.98	2.49	2.12	1.86	2.17	1.99	1.85	1.85	1.85
47.00	1.87	2.35	2.05	1.79	2.06	1.90	1.73	1.75	1.74
48.25	1.62	2.07	1.83	1.57	1.78	1.66	1.52	1.52	1.52
49.50	1.36	1.76	1.53	1.32	1.52	1.41	1.30	1.31	1.30
54.00	0.95	1.24	1.00	0.92	1.05	0.98	0.88	0.89	0.89
56.20	0.77	1.06	0.91	0.80	0.88	0.84	0.82	0.79	0.79
58.90	0.65	0.87	0.76	0.69	0.78	0.73	0.67	0.67	0.67

(1) და (2) ფორმულებიდან მივიღებთ

$$I(\phi, \theta) = 1/B_{\phi\theta} (T - T^*). \quad (3)$$

უკანასკნელი თანაფარდობა თანხმობაშია სხვადასხვა ავტორების მიერ, კერძოდ შემთხვევისათვის, მიღებულ შედეგებთან ([2,3]).

ϕ^0	φ^0	$A_{\phi\varphi}$	σ_A	$B_{\phi\varphi}$	σ_B	T^*, K	σ_T
0	0	-2,4	0,1	0,060	0,002	313,15	0,036
45	0	-2,8	0,1	0,070	0,002	313,15	0,042
90	0	-3,2	0,1	0,080	0,002	313,15	0,036
0	90	-3,39	0,07	0,083	0,001	313,99	0,023
45	90	-3,14	0,06	0,078	0,001	313,41	0,019
90	90	-3,17	0,08	0,079	0,001	313,28	0,027
0	45	-2,82	0,05	0,070	0,001	313,44	0,077
45	45	-2,98	0,05	0,074	0,001	313,42	0,016
90	45	-3,23	0,05	0,080	0,001	313,52	0,01

გაბნეული სინათლის პოლარიზაციული მახასიათებლების გაზომვების შედეგების ინტერპრეტაციისათვის უფრო მოხერხებული არის გამოვიყენოთ შემდეგი აღნიშვნები: $H = I(\phi, \varphi = 90^0) = \langle E_{11}^2 \rangle$ და $V = I(\phi, \varphi = 0^0) = \langle E_{\perp}^2 \rangle$, $H_h = H(\phi = 90^0)$, $V_h = V(\phi = 90^0)$, $H_v = H(\phi = 0^0)$, $V_v = V(\phi = 0^0)$, $I_h = 0,5(H_h + V_h)$, $I_v = 0,5(H_v + V_v)$, $I = 0,5(H + V)$, სადაც E_{11} და E_{\perp} არის გაბნეული ტალღის ელექტრული ვექტორის მდგენელები შესაბამისად ჰორიზონტალურ (გაბნევის სიბრტყე) და ვერტიკალურ სიბრტყეებში. კუთხური ფრჩხილებით აღნიშნულია სიდიდის საშუალო მნიშვნელობა დროის მიხედვით.

სინათლის ერთჯერადი გაბნევის თეორიის ფარგლებში ოპტიკურად არააქტიური და სიმეტრიული გარემოსათვის, როცა E_{11} და E_{\perp} ვექტორებს შორის არ არის მუდმივი ფაზათა სხვაობა, ადგილი აქვს შემდეგ თანაფარდობებს [4]:

$$H = H_h + (H_v - H_h)\cos^2\phi, \quad (3)$$

$$V = V_h + (V_v - V_h)\cos^2\phi, \quad (4)$$

$$I = I_h + (I_v - I_h)\cos^2\phi. \quad (5)$$

გამბნევი გარემოს სიმეტრიის და ოპტიკური შექცევადობის პირობების თანახმად [5]

$$H_v = V_h \quad (6)$$

ანიზოტროპული დიპოლური გაბნევისათვის ადგილი აქვს თანაფარდობას [5,7]

$$H_h = V_h \cos^2\theta + H_v \sin^2\theta, \quad (7)$$

აქედან, როდესაც $\theta = 90^0$, მივიღებთ $H_h = H_v$ და თუ მე-(6)-ს გავითვალისწინებთ, საბოლოოდ გვექნება

$$H_h = V_h = H_v \quad (8)$$

(3-8) თანაფარდობების შემოწმებისათვის გამოვიყენოთ იქნა H , V და I სიდიდეები $T = 46,2^0 C$ ტემპერატურაზე Φ კუთხის $0^0 - 360^0$ ფარგლებში 15^0 -იანი ინტერვალით ცვლილებისას. აღნიშნული გაზომვების შედეგების დამუშავება უმცირესი კვადრატის მეთოდით გვიჩვენებს, რომ

$$H=2,22, \tag{8}$$

$$V=2,21+0,71\cos^2\phi \tag{9}$$

$$I=2,18+0,35\cos^2\phi \tag{10}$$

(8) და (9) თანაფარდობების შედარება გვიჩვენებს, რომ $H=2,22$, ე. ი. გაზომვების ცდომილებათა ფარგლებში, H არ არის დამოკიდებული ϕ კუთხეზე და ადგილი აქვს ტოლობებს $H_v=H_h$. ამასთან, $H_h=V_h$, რაც თანხმობაშია (6) და (8) თანაფარდობებთან. ამ შემთხვევაში დეპოლარიზაციის კოეფიციენტები $\Delta_v=H_v/V_h$ და $\Delta_v=H_v/V_v$ შესაბამისად ტოლია $\Delta_h=1$ და $\Delta_v=0,76$, ე. ი. გაზომვების ცდომილებათა ფარგლებში $\Delta_v=3/4$. ეს შედეგი კარგ თანხმობაშია თეორიასთან [5]. თეორიული გამოკვლევები გვიჩვენებენ, რომ დიელექტრიკული შეღწევადობის სიმეტრიული ტენზორის შემთხვევაში, ე. ი. სინათლის შთანთქმის არიდან შორს ანიზოტროპული გაბნევის დეპოლარიზაციის კოეფიციენტი $\Delta_v=3/4$ [5].

$\Delta_v, \Delta_h, \Delta_u$ სიდიდეების გამოანგარიშება (3) ფორმულის და $B_{\phi\psi}$ სიდიდის მონაცემებით, რომლებიც მოცემულია 2 ცხრილში, გვაძლევს

$$\Delta_v = B(0^0,0^0)/B(0^0,90^0) = 0,060/0,083 \approx 3/4,$$

$$\Delta_h = B(90^0,0^0)/B(90^0,90^0) = 0,080/0,079 \approx 1,$$

$$\Delta_u = B(45^0,0^0)/B(45^0,90^0) = 0,070/0,078 \approx 6/7,$$

$$\Delta_u = B(0^0,45^0)/B(90^0,45^0) = 0,070/0,080 \approx 6/7.$$

ამასთან, თანაფარდობა $H_v/V_h=B(90^0,0^0)/B(0^0,90^0)=0,080/0,083\approx 1$, ე.ი. სრულდება (6) რელეის ოპტიკური შექცევადობის პირობა. ამრიგად, ფართო ტემპერატურულ შუალედში ($\Delta T=1\pm 15^0$) MBBA-ს გამჭვირვალობის ტემპერატურის ზემოთ, $\Theta=90^0$ მიმართულებით გაბნეული სინათლის დეპოლარიზაციის კოეფიციენტების $\Delta_v, \Delta_h, \Delta_u$ მნიშვნელობანი, გაზომვათა ცდომილებების ფარგლებში (1.5 - 2%), ემთხვევიან მათ თეორიულ მნიშვნელობებს ანიზოტროპული გაბნევისათვის, აქედან კი შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნივთიერება MBBA-ს იზოტროპულ ფაზაში ტემპერატურათა ინტერვალის ფართო ფარგლებში ($\Delta T=1\pm 15^0$) მოლეკულათა ორიენტაციის ფლუქტუაციებზე გაბნეული სინათლის ინტენსივობა I_a გაცილებით (დაახლოებით 100-ჯერ) მეტია, ვიდრე სიმკვრივის ფლუქტუაციაზე გაბნეული სინათლის ინტენსივობა. ფორმულა (1)-ში ჯამური გაბნევის ინტენსივობა I პრაქტიკულად შედგება მხოლოდ ანიზოტროპული გაბნევის ინტენსივობისაგან ($I=I_a+I_a\approx I_a$).

სინათლის მოლეკულური გაბნევის თეორიის თანახმად [6]

$$I_a=I'_a(1+J_k), \tag{11}$$

სადაც J_k ინტეგრალური პარამეტრია, რომელიც აღწერს ლერძული სიმეტრიის მქონე მოლეკულების ორიენტაციულ კორელაციას, I'_a ინტენსივობის მნიშვნელობაა, როცა მოლეკულებს შორის აღნიშნული კორელაცია არ არსებობს ($J_k=0$) [5,6].



ზოგად შემთხვევაში $J_k \neq 0$ და J_k პარამეტრმა შეიძლება მიიღოს ნულოვანი მნიშვნელობა, ისე უარყოფითი მნიშვნელობანი. ეს კი იმის მიმანიშნებელია, რომ მოლეკულების ორიენტაციულ ურთიერთქმედებას შეუძლია როგორც გაზარდოს, ისე შეამციროს სინათლის ანიზოტროპული გაბნევის ინტენსივობა.

მე -(3) და (11)-დან, იმ პირობით, რომ $I \approx I_a$, მივიღებთ

$$J_k = C/(T - T^*) - 1, \quad (14)$$

სადაც $C = (I_a' B_{\phi\phi})^{-1}$,

გამოსაკვლევ ტემპერატურულ ინტერვალში ($\Delta T = 1 \div 15^{\circ}$) I_a' და $B_{\phi\phi}$ სიდიდეები უმნიშვნელოდ იცვლებიან. ამიტომ ურთიერთქმედების J_k პარამეტრის ტემპერატურაზე განისაზღვრება მე-(12) თანაფარდობის მარჯვენა მხარეში პირველი წევრის მნიშვნელობით. T_c კრიტიკული წერტილის მახლობლობაში ტემპერატურის ცვლილებისას მცირე სიდიდის ორიენტაციულ ძალებსაც კი შეუძლიათ გამოიწვიონ დიდი ორიენტაციული ფლუქტუაციები და შესაბამისად განსაზღვრონ ფაზური გადასვლების მექანიზმი. პარამეტრ J_k -ს სიდიდის შეფასებისათვის საჭირო არის I_a' სიდიდე გამოთვლილ იქნეს თეორიული ფორმულით [5,6], ხოლო $B_{\phi\phi}$ განისაზღვროს ექსპერიმენტით. მაგრამ ამ შემთხვევაში საჭიროა გაბნეული სინათლის I ინტენსივობა გაიზომოს აბსოლუტურ ერთეულებში.

აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის
რეგიონული სამეცნიერო ცენტრი. ბათუმი

ლიტერატურა

1. *Т. Д. Беридзе*. В. Кн.: Труды I конференции Батумской морской академии, 1994, 75-77.
2. *Ш. Б. Болквадзе, Д. К. Беридзе*. В. Кн.: Труды III Всесоюзной конференции по спектроскопии рассеивающих сред, Батуми, 1985, 130-134.
3. *П. Де Жен*. Физика жидких кристаллов. М., 1977.
4. *R. S. Krishnan*. Proc. Ind. Acad. Sci. FA, 91(1938).
5. *F. Perrin*. J. Chem. Phys., 10, 7, 1942, 415-427.
6. *И. Л. Фабелинский*. Молекулярное рассеяние света. М., 1965, 511.
7. *С. Келих*. Молекулярная нелинейная оптика. М., 1965, 511.

ბ. ჯანდიერი, შ. დიასამიძე, ვ. ლლონტი, ვ. ჯანდიერი

სიჩქარის ფლუქტუაციებზე გაბნეული ელექტრომაგნიტური
ტალღების სიხშირეთა სპექტრის შესახებ

ანოტაცია

ნაშრომში გამოთვლილია გაბნეული ველის დროითი კორელაციური ფუნქცია და შესწავლილია საშუალოდ უძრავი სუსტად დისპერგირებადი გარემოს სიჩქარის ფლუქტუაციებზე გაბნეული ტალღების სიხშირეთა სპექტრი. ჩატარებულია რიცხვითი გამოთვლები და აგებულია გაბნევის შესაბამისი დიაგრამები სამგანზომილებიან შემთხვევაში. შედარებულია ერთმანეთთან სიხშირული სპექტრის სიგანე გაუსური და დიფუზიური კორელაციური ფუნქციებისათვის.



3. ამირანაშვილი, კ. თავართქილაძე

ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების გავლენა მზის სხივური ენერჯის
 ცვალებადობაზე თბილისში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ბ. ბლაღაძემ 30.12.1996

კლიმატის თანამედროვე დათბობის პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფეროს მზარდი გაჭუჭყიანება, რომელიც განისაზღვრება ატმოსფეროში აეროზოლების შემცველობის დონით. აეროზოლებს შესწევთ უნარი როგორც შეამცირონ, ისე გაზარდონ მოსული ენერჯის რაოდენობა. ასეთ შემთხვევაში, ფაქტია, გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს გარდაქმნილი ენერჯის რაოდენობის ზუსტად განსაზღვრას. წინამდებარე ნაშრომის მიზანია მზის პირდაპირი რადიაციის შემცირებული რაოდენობის განსაზღვრა თბილისში, რომელიც ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების გავლენით (აეროზოლის შემცველობით) არის გამოწვეული.

დედამიწაზე მოსული მზის პირდაპირი ინტეგრალური რადიაციის გამოთვლა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულით [1]:

$$I = \int_0^{\infty} I_0(\lambda) P_1(\lambda, m) P_a(\lambda, m) d\lambda, \quad (1)$$

სადაც I არის დედამიწაზე მოსული მზის პირდაპირი ინტეგრალური რადიაცია, $I_0(\lambda)$ – მზის მუდმივა, $P_1(\lambda, m)$ – ატმოსფეროს არააეროზოლური კომპონენტებით გამოწვეული მზის რადიაციის შემცირების ფუნქცია, $P_a(\lambda, m)$ – ატმოსფერული აეროზოლით გამოწვეული მზის რადიაციის შემცირების ფუნქცია, λ – ტალღის სიგრძე, m – ატმოსფეროს ოპტიკური მასა. $P_a(\lambda, m)$ – ის გამოსათვლელად საჭიროა ვიცოდეთ ატმოსფერული გაჭუჭყიანების დონის განმსაზღვრელი ძირითადი რაოდენობრივი პარამეტრი – ატმოსფერული აეროზოლის სპექტრული ოპტიკური სისქე τ_a . სპეციალური ნახევრადემპირირული მეთოდის საშუალებით განხორციელდა ქ. თბილისისათვის 1928 – დან 1990 წლამდე პერიოდში τ_a -ს ექსპერიმენტულ საშუალოწლიურ მონაცემებზე დაყრდნობით ანთროპოგენური, ფონური და შემთხვევითი ძლიერგამაჭუჭყიანებელი წყაროებით გაჭუჭყიანების დონეების გამოყოფა და მათი ცვალებადობის დადგენა ხსენებულ პერიოდში, ე. ი. გამოთვლილ იქნა შესაბამისად τ_a – ანთროპოგენური, τ_a – შემთხვევითი და τ_a – ფონური [2]. ზემოხსენებულის გათვალისწინებით ჩატარდა ატმოსფეროში ანთროპოგენური, შემთხვევითი და ფონური აეროზოლებით შემცირებული მზის პირდაპირი რადიაციის რაოდენობების გამოთვლა გამოსხივების ხილულ, ულტრაინფრ და ინფრაწითელ დიაპაზონებში 1928 – 1990 წლებში.

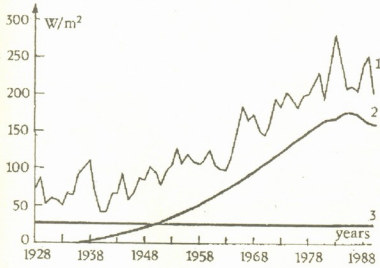
სურათზე მოყვანილია ატმოსფერული აეროზოლებით შთანთქმული მზის პირ-

დაბირი რადიაციის საშუალოწლიური მნიშვნელობები თბილისისათვის. მრუდი (1) ასახავს ანთროპოგენური, შემთხვევითი და ფონური აეროზოლებით შემცირებულ ენერჯის რაოდენობას 1928 - 1990 წლებში, ხოლო მრუდი (2) და (3) მხოლოდ ფონური და ანთროპოგენური აეროზოლებით შემცირებულ ენერჯის რაოდენობას. როგორც სურათიდან ჩანს, ანთროპოგენური აეროზოლებით გამოწვეული ენერჯის შემცირების მრუდი 1928 - 1985 წლებში ექსპონენციალურად იზრდება, ხოლო 1985 წლის შემდეგ აღვილი აქვს თანდათანობით შემცირებას.

ფონური აეროზოლებით შემცირებული ენერჯის რაოდენობა 26 ვტ/მ²-ს შეადგენს და იგი წლების მიხედვით უმნიშვნელო ცვლილებას განიცდის. შემთხვევითი ძლიერგამაჭუჭყიანებელი წყაროების აეროზოლით შემცირებული ენერჯია 0 - დან 100 ვტ/მ²-მდე მერყეობს და დამოკიდებულია შემთხვევითი წყაროებით ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ინტენსიურობაზე. როგორც სურათიდან ჩანს, მზის სხივური ენერჯის შემცირების ძირითადი წყაროს ანთროპოგენური აეროზოლები წარმოადგენენ.

ცხრილში მოყვანილია ანთროპოგენური, შემთხვევითი და ფონური აეროზოლებით შემცირებული მზის სხივური ენერჯის რაოდენობები გამოსხივების ულტრაიისფერ, ხილულ და ინფრაწითელ დიაპაზონებში. გამოთვლები ჩატარებულია სამი ოცწლიანი პერიოდისათვის ცალ-ცალკე. თითოეული პერიოდისათვის მოცემულია აღნიშნულ პერიოდში შემცირებული ენერჯის საშუალო მნიშვნელობები. ცხრილში მოყვანილი შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ატმოსფერული აეროზოლები ენერჯიას ყველაზე ძლიერად ხილულ დიაპაზონში ამცირებენ, ხოლო ყველაზე მცირედ ულტრაიისფერში.

სამ ოცწლიან პერიოდში გასაშუალოებული ანთროპოგენური, ფონური, შემთხვევითი აეროზოლებით შემცირებული მზის პირდაპირი რადიაცია 3/მ²-ში, ჯამური აეროზოლური შემცირება (Totaleros) და ჯამური ატმოსფერული შემცირება (Total) სპექტრის ინფრაწითელ (IR), ხილულ და ულტრაიისფერ (UV) უბნებსა და აგრეთვე მთელ სპექტრში (Tot).



სურ. (1) - ჯამური აეროზოლური, (2) - ანთროპოგენური და (3) - ფონური აეროზოლებით შემცირებული მზის პირდაპირი რადიაციის საშუალოწლიური მნიშვნელობები.

1928-1950 წლებში საშუალო ანთროპოგენური შემცირება შეადგენდა ჯამური აეროზოლური და არააეროზოლური კომპონენტებით გამოწვეული შემცირების მხოლოდ 1,8%. 1971 - 1990 წლებში ეს მაჩვენებელი 27%-მდე გაიზარდა. რა თქმა უნდა, ეს მნიშვნელოვნად შეცვლიდა ქ. თბილისის რადიაციულ რეჟიმს, კერძოდ, შემცირების მიმართულებით.

		Anthrop.	Random	Backgr.	Tetaeros.	Total
1928 - 1950	UV	1	4	2	7	57
	Vis	5	26	17	48	114
	IR	2	10	7	19	276
	Tot	8	39	26	74	448
1951 - 1970	UV	6	3	2	11	61
	Vis	41	23	17	80	145
	IR	16	9	7	32	288
	Tot	63	35	26	123	494
1971 - 1990	UV	13	3	2	18	67
	Vis	98	23	16	137	200
	IR	41	9	7	57	309
	Tot	152	35	25	212	576

ჩატარებული გამოთვლები წარმოადგენს პირველ აუცილებელ ნაბიჯს დედა-მიწის ზედაპირის (ამ შემთხვევაში ქ. თბილისის) ენერგეტიკული ბალანსის განსაზღვრისათვის.

ამგვარად, ნაშრომში მოყვანილი შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია გაკეთდეს დასკვნა, რომ ქ. თბილისში 1928 - დან 1990 წლამდე პერიოდში აღდილი აქვს ზედაპირზე მოსული მზის პირდაპირი რადიაციის მნიშვნელოვან შემცირებას, რომელიც გამოწვეულია თბილისის თავზე ატმოსფეროს ანთროპოგენური გაჭუჭყიანების დონის ზრდით. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებული იყოს თბილისისათვის კლიმატის ცვლილების გამომწვევი მიზეზების დადგენაში, და ქ. თბილისის სრული ენერგეტიკული ბალანსის შედგენისას.

ვ. ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *К. А. Таварткиладзе. Моделирование аэрозольного ослабления радиации и методы контроля загрязнения атмосферы. Тбилиси, 1989. 202 с.*
2. *ვ. ამირანაშვილი, კ. თავართქილაძე სამეცნიერო სესიის მასალები „საქართველოს ტერიტორიაზე ბუნებრივი გარემოს და შეურნეობის მდგრადი განვითარების პერსპექტივები“ (საქ. მეცნ. აკად. გეოგრაფიის ინსტიტუტი, 14 - 15 ნოემბერი 1996), თბილისი, 55 - 56.*



თ. ხელაძე

მინიმალური ტემპერატურის მოკლევადიანი პროგნოზი
ჰ. თბილისისათვის

წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. სვანიძემ 23.12.1996

ამინდის ცვლილება წარმოადგენს მრავალი ფიზიკური პროცესის ურთიერთ-ქმედების შედეგს. ზოგიერთი პროცესი შეიძლება აღეწეროს ჰიდრო - და თერ-მოდინამიკის განტოლებების დახმარებით [1-3].

ბლნიშნულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ფორმულები მოცემული ელემენტის პროგნოზისათვის. მიღებული ფორმულებით პროგნოზის სიზუსტე დიდად არის დამოკიდებული მოცემული ფიზიკური პროცესის შესაბამისი განტოლებების სწორად აღწერაზე. ამის გარდა, არსებობს ისეთი პროცესები, რომელთა განტოლებებით აღწერა ამ ეტაპზე სრულად არ ხერხდება და მათ ვერ ვითვალისწინებთ. ასეთ პირობებში ამინდის პროგნოზისათვის შეიძლება უფრო სასარგებლო აღმოჩნდეს სტატისტიკური მეთოდები. ისინი საშუალებას გვაძლევენ დავაზუსტოთ ჰიდროდინამიკის განტოლებებში შემავალი სხვადასხვა პარამეტრები. ამას გარდა, არსებობს პროგნოზის მეთოდები, რომლებიც მთლიანად დაფუძნებულია მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებზე [3].

ბლნიშნული ნაშრომის მიზანია მინიმალური ტემპერატურის მნიშვნელობების პროგნოზის ისეთი მეთოდის შემუშავება ცალკეული გეოგრაფიული პუნქტებისათვის, რომელიც ორიენტირებულ იქნება ოპერატიულ პრაქტიკაში გამოყენებისათვის საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიურ ცენტრში.

მინიმალური ტემპერატურების გამოსათვლელად ავიღეთ მრავალგანზომილებიანი წრფივი რეგრესიის განტოლება

$$T = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n, \quad (1)$$

სადაც T მინიმალური ტემპერატურაა; a_0 - განტოლების თავისუფალი წევრი; a_1, a_2, \dots, a_n რეგრესიის კოეფიციენტებია; X_1, X_2, \dots, X_n - დამოუკიდებელი ცვლადები. რეგრესიის კოეფიციენტები გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [4].

$$a_j = \frac{S_T}{S_j} \sum_{i=1}^n \frac{r_{iT}}{r_{ij}}, \quad (2)$$

სადაც r_{iT} კორელაციის კოეფიციენტია ტემპერატურასა და ცალკეულ დამოუკიდებელ ცვლადებს შორის; r_{ij} - კორელაციის კოეფიციენტი დამოუკიდებელ ცვლადებს შორის; S_T და S_j - ტემპერატურისა და დამოუკიდებელი ცვლადების სტანდარტული გადახრა.

განტოლების თავისუფალი წევრი გამოითვლება ფორმულით [4]

$$a_0 = \bar{T} - \sum_{j=1}^n a_j \bar{X}_j, \quad (3)$$

სადაც \bar{T} და x_i შესაბამისად ტემპერატურისა და i -ური დამოუკიდებელი ცვლადის საშუალო მნიშვნელობაა.

რეგრესიის განტოლებაში შევიტანეთ ის დამოუკიდებელი ცვლადები, რომლებსაც მინიმალურ ტემპერატურასთან აქვთ დიდი ჯამური კორელაციის კოეფიციენტი. კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ფასდება უტოლობით

$$\delta_i \leq \frac{2\alpha_{R_0^2}}{R_0^2}, \quad (4)$$

სადაც R_0 კორელაციის ჯამური კოეფიციენტი; $\alpha_{R_0^2}$ მისი საშუალო კვადრატული გადახრა; δ_i - შესაბამისი დამოუკიდებელი ცვლადის წვლილი. თუ δ_i აკმაყოფილებს (4) უტოლობას, მაშინ მოცემული დამოუკიდებელი ცვლადის წვლილი მცირეა და ის შეიძლება უგულებელვყოთ.

აღნიშნული სქემის საშუალებით მიღებულია რეგრესიის განტოლება:

$$T_{min} = -56,056 + 0,135T_1 + 0,040T_2 - 0,053T_3 + 0,192T_4 + 0,322T_5 + 0,148T_6 - 0,043T_7 + 0,197T_8 + 0,148T_9 + 0,053T_{10} - 0,002T_{11} + 0,022T_{12}, \quad (5)$$

სადაც T_1, T_2, T_3 ჰაერის ტემპერატურებია შესაბამისად საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური; T_4, T_5, T_6 - ნიდაგის ზედაპირის ტემპერატურები შესაბამისად საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური; T_7 - ნამის წერტილის მინიმალური ტემპერატურა; T_8 - შეფარდებითი სინოტივე; T_9 - გაჭვრების დეფიციტის მაქსიმუმი; T_{10} - ატმოსფერული წნევა; T_{11} - ქარის მაქსიმალური სიჩქარე; T_{12} - მზის ნათების ხანგრძლივობა.

მიღებული განტოლების დახმარებით გამოთვლილ იქნა დღელამური ტემპერატურის მინიმალური მნიშვნელობის მოკლევადიანი პროგნოზები, ქ. თბილისისათვის 1996 წლის ოქტომბრის თვეში.

ამოცანის სათვლელად პროგრამაში -შესაყვანი საწყისი მასალა აიღებოდა ქ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა მონაცემებიდან. მინიმალური ტემპერატურები გამოითვლებოდა 24-საათიანი წინასწარობით. ცხრილი სრულ წარმოდგენას გვიქმნის ტემპერატურის გასაზომი ზიხურის დონეზე ($Z=2m$) მინიმალური ტემპერატურების პროგნოზებზე.

მოყვანილი ცხრილის მეორე სვეტის განხილვა გვიჩვენებს, რომ მინიმალური ტემპერატურების პროგნოზები მოიცემა როგორც შესაბამისი თითო-თითო რიცხვი, ასევე თითოეული პროგნოზული ინტერვალის სახითაც, როგორც ეს მიღებულია პრაქტიკაში.

2 ცხრილის მესამე სვეტში მოყვანილი ფაქტიური ტემპერატურის მნიშვნელობები მოცემულია მხოლოდ ქ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემების საფუძველზე. მეოთხე სვეტის განხილვა გვიჩვენებს, რომ საშუალო ტემპერატურის პროგნოზული მნიშვნელობის უდიდესი

აბსოლუტური ცდომილებაა $4,5^{\circ}\text{C}$, ხოლო აბსოლუტური ცდომილების უმცირესი მნიშვნელობა შესაბამისად შეადგენს $0,1^{\circ}\text{C}$. საშუალო აბსოლუტური ცდომილება მინიმალური ტემპერატურების პროგნოზული მნიშვნელობებისა შეადგენს $0,2^{\circ}\text{C}$ -ს, საშუალო გამართლებადობა არის 91,7%.

აუცილებელია შევნიშნოთ, რომ ჩატარებული გამოთვლებისას მინიმალური ტემპერატურების რეგრესიის განტოლებაში არ იყო გათვალისწინებული სხვადასხვა ფრონტების შემოჭრის ფაქტორი. ამგვარად, სქემის სრულყოფისათვის საჭიროა ფრონტალური შემოჭრების ფაქტორის გათვალისწინება.

ც ბ რ ი ლ ი

მინიმალური ტემპერატურის პროგნოსტიკული და ფაქტიური მნიშვნელობები

პროგნოზის მომენტი	პროგნოზული $T_{min}^{\circ}\text{C}$	ფაქტიური $T_{min}^{\circ}\text{C}$	აბსოლუტური ცდომილება $T_{min}^{\circ}\text{C}$	გამართლებულობა %
1	2	3	4	5
1. 01.10.96.	14,9 (14-16)	11,6	3,3	50
2. 02.10.96.	10,1 (9-11)	11,5	-1,4	100
3. 03.10.96.	10,9 (10-12)	11,8	-0,9	100
4. 04.10.96.	12,7 (12-14)	14,8	-2,1	100
5. 05.10.96.	12,4 (11-13)	10,4	2,0	100
6. 06.10.96.	11,2 (10-12)	12,2	-1,0	100
7. 07.10.96.	9,9 (9-11)	7,3	2,6	100
8. 08.10.96.	9,0 (8-10)	7,6	1,4	100
9. 09.10.96.	9,6 (9-11)	8,9	0,7	100
10. 10.10.96.	11,0 (10-12)	13,6	-2,6	100
11. 11.10.96.	11,7 (11-13)	13,5	-1,8	100
12. 12.10.96.	12,9 (12-14)	13,3	-0,4	100
13. 13.10.96.	14,0 (13-15)	13,0	1,0	100
14. 14.10.96.	13,2 (12-14)	12,5	0,7	100
15. 15.10.96.	11,5 (11-13)	12,2	-0,7	100
16. 16.10.96.	10,6 (10-12)	11,1	-0,5	100
17. 17.10.96.	11,5 (11-13)	12,6	-1,1	100
18. 18.10.96.	12,0 (11-13)	7,4	4,6	0
19. 19.10.96.	10,9 (10-12)	9,9	1,0	100
20. 20.10.96.	10,1 (9-11)	11,7	-1,4	100
21. 21.10.96.	11,8 (11-13)	8,5	3,2	50
22. 22.10.96.	9,9 (9-11)	10,0	-0,1	100
23. 23.10.96.	10,1 (9-11)	11,5	-1,4	100
24. 24.10.96.	12,6 (12-14)	11,5	1,1	100
25. 25.10.96.	11,1 (10-12)	8,7	2,4	100
26. 26.10.96.	9,9 (9-11)	13,1	-3,2	50
27. 27.10.96.	10,8 (10-12)	9,8	1,0	100
28. 28.10.96.	5,9 (5-7)	7,5	-1,6	100
29. 29.10.96.	5,7 (5-7)	5,6	0,1	100
30. 30.10.96.	5,9 (5-7)	8,0	-2,1	100
31. 31.10.96.	6,9 (6-8)	4,5	2,4	100

ლიტერატურა

1. *Л. С. Гандин, А. С. Дубов.* Численные методы краткосрочного прогноза погоды. Л., 1968, 427 с.
2. *Д. И. Деметрашвили.* Сообщения АН ГССР, 133, 3. 1989, 549-552.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л., 1986, 361.
4. *З. Брандт.* Статистические методы анализа наблюдений. М., 1975.



რ. კილაძე (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ.
კუხიანიძე, ნ. კახახიძე, ბ. რამიშვილი, მ. კახახიძე

შესაძლო კავშირების ძიება ძლიერ მიწისძვრებსა და
ატმოსფერულ მოვლენებს შორის კავკასიის, თურქეთისა და
საბერძნეთის სეისმოაქტიური რეგიონებისთვის

წარმოდგენილია 8.09.96

გეოფიზიკური დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ მიწისძვრის მომზადების პროცესში მრავალი ფაქტორი მონაწილეობს, მათ აქვთ როგორც ლოკალური, ასევე გლობალური ხასიათი. მეცნიერთა გარკვეული ნაწილი თვლის, რომ გარდა ენდოგენური მიზეზებისა, არანაკლებ როლს თამაშობენ ეგზოგენური ფაქტორებიც. ყველაფერი ეს კი იმაზე მეტყველებს, რომ მიწისძვრის გამწვები მექანიზმი უაღრესად რთულია [1-6].

ჩვენ არ განვიხილავთ მიწისძვრის მოხდენის დედამიწისეულ მიზეზებს, ჩვენი ამოცანაა მოვძებნოთ კავშირი ძლიერ მიწისძვრებსა და ასტრონომიულ მოვლენებს შორის, თუ, რა თქმა უნდა, ასეთი კავშირები არსებობს და დავადგინოთ, რამდენად შესაძლებელია, რომ პლანეტათა გარკვეულმა განაწილებამ მოცემულ მომენტში ითამაშოს მიწისძვრის „გამწვები მექანიზმის“ როლი.

ამ მიზნით შევისწავლეთ პლანეტების განაწილება კავკასიის, თურქეთის და საბერძნეთის ს/ა რეგიონების თითოეული ძლიერი მიწისძვრისათვის 1853 წლიდან დღემდე, განვიხილეთ 106 ძლიერი მიწისძვრა. აქედან კავკასიისა $M \geq 6$ სიძლიერის 34 მიწისძვრა, თურქეთის $M \geq 6.6$ სიძლიერის 49 და საბერძნეთის $M \geq 7.0$ სიძლიერის 23 მიწისძვრა.

პლანეტების განაწილების შესწავლა ხდებოდა ორ ათვლის სისტემაში: ეკლიპტიკის და ჰორიზონტის სიბრტყეების გადაკვეთის აღმოსავლეთის წერტილის და ვაზაფხულის დედამიწოლობის წერტილის მიმართ. გამოთვლები ჩატარდა პუასონის მიახლოებითი ფორმულით:

$$P = \frac{a^k}{k!} e^{-a},$$

სადაც P ალბათობაა, k – ხელსაყრელ მოვლენათა რიცხვი, a – მოვლენათა საერთო რაოდენობის ნამრავლი ერთი ხელსაყრელი შემთხვევის ალბათობაზე.

გამორჩეულად ჩავთვალეთ ის შემთხვევები, რომელთა ალბათობაზეც ორი რიგით მცირე აღმოჩნდა ყველაზე მოსალოდნელ (მაქსიმალურ) ალბათობაზე.

ამოცანა იხილებოდა 10^0 , 20^0 და 30^0 ზოლებისათვის. აღმოჩნდა, რომ 10^0 ზოლში ურანის, პლუტონის და მთვარის აღმავალი კვანძისთვის მაქსიმალური ალბათობა 09228 – ის ტოლის იყო, გამოთვლებით კი მივიღეთ, რომ: ურანისათ-



ვის $170^{\circ} - 180^{\circ}$ ზოლში 9 შემთხვევა გვაქვს ალბათობით $P=0,0024$. შესაბამისად შედეგი მივიღეთ $320^{\circ} - 330^{\circ}$ ზოლისათვის პლუტონის შემთხვევაში, ხოლო მთვარის აღმავალი კვანძის $140^{\circ} - 150^{\circ}$ -იან ზოლში 10 შემთხვევა გვაქვს ალბათობით $P=0,00071$. არანაკლებ საინტერესო შედეგია მიღებული 20° -იანი ზოლისთვის, მაქსიმალური ალბათობით 0,16. მარსისათვის $280^{\circ} - 300^{\circ}$ ზოლში $P=0,0019$ ალბათობის 14 შემთხვევა, ურანისთვის $170^{\circ} - 190^{\circ}$ ზოლში $P=0,0019$ ალბათობის 14 შემთხვევა, პლუტონისთვის $350^{\circ} - 360^{\circ}$ 10° ზოლში $P=0,00075$ ალბათობის 15 შემთხვევა, აღმავალი კვანძისათვის $140^{\circ} - 160^{\circ}$ ზოლში $P=0,0019$ ალბათობის 14 შემთხვევა.

ასევე საყურადღებო შედეგებია 30° -იანი ზოლისთვის მიღებული მაქსიმალური ალბათობით 0,13. მარსისთვის $280^{\circ} - 310^{\circ}$ ზოლში $P=0,00050$ ალბათობის 20 შემთხვევა, ურანისთვის $170^{\circ} - 200^{\circ}$ ზოლში $P=0,0024$ ალბათობის 18 შემთხვევა, ნეპტუნისთვის $350^{\circ} - 360^{\circ} - 10^{\circ} - 20^{\circ}$ ზოლში $P=0,0011$ ალბათობის 19 შემთხვევა. პლუტონისთვის $200^{\circ} - 210^{\circ} - 220^{\circ} - 230^{\circ}$ ზოლში $P=0,0024$ ალბათობის 18 შემთხვევა.

მიუხედავად იმისა, რომ მიღებულია საინტერესო შედეგები, სასურველია დასამუღი ამოცანა ცალკეული რეგიონებისთვის ცალ-ცალკე იქნეს განხილული.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. П. Н. Кропоткин. Геотектоника, 2, 1970, 30-46.
2. Zhao Hongsheng, Zhao Yongliang. J. Geoph. Res. 12, 1988, 43-51.
3. W. Morgan, U. Stoner, R. Dicke, J. Urophys. Res. 66. 1961. 3831-3841.
4. R. Dicke. J. Washington Acad. Sci., 48., 1958, 213.
5. А. Д. Сытинский. Докл. АН СССР, 265, N6, 1982, 1350-1356.
6. А. Д. Сытинский. Физика Земли, N2, 1989, 13-31.



მ. ელიზბარაშვილი, თ. ალაღაშვილი

მზის აქტივობა და ჰავის საშუალოებრივი რყევალობა
თბილისში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. სვანიძემ, 04.10.1996

დედამიწის ჰავის ცვლილების და რყევადობის პრობლემა თანამედროვეობის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა. ბუნებრივი ჰავის ჩამოყალიბების, ცვლილების და რყევადობის ძირითადი ფაქტორი მზის რადიაციაა. მისი როლის ამომწურავი შეფასებისთვის აუცილებელია მასზე მიმდინარე აქტიური მოვლენების გათვალისწინებაც.

დღეისთვის საკმაოდ მდიდარი ლიტერატურაა დაგროვილი მზე-დედამიწის კავშირების პრობლემის დარგში [1-6]. მაგრამ მასში არ არის საერთო აზრი მზის აქტივობის გავლენის შესახებ ამინდსა და ჰავაზე, რაც განპირობებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებებით, რომლებიც განსხვავებულად რეაგირებენ მზის ციკლებზე.

წინამდებარე სტატიამი განხილულია ჰავის რყევადობაზე მზის აქტივობის როლის კვლევის შედეგები თბილისისთვის, რომელსაც გააჩნია მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა გრძელი რიგი (1884 წლიდან).

I ცხრილში წარმოდგენილია კორელაციის კოეფიციენტები ვოლფის რიცხვებსა და ჰავის ელემენტებს შორის თბილისისთვის და აგრეთვე მათი შესაბამისი სტატისტიკური ცდომილებები, გამოთვლილი სხვადასხვა შეფასებებით (1844-1994 წწ.)

შეფასება A: გულისხმობს კავშირს ჰავის ელემენტის 11-წლიან მცოცავ საშუალოებსა და მზის აქტივობის საუკუნოვან მსვლელობას შორის, რომელიც წარმოდგენილია 11-წლიანი ციკლის მაქსიმუმებით. შეფასება B₁ მიღებულია ჰავის ელემენტების და ვოლფის რიცხვების ყოველწლიური მონაცემების ანალიზით. ამავე დროს B₁ -ში არ არის გათვალისწინებული მზის ლაქების მაგნიტური პოლარულობის ცვლილება, ხოლო B₂ -ში გათვალისწინებულია.

I ცხრილიდან გამომდინარეობს, რომ გასაშუალოების ინტერვალის გაზრდით კორელაციის კოეფიციენტი იზრდება, ხოლო ყოველწლიური მონაცემებისთვის კავშირი სუსტდება. ეს განსაკუთრებით ეხება ნალექებს, რომელთათვისაც მაგნიტური პოლარულობის გათვალისწინება უარეს შედეგს იძლევა. ტემპერატურისთვის ამ შემთხვევაშიც კორელაცია არსებითი რჩება.

იმ შეფასებებისთვის, რომელთათვისაც კორელაციის კოეფიციენტი არსებითია, მიღებული იყო რეგრესიის განტოლებები შემდეგი სახით:

$$K = aW + b, \tag{1}$$

სადაც K ჰავის ელემენტი, W - ვოლფის წლიური რიცხვი, a და b - სტატისტიკური პარამეტრები (ცხრილი 2).

კორელაციის კოეფიციენტები (r) ვოლფის რიცხვებსა და ჰაეის ელემენტებს შორის და მათი სტატისტიკური ნიშნადობა ($P\%$)

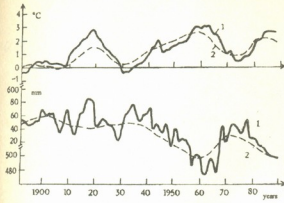
შეფასება	პარამეტრი	ტემპერატურა					ნალექები		
		ოვე				წელი	ცივი პერიოდი	თბილი პერიოდი	წელი
		I	IV	VII	X				
A	r P	0,81 99,9	0,53 90,0	0,26 არა	0,05 არა	0,91 99,9	0,03 არა	-0,55 99,9	-0,43 99,9
B_1	r P	0,31 99,9	0,22 99,0	0,07 არა	-0,10 არა	0,27 99,9	-0,01 არა	-0,21 99,0	-0,13 არა
B_2	r P	0,29 99,9	0,29 99,9	-0,14 არა	0,24 99,0	0,46 99,9	-0,03 არა	0,13 არა	0,07 არა

ცხრილი 2

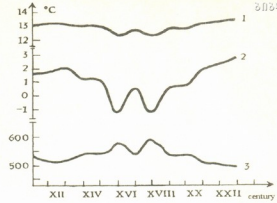
სტატისტიკური პარამეტრები

ჰაეის ელემენტი	შეფასება	სტატისტიკური პარამეტრი	იანვარი	წელი	თბილი პერიოდი
ტემპერატურა	A	a	0,0236	0,0062	-
	"	b	-1,67	12,22	-
	B_1	a	0,0073	0,0017	-
	"	b	0,59	11,90	-
	B_2	a	0,0042	0,0018	-
	"	b	0,97	12,78	-
ნალექები	A	a	-	-0,50	-0,80
	"	b	-	588	492
	B_1	a	-	-	-0,11
	"	b	-	-	404

მიღებული განტოლებებიდან ყველაზე დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა A -შეფასების განტოლებები. მათი გამოყენების მაგალითები ნაჩვენებია 1 სურათზე. ეს საფუძველს იძლევა მზის აქტივობის მონაცემებით დასაშვები ცდომილების ფარგლებში მოვახდინოთ წარსულის კლიმატური პირობების რეკონსტრუქცია და აგრეთვე ვიწინასწარმეტყველოთ მომავლის კლიმატური პირობები. ასეთი გამოთვლები წარმოდგენილია 2 სურათზე. საწყის მასალად გამოყენებულია [1 და 7]-ის მონაცემები.



სურ. 1. 11 - წლიანი მცოცავი საშუალო იანვრის ტემპერატურების (ა) და ნალექების წლიური ჯამების (ბ) საუკუნეობრივი მსვლელობის ფრაგმენტი (თბილისი): 1 - ფაქტიური; 2 - გამოთვლითი.



სურ. 2. თბილისის კლიმატური პირობების რეკონსტრუქცია და მოსალოდნელი განვითარება: 1 - წლიური ტემპერატურა; 2 - იანვრის ტემპერატურა; 3 - წლიური ნალექები.

არ შევჩერდებით მიღებული დამოკიდებულებების დაწვრილებით ანალიზზე, ამას სპეციალური სტატია მიეძღვნება. ამჯერად კი აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ისინი კარგად შეესაბამებიან პალეოგეოგრაფიულ და თანამედროვე კლიმატოლოგიურ გამოკვლევებს [8,9], შუა საუკუნეების ისტორიკოსების ცნობებს და აიხსნება მზის დიდი აქტივობის პერიოდით (1100-1250 წწ.), რამაც განაპირობა ცნობილი კლიმატური ოპტიმუმი, და აგრეთვე შპერერის (1460-1550 წწ.) და მუნდერის (1645-1715 წწ.) მინიმუმების ეპოქებით, რომლებმაც მოიცვეს ჰავის ცვლილების ტრანსგრესიული ფაზა [6].

2 სურათიდან შეიძლება ვიმსჯელოთ აგრეთვე ჰავის შემდგომი განვითარების შესახებ უახლოეს ასწლეულებში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. И.П. Дружинин, Б.И. Сазонов, В.Р. Ягодинский. Космос-Земля. Прогнозы. М., 1974.
2. В.Ф. Логинов. Характер солнечно - атмосферных связей. Л., 1973.
3. Т.В. Покровская. Синоптико - климатические и гелио - климатические долгосрочные прогнозы. Л., 1969.
4. С.П. Хромов. Метеорология и гидрология, N 9., 1973.
5. М.С. Эйгенсон. Солнце, погода и климат. Л., 1963.
6. J.R. Hegman. Sun, Weather and Climate, Washington, 1978.
7. G.A. Eddy. Science, 192, 1976.
8. Л.А. Маруашвили. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового периода на Кавказе. Тбилиси, 1956.
9. Климат Тбилиси (под ред. Г.Г. Сванидзе и Л.К. Папиашвили) Л., 1992.

ლ. წაბაძე, მ. სტურუა, ნ. კუპატაშვილი, თ. ვაჟბაძე, რ. ზინავი, შ. სასონია,
 ა. აბღუსამატოვი

მცენარე *COCCULUS LAURIFOLIUS* D. C. ალკალოიდები

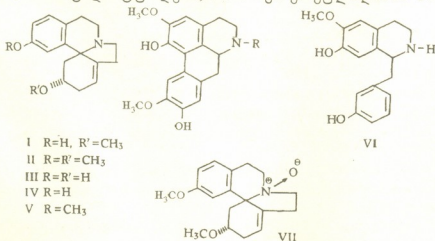
წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ქემერტელიძემ 25.12.1996

Cocculus laurifolius D. C. მიეკუთვნება *Menispermaceae* ოჯახს [1]. იგი მარადმწვანე, ალკალოიდმცველი მცენარეა. გამოიყენება ხალხურ მედიცინაში. იზრდება ინდოეთში, იაპონიაში, ჩინეთში. მისი კულტივირება ხდება შავი ზღვის სანაპიროზე ყირიმში, კავკასიაში. ამ გვარის მცენარეების ალკალოიდები საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი [2-5]. სხვადასხვა დროს *Cocculus laurifolius*-დან გამოყოფილია ალკალოიდები კოკულინი (I), კოკულიდინი (II), კოკლაფინი (III), ნორიზობოლდინი (IV) და იზობოლდინი (V) [6].

ჩვენს მიერ გამოკვლეულია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში მზარდი მცენარის *Cocculus laurifolius* D. C. ფოთლები. ქლოროფორმით ექსტრაქციით გამოყოფილია ალკალოიდების ჯამი 0,78%, რომლიდანაც მიღებულია ინდივიდუალური ალკალოიდები: კოკულინი, იზობოლდინი, ნორიზობოლდინი, კოკლაფინი (VI), აგრეთვე ახალი ალკალოიდი კოკულიდინის N-ოქსიდი (VII) (და ალკალოიდის ქლორიდრატი $T_{\text{მლ}} = 236-238^{\circ}\text{C}$).

კოკულიდინის N-ოქსიდის (VII) ბრუტო ფორმულაა $\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{NO}_3$, $T_{\text{მლ}} = 150-152^{\circ}\text{C}$. (აცეტონიდან). იგი ცუდად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში, კარგად - წყალში. უ. ი. სპექტრში შეიმჩნევა შთანთქმის მაქსიმუმი 205, 225, 287 ნმ ($\lg \epsilon$ 4,37; 3,95; 3,40). VII ნივთიერების მას-სპექტრში არის შემდეგი იონების პიკები m/z 301 (M^+ , 3,4%), 285 ($\text{M}-16$)⁺, 284 ($\text{M}-17$)⁺, 283 ($\text{M}-18$)⁺.

აღნიშნული მონაცემები ამტკიცებს VII ნივთიერების N-ოქსიდურ ხასიათს. თუთიით მისი აღდგენით გოგირდმჟავაში მიიღება ფუძე, რომელიც კოკულიდინის იდენტურია, რითაც დასტურდება, რომ იგი კოკულიდინის N-ოქსიდია.



სვეტისა და თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისათვის სორბენტად აღებულია შესაბამისად სილიკაგელი „KCK“ და ალუმინის ოქსიდი. სისტემა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისათვის – ბენზოლი-მეთანოლი (4:1). ი. წ. სპექტრები გადაღებულია სპექტროსკოპზე UR-20 (კალიუმის ბრომიდში). მას-სპექტრები – სპექტრომეტრზე MX-1310.

ალკალოიდების გამოყოფა. 3,5 კგ, ჰაერზე გამშრალ, დაქუცმაცებულ ფოთლებს ასველებენ ამონიუმის ტუტის 10%-იანი ხსნარით (2:1) და ათავსებენ პერკოლატორში. ორი საათით დაყოვნების შემდეგ ასხამენ ქლოროფორმს და აყოვნებენ 10-12 საათის განმავლობაში, შემდეგ პერკოლატორიდან გადმოწურავენ და კვლავ ასხამენ სუფთა ქლოროფორმს. ამ უკანასკნელის გამოწვლილის ოპერაციას იმეორებენ კიდევ სამჯერ. გაერთიანებულ ქლოროფორმიან ექსტრაქტს ამუშავებენ 10%-იანი გოგირდმჟავათი. მჟავიან გამონაწვლილს გარეცხავენ ეთერით, გაცივების პირობებში ატუტიანებენ 25% ამონიუმის ტუტით. ალკალოიდებს სრულად გამოწვლილს ეთერით (ა), შემდეგ ქლოროფორმით (ა'). ქლოროფორმიანი ექსტრაქტიდან გამხსნელის გადადენის შემდეგ მიიღება 10,5 გ ალკალოიდების ჯამი ქლოროფორმიანი (ა'). ეთერიანი გამონაწვლილის (ა) მოცულობას ამცირებენ 1/5 მოცულობამდე და ფენოლურ ალკალოიდებს გამოწვლილს 5% ნატრიუმის ტუტით. ტუტიან გამონაწვლილს შეამჯავებენ 20% მარილმჟავათი, შეატუტიანებენ 25% ამონიუმის ტუტით და გამოწვლილს ეთერით (ბ), შემდეგ – ქლოროფორმით (ბ'). გამხსნელების გადადენის შემდეგ მიიღება ფენოლური ალკალოიდების ჯამი ეთერიდან 7,8 გ, ხოლო ქლოროფორმიდან 1,45 გ. ტუტით გამოწვლილის შემდეგ ეთერიან ექსტრაქტს (ა) გარეცხავენ წყლით, ეთერს გადადენიან, მიიღება არაფენოლური ალკალოიდების ჯამი 7,55 გ. სულ მიღებულია ალკალოიდების ჯამი 27,3 გ, რაც შეადგენს 0,78% ჰაერზე გამშრალ მცენარეზე გადაანგარიშებით.

ეთერიდან (ბ) მიღებული ფენოლური ალკალოიდების ჯამის აცეტონით დამუშავებით მიიღება 2,5 გ. კოკულინი, $T_{\text{ღლ}}=215-217^{\circ}\text{C}$ (აცეტონიდან). კოკულინის მოშორების შემდეგ დარჩენილი დედა ხსნარის ფრაქციონირებას ატარებენ ქრომატოგრაფიულ სვეტზე სილიკაგელის გამოყენებით ელუენტი ბენზოლი-მეთანოლი (98:2; 95:5). ბენზოლ-მეთანოლის (98:2) ელუატიდან გამოყოფილია იზობოლდინი (V), ნორიზობოლდინი (IV), (95:5) თანაფარდობის ელუატიდან გამოყოფილია კოკლაურინი (VI), თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით დადგენილია ელუატიში კოკლაფინის არსებობა (III), $R_f - 0,33$.

7,55 გ არაფენოლური ალკალოიდების ჯამი დამუშავებულია 300 მლ პეტროლენის ეთერით, რომელშიც ნაწილი გაიხსნა, გაუხსნელი ნაწილი მოვამორეთ ფილტრაციით.

პეტროლენის ეთერის გადადენის შემდეგ მიღებულია 3,5 გ კოკულიდინი, ბლანტი ზეთისებრი სითხის სახით, რომელიც ძნელად, მაგრამ მაინც კრისტალდება $T_{\text{ღლ}} 84-86^{\circ}\text{C}$.

უხსნადი ნალექის ფრაქციონირებას ატარებენ სილიკაგელის სვეტზე. ელუირებას აწარმოებენ ბენზოლ-მეთანოლით (99:1); (98:2). (98:2) ელუატიდან გამოყოფილია 0,55 გ კოკულიდინი და 0,7 ფუძე, რომლის ქლორჰიდრატის



$T_{\text{ლ}}=236-238^{\circ}\text{C}$ და 0,45 გ კოკულიდინის N-ოქსიდი.

კოკულინი (I). $T_{\text{ლ}}=215-217^{\circ}\text{C}$, $[a]_{\text{D}}^{23}+270^{\circ}$ (C 0,25; მეთანოლი); $R_f - 0,60$ (ბენზოლი-მეთანოლი. 4:1).

კოკულიდინი (II). $T_{\text{ლ}}=104-105^{\circ}\text{C}$ (პეტროლეინის ეთერი), $[a]_{\text{D}}^{24}+250,9^{\circ}$ (C 1, 11; ქლოროფორმი), $R_f - 0,56$.

ნორიზობოლდინი (IV). $T_{\text{ლ}}=192-194^{\circ}\text{C}$ (აცეტონი), $[a]_{\text{D}}^{22}+42^{\circ}$ (C 0,2; ეთანოლი), $R_f - 0,22$. უ. ი. სპექტრი, λ_{max} (ეთანოლი), ნმ: 221, 282, 305 (lg ϵ 4,58, 4,22, 4,19). ი. წ. სპექტრი, ν_{max} cm^{-1} : 770, 850, 885, 1010, 1095, 1300, 1335, 1405, 1480, 1510, 1600, 2840, 3280, 3300-3500. მას-სპექტრი, m/z: 313 (M^+), 312 ($M-1$)⁺(100%), 298, 296, 284, 283, 282, 269, 267, 165, 152, M^{++} 156,5.

იზობოლდინი (V). $T_{\text{ლ}}=123-125^{\circ}\text{C}$ (ბენზოლი), $[a]_{\text{D}}^{24}+53^{\circ}$ (C 0,20; ეთანოლი), $R_f - 0,52$. უ. ი. სპექტრი, λ_{max} (ეთანოლი), ნმ: 220, 280, 304, 313. (lg ϵ 4,50; 4,16; 4,20; 4,18) ი. წ. სპექტრი, ν_{max} cm^{-1} : 945, 1080, 1110, 1250, 1315, 1335, 1585, 1605, 3300-3500. მას-სპექტრი, m/z: 327 (M^+), 326 ($M-1$)⁺ (100%), 312, 296, 284, 269, 253, M^{++} 165,5.

კოკლაური (VI). $T_{\text{ლ}}=218-219^{\circ}\text{C}$ (აცეტონი), (ბენზოლი-მეთანოლი, 4:1), $R_f - 0,34$; ქლორჰიდრატის $T_{\text{ლ}}=261-263^{\circ}\text{C}$ (დამწოთ).

კოკულიდინის N-ოქსიდი (VII), $T_{\text{ლ}}=150-152^{\circ}\text{C}$ (აცეტონი), $R_f - 0,20$.

კოკულიდინის N-ოქსიდის აღდგენა. 0,03 გ კოკულიდინის N-ოქსიდს ხსნიან 10%-იან გოგირდმჟავაში, უმატებენ თუთიის მტვერს და აყოვნებენ 24 სთ განმავლობაში, შემდეგ ფილტრავენ და ფილტრატს ამატებენ 25%-იან ამონიუმის ტუტეს, გამოწველიავენ ეთერით. ეთერის გადადენის შემდეგ მიიღება ფუძე, რომლის $R_f=0,58$ და ემთხვევა კოკულიდინის R_f -ს.

ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ტაშკენტის სახელმწიფო აგარაული უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. Жизнь растений. Цветковые растения. под. ред. Акад. А. Л. Тахтаджяна, 5(1), М., 1980.
2. С. Ю. Юнусов. ЖОХ. 20, вып. 2, 1950, 20. вып. 8, 1950.
3. D. S. Bhakuni, H. Uprety, D. A. Widdowson. Phytochemistry, 15, 1976.
4. M. Juichi, Y. Fujitani, T. Shingu, H. Furukawa. Heterocycles, 16, 1981.
5. С. Ю. Юнусов, Р. Разаков. Химия природных соединений, N1, 1970.
6. Р. Зияев, А. Абдусаматов, М. С. Юнусов, С. Ю. Юнусов. Химия природных соединений, N1, 1991.



რ. კვარაცხელია, ე. კვარაცხელია

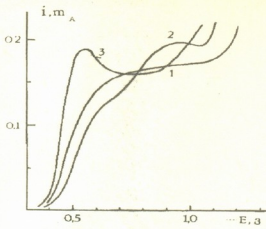
მოლიბდენის მჟავას ვოლტამპერომეტრია მყარ
ელექტროდებზე

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. ჯაფარიძემ 22.01.1997

მოლიბდენის მჟავა H_2MoO_4 მცირედ იხსნება წყალში, რის გამოც მისი თვისებების შესწავლა გარკვეულ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული. ვოლტამპერომეტრული კვლევები კი, რომლებიც საკვლევე ნივთიერების ძალიან მცირე კონცენტრაციებს მოითხოვენ, გვაძლევენ არა მარტო მოცემული ნაერთის ელექტროქიმიური ქცევის შესწავლის, არამედ მისი სხვა თვისებების შეფასებისა თუ განსაზღვრის შესაძლებლობას.

გაზომვები ხორციელდებოდა მბრუნავი დისკის ელექტროდებზე ვოლტამპერომეტრიისა და სტაციონარულ ელექტროდებზე ქრონოვოლტამპერომეტრიის მეთოდებით მაღალი სისუფთავის მქონე Sn, Cu, Ni და Cu - Hg-ის გამოყენებით დახურულ უჯრედში სუფთა ჰელიუმის ატმოსფეროში. გაზომვებისადმი ელექტროდების მომზადების მეთოდიკა აღწერილია [1]-ში. ფონის ელექტროლიტები - $NaClO_4$ და $(NH_4)_2SO_4$ ორჯერ იყო გადმოკრისტალიზებული ბიდესტილატიდან და შრებოდა რამდენიმე დღის განმავლობაში $190^\circ C$ -სა ($NaClO_4$) და $50^\circ C$ -ზე ($(NH_4)_2SO_4$). სამუშაოში გამოყენებული იყო აგრეთვე ორჯერ გამობდილი $H_2SO_4 \cdot H_2MoO_4$ -ის მისაღებად უჯრედში შეგვყავდა Na_2MoO_4 -ისა და H_2SO_4 -ის შესაბამისი ზუსტად გაზომილი რაოდენობები. შედარების ელექტროდად ვიყენებდით კალომელის ნაჯერ ელექტროდს. ყველა გაზომვა შესრულებულია $20^\circ C$ -ზე.

ყველა გამოყენებული ელექტროდის შემთხვევაში H_2MoO_4 0,1M $NaClO_4$ -სა და 0,1M $(NH_4)_2SO_4$ -ში წარმოქმნის კარგად გამოხატულ ტალღებს, რომელთა ზღვრული დენების სიდიდეები ემორჩილებიან $i_{\infty} - \sqrt{\omega}$ წრფივ დამოკიდებულებას (1 სურათზე ნაჩვენებია Cu - Hg-ის ელექტროდზე არსებული სურათი). ვოლტამპეროგრაფების ჩაწერისას ელექტროდების ზედაპირზე შეიმჩნევა მუქი აფსკის წარმოქმნა. H_2MoO_4 -ის ელექტროქიმიური ქცევის ძირითადი დამახასიათებელი მომენტები შემდეგია: 1) 0,1M $NaClO_4$ -ში ერთი ტალღის წარმოქმნა, რომლის $E_{1/2}$ -ის მნიშვნელობები სხვადასხვა ელექტროდებისათვის ძალიან მცირედ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან (Cu, Sn - -0,51 ვ; Cu - Hg - -0,5 ვ; Ni - -0,53 ვ); 2) ორი ტალღის წარმოქმნა 0,1M $(NH_4)_2SO_4$ -ში Sn-სა და Cu - Hg-ის ელექტროდების შემთხვევაში, რომელთა $E_{1/2}$ ტოლია შესაბამისად - 0,58 ვ და - 0,82 ვ (Sn) და -0,52 ვ და -0,79 ვ (Cu-Hg); 3) H_2MoO_4 -ის i_{∞} -ის მნიშვნელობათა ზრდა H_2SO_4 -ის დამატებისას 0,001N კონ-



სურ. 1. - H_2MoO_4 -ის ალდგენის ვოლტამპეროგრაფები ამაღამირებულ სპილენძის დისკის ელექტროდზე. 1050 ბრ/წთ; $0,001M H_2MoO_4$.
 1 - $0,1M NaClO_4$;
 2 - $0,1M (NH_4)_2SO_4$;
 3 - $0,1M NaClO_4 + 0,003N H_2SO_4$

H_2SO_4 -ის დამატების პირობებში კი ადგილი აქვს ამ პიკების წარმოქმნას. ამ უკანასკნელთა პარამეტრების დახმარებით განსაზღვრულია ალდგენის პროცესის სიჩქარის კონსტანტები k_0 , რომელთა მნიშვნელობები ტოლია $(1,1 \div 8,2) \cdot 10^{-16}$ სმ/წმ ($0,1M NaClO_4$) და $(1,7 \div 4,5) \cdot 10^{-7}$ სმ/წმ ($0,1M (NH_4)_2SO_4$).

Mo(6+)-ის შემცველი მჟავა ხსნარების პოტენციოსტატური მაკროელექტროლიზის შედეგად მიიღება ე. წ. „მოლიბდენის სილურჯე“, რომელიც წარმოადგენს მოლიბდენის ოქსიდებისა და ჰიდროქსიდების რთულ ნარევეს, სადაც Mo-ის დაყენგულობის ხარისხი 5 - 6 ფარგლებშია.

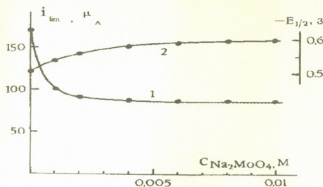
აღწერილი ექსპერიმენტული მონაცემების ერთობლიობა გვიჩვენებს, რომ H_2MoO_4 , როგორც მრავალი სხვა ელექტროქიმიურად აქტიური ანიონების შემცველი მჟავა, ალდგება პირველი ტალღის უბანში N_3O^+ იონთა პროტონდონორული მოქმედების პირობებში. $0,1M (NH_4)_2SO_4$ -ში არსებული მეორე ტალღა შეესაბამება NH_4^+ იონთა პროტონდონორულ მოქმედებას. $0,1M NaClO_4$ -ში მეორე ტალღის არყოფნა დაკავშირებულია იმ ფაქტებთან, რომ Mo(6+) წყლის მოლეკულების პროტონდონორულ ფუნქციის პირობებში ტალღას არ წარმოქმნის [2].

Mo(6+)-ის ორი ტალღის არსებობა $0,1M (NH_4)_2SO_4$ -ში, რაც მეტყველებს პირობის:

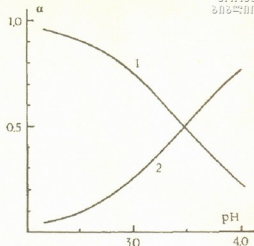
$$i_{\alpha}^{0,3} / i_{\alpha}^{H_3O^+} > 1$$

შესრულებას, გვიჩვენებს, რომ $0,1M NaClO_4$ -ში არსებული H_2MoO_4 -ის ტალღის სიმაღლე H_3O^+ იონთა i_{α} -ის მნიშვნელობას შეესაბამება [3]. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია Mo(6+)-ის ტალღის i_{α} -ის მნიშვნელობიდან წყალბადის იონების კონცენტრაციის განსაზღვრა ლევისის განტოლების დახმარებით. $0,1M NaClO_4$ -ში, რომელიც $0,001M H_2MoO_4$ -ს შეიცავს, ეს კონცენტრაცია

ცენტრაციამდე და მათი შემცირება H_2SO_4 -ის შემცველობის შემდეგი გაზრდისას როგორც $0,1M NaClO_4$ -ში, ასევე $0,1M (NH_4)_2SO_4$ -ში (1 სურათზე ნაჩვენებია ტალღა, რომელიც წარმოიქმნება $0,1M NaClO_4$ -ში $0,003N H_2SO_4$ -ის დამატებისას Cu-Hg-ის ელექტროდზე); 4) H_2MoO_4 -ის i_{α} -ის სიდიდეთა შემცირება Na_2MoO_4 -ის მცირე რაოდენობების (~0,002M-მდე) დამატებისას და $E_{1/2}$ -ის მნიშვნელობათა ერთდროული გადახრა უარყოფით მხარეს (სურ. 2-ზე ნაჩვენებია აღნიშნული მოვლენები Cu-Hg-ის ელექტროდის შემთხვევაში). $0,1M NaClO_4$ -სა და $0,1M (NH_4)_2SO_4$ -ში H_2SO_4 -ის დანამატების გარეშე H_2MoO_4 -ის ქრონოვოლტამპეროგრაფებზე არ შეიმჩნევა დენის პიკები;



სურ. 2. - H_2MoO_4 -ის აღდგენის i_{lim} -სა და $E_{1/2}$ -ის დამოკიდებულება ხსნარში შეტანილი Na_2MoO_4 -ის კონცენტრაციისაგან. ელექტროდი - Cu-Hg; 0,1M $NaClO_4$; 0,001M H_2MoO_4 ; 1050 ბრ/წთ. 1 - i_{lim} ; 2 - $E_{1/2}$



სურ. 3. - $Mo(6+)$ -ის სხვადასხვა ფორმების შემცველობა 0,001M H_2MoO_4 -ის ხსნარში. 1 - $[H_2MoO_4]$; 2 - $[HMoO_4^-]$

$4,32 \cdot 10^{-4} M$ ტოლია. ეს სიდიდე მეტყველებს H_2MoO_4 -ის არასრულ დისოციაციაზე და ამ უკანასკნელის პირველი საფეხურის კონსტანტის K'_α მნიშვნელობის გათვლის საშუალებას გვაძლევს. თუ მივიღებთ, რომ $K'_\alpha \gg K''_\alpha$ (რასაც ჩვეულებრივად აქვს ადგილი მრავალფუძიანი მჟავების შემთხვევაში), მაშინ $[HMoO_4^-] = [H^+] = 4,32 \cdot 10^{-4} M$. აქედან $[H_2MoO_4] = 10^{-3} M - 4,32 \cdot 10^{-4} M = 5,68 \cdot 10^{-4} M$. ამ სიდიდეებიდან მივიღებთ K'_α -ს მნიშვნელობას:

$$K'_\alpha = \frac{[H^+][HMoO_4^-]}{[H_2MoO_4]} = 3,29 \cdot 10^{-4}$$

უნდა აღინიშნოს, რომ საცნობარო ლიტერატურაში მოყვანილია H_2MoO_4 -ის დისოციაციის კონსტანტების ერთმანეთისაგან ფრიად განსხვავებული მნიშვნელობები. (ეს განსაკუთრებით K'_α -ს სიდიდეს ეხება): $K'_\alpha = 2,9 \cdot 10^{-3}$; $K''_\alpha = 1,4 \cdot 10^{-4}$ [4]; $K'_\alpha = 10^{-2}$ [5]; $K''_\alpha = 10^{-6}$ [6]. პურბეს დიაგრამების დანართში სისტემისათვის $Mo-H_2O$ მოცემულია შემდეგი მნიშვნელობები: $K'_\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$; $K''_\alpha = 10^{-6}$ [6]. ჩვენს მიერ მიღებული K'_α მნიშვნელობა ახლოსაა პურბეს მიერ მოცემულ სიდიდესთან და ვოლტამპერამეტრული კვლევების პრეციზიულობის გათვალისწინებით შეიძლება ზუსტ მნიშვნელობად ჩაითვალოს. გამოსახულებების:

$$\alpha_1 = \frac{[H^+]^2}{[H^+]^2 + K'_\alpha [H^+] + K'_\alpha K''_\alpha} \quad (1)$$

$$\alpha_2 = \frac{K'_\alpha [H^+]}{[H^+]^2 + K'_\alpha [H^+] + K'_\alpha K''_\alpha} \quad (2)$$

დახმარებით ჩვენ მიერ გათვლილია $Mo(6+)$ -ის სხვადასხვა ფორმების წილები საერთო კონცენტრაციისაგან: $[H_2MoO_4] = \alpha_1 C$; $[HMoO_4^-] = \alpha_2 C$ (pH = 2,2 - 4); (სურ. 3).

$Mo(6+)$ -ის ტალღის სიმაღლის შესამჩნევი შემცირება Na_2MoO_4 -ის მცირე რაოდენობის დამატებისას (სურ. 2) მეტყველებს როგორც ჩვენ მიერ გათვლილი



K_a^{1-6} -ს სიდიდის სიზუსტეზე, ასევე იმ ფაქტზე, რომ K_a^{1-6} -ს უფრო საიმედო სიდიდე 10^{-6} -ის ტოლია. საქმე ის არის, რომ აღნიშნული შემცირება (ე. ი. წყალბადის იონთა კონცენტრაციის შემცირება) დაკავშირებულია წონასწორობის:



მარცხნივ გადახრასთან; მაგრამ ის გარემოება, რომ ხსნარში მინც არსებობს წყალბადის იონთა გარკვეული კონცენტრაცია (სურ. 2), გვიჩვენებს, რომ K_a^{1-6} -ს სიდიდე არ არის ძალიან მცირე. უნდა აღინიშნოს, რომ ძლიერი მჟავების (HNO_3 , $HBrO_3$, HIO_3) აღდგენისას ამ მჟავების მარილთა დამატება არ იწვევს $i_{\text{ფლ}}$ -ის მნიშვნელობათა შემცირებას, რაც მეტყველებს K_a -ს მაღალ სიდიდეებზე.

H_2MoO_4 -ის K_a^{1-6} -ს არცთუ ისე მაღალი მნიშვნელობის გამო მის ხსნარებში არსებობს ორი პოტენციური დეპოლარიზატორი, რომლებისგანაც ძირითად აღსადგენ ნაწილაკად მჟავას მოლეკულები გვევლინებიან. H_2MoO_4 -ის ელექტროაღდგენის პროცესის ეს თავისებურება განაპირობებს საკმაოდ იშვიათ ექსპერიმენტულ ფაქტს: $E_{1/2}$ -ის სიდიდეების სიახლოვეს ყველა გამოყენებული საელექტროდე მასალის შემთხვევაში.

მოვლენები, რომლებიც შეიმჩნევა ხსნარში H_2SO_4 -ის დამატებისას, მეტყველებენ როგორც H_2MoO_4 -ის მოლეკულების (და არა $HM_oO_4^-$ -ის იონების) აღდგენაზე ($i_{\text{ფლ}}$ -ის სიდიდეების ზრდა $0,001N H_2SO_4$ -მდე), ასევე იმ ფაქტზე, რომ H_2SO_4 -ის უფრო მაღალი შემცველობის პირობებში ადგილი აქვს რთული კონდენსირებულ იზოპოლიანიონების $[Mo_6O_{21}]^{6-}$, $[Mo_{12}O_{41}]^{10-}$ შემცველი მჟავებისა და ჰიდროანიონების წარმოქმნას [7], რაც იწვევს $Mo(6+)$ -ის ზღვრული დენის სიდიდეების შემცირებას და $E_{1/2}$ -ის გადახრას ნაკლებად უარყოფით მხარეს (ეს უკანასკნელი ფაქტი შეიძლება დაკავშირებული იყოს პროცესის პროდუქტის — „მოლიბდენის სილურჯის“ სტრუქტურის უფრო ადვილ ფორმირებასთან $Mo(6+)$ -ის აღნიშნული რთული იზოპოლიფორმების აღდგენისას).

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *Р. К. Кварацхелия, Т. Ш. Мачавариани.* Электрохимия, 20, 3, 1984, 303.
2. *Р. К. Кварацхелия, Т. Ш. Мачавариани, Г. Р. Кварацхелия.* Электрохимия, 25, 10, 1989, 1330.
3. *Р. К. Кварацхелия, М. Г. Жамиерашвили, Е. Р. Кварацхелия.* Электрохимия, 28, 12, 1992, 1869.
4. *Ю. Ю. Лурье.* Справочник по аналитической химии. М., 1979.
5. *Я. А. Угай.* Неорганическая химия. М., 1989.
6. Справочник химика. Т. III. М.-Л., 1964.
7. *Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон.* Современная неорганическая химия. 3 часть. М., 1969.



დ. შინგალია, მ. ბაზნიძე, ა. კვიციანი

ახალი მონაცემები მდ. ნენსკრას უშა წელის (ჯამო სვანეთი)
ბიოლოგიური აბაზულები და მაღანგამოვლენის შესახებ

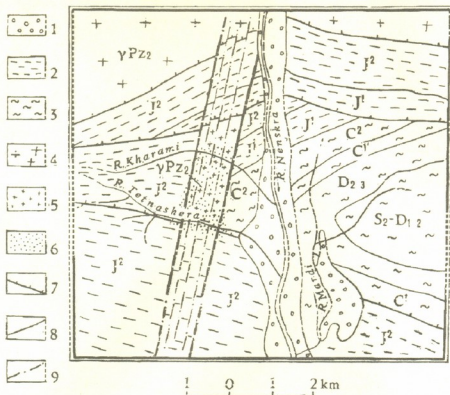
წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. გამყრელიძემ 28.10.1996

დეტალური გეოლოგიურ-პეტროლოგიური სამუშაოების შედეგად ავტორების მიერ მდ. ნენსკრას ხეობაში (მდ. ენგურის მარჯვენა შენაკადი) დადგენილ იქნა მებზოოურის წინა გრანიტოიდების ტექტონიკური სოლი და ოქროსა და ვერცხლის პერსპექტიული მადანგამოვლენა.

საკვლევ რაიონში კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ჩხალთა-ლაილას ტექტონიკური ზონის [1] ფარგლებში შიშვლდება (სურ.) შუა-ზედაპალეოზოური დიზის სერიის დასავლური პერიკლინური დაბოლოება, რომელიც წარმოდგენილია ფილიტებით, ქვიშაქვებით, გრაველიტებით, კონგლომერატებით და მარმარილოს ლინზებით. ის დაფარულია მძლავრი ქვედა და შუაირული ნალექებით – თიხა-ფიქლებით, ქვიშაქვებით, გრაველიტებითა და ალევროლიტებით. ახლახან, ჩვენს მიერ აქვე, მდ. თეთნაშერას ხეობაში, ქვედაიურული ნალექების ქვედა ნაწილში დადგენილია 1-2 მ სიძლიერის ანდეზიტური პორფირიტების განფენები და მათი ტუფები. რაიონში აღინიშნება კავკასიური მიმართულების მრავალი რეგიონალური რღვევა. მათგან ყველაზე მნიშვნელოვანია „მთავარი შეცოცება“, რომლის გასწვრივ კავკასიონის მთავარი ქედის ზონის სოფიის აზეგების აღმოსავლურ პერიფერიულ ნაწილში განვითარებული საკენის (ოკრილის) პერცინული პლაგიოგრა-ნიტ-კვარცდორიტიული ინტრუზიული სხეული შეცოცებულია სამხრეთი ფერდის ჩხალთა-ლაილას ზონის ლიასურ ნალექებზე. ჩვენს მიერ დადგენილია აგრეთვე სუბმერიდიანული მიმართულების ორი რღვევა (სურ.), რომლებიც ცნობილი შტავერელის რღვევის [2] პარალელურია. ამ რღვევებს შორის, მდინარეების თეთნაშერასა და ხარამის ფარგლებში, დიზის სერიისა და იურული ასაკის ნალექების შეხების ზონში შიშვლდება ლინზისებური (800-2300 მ.) პერცინული გრანიტოიდების ტექტონიკური სოლი, ეს უკანასკნელი რამდენიმე ქერცლითაა წარმოდგენილი, რომელთა შორის მოთავსებულია დიზის სერიისა და იურული ნალექები. გრანიტოიდების დიზის სერიასთან, ასევე იურულ წარმონაქმნებთან შეხების ზოლი ულტრამილონიტებითაა წარმოდგენილი; გვერდით ქანებთან გრანიტოიდების ცხელი კონტაქტური გავლენის არავითარი კვალი არ შეინიშნება.

გრანიტოიდების ტექტონიკური სოლი თავისი აგებულებით მსგავსია მთიანი აფხაზეთის ჩხალთა-ლაილას სტრუქტურულ ზონაში განვითარებული აწვარის ტექტონიკური სოლისა [3].

ტექტონიკური სოლი წარმოდგენილია გამილონიტებული, გამუსკოვიტებული და გაკვარცებული გრანიტებითა და გრანოდიორიტებით, ხოლო უფრო იშვიათად



სურ. მდ. ნენსკას შუა წელის გეოლოგიური სქემა (შ. გეგუჩაძის, ლ. ღვინერიას და სხ. [1972 წ.] მონაცემებითა და ავტორების შესწორებებით); 1 - მეოთხეული ნალექები, 2 - ქველა და შუაიური (I_1 , I_1^2) ნალექები, 3 - შუა და ზედაპალეოზოური (C_1^2 , C_1 , D_{2+3} , S_2 - D_{1+2}) დიზის სერია, 4 - მთავარი ქედის პერციენტული (YPZ₂) გრანიტოიდები („საკენის“ ინტრუზივი), 5 - თეთრანშერას გრანიტოიდული (YPZ) ტექტონიკური სოლი, 6 - ოქროსა და ვერცხლის და პოლიმეტალური მადანგამოვლინება, 7 - შესხლტევეები და შეცოცებები, 8 - სუბმერიდიანული რღვევები, 9 - სავარაუდო რღვევები.

ალიასკიტებით. ისინი ჰომოგენური აგებულებისაა - მათში ქსენოლითები, ან მუქი მინერალებით გამდიდრებული უბნები არ შეიმჩნევა. გრანიტოიდები მაკროსკოპულად სამულო ან მსხვილმარცვლოვანი მოვარდისფრო - ღია ნაცრისფერი ქანებია. ჩვეულებრივ გალიმონიტებული უბნებით. ქანის ყველა პირველადი მინერალი (კვარცი, პლაგიოკლაზი, კალიუმის მინდვრის შპატი), დამსხვრეულია ან ჩანაცვლებულია (ბიოტიტი) დაბალტემპერატურული მეორადი მინერალებით. პლაგიოკლაზი გასერიციტებული, გამუსკოვიტებული და გაალბიტებულია; კალიუმის მინდვრის შპატი ($-2V^0=62-85$) ხშირად პორფირისებურია, გააელიტებული და გათიხებულია, პერტიტულია, იშვიათად სალია, მდ. ხარამის კალაპოტის მიმდებარე ტერიტორიისთვის დამახასიათებელია კარგად განვითარებული მიკროკლინური მესერი; პირველადი მუქი მინერალი - ბიოტიტი მთლიანად ჩანაცვლებულია მუსკოვიტით და მადნეული მინერალით, მათთან ერთად გვხვდება ქლორიტიც. შეკრებითი გადაკრისტალების შედეგად მიღებულია მუსკოვიტის ფირფიტები. პირველი გენერაციის დამსხვრეული კვარცი ძლიერი ტალღური ჩაქრობით ხასიათდება, გვიანი გენერაციის კვარცი წარმოდგენილია ძარღვებითა და ბუდეებით, მადნეული მინერალი არცთუ ისე იშვიათად მტვრისებურია, უფრო ფართოდ კი არის განვითარებული მისი გროვები და ძარღვაკები. ქანში ჭარბად გვხვდება გალიმონიტებული უბნებიც, გამადნება და რკინის ქანგის მინერალები უფრო ინტენსიურად განვითარ-



რებულია ძლიერ კატაკლზირებულ, გაკვარცებულ და გამუსკოვიტებულ ქანებში. ზოგიერთი ნიმუში სხვადასხვა ხარისხითაა გაკარბონატებული. კარბონატთან ერთად უმრავლეს შემთხვევაში მადნეული მინერალებიც გვხვდება.

მილონიტიზაციისა და დაბალტემპერატურული შეცვლის პროცესამდე გრანიტოიდების უდიდესი ნაწილი კალიუმით მდიდარ ბიოტიტიან გრანიტებს წარმოადგენდა.

გრანიტოიდების ტექტონიკურ სოლში გვხვდება პლაგიოგრანიტ-გრანიტპორფირების მცირე სიმძლავრის გამკვეთი სხეულები, რომლებსაც აგრეთვე განუცდიათ მსხვრევის, გაკვარცების, გამუსკოვიტებისა და გამადნების პროცესი.

ტექტონიკური სოლის გრანიტოიდების ასაკი ცალსახად არ დგინდება, მაგრამ რიგი დიაგნოსტიკური ნიშნებისა მათ მეზოზოურისწინა ასაკზე მიუთითებს. სახელდობრ: ისინი პრაქტიკულად არავითარ მინერალოგიურ-პეტროლოგიურ მსგავსებას არ იჩენენ შუაიურული ასაკის კავკასიონის მთავარ შეცოცებასთან მიმდებარე კარდიფაის, სანჩარის, ზიფის, უშბა-ეწერის, ბანგურიანის და სერის, ტიბერის [3-6], ასევე სვანეთის ანტიკლინორიუმის დიზის სერიის ფარგლებში გამოშვლებულ აბაკურის და კირარის [7,8] და ცენტრალური აფხაზეთის კელასურისა და გორაბის ჭგუფის ინტრუზიულ სხეულებთან [9], რომლებისთვისაც დამახასიათებელია: ჰიბრიდიზმის მკაფიო გამოვლინება, საშუალო და ფუძესიმქავეინობის ქსენოლითების სიჭარბე და მრავალფეროვნება, გადასვლები პორფირისებრ, პორფირულ, გრანოფირულ და მიკროპეგმატიტურ სტრუქტურებში, ინტრუზიული სხეულების ჰეტეროგენული ხასიათი და გამწე ჰომოგენური გრანიტული უბნების არარსებობა, რქატყუარასა და ზონალური პლაგიოკლზის ფართო განვითარება და მუსკოვიტის არარსებობა, კალიუმის მინდვრის შპატების მოწესრიგების დაბალი ხარისხი.

კავკასიონისა და ძირულის კრისტალურ შვერილში განვითარებულ ჰერცინულ გრანიტოიდების დიდ ნაწილთან კი ტექტონიკური სოლის გრანიტოიდებს ბევრი საერთო აქვთ, ესენია: ჰიბრიდიზმის არავითარი ნიშანი, შედგენილობის ჰომოგენურობა, მუსკოვიტის ფართო განვითარება, ზონალური პლაგიოკლზის არარსებობა, კალიუმის მინდვრის შპატის მალალმოწესრიგებული სახეობები.

ტექტონიკური სოლის გრანიტოიდები არ წარმოადგენს მისგან 2-2,5 კმ-ით მთავარი შეცოცების ზონაში განვითარებულ საკენის კვარცდიორიტულ-გრანოდიორიტული (გაბრო-ადამელიტური სერიის ა. ოქროსცვარიძის მიხედვით [10] ინტრუზივის ანალოგს, მათ შორის მნიშვნელოვანი მინერალოგიურ-პეტროლოგიური განსხვავების გამო. ამავე დროს ეს გრანიტოიდები პრაქტიკულად არ განსხვავდება აწგარის ტექტონიკური სოლის გრანიტოიდებისაგან [3]. ამრიგად, მდ. თეთნაშერას და ხარამის ხეობებში უფრო ახალგაზრდა ნალექებში შიშვლდება იურულისწინა ფუნდამენტის ჰერცინული გრანიტოიდების ტექტონიკური სოლი.

მდ. თეთნაშერას ხეობაში ადრე ცნობილი იყო მხოლოდ პოლიმეტალური მადანგამოვლინება, ჩვენი მონაცემებით მადანგამოვლინება ლოკალიზებულია რღვევით სტრუქტურებში (სურ.). გამადნება ინტენსიურად ვლინდება კატაკლზირებულ გრანიტოიდებში და ქვედა და შუაიურული ნალექების და დიზის სერიის კვარციან ქვიშაქვებში, უფრო ნაკლებად — თიხაფიქლებში, ალევროლიტებში, გრა-



ველიტებსა და ანდეზიტურ-პორფირიტებში, უბანზე აღინიშნება ორი პარალელური, ინტენსიურად გამაღნებული ზონა, რომელთა სიმაღლავრე მერყეობს 20-40 მ ფარგლებში. მადანმომიჯნე ქანები წარმოდგენილია მონოკვარციტული და კვარც-სერიციტული ფაციესებით, ამათგან მონოკვარციტები მეტწილ შემთხვევაში მადნიანი ზონების ცენტრალურ ადგილებს იკავებენ.

მადნიანი ზონა წარმოდგენილია ღია მოყვითალო-მოწითალო, ძლიერ დანარალიანებული, გრეჭირებული, გამოყანგული, ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანებით, გამაღნებულ უბნებში ძირითადად გვხვდება ქალკოპირიტი, გალენიტი, სფალერიტი, პირიტი, ხალასი ოქრო და ვერცხლი, შედარებით იშვიათად აღინიშნება არსენოპირიტი და ანთიმონიტი; არამაღნეული მინერალები — ბარიტი, კვარცი, კალციტი, დოლომიტი და ორგანული ნივთიერება, მეორადი მინერალებიდან აღინიშნება მალაქიტი, ბორნიტი და რკინის ჰიდროქსიდები.

მადნიანი უბნები წარმოდგენილია უსწორმასწორო ფორმის სხეულებით, ლინზებით, ბუდეებით და შტოკვერკებით. გამაღნება ძარღვული, ძარღვეულ-ჩანაწინწყლული და ჩანაწინწყლული სახისაა.

ოქრო მადნებში წვრილდისპერსიული ან ხალასია, მადნებში იშვიათად აღინიშნება ოქროს მავთულისებრი და დენდრიტული ფორმები. მისი შემცველობა მერყეობს 0,9-1 გ/ტ ფარგლებში, ვერცხლისა კი — კვალიდან — 236 გ/ტ-მდე.

გამაღნების განაწილებაში შეიმჩნევა ერთგვარი ზონალური აგებულება; ჰოფსომეტრულად ქვედა დონეებზე ჭარბობს სპილენძის მინერალები, ზევით კი გაბატონებული მდგომარეობა უკავიათ ტყვიას, თუთიას და ბარიტს, ოქრო და ვერცხლი გვხვდება როგორც ზედა, ისე ქვედა დონეებზე.

თეთნაშვრას უბნის ოქროსა და ვერცხლის მადანგამოვლინება პერსპექტიულია და საჭიროებს ძებნა-შეფასებითი სამუშაოების ჩატარებას.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *П. Д. Гамквелидзе*. Геология СССР, т. 10, М., 1964.
2. *П. Д. Гамквелидзе*. Сообщения АН ГССР 31, 3, 1963.
3. *З. О. Дударь, Д. Н. Кецховели, М. Г. Тогоидзе, Д. М. Шенгелия*. Сообщения АН ГССР, 71, 1, 1973.
4. *Г. М. Заридзе*, Закономерности развития вулканизма в Грузии и связанные с ним рудопроявления. Тбилиси, 1947.
5. *Г. Д. Думбадзе*. Автореф. Канд. дисс. Тбилиси, 1969.
6. *А. Г. Гурбанов*. Известия АН СССР, сер. геол, N9, 1972.
7. *М. А. Фаворская*. Тр. и-та геологических наук АН СССР, вып. 84, серия 27, 1947.
8. *Б. А. Гошвили*. Автореф. канд. дисс. Тбилиси. 1962.
9. *О. Z. Dudaury, M. G. Tagonidze et al* Chemie des Erde. B.51, N.2/3, 1991.
10. *А. В. Окросцваридзе*. Петрология герцинских гранитоидных серий Большого Кавказа. Диссерт. вестник, Тбилиси 1995.



ფ. მისიამ

ახალი მონაცემები ჟინვალ-გომბორის ჰვებონის აბეზულეების
შესახებ და მისი პალინსპასტიკური რეკონსტრუქცია

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. გამყრელიძემ 29.11.1996

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის აღმოსავლეთ ნაწილში (მდ. დიდი ლიხავის აღმოსავლეთით) განვითარებული პალეოგენური ნალექების დეტალურმა ლითო-ფაციესურმა შესწავლამ და სტრუქტურული ჭრილების შედგენამ საშუალება მოგვცა ახლებურად გაგვეშუქებინა ამ მხარის რიგი გეოლოგიური საკითხი და ჩაგვეტარებინა მისი პალინსპასტიკური რეკონსტრუქცია პალეოგენური დროისთვის.

როგორც ცნობილია, პალეოგენური ნალექები მესტია-თიანეთის ფლიშური ზონის ჟინვალ-გომბორის ქვეზონაშია განვითარებული, რომელიც რთული ტექტონიკური აგებულებით ხასიათდება. აქ გარდა ძლიერი დანაოჭებისა, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ტექტონიკური ზეწრების (შარიაყების) არსებობა.

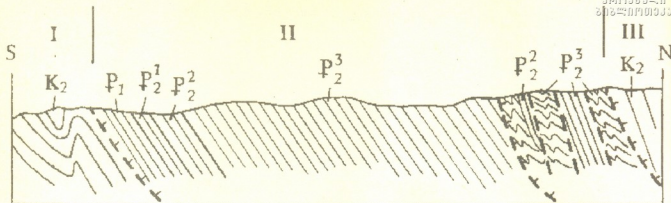
ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ აქ გამოყოფენ ალისისგორ-ჰინჭველთის, საძეგურ-შახვეტილის და ჟინვალ-ფხოველის ტექტონიკურ ზეწრებს და ქსან-არყალის პარაავტოქთონს [1].

პალეოგენური ნალექები ძირითადად ბოლო სამი სტრუქტურის აგებულებაში იღებს მონაწილეობას. აქედან, საძეგურ-შახვეტილის და ჟინვალ-ფხოველის, ისე როგორც ალისისგორ-ჰინჭველთის ტექტონიკურ ზეწრებში, ისინი ფლიშური ფაციესითაა წარმოდგენილი, ხოლო ქსან-არყალის პარაავტოქთონში — ეპიკონტინენტურ-ზღვიურით.

ალისისგორ-ჰინჭველთის ზეწრის ფარგლებში, რომელიც მდ. არაგვის აღმოსავლეთითაა განლაგებული, პალეოგენური ნალექები უმნიშვნელო გავრცელებით სარგებლობს. ისინი სინკლინის გულეებში შემორჩენილი და წარმოდგენილია მხოლოდ პალეოცენური წარმონაქმნებით (კვეტერას და შახვეტილას წყებები). სავსებით დასაშვებია, რომ ნალექთდაგროვება აქ ეოცენურ დროშიც მიმდინარეობდა. კერძოდ, გვიანეოცენის მეორე ნახევრამდე, ახალპირენეული ფაზის დაწყებამდე, რის შემდეგაც ეს ადგილი ხმელეთად იქცა.

პალეოგენური ფლიშური ნალექების ძირითადი ნაწილი საძეგურ-შახვეტილის ზეწრის ფარგლებში გვხვდება. აღნიშნული სტრუქტურა საძეგურის სინკლინითაა წარმოდგენილი, რომელიც ბოლო დრომდე სამხრეთისკენ გადმოწოლილი ასიმეტრიულ ნაოჭად იყო მიჩნეული, რომლის ორივე ფრთის აგებულებაში პალეოგენური ფლიშური ნალექების ყველა სტრატეგრაფიული ერთეული (გარდა ოლიგოცენისა) იყო გამოყოფილი.

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად გაირკვა, რომ არსებული წარმოდ-



სურ. 1. საძვეგურის სინკლინის სტრუქტურული ქრლი ტექტონიკური ზეწრები I - ენვალ-ფხოველის, II - საძვეგურ-შახვეტილის, III - უწერა-პავლეურის

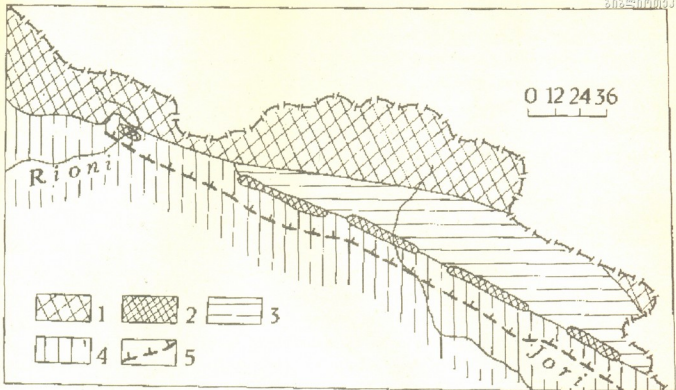
გენა აღნიშნული სინკლინის ამგები ქანების ასაკისა და სტრუქტურული აგებულების შესახებ ნაწილობრივ არ შეესაბამება სინამდვილეს. კერძოდ, საძვეგურის სინკლინის სამხრეთი ფრთის აგებულებაში მონაწილეობას იღებს კვეტერას და შახვეტილას (პალეოცენი), ქვაკვერისხევის (ქვედა და შუა ეოცენი) და ილდოყანის (ზედა ეოცენი) წყებები. რაც შეეხება სინკლინის ჩრდილო ფრთის ამგებ ნალექებს, რომლებიც ჩვენი დაკვირვებით შეცოცებულია სამხრეთი ფრთის ქანებზე, ისინი ძირითადად ილდოყანის წყების სინქრონული, მაგრამ განსხვავებული ფაციესის მქონე ნალექებითაა წარმოდგენილი, კერძოდ, კირქვებით და მერგელებით, რომლებიც ფლიშოიდური ბუნებით ხასიათდება. მათი ზედაეოცენური ასაკი ახალი მიკროფაუნისტური მასალითაა დადგენილი.

ნაოჭის სამხრეთი ფრთის ამგები ილდოყანის წყება კი ქვიშაქვა-ალეგროლიტური ფლიშითაა წარმოდგენილი, რომელიც ზედა ნაწილში უხეში ფლიშის დასტებს შეიცავს და რეგრესულ ხასიათს ატარებს. ამასთან აღსანიშნავია, რომ სამხრეთი ფრთის ამგები ნალექები მონოკლინურადაა ჩრდილოეთისკენ დაქანებული, მაშინ როდესაც ჩრდილო ფრთის ამგები ქანები ხშირად ინტენსიურადაა დანაოჭებული და სამხრეთისკენაა გადაბრუნებული (სურ. 1). ამასთან, აქ განვითარებულია მთელი რიგი რღვევებისა, რომლებიც ციცაბოდ ჩრდილოეთისკენაა დახრილი. ერთერთი ასეთი რღვევის გასწვრივ ზედაეოცენურ ნალექებს შორის ზედაპირზე ამოტანილია ფაუნისტურად დახასიათებული შუაეოცენური მერგელების დასტა.

შეცოცების შედეგად, სინკლინის ჩრდილო ფრთა ნაწილობრივ ფარავს სამხრეთ ფრთას. თავის მხრივ, ჩრდილო ფრთაც გადაფარულია ცარცული ასაკის ფლიშური ნალექებით.

ამრიგად, დგინდება, რომ საძვეგურის სინკლინი შიდა რღვევებითაა გართულებული, რის გამოც, ერთი მხრივ, მოკვეთილია სამხრეთი ფრთის ნაწილი, ხოლო მეორე მხრივ - ჩრდილო ფრთის მნიშვნელოვანი ნაწილი, რის გამოც ეს უკანასკნელი მხოლოდ ზედაეოცენური ნალექებითაა წარმოდგენილი.

აქ უნდა აღინიშნოს მეტად საინტერესო ფაქტი, რომელიც შეინიშნება საძვეგურის სინკლინის სამხრეთ ფრთაში. კერძოდ, აქ ცარცული ფლიშური წარმონაქმნები, ისე როგორც კავკასიონის სამხრეთი ფერდის უმეტეს ნაწილში ინტენსიურადაა დანაოჭებული და სამხრეთისკენ გადმოწოლილი ასიმეტრიული ნაოჭებით ხასიათდება. რაც შეეხება მათზე განლაგებულ პალეოგენურ ფლიშურ ნალექებს,



სურ. 2. დიდი კავკასიონის აღმოსავლეთი სეგმენტის პალეოგეოგრაფიული სქემა პალეოგენური დროისთვის 1 - კავკასიონის ხმელეთი, 2 - რაჭა-ვანდამის კორდილიერა, 3 - ფლიშური აუზი, 4 - ეპიკონტინენტურ-ზღვიური აუზი, 5 - ფლიშური ნალექების შეცოცების ფრონტალური ხაზი.

როგორც უკვე ითქვა, ისინი მონოკლინური დაქანებით ხასიათდება. ცარცის და პალეოგენის შეხების ზოლი, სამწუხაროდ ბუნებაში არაა გამოწვლებული.

საძვეურის სინკლინის ამგები პალეოგენური, განსაკუთრებით კი ზედაოცენური ნალექების დეტალურმა ლითო-ფაციესურმა შესწავლამ საშუალება მოგვცა გაგვეჩვენა პალეოგენური ფლიშური აუზის ტერიტორიული მასალით მკვებავი წყაროს საითხი. ასეთ ხმელეთს, როგორც ჩანს, რაჭა-ვანდამის კორდილიერული ზონა წარმოადგენდა, რომელიც დღეს მთლიანად ფლიშური ნალექებითაა ტექტონიკურად გადაფარული. იგი გაგრა-ჯავის ზონის უკიდურეს ჩრდილო პერიფერიაზე იყო განლაგებული და კუნბულთა მწკრივის სახით სამხრეთიდან საზღვრავდა ფლიშურ აუზს (სურ. 2).

ჟინვალ-ფხოველის ტექტონიკური ზეწარი ძირითადად ინტენსიურად დანაოჭებული ცარცული ფლიშური ნალექებითაა აგებული. პალეოგენური ნალექები აქ მცირედაა შემორჩენილი სინკლინურ ნაოჭებში და კვეტერას და შახვეტილას წყებებითაა წარმოდგენილი.

რაც შეეხება ქსან-არყალის პარაავტოქთონს, აქ, როგორც უკვე ითქვა, ეპიკონტინენტურ-ზღვიური ფაციესია განვითარებული, რომელიც მხოლოდ ზედაოცენური ასაკის ორი განსხვავებული ტიპის ნალექებითაა წარმოდგენილი. ერთი მხრივ, ესაა სამხრეთით განვითარებული ავტოქთონური ნორმულ-დანალექი ქანები (ქვიშაქვები, თიხები), ხოლო მეორე მხრივ - ალოქთონური ოლისტოსტრომები, რომლებიც ე. წ. „მოვლენათა წარმონაქმნებს“ მიეკუთვნება [2].

საკვლევი ტერიტორიის პალინსპასტიკური რეკონსტრუქციისას გამოყენებულ



იქნა მდ. მდ. ალეურასა და ქსნის ჭრილები, სადაც პალეოგენური ნალექები ყველაზე სრულადაა წარმოდგენილი.

მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული რეკონსტრუქციის დროს გამოყენებულ იქნა როგორც ფაციესური ანალიზის, ასევე ნალექების გამლის მეთოდი, მიღებული შედეგები არ შეიძლება ზუსტი იყოს, რადგანაც ალოქთონური ფირფიტების გადაადგილების მასშტაბის დადგენა გარკვეული თვალსაზრისით პირობითია. ამასთან, არაა გათვალისწინებული შესწორება ქანების გაჭიმვასა და ტექტონიკურ დინებაზე.

მიუხედავად ამისა, ვფიქრობთ, პირველი ასეთი ცდის შედეგები გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს კავკასიონის სამხრეთი ფერდის პალეოგენური ფლიშური აუზის პირვანდელი ზომების და საზღვრების დადგენის თვალსაზრისით.

ჩატარებული რეკონსტრუქციები გვიჩვენებს, რომ პალეოგენური ფლიშური აუზი, რომელიც, როგორც ჩანს, მდ. დიდი ლიახვის აღმოსავლეთით იწყებოდა და აზერბაიჯანის ტერიტორიაზეც გრძელდებოდა, მის დასავლეთ ნაწილში (მდ. არაგვის დასავლეთით) 18-30 კმ სიგანის უნდა ყოფილიყო, ხოლო სამხრეთით განლაგებული ეპიკონტინენტურ-ზღვიური აუზი (ქსან-არყალის პარაავტოქთონი) – 7-10 კმ.

პალეოგენურის შემდგომი ტექტონიკური პროცესების შედეგად ფლიშური ნალექების შეკუმშვის მაჩვენებელი დასავლეთ ნაწილში საშუალოდ 45-50% შეადგენდა, ხოლო ეპიკონტინენტურ-ზღვიური ნალექებისა – 25-30%. ტექტონიკური ფირფიტების გადაადგილების ჯამური ამპლიტუდა, რომლითაც პალეოგენური ნალექებია გადაფარული ჟინვალ-გომბორის ქეზონის დასავლეთ ნაწილში (მდ. არაგვის დასავლეთით), 6-12 კმ უნა უდრიდეს.

მდ. არაგვის აღმოსავლეთით, როგორც უკვე ითქვა, პალეოგენური ნალექები ალისისგორ-ჭინჭველთის ტექტონიკურ ზეწარშიცაა გავრცელებული. შესაბამისად, ამ ნაწილში ფლიშური აუზი უფრო დიდ ფართობზე იყო გავრცელებული. იგი მაქსიმალურ სიგანეს, როგორც ჩანს, ახმეტის მერიდიანთან აღწევდა და 40-45 კმ უდრიდა. რაც შეეხება ტექტონიკური ფირფიტების გადაადგილების ჯამურ ამპლიტუდას, აქ იგი 19-22 კმ-ს უნდა აღწევდეს.

ამრიგად ირკვევა, რომ კავკასიონის სამხრეთი ფერდის აღმოსავლეთი პალეოგენური ფლიშური აუზი დანალექებისა და ტექტონიკური გადაფარვების შედეგად შემცირებულია 70-75%-ით.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის დასავლეთი ფლიშური აუზისათვის, ნოვოროსიისკის სინკლინორიუმის ფარგლებში, ანალოგიური პალინსპასტიკური რეკონსტრუქციის მონაცემებით [3] ამ აუზის შეკუმშვის კოეფიციენტი შარიაჟების წარმოშობის სტადიაზე 2,8-2,9 შეადგენდა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კავკასიონის სამხრეთი ფერდის აღმოსავლეთი ნაწილის პალეოგენური დროის სედიმენტაციური აუზები თავის პირვანდელ სიგანესთან შედარებით მნიშვნელოვნადაა შემცირებული, რაც ამ რეგიონის ინტენსიური დანალექებით და აქ განვითარებული სხვადასხვა მასშტაბის ტექტონიკური გადაფარვებითაა გამოწვეული.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ა. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *П. Д. Гамкrellidze, И. П. Гамкrellidze.* Тектонические покровы Южного оклона Большого Кавказа. Тбилиси, 1977, 80 с.
2. *Ф. Д. Майсадзе.* Стратиграфия, геологическая корреляция", 2, 1, 1994, 95-102.
3. *Ч. Б. Борукаев.* Геотектоника, 6, 1970, 23-29.



მ. კობახიშვილი

საქართველოში ქვედაცარცული კარბონატული პლატფორმის
არსებობის შესახებ

წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. გამყრელიძემ 3.12.1996

კარბონატული პლატფორმის ცნება ჩვენი საუკუნის 60-იან წლებში შეიქმნა. კარბონატული პლატფორმა არის ძალიან თხელი ზღვით დაფარული, მეტნაკლებად ბრტყელი ზედაპირის მქონე აზევება, ნერიტული პლატო ან ვულკანური კუნძული, შემოსაზღვრული ღრმა ზღვით. მას შეიძლება მიეკუთვნოს შელფის გარკვეული ნაწილიც, სადაც შესაძლებელია ბიოჭერმების აღმოცენება. კარბონატული პლატფორმა მიჩნეულია იმ გარემოდ, რომელშიც ხდება პლატფორმული კარბონატების (ურგონული კირქვების) წარმოქმნა.

პლატფორმული კარბონატები მთელ ხმელთაშუაზღვეთშია გავრცელებული. ყველგან მიმდინარეობს მათი ინტენსიური შესწავლა, რამაც მეცნიერები მიიყვანა ახალ წარმოდგენებამდე, რომლებიც დღეს უკვე საყოველთაოდ არის მიღებული და გაზიარებული [1-5]. მონაცემები საქართველოს ურგონული კირქვების შესახებ თავმოყრილია ერთ-ერთ ბოლოდროინდელ შრომაში [6].

ჩვენი წერილის მიზანია საქართველოს ურგონული კირქვების შესახებ ჩვენი ცოდნის ამ ახალი პოზიციებიდან შეფასება, მისი ახალ საფუძველზე დაფუძნება. ამ მიზნით მასში გამოყენებულია კარბონატების ახალი კლასიფიკაციები [7,8]. ქანების ნომინაცია მოცემულია ახლებურად, არის ერთგვარი მცდელობა იმისა, რომ მოხდეს პალეოგარემოთა აღდგენა ძირითადი ფაციესების მიხედვით, და აგრეთვე დადგენილ იქნეს საქართველოს კარბონატული პლატფორმის გაჩენის, ჩამოყალიბებისა და დაძირვის (არსებობის შეწყვეტის) დრო. აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ამ მხრივ ჩვენი დაკვირვებები სისტემატური არ არის, თუმცა ზოგიერთი დასკვნის გაკეთების საშუალებას უდავოდ იძლევა.

უადრესი კარბონატული პლატფორმის გამოვლენა გვაქვს რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის ჩრდილო ფრთაში (გაგრა-ჯავის ზონა) ბერიასულ-ვალანჯინურში. ის ვრცელდება რიონის ხეობიდან ცხენისწყლის ხეობამდე (სურ. ა). მოგვყავს ხიდიკარის ჭრილის მონაცემები: ნალექთდაგროვება აქ მყუდრო გარემოში ხდება: კარბონატები წარმოდგენილია ძირითადად მიკრიტებით, მადსტოუნის ტექსტურით. მიკრიტებში შრობის ნაპრალების არსებობა პლაჟის გარემოზე, ანუ მედიოლიტორალზე მიგვითითებს. პლატფორმის არსებობის სულ ბოლო სტადიაზე ჩნდება ბიოოლინტრასპარიტები გრეინსტოუნის ტექსტურით, რაც გარემოს გააქტიურებაზე მიგვითითებს პლატფორმის დაძირვის წინ. უშუალოდ ამ ნალექებზე განლაგებულია ზოლებრივი კირქვების დასტა. ეს ზოლებრივობა თავის მხრივ სრული-

ად წყნარი გარემოს მაჩვენებელია. ეს დასტა სავარაუდოდ ზედავალანჟინურს მიეკუთვნება და შესაბამისად პლატფორმის დაძირვაც სადღაც ადრე თუ გვიან ვალანჟინურის მიჯნაზე უნდა მომხდარიყო. ჰოტრიველის დასაწყისიდან აქ ჰემიპელაგური გარემო ისადგურებს, რასაც ამონიტებიანი შრეებრივი კირქვების არსებობა ადასტურებს ჰოტრიველ-ბარემულში. ამგვარად, ხიდიკარის ჭრილში პლატფორმის სწრაფი დაძირვის ცხადი სურათია წარმოდგენილი.

ხიდიკარიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით შქმერის სინკლინში მძლავრი პლატფორმული კარბონატებია წარმოდგენილი (სურ. ბ). ქვედა ნაწილში (70 მ) ყურადღებას იპყრობს ბიოსპარიტების სიმრავლე გრეინსტოუნის ტექსტურით. ბიოსპარიტები შეიცავენ ოოიდებს, ინტრაკლასტებს, პელეტებს. მათთან მორიგეობენ მიკრიტებიც (ჭრილში) — უფრო დაბალი ენერჯის მაჩვენებლები, მაგრამ პირველთა სიმრავლე და, რაც მთავარია, კარგად განვითარებული მარჯნული ნაგებობა [9] პლატფორმის კიდის არსებობას მიგვანიშნებენ. რაც შეეხება კარბონატული პლატფორმის არსებობის დროს, ჩვენს ადრეულ დაკვირვებებზე დაყრდნობით [10], შეგვიძლია დავუშვათ, რომ პლატფორმა ჩაისახა ვალანჟინურში, იარსება ჰოტრიველსა და ადრეობარემულში და ადრე- და გვიანბარემულის მიჯნაზე დაიძირა. დაძირვა აქაც სწრაფი უნდა ყოფილიყო, რადგან პლატფორმულ კარბონატებზე განლაგებულ პირველსავე შრეებში გვხვდება ამონიტური ფაუნა (პულხელიები).

ბნალოგიური სიტუაცია ვრცელდება რაჭის ქედის გასწვრივ ნაქერალას ქედზე, კერძოდ კურ. ცხრაჯვარამდე, სადაც კვლავ კარგად გამოხატული ორგანოგენული (მარჯნული) ნაგებობა პლატფორმის კიდის არსებობაზე მიგვითითებს. მარჯნული ნაგებობა აღწერილია აგრეთვე სოფ. მუხურაში, ოკრიბაში [9].

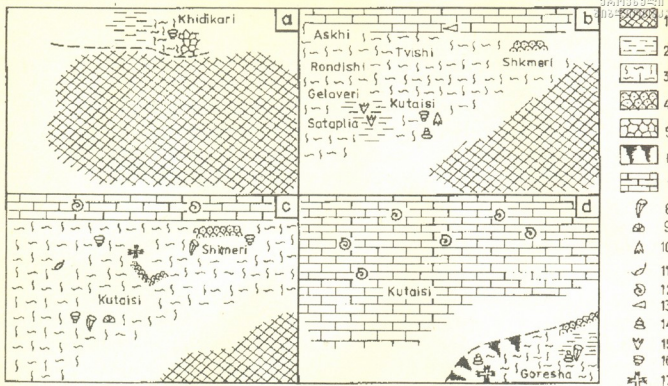
კიდევ უფრო დასავლეთით, მდ. რიონის შუა წელის ხეობაში პლატფორმული კარბონატები შიშვლდებიან სოფ. ტეიშის ზემოთ, სადაც მათ ზედა ნაწილში განსაზღვრულია დოლომიკრიტები და დოლომიკროსპარიტები. აქ სათანადოდ ფიქსირდება პლატფორმის დაძირვის დრო — პლატფორმულ კარბონატებზე განლაგებულ შრეებრივ კირქვებში დადგენილია *Ancyloceras vandenheckii*-ს ზონა [11], რაც იმას ნიშნავს, რომ დაძირვა ადრე- და გვიანბარემულის საზღვარზე მომხდარა.

ასეთივე სურათია კარბონატული პლატფორმის დაძირვის დროის მხრივ უფრო დასავლეთით, სადაც ორი დიდი კირქვოვანი მასივი გვაქვს — ასხის მთის და ქვიბიის. აქაც, პლატფორმულ კარბონატებზე მცირე ხარვეზით განლაგებულ შრეებრივ კირქვებში პულხელიები გვხვდება, რაც იმას მიგვანიშნებს, რომ პლატფორმის დაძირვას აქაც ადრე- და გვიანბარემულის საზღვარზე ჰქონია ადგილი.

ასხის მთიდან სამხრეთით ვრცელდება ურგონული კირქვების ფართო ზოლი, რომლის შუა ნაწილში (სოფ. რონდის მდამოებში) ჩვენს მიერ დაფიქსირებულია კარბონატული პლატფორმის უფრო ადრეული დაძირვა — ჰოტრიველისა და ბარემულის საზღვარზე ან მის ახლოს (სურ. გ).

კიდევ უფრო სამხრეთით (სოფ. გელავერის მდამოებში) კარბონატული პლატფორმის დაძირვა ადრე- და გვიანბარემულის საზღვარზე ხდება.

ბქედან უფრო სამხრეთ-აღმოსავლეთით, სათაფლიას კარსტული გვირაბის მი-



სურ. 1. ა - ბერეასული, ბ - ვალანჯინური, გ - ჰოტრიველი, დ - გვიანბარემული 1. ადლიტორალი, 2. მედიოლიტორალი, 3. ინფრა- და ცირკალიტორალი, 4. მარჯული ნაგებობა, 5. შრობის ნაპარლები, 6. ჰარდგრანული, 7. ჰემიპელაგური გარემო, 8. რუდისტი, 9. მარჯანი, 10. ორსაგულდიანი, 11. მხართფეხიანი, 12. ამონიტი, 13. ბელემნიტი, 14. გასტროპოდი, 15. ღინოზურის ნაკვალევი, 16. ფორამინიფერები, 17. წყალმცენარეები

დამოებში ცნობილია პლაჟის გარემოს მეორე ადგილსაბოვარი, ცნობილი ღინოზურის ნაკვალევებით [12]. აქაც მკვეთრად გამოხატული მედიოლიტორული გარემო გვაქვს. აქ კარბონატული პლატფორმა საკმაოდ ხანგრძლივად არსებობს და ადრე- და გვიანბარემულის საზღვარზე იძირება.

ძირულის შვერილზე, რომელიც ცარცული პერიოდის დასაწყისში ხმელეთს წარმოადგენდა, კარბონატული პლატფორმის ჩამოყალიბება უფრო გვიან ხდება - ჯერ შვერილის ჩრდილო პერიფერიაზე, სადაც ზღვა ჰოტრიველში აღწევს, შემდეგ კი - ბარემულ საუკუნეში - აღმოსავლეთ და სამხრეთ პერიფერიებზე, სადაც ისინი ან უშუალოდ პალეოზოური კრისტალური მასივის ქანებზე არიან განლაგებულნი, ან ბაიოსური ასაკის პორფირიტულ წყებაზე. პლატფორმის დაძირვის დრო სანდოდ ფიქსირდება სამხრეთ პერიფერიაზე (სოფ. ღორეშა), სადაც ჰარდგრანულზე, რომლითაც თავდება კარბონატული პლატფორმა, ზედაბარემული ამონიტებიანი კირქვები, კერძოდ *Hemihoplites khwamliensis*-ის ზონის ნალექებია განლაგებული (სურ. დ).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება შემდეგი დასკვნა გავაკეთოთ: საქართველოში არსებობს კარგად გამოხატული კარბონატული პლატფორმა. ის ჩნდება ბერეასულში რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის ჩრდილო ფრთაში; ვალანჯინურში ის იძირება. უფრო ხანგრძლივია მისი არსებობა საქართველოს ბელტზე, სადაც ის ვალანჯინურში იჩენს თავს და ადრე- და გვიანბარემულის საზღვრამდე არსებობს; უფრო მოგვიანებით კი - ჰოტრიველ-ბარემულში ის ძირულის შვერილის

ირგვლივ ჩნდება და უფრო დიდხანს, ჩვენი ვარაუდით ზედა ბარემულშიც არსებობს. ცხადად ჩანს კარბონატული პლატფორმის გარემოს მიგრაცია დროში – ბერიასულიდან ბარემულამდე და სივრცეში – ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ.

ამგვარად, საქართველოში ცარცული პერიოდის დაწყებისთანავე ყალიბდება და ბარემულ საუკუნემდე არსებობს ვრცელი, თითქმის მთელი საქართველოს ბელტის მომცველი კარბონატული პლატფორმა. პლატფორმული კარბონატების სიმძლავრე 350 მ და მეტია. და თუ ჩვენ ვივარაუდებთ, რომ მარჯნული ნაგებობები მართლაც კარბონატული პლატფორმის კიდეებზე ჩნდება, როგორც ეს დღეს არის მიღებული, მაშინ შეიძლება იხიცი დავასკვნათ, რომ ქვედაცარცული ნალექების გავრცელების არეალს და მის დღევანდელ კონტურებს სწორედ კარბონატული პლატფორმა განსაზღვრავს; რაც შეეხება პლატფორმის შიგა ნაწილებს, იქ წყნარი ნალექთდაგროვების გარემოა დაბალი ენერჯიის ნალექებით.

ცხადია, ყველა აქ დასმული საკითხი მომავალში სისტემურ კვლევას მოითხოვს.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

აღ. ჭანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. H. Arnaud. Geologie Alpine, mém. 12, 1981, 311-804.
2. A. Arnaud-Vanneau, H. Arnaud La plate-forme urgonienne et son passage au bassin Vocontien (Vercors et regions voisins – chaines Subalpines septentrionales), Elf-Aquitaine, Inst. Dolomieu, Grenoble, 1978, 167.
3. E. Luperto Sinni, J. P. Masse Riv. It. Paleont. Strat., 92, 1, Milano, 1986, 33-66.
4. B. Peybernes. Le Jurassique et le Crétace inferieur des Pyrenees franco-espagnoles entre la Garonne et la Mediterranee. Toulouse, 1976, 459.
5. M.E. Tucker. V. P. Wright. Carbonate Sedimentology. Blackwell, scient. publ. Oxford, London, Edinburg, Boston, Melbourne, 1990.
6. Э. В. Котетшвили. Труды ГИН АН ГССР. Новая серия, вып. 91, 1986, 160.
7. R. L. Folk Ed. W. E. Ham Pub. Am. Ass. Petr. Geol. Tulsa, Oklahoma, USA 1962, mem. 11, 62-84.
8. R. J. Dunham. Ibid, 108-121.
9. Г. Я. Сихарулидзе. Труды II Всес. симп., вып. 4. М., 1970, 69-74.
10. ე. კოტეტიშვილი. შქმერის სინკლინის ცარცული ნალექების სტრატეგრაფია. თბილისი, 1958, 40.
11. M. V. Kakabadse, E. V. Kotetishvili Mem. Descrit. della Carta Geologica d'Italia, vol. Li, Roma, 1995, 103-108.
12. ლ. გაბუნია. საქ. სსრ მეცნ. აკად. პალეობიოლ. სექტ. შრ. ტ. III, თბილისი, 1952, 39-87.



ა. ბამყალიძე (აკადემიკოსი)

კავკასიისა და მისი მოსაზღვრე არეების ტერიტორიები

წარმოდგენილია 23.04.1997

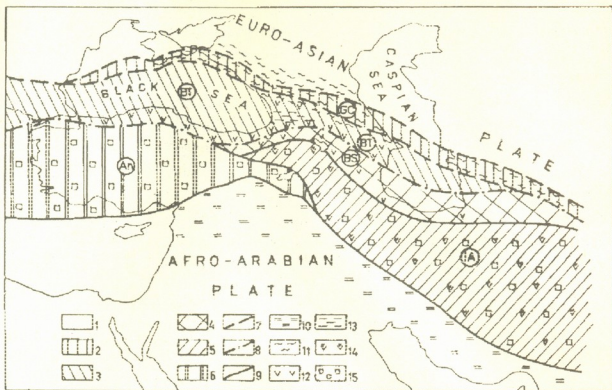
კავკასია, რომელმაც განიცადა ხანგრძლივი და რთული ტექტონიკური ევოლუცია და ამჟამად აერთიანებს მრავალ სხვადასხვა ხასიათის, რიგისა და წარმოშობის ტექტონიკურ სტრუქტურას, ფრიად ხელსაყრელ ობიექტს წარმოადგენს მრავალი ტექტონიკური პრობლემის გამოსაკვლევად. მისი გეოლოგიური ევოლუცია მჭიდროდ არის დაკავშირებული მიწის ქერქის ბევრად უფრო ფართოდ არის განვითარებასთან, რის გამოც იგი ჩვეულებრივ განიხილება ხმელთაშუა ზღვის სარტყლის მთელი ცენტრალური სეგმენტის და მისი მოსაზღვრე არეების ფონზე [1]. ამავე დროს ამ პრობლემის თანამედროვე დონეზე შესწავლა და აგრეთვე მიწის ქერქის თანამედროვე სტრუქტურის ინტერპრეტაცია, გარდა ტრადიციული გეოლოგიური კვლევისა (სედიმენტაციის და მაგმატიზმის ხასიათისა და ოფიოლიტების გეოლოგიის შესწავლა, პალეოკლიმატური და პალეოგეოგრაფიული მონაცემები) მოითხოვს პალეოკინემატიკური და პალეომაგნიტური მეთოდების გამოყენებას [1].

ყველა ამ მონაცემის და დღეს მიღებული ტერეინული ანალიზის საფუძველზე სტატიამო მოცემულია კავკასიის და ხმელთაშუა ზღვის მთელი ცენტრალური სეგმენტის ტექტონიკური დარაიონების ცდა.

ტერეინული ანალიზი უკანასკნელ ხანებში ფართოდ გამოიყენება წყნარი ოკეანის კონტინენტური კიდეების ტექტონიკური დარაიონებისათვის [2-12].

მიუხედავად ჭერ კიდე არსებული ზოგიერთი სიძნელისა, ტერეინულ ანალიზს აქვს მთელი რიგი უპირატესობა. კერძოდ, იგი საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ რეგიონული მასალის სისტემატიზაცია ერთიანი ფორმით და რეგიონთაშორისი კორელაციები. ამასთან ერთად, ასეთი ანალიზი საშუალებას იძლევა შეიქმნას ევოლუციის რეგიონული მოდელები და პალინსპასტიკური რეკონსტრუქციები თანამედროვე ტექტონიკური კონცეფციების, კერძოდ ფილების ტექტონიკისა და ლითოსფეროს ტექტონიკური განზრევების კონცეფციის გამოყენებით [12]. გარდა ამისა, იგი იძლევა საშუალებას გამოიყოს მიწის ქერქის სრულიად სხვადასხვა რანგის სტრუქტურული ერთეულები.

როგორც ცნობილია, ტერეინი (სრული სახელწოდება - „ტექტონიკურ-სტრატეგრაფიული ეგზოტიკური ბლოკი, ან კომპლექსი“ [2]) ეს არის რღვევებით შემოსაზღვრული რეგიონული განფენილობის გეოლოგიური სხეული, რომელიც თავისი გეოლოგიური აგებულებით (სტრატეგრაფია, მაგმატიზმი, მეტამორფიზმი, ტექტონიკური სტრუქტურა) და შესაბამისად გეოლოგიური ისტორიით, გან-



სურ. 1 ხმელთაშუა ზღვის მოძრავი სარტყლის ცენტრალური სეგმენტის პირველი რიგის გადაადგილებული ტერეინების სქემა

1. ხმელთაშუა ზღვის მოძრავი სარტყლის კონტინენტური ჩარჩო; 2-6-ტერეინები: 2 - კავკასიონის (GC), 3-შავი ზღვა - ცენტრალური ამიერკავკასიის (BT), 4-ბეიზურთ - სევანის (BS), 5 - ანატოლიის (An), 6 -ირან - ავღანეთის (IA); 7-9 - ოფიოლიტური ნაკერები (ზოგან საეარაუდო), რომლებიც აღნიშნავენ მცირე და დიდი ოკეანური აუზების მდებარეობას: 7 - გვიანკამბრიულის წინა (?) - პალეოზოური ასაკის, 8 - პალეოზოურ - ადრემეზოზოური ასაკის, 9 - მეზოზოურ - ადრეკაინოზოური ასაკის; მეზოზოურ - ადრეკაინოზოური დროის გეოდინამიკური პირობები: 10 - პასიური კონტინენტური კილის; 11-13 - დასავლეთ წყნაროკეანური ტიპის აქტიური კონტინენტური კილის; 11 - განაპირა ზღვის, 12 - კუნძულთა რკალის, 13 - კუნძულთა რკალსმიგა რიფტის; 14 - აღმოსავლეთ წყნაროკეანური (ანდლური) ტიპის აქტიური კონტინენტური კილის; 15 - მიკროკონტინენტური.

სხვაგვარადა მებობელი გეოლოგიური სხეულებისაგან [3, 4]. ტერეინები შეიძლება განიჭიდდეს ჰორიზონტალურ გადაადგილებას, ძალიან მნიშვნელოვანი დრეიფის ჩათვლით. ამ შემთხვევაში მათ გადაადგილებულ (displaced) ტერეინებს უწოდებენ. სუპერტერეინი ან შედგენილი (composite) ტერეინი შედგება ორი ან მეტი ტერეინისაგან, რომლებიც მათ კონტინენტურ კიდეტან აკრეციამდე გაერთიანდა. ეს გაერთიანება (amalgamation) შეიძლება იყოს ალოქთონური გადაფარვების, ე. ი. ტერეინების, მათი ფრაგმენტების, ანუ „სუბტერეინების“ ვერტიკალური აკრეციის შედეგი. ეს უკანასკნელნი ტერეინის შემადგენელი ნაწილებია და წარმოადგენენ რღვევებით შემოსაზღვრულ ერთეულებს, რომელთაც აქვთ მისი მოსაზღვრე ერთეულების მსგავსი, მაგრამ არაიდენტური გეოლოგიური აგებულება და ისტორია. სუბტერეინები არ განიცდიან მნიშვნელოვან დამოუკიდებელ ჰორიზონტალურ გადაადგილებას, მაგრამ აკრეციის ან კოლიზიის დროს, შეცოცების ან ქვეცოცების შედეგად შეიძლება, ტერეინების მსგავსად, საკმაოდ დიდ მან-



ძილზე (რამდენიმე ათეულ კილომეტრზე და უფრო მეტად) ფარავდნენ ერთმანეთს.

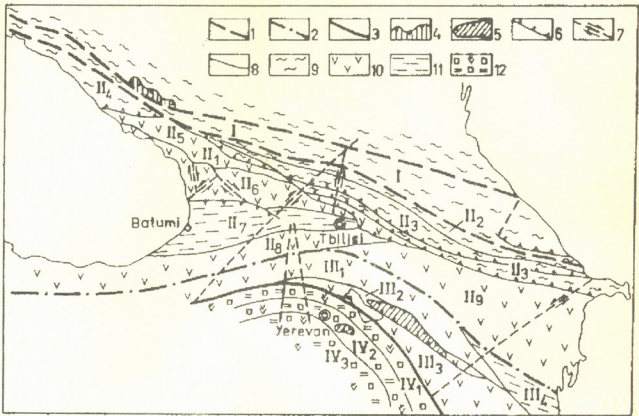
შედგენილი ტერეინები ხშირად შეიცავენ კომპლექსებს, რომლებიც ყალიბდებოდა სხვადასხვა გეოდინამიკურ პირობებში. ამასთან, ზოგიერთი ტერეინი თავისი ევოლუციის დროს განიცდის გეოდინამიკური პირობების ცვლას. ეს განსაკუთრებით დამახასიათებელია კუნძულთა რკალებისათვის და კონტინენტიდან მოწყვეტილი ბლოკებისათვის [12]. ამიტომ ტერეინების გეოდინამიკური ბუნების აღნიშვნისას, როგორც წესი, ხდება იმ გეოდინამიკური პირობების დახასიათება, რომელიც გაბატონებული იყო განვითარების უკანასკნელ ეტაპზე, ანუ უკანასკნელი ტექტონიკური ციკლის დროს. ამ დროს არსებული გარკვეული გეოდინამიკური პირობები და ჩამოყალიბებული პოსტაკრეციული წარმონაქმნები ("overlap sedimentary assemblages") შეიძლება ფარავდეს მეზობელ ტერეინებს (ან მათ კიდურ ნაწილებს). მეორე მხრივ, წინა ციკლის ტერეინი შეიძლება განიცდიდეს გახლეჩას და ახალი ციკლის განმავლობაში ქმნიდეს ახალ დამოუკიდებელ ტერეინებს.

ხმელთაშუა ზღვის სარტყლის ცენტრალური სეგმენტის ფარგლებში შეიძლება გამოიყოს პირველი რიგის გადაადგილებული ტერეინები, რომლებიც უმეტესად შედგენილ ტერეინებს წარმოადგენს. ასეთებია (სურ.1): კავკასიონის, შავი ზღვა-ცენტრალური ამიერკავკასიის, ბეიბურთ-სევანის, ანატოლიის და ირან-ავღანეთის ტერეინები. პალეოზოურის, მეზოზოურისა და ადრეკაინოზოურის განმავლობაში ეს ტერეინები პროტო-, პალეო-, მეზო-, და ნეოტეთისის ოკეანური სივრცის ფარგლებში განიცდიდა ჰორიზონტალურ გადაადგილებას სხვადასხვა მიმართულებით, როგორც წესი, მანძილზე, რომელიც აღემატება თვით ტერეინების ჰორიზონტალურ განფენილობას, ადრეკიმერიული, ბათური (ადილეური), ავსტრიული (შუაცარცული), სუბჰერცინული (შუსენონური) და პირენეული (გვიანეოცენური) ოროგენეტული ფაზისების შედეგად ისინი თანმიმდევრულად მიეზარდა ევრაზიის კონტინენტს [1].

პირველი რიგის ტერეინები, თავის მხრივ, შედგება უფრო მაღალი რიგის ტერეინებისა და მრავალი სუბტერეინისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან სიღრმული რღვევებითაა გამოყოფილი. ისინი ადრე განიხილებოდა, როგორც ხმელთაშუა ზღვის სარტყლის ცალკეული ტექტონიკური ერთეული [13]. ქვემოთ სუბტერეინები გამოყოფილია მხოლოდ კავკასიის ფარგლებში.

უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ ხმელთაშუა ზღვის სარტყლის ფარგლებში მრავალ ადგილას შემორჩენილია ოფიოლიტური ტერეინების ფრაგმენტები, რომლებიც მცირე და დიდი ოკეანური აუზების შარირებულ რელიქტებს წარმოადგენს. ისინი შარირებულია როგორც ხმელთაშუა ზღვის კონტინენტურ ჩარჩოზე, ისე ცალკეულ ტერეინებზე მის შიგნით.

მე-3 სურათზე ნაჩვენებია კავკასიის ტექტონიკური დარაიონება ტერეინული ანალიზის საფუძველზე. სქემაზე ჩანს პირველი რიგის ტერეინები, რომლებიც შედგება სხვადასხვა სუბტერეინებისაგან. გარდა ამისა, აქ ნაჩვენებია გეოდინამიკური პირობები კავკასიის რეგიონში მეზოზოურისა და ადრეკაინოზოურის განმავლობაში.



სურ.2. კავკასიის ტექტონიკური დარაიონება ტერეინული ანალიზის საფუძველზე.
 პირველი რიგის გადაადგილებული ტერეინული ანალიზის საფუძველზე.
 I - კავკასიონის ტერეინი; II-შავი ზღვა - ცენტრალური ამიერკავკასიის ტერეინი. სუბტერეინ-ები: II₁ - ჩხალთა-ლაალას, II₂ - ყაზბეგ-თფანის, II₃ - მესტია-დიბარის, II₄ - ნოვოროსი-სკ-ლაზარევსკოეს, II₅ - გაგრა-ჯავის, II₆ - ძირულის, II₇ - აჭარა-თრიალეთის, II₈ - ართვინ-ბოლნისის, II₉ - შუა და ქვემო მტკერის; III - ბეიბურთ-სევანის ტერეინი. სუბტერეინები: III₁ - სომხით-ყარაბაღის, III₂ - სევან-აკერის, III₃ - კაფანის, III₄ - თალიშის; ირან-ავღანეთის ტერეინი. სუბტერეინები: IV₁ - მისხან-ზანგეზურის, IV₂ - ერევან-ორღუბაღის, IV₃ - არაქსის.
 1-3 - ოფიოლიტური ნაკერები (ზოგან სავარაუდო), რომლებიც აღნიშნავენ მცირე და დიდი ოკეანური აუზების მდებარეობას: 1 - გვიან კამბრიულის წინა (?) - პალეოზოური ასაკის, 2 - პალეოზოურ - ადრემეზოზოური ასაკის, მეზოზოურ - ადრეკაინოზოური ასაკის; 4-5 - ოფიოლიტური ტერეინები (ობდეკციური ფიკფიტები): 4 - პალეოზოური, 5 - მეზოზოური ასაკის; 6 - საფარის მოწყვეტილი შარიაფები; 7 - ტრანსტერეინული და შიგატერეინული ნაწივები და გარდიგარდო რღვევები; 8 - სუბტერეინების საზღვრები (სიღრმული რღვევები). გეოლინამიკური პირობები მეზოზოურში და ადრეკაინოზოურში. 9-11 - დასავლეთ წყნაროკეანური ტიპის აქტიური კონტინენტური კილის; 9 - განაპირა ზღვის (პელაგური ნალექები და ტურბილიტები, წყალქვეშა ტოლიეტიზალტური ვულკანიტები), 10 - კუნტლ-თა რკალის (მარჩხი ზღვის ნალექები და კირ-ტუტე შემადგენლობის წყალქვეშა ვულკანიტები), 11 - კუნტლთა რკალსშიგა რიფტის ტიპის (პელაგური ნალექები, ტეფრო- და ქვიშაქვეური ტურბილიტები, ტოლიეტური და შოშიონიტური, ძირითადად ბაზალტური წყალქვეშა ვულკანიტები); 12 - მიკროკონტინენტური (პასიური კონტინენტური კილის ტიპის მეზოზოურში მარჩხი ზღვის ნალექები და ანდური ტიპის აქტიური კონტინენტური კილის კაინოზოურში კირ-ტუტე წყალქვეშა ვულკანიტები).

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ უკანასკნელ ხანებში ჩატარებული გამოკვლევების თანახმად კავკასიის და მთელი ხმელთაშუა ზღვის ცენტრალური სეგმენტის მიწის ქერქი ტექტონიკურად განზრევებულია [14] და ტერეინები მის



შიგნით თავის მხრივ შედგება სხვადასხვაგვარი ტერეინების ფრაგმენტებისაგან. მაგალითად, შავი ზღვა - ცენტრალური ამერიკა-კასიის და კავკასიონის ტერეინები ვერტიკალურად აკრეციული კომპლექსებია. ისინი აგებულია სხვადასხვა ტერეინების ფრაგმენტებისაგან, რომლებიც ვითარდებოდა სრულიად სხვადასხვა გეოდინამიკურ პირობებში [15,16]. ბუნებრივია, აქ მოყვანილ სქემებზე მათი გამოსახვა შეუძლებელია, რაც ხაზს უსვამს ტერეინული ანალოზის დამოკიდებულ ბას ტექტონიკური დარაიონების რუკებისა და სქემების მასშტაბისაგან.

თუ მხედველობაში მივიღებთ კავკასიური მიწის ქერქის ტექტონიკურ განვრეგებას, ბუნებრივია დაეშვათ, რომ ცალკეული ტერეინებისა და სუბტერეინების გამყოფი სუბვერტიკალური რღვევები დამრეცი ხდება და სხვადასხვა სიღრმეზე ერწყმის ტექტონიკური მოწყვეტის სხვადასხვა ზედაპირს.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ა. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. I. Gamkrelidze. Tectonophysics, 127, 1986, 261-277.
2. D. Howell. Scientific American, November, 253, 5, 1985, 40-50.
3. D. Howell. Tectonostratigraphic terranes of the Circum - Pacific region. Houston, 1985, 581.
4. D. Jones, D. Howell, P. Coney, J. Monger. Accretion tectonics in the Circum-Pacific regions. Tokyo, 1983, 21-35.
5. J. Monger, H. Berg. U.S. Geol. Survey. Map MF-1871-B Sheet Scale 1:25 00 000, 1987, 12.
6. P. Coney. Structural Geology, 11, 11/2, 1989, 107-126.
7. A. Grant, T. Moore, M. Rooske. U.S. Geol. Surv. Menlo Park, California, 1991, 72.
8. S. Sokolov. Accretionary Tectonic of Koriak-Chukotka Segment of Pacific Belt. M., 1992, 182.
9. S. Sokolov. Nonlinear geodynamics, M., 1994, 40-50.
10. L. Parfonov, M. Natapov, C. Sokolov, H. Tsukanov. Geotectonica, 1, 1993, 68-78.
11. W. Nokleberg, A. Grant, W. Patton. On International Conference on Arctic Marine. Rept. 2-4, 1992.
12. S. Sokolov, S. Byalobzheshkii. Geotectonica, 6, 1996, 68-80.
13. И. П. Гамкrelidze. Механизм формирования тектонических структур и некоторые общие проблемы тектогенеза. Тбилиси, 1976, 255.
14. I. Gamkrelidze. Tectonophysics, 196, 1990, 385-396.
15. И. П. Гамкrelidze, Г. Д. Думбадзе, М. А. Кекелиа, И. Н. Хмаладзе, О. Д. Хуцишвили. Геотехника, 5, 1981, 23-33.
16. I. Gamkrelidze, D. Shengelia, G. Chichinadze. Bull. Acad. Sci. Georgia, 154, 1, 1996, 84-89.



ლ. ცირაპიძე

საქართველოს ჰვედაცარცული პლანტფორმული კარბონატების
მიკროფაუნა და მისი კავშირი ზღვის აუზის ბათიმეტრულ
ზონალობასთან

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. გამყრელიძემ 26.11.1996

ცენტრალურ და დასავლეთ საქართველოში ფართოდაა გავრცელებული პლანტ-ფორმული კარბონატები, რომელთა ასაკი ჰოტრიულ-ბარემულია [1]. აღნიშნული კარბონატები მდიდარია ორგანული ნაშთებით, რომელთა შორის ძირითადი ადგილი უკავია მარჯნებს, რუდისტებს, ფორამინიფერებს და კირქვიან წყალმცენარეებს. ჩვენს მიერ განსაზღვრულია ფორამინიფერების 50 გვარი, რომლებიც 19 ოჯახში ნაწილდება და ერთი გვარი, რომელიც მიეკუთვნება *Incertus sedis*. ფორამინიფერები უმეტესად წარმოდგენილია ბენტოსური ფორმებით, პლანქტონი მხოლოდ ერთეული რაოდენობით გვხვდება. მიკროფაუნა ძირითადად შესწავლილია შლიფებში, რადგან ფორმების გამორეცხვა შესაძლო გახდა მხოლოდ რამდენიმე ნიმუშიდან. შლიფებში ფორამინიფერებთან ერთად გვხვდება წყალმცენარეების ნაშთები, რომელთაგან განისაზღვრა 9 გვარი. ფორამინიფერებს შორის ფორმების სიმრავლით გამოირჩევა ოჯახების *Textulariidae*, *Ataxophragmiidae*, *Verneulinidae*, *Miliolidae*-ბის წარმომადგენლები. შედარებით ნაკლები რაოდენობა ფორმებისა აღინიშნება – *Orbitolinidae*, *Vaginulinidae*, *Spirilimidae*, *Involutinidae*-ს შემადგენლობაში, ხოლო – *Ammodiscidae*, *Haplophragmidae*, *Lituolidae*, *Fischerinidae*, *Geratobuliminidae*-ს წარმომადგენლები საკმაოდ მცირე რიცხოვანია. წყალმცენარეები წარმოდგენილია გვარებით *Macroporella*, *Salpingoporella*, *Cylindroporella*, *Pianella*, *Pseudoactinoporella*, *Licanella*, *Actinoporella*, *Bouenia*, რომლებიც ხშირად გვხვდება შლიფებში, თუმცა მათი დაცულობა ყოველთვის დამაკმაყოფილებელი არ არის.

ურგინული მიკროფაუნის ანალიზი ჭრილების მიხედვით საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მათი გავრცელების დიაპაზონი ზღვის ფსკერის ვარკვეულ ზონებში, კერძოდ ინფრალიტორალსა და ცირკალიტორალში. ეს მონაცემები ასახულია ტაბულაში, სადაც ნათლად ჩანს ფორამინიფერებისა და წყალმცენარეების გვარობრივი შემადგენლობის განაწილება ზღვის ფსკერის სიღრმის მიხედვით; აქვე მოცემულია მათი სტრატეგრაფიული გავრცელების დონეები აღნიშნულ ნალექებში (ტაბულა). ამ სამუშაოს შესრულებას საფუძვლად დაედო ა. არნო-ვანოს მიერ სამხრეთ საფრანგეთის ურგინული მიკროფაუნისათვის შედგენილი ანალოგიური ტაბულა [2]. აღნიშნული ავტორის დაკვირვებები ჩვენს მიერ გამოყენებულია ფსკერის ბათიმეტრული ზონალობის დახასიათებისათვის.



ბენტოსური ფორამინიფერების პალეოეკოლოგიური განვითარება მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ზღვის სიღრმეზე, ფსკერის განათების ინტენსივობაზე, მარილიანობასა და სუბსტრატის ხასიათზე, რომელიც შეიძლება იყოს ქვიშიანი, ქვიან-ლამიანი, ლამიანი ან კირქვიან-ლამიანი.

ინფრალიტორული ზონა, რომელიც მოიცავს პლატფორმის ფერდის ზედა ნაწილს, ხასიათდება ნორმული მარილიანობით, ფსკერი უმეტესად ქვიშიანი, სიღრმე 8-50 მეტრია. აქ გაბატონებული გვარებია: *Verneulina*, *Lituola*, *Gaudryina*, *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Massilina*, *Derwentina*, *Trocholina*, *Neotrocholina*; ორბიტოლინებიდან გვხვდება — *Paleodictioconus*, *Orbitolinopsis*, *Paracoskinolina*.

ნორმული მარილიანობის დროს ზემოთ ჩამოთვლილი ფორმების გარდა, გვხვდებიან *Textularia*, *Spiroplectammina*, *Novalesia*, *Eggerella*, *Sabaudia*.

ანორმული მარილიანობის დროს ორბიტოლინები და ნეოტროქოლინები ქრებიან, ხოლო თუ მარილიანობა მკვეთრად ანორმული ხდება, რჩება უმთავრესად მილოლიდები და იშვიათად აგლუტინირებული ფორმები *Belorusiella* და *Iomospira*. ამ დროს ნალექები წვრილმარცვლოვანია, ხშირად გვხვდება *Pyrgo* და *Pseudotriloculina*. შესაძლოა ეს იყოს მედიოლიტორალის ან სუპრალიტორალის ზონები, რომლებიც ყოველთვის ანორმული მარილიანობით ხასიათდება.

ცირკალიტორალის ზონის ნალექები ნორმული მარილიანობის დროს გვხვდება აუზში ან პლატფორმის ფერდის ქვედა ნაწილში, სიღრმე 200 მ-მდეა. თუ ფსკერი ლამიანი ან ქვიშიან-ლამიანია, ბენტოსური ფორმები მცირე ზომისაა და ორ კომპლექსად ნაწილდება — გაბატონებული ფორმები, რომლებიც ძალიან უხვად არის წარმოდგენილი, და ჩვეულებრივი, რომელთა რიცხვი შედარებით მცირეა. ზოგი აგლუტინირებული ფორმა, როგორცაა მაგალითად ორბიტოლინები ხშირად ცირკალიტორალის ზონის ზედა ნაწილში მრავლადაა წარმოდგენილი და ზოგჯერ ქანთმამენიც ხდება. ამ ზონაში გაბატონებულ გვარებს წარმოადგენს: *Tritaxia*, *Glomospirella*, *Dorothia*, *Lenticulina*, *Spirillina*, *Patellina*. ნოდოზარიდების წარმომადგენლები ძირითადად ცირკალიტორული ზონისთვისაა დამახასიათებელი და პლატფორმის ფერდის ზედა ნაწილში არ გვხვდება.

გვარები *Ammobaculites*, *Pseudocyclammina*, *Spiroplectammina*, *Textularia*, *Verneulina*, *Trocholina*, *Neotrocholina*, *Sabaudia*, *Miliolidae* ორივე ზონაში შეიძლება შეგვხვდეს.

ა. არნო-ვანოს მონაცემებით, თუ რომელიმე გვარი გვხვდება ორივე ზონაში, მაშინ ინფრალიტორალში გვხვდება ამ გვარის დიდი ზომის ნიჟარები, ხოლო ცირკალიტორალში მათი ზომა მცირეა. ეს მდგომარეობა კარგადაა გამოხატული ჩვენს მასალაში.

განვიხილოთ ფაქტობრივი მასალა, ზემოთ აღნიშნული თვალსაზრისით. რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის სამხრეთ ფრთაში, ნაჭერალას ქედის ურგონულ კირქვებში გვხვდება შემდეგი გვარების წარმომადგენლები: *Nautiloculina*, *Pseudocyclammina*, *Quinqueloculina*, *Lenticulina*, *Trocholina* და წყალმცენარეები — *Salpingoporella*, *Actinoporella*, *Cylindroporella*. სოფ. ტევისის სინქრონულ ნალექებში აღინიშნება — *Gaudryina*, *Orbitolinopsis*, ხოლო შქმერის სინკლინში — *Gaudryina*, *Lenticulina*.

ზემოაღნიშნული მიკროფაუნის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დაეუწვათ,

ადლიტორალი	პლერიტორალი	პლატფორმა	მარგინოლიტორალი				
მელიო-და სუბრალიტორალი							
ინფრალიტორალი							
ცირკალიტორალი			გვარების სტრათიგრაფიული გავრცელება				
მიკროფაუნა	ცირკალიტორალი	ინფრალიტორალი	b-v	h ₁	h ₂	br ₁	br ₂
Glomospirella							
Ammobaculites							
Nautiloculina							
Pseudocyclammia							
Spiroplectammia							
Textularia							
Novalesia							
Pseudotextulariella							
Eggerella							
Gaudryina							
Verneulina							
Dorothia							
Tritaxia							
Quinqueloculina							
Triloculina							
Pseudotriloculina							
Massilina							
Pyrgo							
Nodosaria							
Lenticulina							
Margiculina							
Conorboides							
Trocholina							
Neotrocholina							
Spirillina							
Patellina							
Dictioconus							
Orbitolinopsis							
Paracoskinolina							
Sabaudia							
Salpingorella							
Macroporella							
Gylindroporella							
Pseudoactiniporella							



რომ ნაქერალას ქედის მიდამოებში ზღვის სიღრმე შეესაბამებოდა ინფრალიტორული ზონის ქვედა ნაწილებს. სოფ. ტვიშისა და შქმერის სინკლინის მიდამოებში ინფრალიტორული ზღვის უფრო ღრმა დონეებით ხასიათდებოდა, რაზედაც მიუთითებს იქ ნაპოვნი მიკროფაუნა.

აფხაზეთში, მდ. კოდორის ჭრილში აღნიშნულია გვარები *Glomospirella*, *Verneulina*, *Pseudotriloculina*, *Massilina*, *Gonorboides*. მათი უმეტესობა მიუთითებს ზღვის ცირკალიტორულ ზონაზე, მაგრამ მათი ერთეული რაოდენობა შეიძლება აღინიშნოს ინფრალიტორულის სულ ქვედა ნაწილებში. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მათთან ერთად ნაპოვანია ფორმები, რომლებიც ასევე დამახასიათებელია ინფრალიტორული ზონისათვის, როგორცაა *Textularia*, *Spiroplectammina*, *Eggerella*, *Gaudryina*, *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, შეიძლება დაეუწვათ, რომ აქ იყო ინფრალიტორული ზონის საკმაოდ ღრმა ნაწილი. ინფრალიტორული ზონის საშუალო სიღრმეები შეიძლება აღინიშნოს მდინარეების მაგანისა და ლალიძგის მიდამოებში, სადაც გვხვდება შემდეგი გვარების — *Gaudryina*, *Novalesia*, *Trocholina* წარმომადგენლები. ზღვის გაღრმავება შეიმჩნევა მდინარე ბავლანოვკის მიდამოებში, სადაც ნაპოვანია შემდეგი გვარები: *Dorothia*, *Marginulina*, *Conorboides*. იგივე შეიძლება ითქვას მდ. ულისის ჭრილზეც. აქ როგორც ჩანს, საქმე გვაქვს პლატფორმის ფერდის საკმაოდ ღრმა ნაწილებთან, რომლებიც ცირკალიტორულ ზონას შეესაბამებოდა.

დასავლეთ ოკრიბაში, სოფლების გელავერის, რონდიშის, ცუცხვათის ჭრილებში ძირითადად გვხვდება ინფრალიტორალში გაბატონებული გვარები *Gaudryina*, *Verneulina*, *Trocholina* და წყალმცენარეები; აგრეთვე *Ammobaculites*, *Textularia*, *Spiroplectammina*, რომლებიც გვხვდება ორივე ზონაში. დასაშვებია, რომ აქ იყო ინფრალიტორალის არცთუ ისე ღრმა ნაწილი. იგივე შეიძლება ითქვას მდ. წყალწითელას ჭრილზე. ზღვის გაღრმავებაზე მიუთითებს სოფ. ყუმისთავის მიდამოებში ნაპოვნი ცირკალიტორალისათვის დამახასიათებელი გვარები *Nodosaria*, *Lenticulina*, მაგრამ მათთან ერთად წყალმცენარეების არსებობა გვიჩვენებს, რომ აქ ინფრალიტორული ზღვის შედარებით ღრმა ნაწილთან გვაქვს საქმე.

ძირულის შვერილის სამხრეთ პერიფერიაზე, სოფ. კვადაურას მიდამოებში გვხვდება ოჯახების *Textulariidae*, *Miliolidae* და *Algae* მცირერიცხოვანი წარმომადგენლები, რომლებიც ინფრალიტორული სიღრმეებისათვის არის დამახასიათებელი, ხოლო სოფ. მოლითის ჭრილში აღნიშნულია გვარების *Tritaxia*, *Lenticulina*, *Astacolus* არსებობა, რომლებიც გვხვდება ცირკალიტორულ ზონაში. აღმოსავლეთ პერიფერიაზე გვხვდება ინფრალიტორალში გაბატონებული ფორმები, მრავალრიცხოვანი წყალმცენარეები, რაც მიუთითებს, რომ აქ ზღვა ნაკლებად ღრმა იყო.

ამგვარად, მიკროფაუნის განაწილება საქართველოს პლატფორმულ კარბონატებში მიუთითებს ზღვის ფსკერის ბათიმეტრულ ზონალობაზე. წინასწარი მონაცემებით შეიძლება ითქვას, რომ შესწავლილი ტერიტორია ძირითადად დაფარული იყო ინფრალიტორული ზღვის შუა და ქვედა დონეებით. საკმაოდ გაღრმავება, ცირკალიტორალის ზედა დონეებამდე შეიმჩნევა ცენტრალურ აფხაზეთში

და ძირულის შვერილის სამხრეთ პერიფერიაზე.

პლატეორომული კარბონატების შემადგენლობაში მიკრიტების, სპარიტების და მათი ვარიაციების მრავალფეროვნება მიუთითებს ნალექთდაგროვების სხვადასხვა ხასიათზე. მიკრიტების სიჭარბე სპარიტებზე დამახასიათებელია დაბალი ენერჯის ნალექებისათვის, რომლებიც გვხვდება პლატეორმის შიდა ნაწილში [3]. ასეთი სურათია იმ ტერიტორიაზე, რომელიც დაფარული იყო ინფრალიტორული ზღვით.

საქართველოს მეცნ. აკადემია

აღ. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *Э. В. Котетишвили*. Тр. ГИН АН СССР, Нов. сер., вып. 91, 1986, 160.
2. *A. Arnaud-Vanneau, H. Arnaud*. La plate-forme urgonienne et son passage au bassin Vocontien (Vercors et regions voisines chaines Subalpines septentrionales). I-Stratigraphie, Paleogeographie, Paleomilieux et Microfaune. Elf Aquitaine, 1978, Institut Dolomieu, Grenoble, 167.
3. *ე. კოტეტიშვილი*, *ლ. ცირეკიძე* სამეცნიერო სესია მიძღვნილი ა. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტის 70 წლისთავისადმი, მოხსენებათა თეზისები, 1975, 63-64.



ა. ოქროსცვარიძე

კავკასიონის ჰერცინული კლუტონური სერიების
კატროგენეტიკური მოღველი

წარმოადგინა წევრ-კორესპონდენტმა გ. ზარიძემ 18.12.1996

კავკასიონი წარმოადგენს ალპურ-ჰიმალაური ნაოჭა სარტყლის ევროპული და აზიური ნაწილების დამაკავშირებელ ოროგენულ სეგმენტს, რომლის ფორმირებაში გამოიყოფა ორი დიდი ციკლი: ალპური და ალპურისწინა [1]. ალპურისწინა კონსოლიდაციის კრისტალური ფუნდამენტი აგებულია მეტამორფული და მაგმური ქანებით. ეს უკანასკნელი კავკასიონის კრისტალურ ფუნდამენტში ოკეანური ქერქიდან კონტინენტურისაკენ ქმნის ოთხ სუბზონალურ პლუტონურ სერიას:

1. გაბრო-პლაგიოგრანიტულს, 2. გაბრო-აღამელიტურს, 3. პლაგიოგრანიტულ-გრანიტულს (მიგმატიტურ-გრანიტულს), 4. გრანოდიორიტულ-ალიასკიტურს [2]. როგორც ჩატარებულმა სამუშაოებმა გვიჩვენა, თითოეულმა სერიამ ფორმირება განიცადა ნაოჭა სისტემის ევოლუციის გარკვეულ ეტაპზე, კონკრეტული სუბსტრატიდან, კონკრეტულ გეოდინამიკურ პოზიციებში. ამასთან, თითოეულ სერიამ აღინიშნებოდა მაგმის გენერაციის მეტ-ნაკლებად განსხვავებული მექანიზმები.

კავკასიონის კრისტალურ ფუნდამენტში გაბრო-პლაგიოგრანიტული სერიის ქანები ძირითადად დაკავშირებულია ე. წ. მთავარი შეცოცების გასწვრივ „ამოთრეულ“ კამენისტაისა, ბემტას და სვიმაზუკის ტექტონიკურ ქერცლებთან. მაგმატიკთა ამავე სერიას მიეკუთვნება კავკასიონის წინა ქედის ზონის ალოქტონური ქერცლების პლაგიოგრანიტული წარმონაქმნებიც. თუ გავიზიარებთ აღნიშნული ქერცლების შარირების იდეას სამხრეთიდან ჩრდილოეთისკენ [3], მაშინ მათი ფესვები მთავარი შეცოცების გასწვრივ უნდა ვეძიოთ.

გაბრო-პლაგიოგრანიტული სერია აგებულია გაბრო-გნეისებით, დიორიტგნეისებით, კვარციანი დიორიტგნეისებით და პლაგიოგრანიტგნეისებით. ისინი ძირითადად ქმნიან შრისებურ და ლინზისებურ სხვადასხვა სიმძლავრის სხეულებს, რომლებიც თანდათანობით ანაცვლებენ ერთმანეთს. პლაგიოგრანიტებისთვის დამახასიათებელია SiO_2 დიდი (>75%) და Al_2O_3 მცირე (<14%) შემცველობანი Na_2O (3,5 – 4,5%) მკვეთრი სიჭარბე K_2O -ზე (<1%). მათში სხვა სერიებთან შედარებით მაღალია Mo (39 გ/ტ), Ni (55 გ/ტ) და Cu (65 გ/ტ) შემცველობანი, ხოლო დაბალია W (7,4 გ/ტ), P_b (4,3 გ/ტ), Li (2 გ/ტ) და R_b (10 გ/ტ) კონცენტრაციები. ამ სერიის პლაგიოგრანიტებისათვის, ისე როგორც გაბროებისათვის დამახასიათებელია იშვიათი მიწაელემენტებისა (იშვ) განაწილების ტოლიეტური ტიპი. ჩატარებული სამუშაოების მიხედვით [2], ამ სერიის სუბსტრატ-

მა ფორმირება განიცადა მაღალწნევიანი პროგრესული მეტამორფიზმის პირობებში ($T = 620-630^{\circ}\text{C}$; $P = 8,2-8,7$ კბ), ხოლო პლაგიოგრანიტული მდნარის გამოკრისტალდება დაიწყო მეტამორფიზმის რეგრესიულ სტადიაზე, დაახლოებით $600-620^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის და $7,0-7,5$ კბ წნევის პირობებში.

კავკასიონის კრისტალურ ფუნდამენტში გაბრო-ადამელიტური სერია შიშვლდება გაბრო-პლაგიოგრანიტული სერიის ჩრდილოეთით, წყვეტილი ზოლის სახით. ამ სერიის წარმონაქმნებითაა აგებული დარიალის, კასარის, ადაიხოხის და შხარის მასივები. ამავე სერიის ქანები შიშვლდება მდ. ურუხის, ბალყარეთის და ბეზენგის ჩერეკის სათავეებში. დასავლეთით ამ სერიის ქანებითაა აგებული სოფიის აზეგების დიდი ნაწილი, ხოლო უკიდურეს დასავლეთში გაბრო-ადამელიტური სერიის ქანები შიშვლდება ჩულუმის აზეგებში. ეს სერია გაბრო-პლაგიოგრანიტულისაგან განსხვავებით დაკავშირებულია გეოანტიკლინურ სტრუქტურებთან. მის სუბსტრატს წარმოადგენდა ნაოჭა სისტემის ენსიმატური ზონა, რომელიც უშუალოდ განლაგებული იყო სუბდუქციური ოკეანური ქერქის თავზე და ამდენად მასზე დიდი იყო აღნიშნული ქერქის გადაღობილი პროდუქტების გავლენა. ამ გავლენის კვალი ფიქსირდება ოვალური ფორმების ფუძე სხეულების სახით. გარდა ამისა, მას ადასტურებს მინერალოგიური, გეოქიმიური და პეტროქიმიური მახასიათებლებიც. გაბრო-პლაგიოგრანიტული სერიის პლაგიოგრანიტებთან შედარებით მათში გაზრდილია K_2O ($> 2,5\%$), ხოლო SiO_2 71% არ სცილდება. ამ სერიის ნიშნულზე შემცველობაში აღინიშნება დიდი ვარიაციები. ფიქსირდება როგორც ტოლიტური, ისე ანდეზიტური განაწილების ტიპი, რაც აშკარად მასალის სხვადასხვა წყაროზე მიუთითებს. გაბრო-ადამელიტური სერიის ფორმირების პროცესში დაბალი იყო ფლუიდური ფაზის კონცენტრაცია ($2,5$ მლ/გ) და იგი განპირობებული იყო H_2O ხვედრითი წილის მკვეთრი შემცირებით ($\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2=2$). მცირდება აგრეთვე ამ სერიის ფორმირების წნევა ($4-4,5$ კბ), ხოლო სუსტად იზრდება მაგმის კრისტალიზაციის ტემპერატურა ($650-670^{\circ}\text{C}$). საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების მიხედვით [2] ამ სერიაში გაბრო-პლაგიოგრანიტულისგან განსხვავებით გრანიტოიდული მაგმის გენერაციის სულ სხვა მექანიზმი მოქმედებდა, კერძოდ გამჭოლი, ანუ პროგრესული ღღობა [4].

გაბრო-ადამელიტური სერიის ჩრდილოეთით შიშვლდება პლაგიოგრანიტ-გრანიტული სერია, რომელსაც კავკასიონის კრისტალური ფუნდამენტის აგებულებაში დიდი ადგილი უკავია და მოიცავს მთავარი ქედის ზონის იალბუზის ქვეზონის დიდ ნაწილს. იგი ძირითადად ყალიბდება იალბუზ-მაკერის მეტატერიგენული კომპლექსის ულტრამეტამორფიზმის შედეგად: მიგმატიტები \rightarrow ორქარსიანი პლატიოგნეისები და პლაგიოგრანიტები \rightarrow მიკროკლინიანი პორფირობლასტური გრანიტები \rightarrow პეგმატიტები. სერიის ფორმირების პროცესში აშკარად გამოიყოფა ორი დიდი ეტაპი: ადრე და გვიანკინემატიკური. პირველ ეტაპზე უპირატესად ფორმირდება პლაგიოგრანიტული შედგენილობის მდნარი, რომელიც ძირითადად თანხმობით სხეულებს ქმნის, ხოლო მეორე ეტაპზე კი გამოვლინდება გრანიტული შედგენილობის მდნარი, რომელიც უპირატესად გამკვეთ სხეულებს იძლევა. ჩატარებული სამუშაოების მიხედვით სერიის მასიური მიკროკლინიზაცია დამატებითი მანტიური კალიუმის მოტანას არ მოითხოვს და მიგვაჩნია, რომ პლაგიოგრანიტ-გრანიტული სერიის მიკროკლინიზაციის პროცესის კალიუმის წყაროს წარმოადგენდა სუბსტრატი. გეოქიმიური მახასიათებლების ეს სერია ტიპიურ S წარ-



მონაქმნებს მიეკუთვნება. მასში აწეულია Li (18 გ/ტ), W (20 გ/ტ), Ph (12 გ/ტ), შემცველობანი და დაბალია Cu 12 გ/ტ), Mo (21 გ/ტ) და Ni (11 გ/ტ) პროცენტული რაოდენობა. იგი გამდიდრებულია მსუბუქი და ლარიზია მძიმე იმპით. ამ სერიის საინტერესო ვარიაციებს ავლენს ფლუიდური ფაზა. ადრეკინემატიკურ გრანიტოიდებში აღინიშნება მისი ყველაზე მცირე რაოდენობა (2 მლ/გ), მაგრამ გაზრდილია CO_2 ხვედრითი წილი ($\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 < 2,5$). გვიანკინემატიკურ-გრანიტოიდებში აღინიშნება ფლუიდური ფაზის ნახტომისებური ზრდა (დაახლოებით 3-ჯერ), ამასთან, ადგილი აქვს CO_2 მკვეთრ შემცირებას ($\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 > 12$). რაც შეეხება სერიის ფორმირების ტემპერატურას, იგი მაღალია და $700-750^\circ\text{C}$ ინტერვალში მერყეობს. ამასთან, წნევისგან განსხვავებით, რომელიც ადრეკინემატიკურ ეტაპზე 6 კბ-ს აჭარბებს, ხოლო გვიანკინემატიკურზე 2,2 კბ-მდე ეცემა, სერიის ევოლუციის სხვადასხვა ეტაპზე ტემპერატურული რეჟიმის მკვეთრი ცვლილებები არ აღინიშნება, ე. ი. შეიძლება დავეუვათ, რომ პლაგიოგრანიტ-გრანიტული სერიის ევოლუცია მიმდინარეობდა საერთო წნევის მკვეთრი შემცირების და ტემპერატურული რეჟიმის სტაბილურ პირობებში.

გრანოლორიტ-ალიასკიტურ სერიას კავკასიონის კრისტალური ფუნდამენტის აგებულებაში დიდი ადგილი უკავია. იგი წარმოდგენილია განსხვავებული მასშტაბით ინტრუზიული მასიური გრანოლორიტებით, გრანიტებით და ალიასკიტებით, რომლებიც სრულიად თანდათანობით ანაცვლებენ ერთმანეთს. ეს სერია განხილულ სერიებს შორის ყველაზე ახალგაზრდა წარმონაქმნია, რადგანაც იგი კვეთს მიგმატიტებს, კრისტალურ ფიქლებს და პლაგიოგრანიტ-გრანიტულ სერიას, ხოლო ჰერცი-ნული მეტამორფული პროცესები მათ აღარ ეხებათ. საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების მიხედვით სერიის გრანიტოიდული მდნარის ფორმირება მოხდა ზედაკალედონური კონსოლიდაციის გრანიტგენეზების პალინგენეზისის შედეგად, გეოქიმიური მახასიათებლებით იგი ტიპურ S წარმონაქმნს მიეკუთვნება. მასში მაღალია Li (15,5 გ/ტ), Rb — (125 გ/ტ), W (2,9 გ/ტ) და Pb — (16 გ/ტ) პროცენტული რაოდენობა და დაბალია Cu (17 გ/ტ), Mo (2,9 გ/ტ) და Ni (16 გ/ტ) შემცველებანი. ეს სერია ხასიათდება იმპ-ს გრანიტოიდული განაწილების ტიპით. მასში პლაგიოგრანიტულ-გრანიტულ სერიასთან შედარებით შემცირებულია ფლუიდური ფაზის რაოდენობა, მაგრამ გაზრდილია CO_2 ხვედრითი წილი ($\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 = 8,2$). გრანოლორიტ-ალიასკიტური სერიის ფორმირების თერმობარული რეჟიმი ხასიათდება სტაბილური პარამეტრებით, მისი კრისტალიზაციის ტემპერატურა არ სცილდება 735°C და არ ეშვება 710°C დაბლა, ხოლო წნევა 3,5 კბ ფარგლებში მერყეობს.

ამრიგად, თუ შევჯამებთ ზემოთ მოყვანილ მონაცემებს, მაშინ განხილული სერიების პეტროგენეტიკური მოდელი მოკლედ ასე შეიძლება ჩამოყალიბდეს: გაბროპლაგიოგრანიტული სერია ფორმირდება ნაოჭა სისტემის ევოლუციის ადრეულ ეტაპზე სუბდუქციის ზონაში, ბაზიტური სუბსტრატის სელექციური ლობის გზით. პლაგიოგრანიტების კრისტალიზაცია მიმდინარეობდა $600-620^\circ\text{C}$ ტემპერატურის და 7,0-7,5 კბ წნევის პირობებში წყლის მაღალი პოტენციალის გარემოში ($\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 > 20$). თანამედროვე კლასიფიკაციის მიხედვით განხილული სერია შეესაბამება სუბდუქციის ზონებთან დაკავშირებულ ოკეანური ქერქის I-ტიპის წარმონაქმნებს [5]; გაბრო-ადამელიტური სერია ფორმირდება ნაოჭა სისტე-

მის ევოლუციის გვიანდელ, ინვერსიულ ეტაპზე. მის სუბსტრატს წარმოადგენდა ამ სისტემის ენსიმატური ზონა, რომელიც განლაგებული იყო სუბდუქციური ოკეანური ქერქის ზემოთ. ამ უკანასკნელის გადაღობილმა მასალამ გამჭოლი ღღობის გზით გამოიწვია სუბსტრატის ნაწილობრივი ღღობა, ასიმილაცია და ჰიბრიდული გაბრო-აღამელიტურ ქანთა ასოციაციის ჩამოყალიბება. თანამედროვე კლასიფიკაციის მიხედვით ამ სერიის გრანიტოიდები შეესაბამება არასუბდუქციურ ზონებთან დაკავშირებულ I – ტიპის წარმონაქმნებს [5]; პლაგიოგრანიტ-გრანიტულმა სერიამ ფორმირება განიცადა ნაოჭა სისტემის ევოლუციის გვიანდელ ეტაპზე, ძირითადად ამფიბოლიტურ ფაციესში მეტამორფიზებული მძლავრი ტერიგენული ნალექების ანატექსისის შედეგად. მაგმის გენერაციაში გამოიყოფა ორი ეტაპი: ადრე და გვიანკინემატიკური. პირველი მიმდინარეობდა შედარებით მაღალი წნევის და წყლის დაბალი პოტენციალის გარემოში და გამოლდა უპირატესად პლაგიოგრანიტული შედგენილობის მდნარი, ხოლო მეორე ემთხვევა ნაოჭა სისტემის საერთო ინვერსიას, მიმდინარეობდა შედარებით დაბალი წნევის და წყლის მაღალი პოტენციალის გარემოში და გამოლდა უპირატესად გრანიტული შედგენილობის მდნარი. სერიისთვის ესოდენ დამახასიათებელი მიკროკლინიშაციის პროცესის საჭირო კალიუმის წყაროს წარმოადგენდა სუბსტრატი. გრანიტოიდების კლასიფიკაციის მიხედვით ამ სერიის წარმონაქმნები სრულ შესაბამისობაშია Cs-ტიპის წარმონაქმნებთან [6]. გრანოლიტო-ალთასკიტურმა სერიამ ფორმირება განიცადა ნაოჭა სისტემის ევოლუციის გვიანდელ ეტაპზე, ზედა კალდონური გრანიტ-გნეისების პალიგენეზისის შედეგად, რის გამოც იგი ხასიათდება სტაბილური პეტროგრაფიული გეოქიმიური და პეტროქიმიური პარამეტრებით. მაგმის კრისტალიზაცია მიმდინარეობდა 710-730°C ტემპერატურის და 3,5 კბ წნევის რეჟიმის პირობებში, წყლის დაბალი პოტენციალის გარემოში. ეს სერია სრულ შესაბამისობაშია Ci – ტიპის წარმონაქმნებთან [6].

ზემოთ წარმოდგენილი პეტროგენეტიური მოდელის ანალიზიდან გამომდინარე შეიძლება დავუშვათ, რომ ჰერცინულ პერიოდში კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში მოქმედებდა ჩრდილოეთისკენ დაქანებული სუბდუქციის ზონა, რომელმაც გამოიწვია ჰერცინული მაგმური აქტივობა, რამაც თავის მხრივ განაპირობა განხილული პლუტონური სერიების ფორმირება.

საქ. მეცნ. აკადემია

ალ. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. Г. М. Заридзе. Эндогенные формации орогенных областей. М., 1970, 312 с.
2. А. В. Окросцваридзе. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1993, 51 с.
3. Ш. А. Адамия, И. Д. Шавишвили. ДАН СССР, 267, 6, М., 1982, 1424-1425.
4. А. М. Борсуя и др., В кн: Магматические и метаморфические формации в истории Земли. Новосибирск, 1986, 23-27.
5. R. W. Chappel, A. R. White. Pacif. Geol., 8, 1974, 173-174.
6. J. Didier, J. Duthon, J. Lameyre. J. Volcanol. and Geothem. 14, 1-2, 1982, 125-132.

რ. ახვლედიანი, ბ. თუთხაძე

ბიოტიტების შედგენილობის თავისებურებანი საქართველოს
 ზოგიერთ ახალგაზრდა (ნეობენ-მეოტხაული) ვულკანიტში

წარმოადგინა წვერ-კორესპონდენტმა გ. ზარიძემ 8.11.1996

შრომში მოცემულია საქართველოს ზოგიერთ ახალგაზრდა საშუალო და მკავე შედგენილობის ვულკანიტებში განვითარებული ბიოტიტების კომპლექსური ლაბორატორიული კვლევის შედეგების ინტერპრეტაცია.

ბიოტიტი ერთ-ერთი მთავარი ქანმამენი მინერალია საკვლევი რეგიონის ნეოგენმეოტხეული ხნოვანების რიოლითებსა და ზოგიერთ დაციტში, მეტად შეზღუდულია მათი რაოდენობა ანდეზიტებში, რაც შეეხება დოლერიტებსა და ბაზალტებს. აქ ბიოტიტები საერთოდ არ მონაწილეობენ. აღსანიშნავია, რომ ხსენებულ ვულკანიტებში ბიოტიტები დღემდე სპეციალურად შესწავლილი არ ყოფილა.

მიკროზონდის დახმარებით მიღებული ქიმიური ანალიზების შედეგების ინტერპრეტაციის საფუძველზე დადგენილია, რომ საკვლევი რეგიონის პეტროგრაფიულად და ასაკობრივად განსხვავებული ვულკანიტების ბიოტიტების შედგენილობაში არსებითი განსხვავება არ აღინიშნება. მაგრამ არის გამოჩენილი, რომელიც კავკასიონის სამხრული ფერდის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში განვითარებულ

ცხრილი 1

საქართველოს ზოგიერთი ახალგაზრდა ვულკანიტის ბიოტიტების ქიმიური შედგენილობა

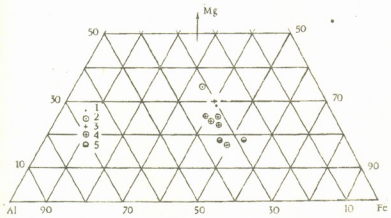
№ რიგ	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	ΣFe	MnO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cu ₂ O ₃	Σ
1.	36.54	4.34	14.24	18.61	-	13.08	0.82	8.82	0.23	96.68
2.	37.69	5.76	13.49	14.19	-	15.93	1.39	8.20	0.11	96.76
3.	37.41	3.60	13.78	18.11	0.20	13.89	-	9.79	-	96.78
4.	37.12	3.65	16.30	18.58	0.08	12.54	0.63	8.26	-	97.16
5.	35.51	2.69	15.34	21.37	0.31	11.28	0.72	9.04	0.21	96.47
6.	37.03	4.41	14.95	19.36	0.15	11.92	0.50	8.73	0.13	97.18
7.	36.86	3.65	15.33	19.04	0.14	12.17	1.14	8.40	-	96.73
8.	35.03	4.20	15.69	23.63	0.09	8.06	1.01	8.46	-	96.57
9.	35.95	4.00	15.71	23.18	0.25	9.06	-	9.02	0.11	97.28
10.	37.06	3.56	13.94	25.11	-	9.55	0.80	8.30	-	98.32

ბიოტიტები: სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ოლქის მოპოლიოცენური ანდეზიტებიდან [1], და დაციტებიდან [2]; კავკასიონის სამხრული ფერდის ნაოჭა სისტემის ჰოლოცენური ანდეზიტებიდან [3], შუაპლეისტოცენური [5,8] და გვიანპლეისტოცენური [4,6,7] დაციტებიდან და ჰოლოცენური რიოლითებიდან [9,10].

ლი შუაპლენიტოცენური ასაკის ზოგიერთ დაციტსა (ერმან-ახუბათის პლატო) დიდი ნეფისკალოს (ყელის პლატო) ჰოლოცენური ხნოვანების რიოლიტების ბიოტიტებს ეხება. აღნიშნული ბიოტიტებისათვის დამახასიათებელია დაბალი მაგნეზიურობა და მკაფიოდ გამოხატული რკინის გაზრდის ტენდენცია (ცხრ. 1).

კრისტალოქიმიური შედგენილობის მიხედვით საკვლევ ბიოტიტებში დადგენილია ცალკეული ელემენტების ქცევათა თავისებურებანი. მაგალითად: Si შემცველობა ბიოტიტის სტრუქტურაში, მინერალის შემცველი ქანების პეტროგრაფიული და ასაკობრივი სხვაობის მიუხედავად ვიწრო ფარგლებში იცვლება (2,72-2,80 ფ/ერთ), ამასთან, ნიშანდობლივია ყველა ანალიზირებულ ნიმუშში Si დეფიციტი, სახელდობრ, ვერც ერთ მათგანში აღნიშნული ელემენტის შემცველობა 3-მდე ვერ აღწევს. მეტად ფართოა ბიოტიტების სტრუქტურული რადიკალის აგებულებაში Al როლი. იგი მონაწილეობს როგორც ტეტრაედრულ (Al^{IV}), ისე ოქტაედრულ (Al^{VI}) პოზიციებში, მათგან მნიშვნელოვანია ტეტრაედრული ალუმინის როლი (1,17-1,30 ფ/ერთ). საკვლევ ბიოტიტებისათვის დამახასიათებელია თიხამიწიანობის კოეფიციენტის (K_{Al}) შემცველობათა ცვალებადობის ვიწრო დიაპაზონი - ეს კი მინერალისა და შემცველი ქანის თიხამიწიანობას შორის სუსტ კავშირზე მიუთითებს. როგორც ბიოტიტების კრისტალოქიმიური შედგენილობის ანალიზი გვიჩვენებს, მინერალის შედგენილობათა თავისებურებანი დიდად არის დამოკიდებული ოქტაედრული პოზიციის ელემენტების Mg და Fe ქცევაზე. მეტად ფართოა აღნიშნული ელემენტების შემცველობათა ცვალებადობის საზღვრები ($\Sigma Fe=0,17-1-58$ ფ/ერთ., $Mg=0,97-1,74$ ფ/ერთ.). გაცილებით უმნიშვნელოა Mn როლი მინერალის სტრუქტურის ოქტაედრული პოზიციის აგებულებაში ($Mn=0-02$ ფ/ერთ.), რაც შეეხება ფენათა შორის კატიონებს, აქ წამყვანი როლი კალიუმს ეკუთვნის ($K=0,76-0,94$ ფ/ერთ.).

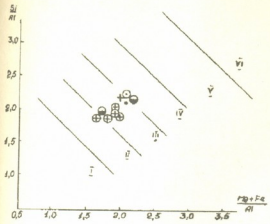
საკვლევ ბიოტიტების შედგენილობათა ცვალებადობის საერთო სურათი მკაფიოდ ჩანს Al - Mg - Fe დიაგრამაზე (სურ. 1).



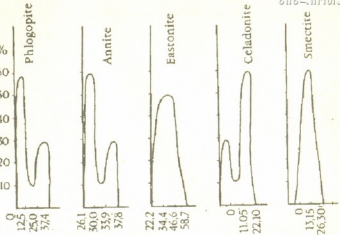
სურ. 1. Al-Mg-Fe დამოკიდებულება საქართველოს ზოგიერთი ახალგაზრდა ვულკანიტის ბიოტიტებში პირობითი ნიშნები: 1 - ანდზიტები, 2 - დაციტები (სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ოლქი), 3 - ჰოლოცენური ანდზიტები, 4 - შუა და გვიანპლენიტოცენური დაციტები, 5 - ჰოლოცენური რიოლიტები (კავკასიონის სამხრული ფერდის ნაოქა სისტემა).

აღნიშნულ დიაგრამაზე საკვლევ ბიოტიტების ქიმიზმის გამოხატველი ფიგურული წერტილების უმრავლესობა მის ქვედა ნაწილშია თავმოყრილი, ეს კი მინერალის მომატებულ რკინიანობასა და თიხამიწიანობაზე მიუთითებს.

ა. მარაკუშვეისა და ი. ტარანინის (1965) მიერ შემოთავაზებულ დიაგრამაზე $Si(Al - Mg+Fe)Al$ საკვლევ ბიოტიტების ქიმიზმის გამოხატველი ფიგურული წერტილები თითქმის მთლიანად ნორმული ტუტიანობის გრანიტების ველშია (III)



სურ. 2. Si(Al-Mg+Fe)Al დამოკიდებულება საქართველოს ზოგიერთ ახალგაზრდა ვულკანიტების ბიოტიტებში (პირობითი ნიშნები იხ. სურ. 1).



სურ. 3. საქართველოს ზოგიერთი ახალგაზრდა ვულკანიტების ბიოტიტებში მინალური განაწილების ჰისტოგრამები.

ბიოტიტების ფორმირების პროცესში რკინა-მაგნეზიური მინალების შემცველობათა წამყვან როლზე მიუთითებს ასევე ბიოტიტის კრისტალურ მესერში Fe²⁺ და Mg შორის სრული იზომორფიზმი, რაც დასტურდება წყვილთა კორელაციის კოეფიციენტთა ზღვრული მნიშვნელობებითაც (ცხრ. 3).

ბიოტიტების კრისტალიზაციის მიახლოებითი ტემპერატურის განსაზღვრა მოხდა ვ. ავჩენკოსა და მ. კუზნეცოვის [1] მიერ შემოთავაზებული გეოთერმომეტრის დახმარებით. მიღებული მონაცემები ადასტურებენ, რომ ბიოტიტების კრისტალიზაცია მათი შემცველი ქანების სივრცობრივი, ასაკობრივი და პეტროგრაფიული შედგენილობის განსხვავებულობის მიუხედავად, თითქმის თანაბარი ტემპერატურის პირობებში მიმდინარეობს (ცხრილი 3), თუმცა სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ოლქის ზოგიერთი დაციტის ბიოტიტების კრისტალიზაცია რამდენადმე მომატებული ტემპერატურის პირობებში მიმდინარეობს (1008°C). აქვე გვინდა შევნიშნოთ, რომ ბიოტიტების კრისტალიზაცია ძირითადად ლიქვიდუსის სტადიაზე ხდება წამყვანი ქანმაშენი მინერალების კრისტალიზაციის სულ ბოლო ეტაპზე.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ალ. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიური ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. О. В. Авченко, М. Н. Кузнецова, Тихоокеанская геология, 1, 1988.

ს. ბელხვიძე

სიხისტის მატრიცების აბაზის ხერხის შესახებ ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების დინამიკაში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ძიძიგურმა 9.09.1996

შენობა-ნაგებობათა დინამიკის ამოცანების ამოხსნისას, როდესაც თანამედროვე გამოთვლით კომპლექსებში გამოიყენება ინდივიდუალურად დამუშავებული ალგორითმები და გაანგარიშების პროგრამები, მკვლევარებს ხშირად უხდებათ განსახილველი ნაგებობების საანგარიშო-დინამიკური მოდელებისათვის სიხისტის მატრიცების ფორმირების საკითხებთან შეხვედრა.

გეგმაში განფენილი ფორმის შენობა-ნაგებობებისათვის სიხისტის მატრიცის აგების ერთ-ერთ ამგვარ მაგალითად შეიძლება ჩაითვალოს ქვემოთ განხილული ხერხი, რომელშიც გათვალისწინებულია შემდეგი დამახასიათებელი მნიშვნელობები.

გეგმაში განფენილი კარკასული შენობებისათვის წარმოებს მათი საანგარიშო-დინამიკური მოდელის პირობითი დაყოფა, ჯვარედინზე – რომელიც მუშაობს თავის სიბრტყიდან და ჩარჩოვანზე – რომელიც მუშაობს თავის სიბრტყეში. კვანძებში განაწილებული მასებით, რომლებსაც გააჩნიათ, თითოეულს – სამი თავისუფლების ხარისხი. ორივე სისტემის ერთობლივი განხილვისას კვანძებში განაწილებული მასების თავისუფლების ხარისხი ექვსს უტოლდება.

ამრიგად, დამოუკიდებელი ცვლადები, რომლებიც განსაზღვრავენ განსახილველი სისტემის მდგომარეობას მთლიანობაში, მიიღება:

ა) ჯვარედინი სისტემისათვის – გადაადგილება OY ღერძის მიმართულებით – W_i და მობრუნების კუთხეები OX და OZ ღერძების გარშემო – φ_i^x, φ_i^z შესაბამისად;

ბ) ჩარჩოვანი სისტემისათვის – გადაადგილებები OX და OZ ღერძების მიმართულებით – V_i და U_i შესაბამისად და მობრუნების კუთხე OY ღერძის ირგვლივ – φ_i^y .

კვანძებში მიღებული სიხისტეები განაწილდება შესაბამისად; C_i^x, C_i^y და C_i^z სახით – ჯვარედინი და C_i^x, C_i^z და C_i^y – ჩარჩოვანი სისტემებისათვის. კვანძური დრეკადი ჩამაგრებების და გადაადგილებების განაწილება ორივე სისტემებისათვის მოყვანილია 1 სურათზე.

განსახილველი საანგარიშო-დინამიკური მოდელის გაანგარიშებისას დინამიკური ზემოქმედებებზე მიიღება განტოლებები, რომლებიც აგებულია წონასწორობის განტოლებების საფუძველზე და დაფუძნებულია გადაადგილების მეთოდზე გაშლილ ფორმაში, რომლებიც ფრაგმენტის n კვანძისათვის (სურ. 2) ღებულობენ შემდეგ სახეს.

– ჯვარედინი ღერძის სისტემებისათვის:

$$\begin{aligned} & -B_{en}^y Y_e + (B_{en}^y + B_{nf}^y + B_{mn}^y + B_{nk}^y + C_n^y) Y_n - B_{nf}^y Y_f - A_{en}^y (\varphi_A^x)_e - \\ & - (A_{ne}^y - A_{nf}^y) (\varphi_A^x)_n + A_{fn}^y (\varphi_A^x)_f - B_{mn}^y Y_m - B_{nk}^y Y_k - A_{mn}^y (\varphi_A^z)_m - \\ & - (A_{nm}^y - A_{nk}^y) (\varphi_A^z)_n + A_{kn}^z (\varphi_A^z)_k - m_n \omega_y^2 Y_n = m_n \ddot{Y}_0; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\beta_{en}^y (\varphi_A^x)_e + (\alpha_{ne}^y + \alpha_{nf}^y + \theta_{mn}^x + \theta_{nk}^x + C_n^{\varphi^x}) (\varphi_A^x)_n + \beta_{nf}^y (\varphi_A^x)_f + A_{ne}^y Y_e + (-A_{ne}^y + A_{nf}^y) Y_n - A_{nf}^y Y_f - \theta_{mn}^x (\varphi_A^x)_m - \theta_{nk}^x (\varphi_A^x)_k - (m_0^y)_n \omega_x^2 (\varphi_A^x)_n = - (m_0^y)_n \ddot{\varphi}_0^x; \quad (2)$$

$$-\theta_{en}^z (\varphi_A^z)_e + (\theta_{en}^z + \theta_{nf}^z + \alpha_{nm}^y + \alpha_{nk}^y + C_n^{\varphi^z}) (\varphi_A^z)_n - \theta_{nf}^z (\varphi_A^z)_f + A_{nm}^y Y_m + (-A_{nm}^y + A_{nk}^y) Y_n - A_{nk}^y Y_k + \beta_{mn}^z (\varphi_A^z)_m + \beta_{nk}^z (\varphi_A^z)_k - (m_0^z)_n \omega_{xy}^2 (\varphi_A^z)_n = - (m_0^z)_n \ddot{\varphi}_0^z; \quad (3)$$

- ჩარჩოვანი ღეროვანი სისტემებისათვის:

$$-B_{en}^x X_e + (B_{en}^x + B_{nf}^x + \gamma_{mn}^x + \gamma_{nk}^x + C_n^x) X_n - B_{nf}^x X_f - A_{en}^x (\varphi_A^y)_e - (A_{ne}^x - A_{nf}^x) (\varphi_A^x)_n + A_{fn}^x (\varphi_A^y)_f - \gamma_{mn}^x X_m - \gamma_{nk}^x X_k - m_n \omega_x^2 X_g = m_n \ddot{X}_0; \quad (4)$$

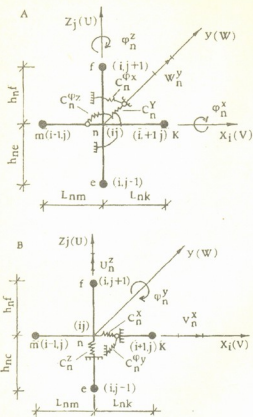
$$\beta_{en}^x (\varphi_A^y)_e + (\alpha_{ne}^x + \alpha_{nf}^x + \alpha_{nm}^x + \alpha_{nk}^x + C_n^{\varphi^y}) (\varphi_A^y)_n + \beta_{nf}^x (\varphi_A^y)_f + \beta_{mn}^x (\varphi_A^y)_m + \beta_{nk}^x (\varphi_A^y)_k + A_{ne}^x X_e + (-A_{ne}^x + A_{nf}^x) X_n - A_{nf}^x X_f + A_{nm}^x Z_m + (-A_{nm}^x + A_{nk}^x) Z_n - A_{nk}^x Z_k + (m_0^x)_n \omega_x^2 (\varphi_A^y)_n = - (m_0^x)_n \ddot{\varphi}_0^y; \quad (5)$$

$$-\gamma_{en}^z Z_e + (\gamma_{en}^z + \gamma_{nf}^z + B_{mn}^z + B_{nk}^z + C_n^z) Z_n - \gamma_{nf}^z Z_f - B_{mn}^z Z_m - B_{nk}^z Z_k - A_{mn}^z (\varphi_A^z)_m - (A_{nm}^z - A_{nk}^z) (\varphi_A^y)_n + A_{kn}^z (\varphi_A^z)_k - m_n \omega_z^2 Z_n = m_n \ddot{Z}_0. \quad (6)$$

ფორმულებში (1) და (6) შემავალი ცვლადების და უცნობების მნიშვნელობები განიხილულია და მოცემულია შრომებში [1,2].

აღსანიშნავია, რომ ნაგებობათა საანგარიშო-დინამიკური მოდელების გაანგარიშების პროგრამების შედგენისას აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით, მაგალითად, ალგორითმულ ენაზე FORTRAN-ზე, სისტემის სიხისტის მატრიცის ფორმირებისათვის ზემოთ აღნიშნული დინამიკური წონასწორობის განტოლებები იწერება DO - ოპერატორის მეშვეობით, ციკლში, საანგარიშო-დინამიკური მოდელების მქონე ყველა კვანძისათვის, ყველა სახის დეფორმაციისათვის, მატრიცის შესაბამის საზღვრებში. ამ შემთხვევაში სისტემის სასაზღვრო კვანძებისათვის გარდაუვალია ფაქტიური, არარსებული დამატებითი კვანძებისა და ღეროების შემოსვლა, რომლებიც თავიანთ მახასიათებელ მნიშვნელობებში უნდა უტოლდებოდნენ ნულს. მაგრამ აღნიშნულ შემთხვევაში მკვეთრად იზრდება ორგანოზომილებიანი სიხისტის მატრიცის განზომილება და მისი მთავარი დიაგონალის ადგილებში ამ კვანძებისათვის ჯდება ნულები, რაც არ არის სასურველი, ვინაიდან საერთო სიხისტის მატრიცას ხდის ძნელად ამოხსნადს და ზოგჯერ - ამოუხსნადს თანამედროვე გამოთვლით ემმ-ზე.

ამიტომ აღნიშნული სიძნელების თავიდან აცილების მიზნით მივმართავთ სიხისტის მატრიცის აგების სხვა ხერხს, კერძოდ, ყოველი განსახილველი სისტემის სასაზღვრო კვანძებისათვის იწერება „ჩამოჭრილი“ წონასწორობის განტოლებები, რაც მიიღწევა სისტემის არარსებული კვანძების და ღეროების დამახასიათებელი მახასიათებლების ნულთან გატოლებით და შესაბამისად განტოლებებიდან ამოგდებად, ხოლო ყველა შიდა კვანძისათვის, ციკლის ოპერატორში იკრიბება სრული წონასწორობის განტოლებები. განსახილველი საანგარიშო სქემისათვის ქვემოთ მოყვანილი კვანძებისათვის განიხილება მხოლოდ მოსაზღვრე ღეროები, შესაბამისად: კვანძი 1-თვის - am და ae ღეროები, კვანძი 2 - ma; mn და mb; კვანძი 3 - bm და bf; კვანძი 7 - ce და ck; კვანძი 8 - kd, kn და kc და ა. შ., და მხოლოდ შიდა მე-5 კვანძისათვის ფიგურირებს ოთხი მოსაზღვრე ღერო ne, nm, nf და nk (სურ. 2).



სურ. 1. კვანძური დრეკადი ჩამაგრებების და გადაადგილებების განაწილება სისტემებისათვის ა) ჯვარედინის, ბ) ჩარჩოვანის

ნებულა აგრეთვე დამატებითი იდენტიფიკატორების შემოყვანა, რაგორცაა:

$$MXM1 = MX-1; MZM1 = MZ-1; MXMZP1 = MXMZ+1; XMZM1 = MXMZ-1; MXMZU2 = MX \cdot MZ \cdot 2; MXMZU3 = MX \cdot MZ \cdot 3; NSNS = MXMZU3 \cdot MXMZU3 \text{ და ა. შ.}$$

დანარჩენი იდენტიფიკატორები, რომლებიც მოიცავენ ზემოთ მითითებულ ცვლადების კომბინაციებს, განისაზღვრება უშუალოდ მათი გამოყენების წინ.

ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების კვანძებში მოსული მასების თავისუფლების ხარისხის $KSSGK$ და $KSSGR$ რაოდენობისას, შესადგენი სიხისტის მატრიცების საერთო სივრცეები მიიღება შესაბამისად:

$$NSK = MXMZ \times KSSGK; NSR = MXMZ \times KSSGR.$$

იმ შემთხვევაში, მაგალითად, როდესაც $KSSGK = KSSGR$, განსახილველი სისტემებისათვის სიხისტის მატრიცების ელემენტების საერთო რიცხვი მიიღება ტოლი:

$$NSNS = NSK \times NSK = NSR \times NSR.$$

ჯვარედინ ღეროვან სისტემაში განიხილება შემდეგი ძალები (ცხრ. 1): გადაძქრელი ძალები OY - ღერძის მიმართულებით - $\|\vec{Q}_i^y\|$, მღუნავი მომენტები იმავე მიმართულებით (OX - ღერძის ირგვლივ) - $\|\vec{M}_i^{\varphi x}\|$ და მგრეხავი მომენტები OZ - ღერძის ირგვლივ $\|\vec{M}_i^{\varphi z}\|$.

ჩარჩოვან ღეროვან სისტემაში განიხილება შემდეგი ძალები (ცხრ. 1): გა-

ზემოთ აღნიშნული ხერხი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ განსახილველი სისტემისათვის სიხისტის მატრიცების განზომილება, სისტემის სიხისტის კვანძების ჯერადი რიცხვის ტოლი, რითაც აბსოლუტურად გამოირიცხება საერთო სიხისტის მატრიცაში მთავარ დიაგონალზე ნულოვანი წევრის გამოჩენა, მატრიცა იქცევა ადვილად ამოხსნად და მდგრად მატრიცად.

ნაშრომში გათვალისწინებულია განსახილველი სისტემის დაწვევრიანება ვერტიკალური საკოორდინატო ღერძის მიმართ ($MZ-1$) და ჰორიზონტალური საკოორდინატო ღერძის მიმართ ($MX-1$) ღეროებით, სადაც MZ და MX კვანძური მასების რაოდენობაა ამავე ღერძების მიმართ შესაბამისად. კვანძური მასების საერთო რაოდენობა ამასთან, რეგულარული სისტემებისათვის შეადგენს $MXMZ = MX \cdot MZ$. ვერტიკალური ღეროების რაოდენობა იქნება $kV = (MZ-1) \cdot MX$, ხოლო ჰორიზონტალურების $KG = (MX-1) \cdot MZ$. ღეროების საერთო რაოდენობა კი რეგულარული სისტემებისათვის შეადგენს: $KSTS = (MZ-1) \cdot MX + (MX-1) \cdot MZ$.

შემდგომი განაგარიშებებისათვის გათვალისწინებულია აგრეთვე დამატებითი იდენტიფიკატორების შემოყვანა, რაგორცაა:

$$MXM1 = MX-1; MZM1 = MZ-1; MXMZP1 = MXMZ+1; XMZM1 = MXMZ-1; MXMZU2 = MX \cdot MZ \cdot 2; MXMZU3 = MX \cdot MZ \cdot 3; NSNS = MXMZU3 \cdot MXMZU3 \text{ და ა. შ.}$$

დანარჩენი იდენტიფიკატორები, რომლებიც მოიცავენ ზემოთ მითითებულ ცვლადების კომბინაციებს, განისაზღვრება უშუალოდ მათი გამოყენების წინ.

ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების კვანძებში მოსული მასების თავისუფლების ხარისხის $KSSGK$ და $KSSGR$ რაოდენობისას, შესადგენი სიხისტის მატრიცების საერთო სივრცეები მიიღება შესაბამისად:

$$NSK = MXMZ \times KSSGK; NSR = MXMZ \times KSSGR.$$

იმ შემთხვევაში, მაგალითად, როდესაც $KSSGK = KSSGR$, განსახილველი სისტემებისათვის სიხისტის მატრიცების ელემენტების საერთო რიცხვი მიიღება ტოლი:

$$NSNS = NSK \times NSK = NSR \times NSR.$$

ჯვარედინ ღეროვან სისტემაში განიხილება შემდეგი ძალები (ცხრ. 1): გადაძქრელი ძალები OY - ღერძის მიმართულებით - $\|\vec{Q}_i^y\|$, მღუნავი მომენტები იმავე მიმართულებით (OX - ღერძის ირგვლივ) - $\|\vec{M}_i^{\varphi x}\|$ და მგრეხავი მომენტები OZ - ღერძის ირგვლივ $\|\vec{M}_i^{\varphi z}\|$.

ჩარჩოვან ღეროვან სისტემაში განიხილება შემდეგი ძალები (ცხრ. 1): გა-

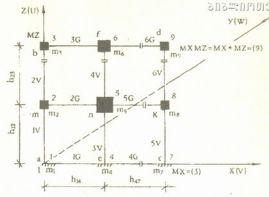
დამჭრელი ძალები OX – ღერძის მიმართულე-
ბით – $\|\vec{Q}_i^x\|$, მღუნავი მომენტები იმავე მიმარ-
თულებით (OY ღერძის ირგვლივ) – $\|\vec{M}_i^y\|$ და
ვერტიკალური ძალები OZ – ღერძის გასწვრივ
– $\|\vec{N}_i^z\|$. ძალებში მითითებული ინდექსი i იცე-
ლება შემდეგ საზღვრებში $i = 1 \div MXMZ$.

განივი მიმართულებით მიიღება გადაადგი-
ლებების – W აღნიშვნა, გრძივი – V , ხოლო ვერ-
ტიკალურში – U .

განივი, ბრუნვითი განივი მიმართულებით და
გრძივითი დეფორმაციების მნიშვნელობები ჯვარე-

დინი სისტემებისათვის მიიღება შემდეგი სახით: W_i, FTX_i, FIZ_i , ხოლო ჩარჩოვანი
სისტემებისათვის მიიღება გრძივი, ბრუნვითი გრძივი მიმართულებით და ვერტიკა-
ლური დეფორმაციების მნიშვნელობები შემდეგი სახით: V_i, FIY_i, U_i .

ერთი ელემენტის სიხისტის მატრიცებში ზემოთ აღნიშნული ძალები და დე-
ფორმაციები განლაგდება, განსახილველი სისტემების სიხისტის მატრიცების NSK
და NSR – საერთო სიგრძეების საზღვრებში, ქვემოთ მოყვანილ შემდეგ ინტერვა-
ლებში (ცხრილი).



სურ. 2. საანგარიშო სქემები ჯვარედი-
ნი და ჩარჩოვანი სისტემების
ფრაგმენტისა და ნებისმიერი
რაოდენობის (MXMZ-ის ტოლი)
მასების მქონე სისტემებისათვის

ცხრილი 1

განსახილვე- ლი სისტემა	განლაგება საერთო სიხისტის მატრიცაში		ცვალებადობის საზღვრები	
	სვეტებზე	სტრიქონზე	საიდან	სადამდე
ჯვარედინი	$\begin{bmatrix} \vec{Q}_i^w \\ \vec{M}_i^y \\ \vec{M}_i^z \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \vec{w}_i \\ F\vec{I}X_i \\ F\vec{I}Z_i \end{bmatrix}$	1	$MXMZ$
			$MXMZP1$	$MXMZU2$
			$MXMZU2+1$	$MXMZU3$
ჩარჩოვანი	$\begin{bmatrix} \vec{Q}_i^v \\ \vec{M}_i^y \\ \vec{N}_i^z \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \vec{v}_i \\ F\vec{I}Y_i \\ \vec{U}_i \end{bmatrix}$	1	$MXMZ$
			$MXMZP1$	$MXMZU2$
			$MXMZU2+1$	$MXMZU3$

ცხრილში შემავალი i მნიშვნელობები მიიღება ყოველი ღეროვანი ელემენტის
ორივე ბოლოსათვის.

$$\|SK_i\| = \begin{bmatrix} \vec{Q}_i^w \\ \vec{M}_i^y \\ \vec{M}_i^z \end{bmatrix}; \|SR_i\| = \begin{bmatrix} \vec{Q}_i^v \\ \vec{M}_i^y \\ \vec{N}_i^z \end{bmatrix};$$

$\|SK_i\|$ და $\|SR_i\|$ შიდა ძალების მახასიათებელი ვექტორებია, რომლებიც აღიძ-
ვრება ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების ღეროვანი ელემენტების ბოლოებში
(i დებულობს მორიგეობით ღეროს ორივე ბოლოების ინდექსების მნიშვნელობებს).

$$\|Z\vec{K}_i\| = \begin{bmatrix} \vec{W}_i \\ F\vec{I}X_i \\ F\vec{I}Z_i \end{bmatrix}; \|Z\vec{R}_i\| = \begin{bmatrix} \vec{V}_i \\ F\vec{I}Y_i \\ \vec{U}_i \end{bmatrix};$$

ცვალებადობის
საზღვრები

$Y_i(W_i)$	MXMZ	MXMZP1	φ_i^x	MXMZU2	MXMZU2+1	φ_i^z	MXMZU3
------------	------	--------	---------------	--------	----------	---------------	--------

[GK] =

[KK ₁₁]	[KK ₁₂]	[KK ₁₃]
[KK ₂₁]	[KK ₂₂]	
[KK ₃₁]		[KK ₃₃]

ცვალებადობის
საზღვრები

$X_i(V_i)$	MXMZ	MXMZP1	φ_i^y	MXMZU2	MXMZU2+1	$Z_i(U_i)$	MXMZU3
------------	------	--------	---------------	--------	----------	------------	--------

[GR] =

[KR ₁₁]	[KR ₁₂]	
[KR ₂₁]	[KR ₂₂]	[KR ₂₃]
	[KR ₃₂]	[KR ₃₃]

ცვალებადობის
საზღვრები

$Y_i(W_i)$	MXMZ	MXMZP1	φ_i^x	MXMZU2	MXMZU2+1	φ_i^z	MXMZU3
------------	------	--------	---------------	--------	----------	---------------	--------

[GK] =

[K ₁₁]	[K ₁₂]		[K ₁₄]			[K ₁₇]	[K ₁₈]	
[K ₂₁]	[K ₂₂]	[K ₂₃]		[K ₂₅]		[K ₂₇]	[K ₂₈]	[K ₂₉]
	[K ₃₂]	[K ₃₃]			[K ₃₆]		[K ₃₈]	[K ₃₉]
[K ₄₁]			[K ₄₄]	[K ₄₅]				
	[K ₅₂]		[K ₅₄]	[K ₅₅]	[K ₅₆]			
		[K ₆₃]		[K ₆₅]	[K ₆₆]			
[K ₇₁]	[K ₇₂]					[K ₇₇]	[K ₇₈]	
[K ₈₁]	[K ₈₂]	[K ₈₃]				[K ₈₇]	[K ₈₈]	[K ₈₉]
	[K ₉₂]	[K ₉₃]					[K ₉₈]	[K ₉₉]

ცვალებადობის
საზღვრები

$X_i(V_i)$	MXMZ	MXMZP1	φ_i^y	MXMZU2	MXMZU2+1	$Z_i(U_i)$	MXMZU3
------------	------	--------	---------------	--------	----------	------------	--------

[GR] =

[R ₁₁]	[R ₁₂]		[R ₁₄]					
[R ₂₁]	[R ₂₂]	[R ₂₃]		[R ₂₅]				
	[R ₃₂]	[R ₃₃]			[R ₃₆]			
[R ₄₁]			[R ₄₄]	[R ₄₅]		[R ₄₇]	[R ₄₈]	
	[R ₅₂]		[R ₅₄]	[R ₅₅]	[R ₅₆]	[R ₅₇]	[R ₅₈]	[R ₅₉]
		[R ₆₃]		[R ₆₅]	[R ₆₆]		[R ₆₈]	[R ₆₉]
			[R ₇₄]	[R ₇₅]		[R ₇₇]	[R ₇₈]	
			[R ₈₄]	[R ₈₅]	[R ₈₆]	[R ₈₇]	[R ₈₈]	[R ₈₉]
			[R ₉₅]	[R ₉₆]			[R ₉₈]	[R ₉₉]

სურ. 3. ქვემატრიცების სტრუქტურული განლაგება [GK] და [GR] სიხისტის მატრიცებში ჯვარდინი და ჩარჩოვანი სისტემებისათვის შესაბამისად

$\|ZK\|$ და $\|ZR\|$ ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების ერთი ელემენტის განზოგადებული დეფორმაციების ვექტორები ($i=f, n$).

შიგა ძალებსა და განზოგადებულ დეფორმაციებს შორის დამოკიდებულებები ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების ერთი ელემენტისათვის შესაბამისად, გამოიხატება შემდეგი მატრიცული დამოკიდებულებებით:

$$\|S\bar{K}_e\| = [GK_e] \|Z\bar{K}_e\|; \quad (7)$$

$$\|S\bar{R}_e\| = [GR_e] \|Z\bar{R}_e\|, \quad (8)$$

სადაც $[GK_e]$, $[GR_e]$ არის შესაბამისად, ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემების ერთი ელემენტის სიხისტის მატრიცები.

ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემებისათვის საერთო სიხისტის მატრიცები შესაბამისად $[GK]$ და $[GR]$, ფორმირდება შესაბამისი სისტემების ცალკეული ელემენტების სიხისტის მატრიცებიდან და საბოლოო სახით წარმოგვიდგება შემდეგნაირად:

სადაც $[KK_{ij}]$ და $[KR_{ij}]$ შესაბამისად ქვემოთ ჩამოთვლილი ბლოკური ქვემატრიცებია $[GK]$ და $[GR]$ მატრიცებში, სურ. 1 და სურ. 2-ზე წარმოდგენილი სისტემების ფრაგმენტისათვის.

გაშლილი სახით ბლოკური ქვემატრიცები $[KK_{ij}]$ და $[KR_{ij}]$ სისტემების ფრაგმენტისათვის (სურ. 2), $[GK]$ და $[GR]$ სიხისტის მატრიცებში წარმოდგენილია სურ. 3-ზე.

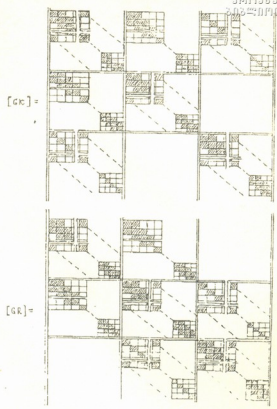
მთელი სისტემისათვის, მასების ნებისმიერი რაოდენობის შემთხვევაში, $[GK]$ და $[GR]$ საერთო სიხისტის მატრიცების სტრუქტურები წარმოდგენილია სურ. 4-ზე.

აღსანიშნავია, რომ განსახილველი სისტემებისათვის, მასების რაოდენობის გაზრდის შემთხვევაში $[KK_{ij}]$ და $[KR_{ij}]$ ქვემატრიცებისა და შესაბამისად, საერთო სიხისტის მატრიცების $[GK]$ და $[GR]$ რანგი იზრდება.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ე. ზავრიევის სახ. სამშენებლო მექანიკისა და სეისმოძვედგობის ინსტიტუტი

ლიტერატურა



სურ. 4. საერთო სიხისტის მატრიცების სტრუქტურული სახეები ჯვარედინი და ჩარჩოვანი სისტემებისათვის შეფურსული მასების ნებისმიერი რაოდენობით

1. М. А. Марджанишвили. Методика учета пространственной работы и протяженности современных зданий при расчете их на сейсмические воздействия. М., 1976, 110.
2. С. П. Гелхвидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1989.
3. "მოამბე", ტ. 155, №3, 1997



ც. მირცხულავა (აკადემიკოსი)

ეკოლოგიური რღვევების (დაზიანებების) ზღვრული ტოლერანტული მნიშვნელობების დადგენა

წარმოდგენილია 27.01.1997

ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისას, გარემოს მიერ ანთროპოგენური ზემოქმედების მიმართ წინააღმდეგობის გაწევის უნარსა და ბუნებრივი ზონების სახეზე არის დამოკიდებული სხვადასხვა სახის ეკოლოგიური რღვევები. ეკოლოგიური მდგომარეობა უარესდება მაშინაც, როდესაც ბუნებრივი რესურსების ათვისება წარმოებს ბუნების სარგებლობის არასრულყოფილი სტრატეგიით, ბუნების დაცვის ღონისძიებების განსახორციელებლად არაა საკმარისი სახსრები და როდესაც წამოიჭრება საკონფლიქტო სიტუაციები, რომელთაც გააჩნიათ ეკოლოგიურთან ერთად ეკონომიური, ტექნიკური, სამართლებრივი და სოციალური ასპექტები (არაა გათვალისწინებული მოსახლეობის ცხოვრების ღონის ცვლილებების ეკოლოგიურ ღონისძიებათა მკაცრად გატარების შედეგად).

ეკოსისტემის ელემენტის რღვევის, დაზიანების ქვეშ იგულისხმება ეკოსისტემის მდგომარეობის ცვლილება, რომლის დროსაც ადგილი აქვს საკონტროლო პარამეტრების ნორმალურიდან გადახრას.

რღვევა, დაზიანება, რომლის დროსაც სისტემა, თუმცა გაუარესებული მაჩვენებლებით, მაგრამ მაინც განაგრძობს ფუნქციონირებას და მის მიერ ამ პირობებში სამუშაოს გაგრძელება ეკონომიური, ეკოლოგიური და სოციალური ფაქტორების გათვალისწინებით მიზანშეწონილია, ითვლება ტოლერანტულად. *Tolerantia* ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს მოთმენას. პრობლემის დროა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ტოლერანტული დაზიანების საზღვრების არჩევისას, ეკოლოგიური პოლიტიკის გატარებისას განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ეკოლოგიური ზარალის მინიმიზაციასთან ერთად რეგიონის მოსახლეობის კეთილდღეობის გათვალისწინება.

ეკოსისტემების შემადგენელ სხვადასხვა ნაწილზე, ობიექტზე დაკვირვება თვალნათლივ გვიჩვენებს, რომ სულ ძნელი და ძნელი ხდება ეკოლოგიური სისტემების ფუნქციონირება ეკოლოგიური რღვევების, დაზიანების გარეშე. ხშირად ბუნებაში ეკოლოგიური რღვევების დამწევა იმდენად სახიფათოა, რომ იგი ძვირად უჯდება თვით დედაბუნებას. ეს იმაზე მიგვიჩვენებს, რომ ეკოლოგიური სტაბილურობის ნებისმიერ ფასად მიღწევა ხშირად დაუსაბუთებელია და ზოგჯერ კი უპრობაა. ამრიგად, საჭიროა გზების ძიება, რომ ობიექტის ფუნქციონირებისას დამწეველ იქნეს დაზიანებები, რღვევები რაღაც ზღვრებში. პრაქტიკა არაიმეორებით მოწმობს იმისა, რომ დაზიანება არსებით გააღვიძებს ვერ ახდენს სისტემის

ფუნქციონირებაზე, მის პარამეტრებზე.

ზოგიერთი ეკოლოგიური დაზიანების, რღვევების დაშვება მოითხოვს უპირველეს ყოვლისა საიმედოობის მაჩვენებლების დადგენას, რადგან ამ უკანასკნელზე დამოკიდებული სისტემის თვისობრივი მაჩვენებლების მდგრადობა, საანალოზო სისტემების ობიექტების უსაფრთხოება და რესურს დაზოგვის უნარი [1].

მოვლენის ანალოზი გვიჩვენებს, რომ ტოლერანტული ეკოლოგიური რღვევების რეგლამენტირების სიდიდის დადგენის საშუალებას იძლევა საიმედოობის თეორიაზე დაფუძნებული მეთოდოლოგია. საიმედოობის თეორიის გამოყენების პრაქტიკა ტექნიკურ სისტემებში წამოჭრილი ანალოგიური საკითხების გადასაჭრელად გვიჩვენებს [2-4], რომ ამ თეორიის მეთოდების გამოყენებით შეიძლება ვეძებოთ ტოლერანტული ეკოლოგიური რღვევების რეგლამენტირების ამოცანების ამოხსნის გზები, იმ ამოცანებისა, რომლებიც წამოიჭრება ეკოსისტემების და მათი ელემენტების ექსპლუატაციის და რეკონსტრუქციისას. ასეთი ამოცანები შეიძლება იყოს: ობიექტის საიმედო ფუნქციონირებისათვის საჭირო ღონისძიებანი, აგრეთვე იმ ღონისძიებათა შემუშავება, რომელიც შეამცირებს მაგალითად ეროზიის, ცვეთის, გატუჟყიანების, დაბერების და ა. შ. მავნე ზემოქმედებას. აღნიშნული თეორია საშუალებას იძლევა სრულად გამოვიყენოთ სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის მონაპოვარი, უფრო ცხადად განვსაზღვროთ ეკოსისტემების და მათი ელემენტების როლი განსახილველ რეგიონისათვის, შევქმნათ ნორმატივები [2-4].

ავტორის უკანასკნელ შრომებში [1,5,6] მკვლევარების ყურადღება მიპყრობილია ამ თეორიის საშუალებებზე წყლის სხვადასხვა ეკოსისტემების ფუნქციონირების შესაფასებლად. შემოთავაზებულია კრიტერიუმი, ანგარიშის სქემა, რის მეშვეობითაც შეიძლება შედარებულ იქნეს სხვადასხვა ეკოსისტემების ფუნქციონირების უნარი, მტყუნების ალბათობა.

ამოცანების ამოხსნისას ეკოლოგიური სისტემა შეიძლება განვიხილოთ როგორც სხვადასხვა ობიექტებისაგან, ელემენტებისაგან შემდგარი სისტემა. შეიძლება ჩაითვალოს, რომ თითოეული მათგანი იმყოფება ნორმალურ ან მტყუნების მდგომარეობაში. ობიექტებად (ელემენტებად) იწოდება ეკოლოგიური სისტემების შემადგენელი ნაწილები, რომლებიც კვლევის დროს განიხილება როგორც ერთიანი და არ დანაწევრდება. ელემენტის (ობიექტის) ქვეშ იგულისხმება სისტემის ის ნაწილი, რომელსაც მიეყვართ სისტემის მტყუნებამდე. ყოველი ელემენტი შეიძლება დახასიათებულ იქნეს თვისობრივი პარამეტრებით. ეს უკანასკნელი კი შესაძლებელია გამოისახოს ფიზიკური ერთეულებით, მაგალითად წყლის ობიექტებისათვის: გამტარუნარიანობა, წყლის დონე, ზღვრული გარეცხვა, ზღვრული გატუჟყიანება და ა. შ.

ჩვენ გვესახება, რომ სისტემებისა და ობიექტებისათვის, რომლებიც პოტენციურად სახიფათო არიან ეკოლოგიური რღვევების აღსაწერად, საიმედოობის საყოველთაოდ მიღებული განმარტება მიზანშეწონილია გაფართოვდეს და გამოისახოს შემდეგნაირად: საიმედოობა - ესაა ობიექტის თვისება შეასრულოს მასზე დაკისრებული ფუნქციები მოცემული მოცულობით ფუნქციონირების განსაზღვრულ პირობებში, იმის აუცილებელი გათვალისწინებით, რომ არ დაირღვეს დაუშვებელ



ფარგლებში ეკოლოგიური წონასწორობა. ამ დროს საიმედოობის თეორიის გამოყენებული „მტყუნების“ ცნება, რომელიც ასახავს ობიექტის მიერ ეკოლოგიური წონასწორობის რღვევის შემთხვევაში მისი თვისების კარგვას, მოითხოვს კონკრეტისაციას. ამ პირობებში „მტყუნებას“ განსაზღვრავს შემთხვევითი ხდომილება, რომელიც შექმნილი გარემო პირობების დროს გამოიწვევს ობიექტის ნორმალური ფუნქციონირების მოშლას და მოითხოვს გარკვეულ დანახარჯებს ობიექტის საწყისი პირობების ეფექტიანობისა და ესთეტიკური სახის აღსადგენად და ა. შ.

საკითხისადმი სათანადო მიდგომამ უნდა მოგვცეს საშუალება გამოვძებნოთ გზა კრიტიკული სიტუაციების გამოვლენის სიხშირის შესამცირებლად და არ უნდა ვეცადოთ რღვევების სრულ ლიკვიდაციას.

ცხადია რღვევის, დაზიანების სიდიდე და ხარისხი დამოკიდებულია სისტემის მდგომარეობაზე, მის მდგრადობაზე, სისტემის მდგომარეობის ცვლილების სიდიდესა და ზემოქმედების ცვლილების ხასიათზე.

ნებისმიერი სისტემა შეიძლება იყოს ეკოლოგიურად მდგრადი და არამდგრადი. მდგრადი სისტემის ქვეშ იგულისხმება, წონასწორული მდგომარეობის შენარჩუნება, სისტემის შესაძლებლობა ეწინააღმდეგოს განსაზღვრულ ზემოქმედებას [1].

ეკოლოგიური მდგრადობის ქვეშ იგულისხმება ობიექტის თვისება უცვლელად შეინარჩუნოს ეკოლოგიური წონასწორობა დადგენილ საზღვრებსა და მოცემულ დროში.

თუ გავანალიზებთ ობიექტის წყობიდან გამოსვლის პროცესს, სათანადოდ დასაბუთებულად შეიძლება ჩაითვალოს ეკოსისტემის ელემენტების მტყუნება შემთხვევით ხდომილებად. ამ დამოკიდებულების პოსტულირება იძლევა საშუალებას სისტემის უმტყუნო ფუნქციონირება შეფასდეს საკმაოდ მარტივად - მათი ცალკეული ელემენტების უმტყუნო ფუნქციონირების ალბათობების გადამრავლებით [2-4].

$$P_x = P_1(t) \cdot P_2(t) \dots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (1)$$

სხვადასხვა სისტემის უმტყუნო ფუნქციონირების ალბათობის, აგრეთვე მტყუნებების, ობიექტების და მათი ელემენტების წყობიდან გამოსვლის აღსაწერად ხშირად იყენებენ გამოვარდნის თეორიის, ელემენტარულ, კუმულატურ, პუასონისა და მარკოვის ტიპის მოდელებს. ამასთან ერთად პერსპექტიულად გვეჩვენება ალბათური-ეკონომიკური მოდელიც [2-4].

არგუმენტის ხასიათის მიხედვით გამოირჩევა მოდელები განპირობებულნი დისკრეტული და განუწყვეტელი დროით თვისებების როგორც სივრცისეულ, ისე ერთ- და ორგანზომილებაზე დამოკიდებულებით. ბუნებრივია, რომ შერჩეული მოდელი უნდა ესაბამებოდეს მკვლევარის განკარგულებაში არსებულ სტატისტიკურ მონაცემებს და არ იყოს ე. წ. „ყურით მოთრეული“. მტყუნების აღმწერი მოდელი დაფუძნებულია ალბათობის ელემენტარულ თეორიაზე და იწოდება ელემენტარულად. ელემენტარულ მოდელად პირველ რიგში იწოდებიან ისეთი მარტივი



მოდელები, როგორცაა გარეშე შემოქმედება - წინააღმდეგობის უნარი (დენდროვირთვა - სიმტკიცე). ეს მოდელები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იმ ამოცანების ამოსახსნელად, რომელიც მოცემული პარამეტრების გადაცილებით აღიწერება. როდესაც მოცემულია ალბათობის სიმკვრივე, მაშინ:

$$P(t) = \iint P(R \cdot \mathcal{P}) dR \cdot d\mathcal{P}, \quad (2)$$

სადაც \mathcal{P} განზოგადებული გარე შემოქმედებაა;

R - განზოგადებული წინააღმდეგობის უნარი;

როდესაც არის საფუძველი, ჩათვლით \mathcal{P} , R ნორმალურად განაწილებულად, მტყუნო ფუნქციონირების ალბათობის დადგენა მარტივდება

$$P(t) = \Phi(M_R - M_{\mathcal{P}}) / \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_{\mathcal{P}}^2}, \quad (3)$$

სადაც $M_{\mathcal{P}}$, M_R , $\sigma_{\mathcal{P}}$, σ_R შემოქმედების და წინააღმდეგობის უნარის მათემატიკური ლოდინი და საშუალო კვადრატული გადახრაა შესაბამისად.

$\Phi(\cdot)$ გაუსის ნორმალური განაწილების ფუნქციაა, როდესაც სისტემის წყობიდან გამოსვლა განპირობებულია დეგრადაციული პროცესით. მტყუნებამდე დროის გამოთვლის გასამარტივებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნორმალურთან ერთად ლოგარითმული, ვეიბულის განაწილებები [3].

პრაქტიკაში არცთუ ისე იშვიათად გვხვდება სისტემები, ობიექტები, რომლებიც ხასიათდებიან განსაზღვრულ დროის განმავლობაში შესამჩნევი მნიშვნელოვანი დაზიანებებით, რღვევებით [6,7]. ხშირად ეს დაზიანებები გამოწვეულია ბუნებრივ გარემოზე ანთროპოგენური შემოქმედებით. ამიტომ ეკოლოგიური მდგრადობის შენარჩუნების უზრუნველსაყოფად საჭიროა ემართოთ არა ბუნებრივი, არამედ ადამიანთა შემოქმედება. მეცნიერებას ძალუძს და უნდა ეძიოს გზები ბუნებაზე ამგვარი შემოქმედების განსახორციელებლად.

ტოლერანტული რღვევების, დაზიანებების დამწევის დროს განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ეკოლოგიური ზარალის მინიმიზაციასთან ერთად მოსახლეობის მაქსიმალური კეთილდღეობის მიღწევა.

თუ მიზნად დავისახავთ მოსახლეობისადმი მიყენებული ზარალის მინიმიზაციას (ცხოვრების დონის მაქსიმიზაციას), განტოლება, რომელიც მოგვცემს საშუალებას დავადგინოთ ტოლერანტული რღვევის ზღვარი, ექნება შემდეგი სახე:

$$(D_p)_{\min} = E(t) / [(\eta_R - (C_e(t) + D_e))], \quad (4)$$

$E(t)$ არის ექსპლუატაციის ეფექტის მიყვანილი მნიშვნელობა;

η_R - საიმედოობის კოეფიციენტი;

$C_e(t)$ - ობიექტის შესაქმნელად და ექსპლუატაციისათვის საჭირო დანახარჯების ჯამი;

D_p - ზარალი, რომელიც განისაზღვრება განსახილველი რეგიონის (ტერიტორიის) მოსახლეობის კეთილდღეობის შემცირებით;

D_e - ზარალი, რომელიც დაკავშირებულია ეკოლოგიურ რღვევებთან, აქ შედის ყველა სახის დანაკარგები დაკავშირებული ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესებასთან.



საქართველოს
ეკონომიკური
აქტივობის
ინსტიტუტი

მოცემული განტოლება იძლევა საშუალებას, სახსრები მიმართულ ინჟინერულ საბუთებელი (მკაცრი) ეკოლოგიური უსაფრთხოების ზრდის ნაცვლად, რეგიონის მოსახლეობის კეთილდღეობის დონის ასამაღლებლად, ხატოვნად რომ ეთქვას, ბუნების გადარჩენა მისი მოსათმენი დაზიანებებით უნდა იქნეს მიღწეული.

ეკოლოგიურად საშიში ობიექტების (ენერგეტიკის, მელიორაციის და ა. შ.) განხორციელების შეზღუდვა არაიშვიათად იწვევს რეგიონის მოსახლეობის ცხოვრების დონის დაწევას. რეალური ცხოვრება მკაცრ ეკოლოგიზაციის პოლიტიკას ხშირად უმართავს სერიოზულ გამოცდას. ამიტომ მოსახლეობის კეთილდღეობის შენარჩუნებას უნდა მიეცეს პრიორიტეტული მნიშვნელობა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

წყალთა მეურნეობის და საინჟინრო ეკოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. Ц. Е. Мирцхулава. Экология, 3, 1992, 19-28.
2. В. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Л. Соловьев. Математические методы в теории надежности. М., 1965.
3. Надежность технических систем. Под ред. И. А. Ушакова. М., 1985, 608с.
4. Ts. E. Mirtskhoulava. Reliability of Hydro-Reclamation Installations. A.A.Balkema/Rotterdam, 1987, 300 p.
5. Ts.E. Mirtskhoulava. In: 6th IAHR International Symposium of Stochastic Hydraulics. Taipei, Taiwan, China (Taipei), 1992, 15-23.
6. Ts. E. Mirtskhoulava. Basic Physics and Mechanics of Channel Erosion, Tbilisi, 256 p.
7. Ц. Е. Мирцхулава. Водные рессурсы, 5, 1989, 82-89.

თ. შრუშაძე (საქალაქის წავრ-კორესკონდენტი), ნ. ჩიქიკოვა, ა. შრუშაძე

თიხამინერალეზი მდ. მტკვრის აუზის ალუვიურ ნიდაბებში

წარმოდგენილია 21.04.1997

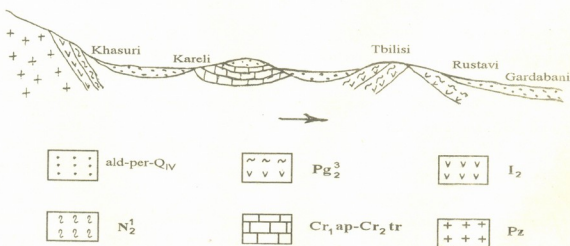
ცნობები ალუვიური ნიდაბების მინერალური შემადგენლობის შესახებ წარ-
 მოადგენს მნიშვნელოვან ინტერესს. მაგრამ ამ ნიდაბების მინერალური ნაწილის
 ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტი – ლექი – ჭერ კიდევ არასაკმარისადაა დახა-
 სიათებული.

აღნიშნულ სტატიამი მოყვანილია მდ. მტკვრის აუზის სხვადასხვა ნიდაბთ-
 წარმომქმნელ ქანებზე განვითარებული ალუვიურ ნიდაბებში თიხა მინერალების
 გამოკვლევის შედეგები.

მდინარე მტკვარი წარმოადგენს აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითად წყლის
 არტერიას. ჩვენს მიერ შესწავლილი იყო მდ. მტკვრის ალუვიური ნიდაბები ში-
 და ქართლის ვაკის არეალში. ეს ვაკე იკავებს დაბლობი ტყეების ზონას ზღვის
 დონიდან 500-700 მ ფარგლებში.

ნიდაბთწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია სხვადასხვა გენეზისის ფხვიე-
 რი ნაფენებით (სურ.1). ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია მუხებით, ტი-
 რიფებით, ვერხვებით. ამ ნიდაბების უმეტესი ფართობი იმყოფება სასოფლო-
 სამეურნეო სავარგულების ქვეშ.

კლიმატი ზომიერად თბილია. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა შე-



სურ.1. ნიდაბთწარმომქმნელი ქანები მდ. მტკვრის აუზში.
 al,d-per-QIV-ალუვიური, ქალის და ქალისზედა დელუვიური და პროლუვიური ნალექები; N¹-
 მიოპლიოცენური თიხები, ქვიშაქვები; Pg²-შუა- და ზედაეოცენური თიხები, ტუფოგენური
 ქვიშაქვები; Cr₁ ap-Cr₂ tr-ცარცული კომპლექსი; I₂ -შუაიურული პორფირიტული წყება; P_z
 - პალეოზოური კომპლექსი.



ადგენს 10,2-12,8⁰ C. იანვრის საშუალო ტემპერატურაა -1,3; -1,6⁰ C-მინუსი. ლური ტემპერატურა ეცემა -30⁰ C-მდე. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ექვსი-შვიდი თვეა. ივლისის საშუალო ტემპერატურა შეადგენს 20,5-21,7⁰ C. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა - 450-550 მმ.

ალუვიური ნიადაგები წარმოდგენილია ჭრ.ოს-2-ხაშურის მახლობლად (ოსი-აური), ნაპირიდან 100 მეტრში და ჭრ.ჭრ-5-ქარელთან, ნაპირიდან 250 მეტრში ერთდროულად შედარებისთვის შესწავლილი იყო ზონალური ნიადაგები, რომლებიც მდებარეობენ მე-II ტერასაზე. ასე მაგალითად, ჭრ.ოს-2-დან 4 კმ მანძილზე დაბალ მე-II ტერასაზე შესწავლილი იყო შავმიწა (ჭრ.ოს-4), მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი (ჭრ.ჭრ-1) მდებარეობდა ნაპირიდან 1,5 კმ მანძილზე მაღალ მე-II ტერასაზე. და ბოლოს, ჭრ.თბ-8 (მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი) აღებული იყო თბილისის მიდამოებში (დიღმის ვაკე) დაბალ მე-II ტერასაზე.

ალუვიური ნიადაგები ხასიათდება არაერთგვაროვანი პროფილით, არამყარი სტრუქტურით, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით, ტუტე რეაქციით, კარბონატულობით ზედაპირიდან, ფუძეებით მაძრობით, ძირითადი ჟანგეულების განაწილებაში გარკვეული არაერთგვარობით. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდება მძლავრი პროფილით, კარგად გამოხატული სტრუქტურით, შედარებით მძიმე მექანიკური შედგენილობით, ძირითადი ჟანგეულების არაერთგვაროვანი განაწილებით, K₂O გადიდებული შემცველობით: შავმიწა - ხასიათდება მძლავრი პროფილით, კარგად გამოხატული სტრუქტურით, ძირითადი ჟანგეულების თანაბარი განაწილებით.

მასალები ნიადაგების მაღალდისპერსული ფაზის მინერალოგიური შედგენილობის შესახებ მიღებული იყო ნ. გორბუნოვის [1] მეთოდით გამოყოფილი 0,001 მმ ნაკლები ფრაქციის გამოკვლევის შედეგად. 0,001 მმ ნაკლები ფრაქციის მინერალოგიური შედგენილობა განსაზღვრული იყო რენტგენდიფრაქტომეტრული მეთოდით კარლ ცეის იენის (გერმანია) ფირმის უნივერსალურ რენტგენდიფრაქტომეტრზე XZG-4A.

საფარ მინებზე მომზადებული ორიენტირებული პრეპარატების მიღება ხდებოდა სელიმენტაციის მეთოდით ჰაერ-მშრალ მდგომარეობაში (ა), გაჟღენთილი ეთილენგლიკოლით სოლვატაციის შემდეგ (ბ), 22 საათის განმავლობაში 5500 გახურების შემდეგ (ც). თიხა მინერალების დიაგნოსტიკა ხდებოდა მიღებული მითითებების საფუძველზე.

ჭრ. ოს-2 ნიადაგის მაგალითზე შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ ალუვიური ნიადაგების ძირითადი დომინირებული მინერალია (ისევე როგორც სხვა ნიადაგებში) სმექტიტი (ინდივიდუალური).

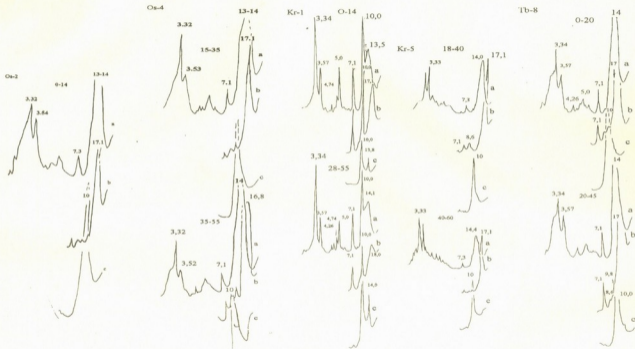
უმნიშვნელო მინარევით აღინიშნება კაოლინით-სმექტიტური შერეულშრიანი წარმონაქმნი, ჰიდროქარსები, წვრილდისპერსული კვარცი. აღნიშნული კომპონენტები საკმაოდ თანაბრად განაწილებული ნიადაგების პროფილის მიხედვით და ხასიათდება მინერალების მსგავსად როგორც შემადგენლობით, ისე კრისტალოქიმიური თავისებურებით.

შავმიწის (ჭრ.ოს-4) ზედა სახნავი ჰორიზონტის ძირითადი მინერალური ფაზების კრისტალოქიმიური აღინიშნება სმექტიტის ფაზის ძირითადი რეფლექსის ინ-

გამოკვლეული ნიადაგების ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური შემადგენლობა (გახურებით დანაკარგზე)

პრ.	ნიადაგი	ჰორიზონტი, სიღრმე, სმ	გახურ. დანაკ.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂ / R ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Fe ₂ O ₃
ოს-2	ალუვიური	A 0 - 15	23.18	60.19	17.81	10.92	0.91	2.60	4.81	1.59	1.72	0.26	4.13	5.73	14.75
		BC 15 - 30	22.85	62.14	18.72	10.33	0.84	2.47	4.03	1.59	1.95	0.31	4.18	5.66	15.94
		CD 30 - 50	22.20	59.14	20.22	10.82	0.89	2.62	3.65	1.69	0.69	0.15	3.71	4.93	14.50
ქრ-5	ალუვიური	AC 0 - 18	15.00	59.41	17.94	9.09	0.94	5.60	4.13	1.24	1.56	2.01	3.78	5.62	11.51
		CD 18 - 40	14.51	59.44	17.90	8.48	0.88	5.85	4.33	1.64	1.75	2.11	4.35	5.66	18.70
ქრ-1	მდელოს- ყავისფერი	A ₁ ' 0 - 14	19.66	56.91	21.39	10.29	1.02	1.61	4.22	2.60	3.59	0.29	3.47	4.54	14.81
		A ₁ " 14 - 28	18.50	59.04	20.66	10.21	1.01	2.58	3.38	0.74	3.44	0.17	3.69	4.87	15.37
		B ₁ 28 - 55	21.77	54.27	19.81	9.02	0.83	9.11	4.15	1.34	2.12	0.51	3.62	4.66	16.14
თბ-8	მდელოს- ყავისფერი	A 0 - 20	21.55	58.36	21.34	10.09	1.02	1.39	4.01	3.75	1.78	0.30	3.58	4.65	15.44
		AB 20 - 45	21.44	61.47	19.66	10.54	1.04	1.39	3.43	3.75	1.68	0.30	3.95	5.31	15.51
		B 45 - 75	21.82	61.38	19.14	11.90	0.99	1.41	3.20	4.48	1.69	0.36	3.90	5.44	13.82

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიწათმკვლევარების განყოფილება



სურ.2. გამოყვანილი ნიადაგების თიხის ფრაქციის რენტგენდიფრაქტოგრამები. ნიმუში ჰაერ-მშრალ მდგომარეობაში (a), გაფლენილი ეთილენგლიკოლით სოლვატიციის შემდეგ (b), 550° გახურების შემდეგ (c).

ტენსიურობის შემცირება. შესაძლებელია, ეს დაკავშირებულია ამ მინერალის სტრუქტურის ნაწილობრივ დარღვევასთან. კაოლინით-სმექტიტმაც განიცადა სტრუქტურული ცვლილებები - შემორჩა ფაზა კაოლინითის პაკეტების დომინირებით. სახნავ ჰორიზონტში აღინიშნება აგრეთვე წვრილდისპერსული კვარცის ზრდა.

ქრ.ქრ-5 ალუვიურ ნიადაგში 0,001 მმ ნაკლები ფრაქციის ძირითადი კომპონენტია ინდივიდუალური სმექტიტი, სმექტიური პაკეტების და ცეოლიტის მაღალი შემცველობის კაოლინით-სმექტიტის უმნიშვნელო მინარევით. პროფილის მიხედვით არ შეიმჩნევა რაიმე ცვლილებები არც მინერალების შემცველობასა და არც შენების კრისტალოქიმიურ თავისებურებებში.

ქრ.თბ-8 მდელოს-ყავისფერ ნიადაგში აგრეთვე ჭარბობს ინდივიდუალური სმექტიტი. მინარევის სახით დიაგნოსტირებულია კაოლინითი, ქლორითსმექტიტი, ჰიდროქარსები, წვრილდისპერსული კვარცი. პროფილის მიხედვით არ აღინიშნება რაიმე ცვლილებები როგორც ლექის კომპონენტების შემცველობაში, ისე მათ კრისტალოქიმიაში.

მეორე მდელოს-ყავისფერ ნიადაგში (ქრ.ქრ-1) 0,001 მმ ნაკლები ფრაქციის მინერალების შემადგენლობა წარმოდგენილია მუსკოვით - სერიციტული ტიპის ჰიდროქარსებით (10,0; 5,0; 3,34 Å), კაოლინითით (7,1; 3,57 Å), ქლორითით (14,1; 7,1; 4,74; 3,53 Å), წვრილდისპერსული კვარცით (4,26; 3,34 Å) და შერეულშრიანი ქარს-სმექტიტური წარმონაქმნით სმექტიტური პაკეტების მაღალი შემცველობით. ეს უკანასკნელი მკაფიოდ დიაგნოსტირდება ნიშნების ეთილენგლიკოლით სოლვატაციის დროს. აღნიშნული მინერალები ნიადაგის პროფილის მიხედვით განაწილებულია შეუცვლელად.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ხაშურთან მდებარე ნიადაგების (მდელოს-ყავისფერი-ქრ. ოს-2 და შავმიწა - ქრ.ოს-4) მინერალოგიური შემადგენლობა დამახასიათებელია მესამეული დროის ევაპორიტული აუზების ნიადაგებისათვის.

MgO მაღალი შემცველობა ტიპურია ნაფენებისათვის ინდივიდუალური სმექტიტის დომინირებით.

ისეთი კომპონენტების დაბალი შემცველობა, როგორცაა კაოლინითი, აგრეთვე განპირობებულია მინერალოგიური შემადგენლობის სპეციფიკით. ქრ.ქრ-1 ალუვიურ ნიადაგში K_2O მაღალი შემცველობა დაკავშირებულია მუსკოვით-სერიციტული ტიპის ქარს-ჰიდროქარსების სიჭარბესთან.

ამგვარად, ალუვიურ ნიადაგებს აქვთ საკმაოდ ერთგვაროვანი მინერალოგიური შემადგენლობა. ამ ნიადაგებში ჭარბობს ინდივიდუალური სმექტიტი. კაოლინითი და კაოლინით-სმექტიტი აღინიშნება უმნიშვნელო მინარევის სახით. ამასთან ერთად ქარელთან არსებული ალუვიური ნიადაგი (ქრ.ქრ-5) ხასიათდება მინარევების ნაკლები რაოდენობით - კაოლინითური პაკეტების დაბალი შემცველობის კაოლინით-სმექტიტის კვალით. შავმიწა და მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი (ქრ.თბ-8) აგრეთვე მეტ-ნაკლებად ახლოსაა ალუვიურ ნიადაგებთან. ეს გასაგებიცაა, რადგანაც მინერალოგიური შემადგენლობის შეცვლისათვის საჭიროა მნიშვნელოვანი დრო. ქარელთან განლაგებული მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი (ქრ.ქრ-



1) მკვეთრად განსხვავდება ლექის კომპონენტების შემადგენლობით, სერიციტული ტიპის ჰიდროქარსების, კაოლინითის, ქლორითის სიჭარბით. ეს აიხსნება იმით, რომ აღნიშნული ნიადაგი მდებარეობს შედარებით მაღალ მე-II ტერასაზე და მან გაიარა განვითარების უფრო ხანგრძლივი ისტორია და იმყოფება განვითარების უფრო მოწიფულ სტადიაზე.

საქართველოს სახელმწიფო აგარული უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *Н. И. Горбунов*. Высокодисперсионные минералы и методы их определения. М., 1963.



ე. ბიორბოზიანი, მ. კიკვიძე, შ. ხანიშვილი

ბანზილამინოპურინის ბავლენა ვაზის ფოთლებში ფოსფორის და აზოტის ნაერთთა ფორმების შემცველობაზე

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ნუცუბიძემ 24.10.1996

უკანასკნელ დროს მიღებულია მონაცემები იმის თაობაზე, რომ შესაძლებელია ერთგვარად შეეცვალოს სახეობის ონტოგენეზის პროგრამაში უკვე განმტკიცებული დონორ-აქცეპტორული ურთიერთობები გარემოს ფაქტორთა, აგროტექნიკის ან ფიციოლოგიურად აქტიური პრეპარატების დახმარებით [1]. ნაჩვენებია, რომ გლიფოსატის ხსნარით შაქრის ლერწმის ფოთლების დამუშავებისას საქაროზას კონცენტრაცია ყლორტებში 8-ჯერ გაიზარდა საკონტროლოსთან შედარებით [2]. ფუზიკოკინის გამოყენებით აღწევდნენ შაქრის ქარხალში ფოთლებიდან ფესვებში ასიმილატების გადანაცვლების გაძლიერებას [3]. ხორბლის თავთავის აბსციზინის მჟავათი დამუშავება აძლიერებდა თავთავის მომარაგებას პლასტიკური ნაერთებით და საბოლოოდ თესლის წონის მომატებას 20%-ით [4].

მითითებულია, რომ ციტოკინინების ზემოქმედებით ხდება ნივთიერებათა ცვლის საერთო სტიმულაცია, პირველ რიგში – რნმ-ის და ცილების სინთეზის. ამის გამო უჯრედის დაბერება ნელდება და იზრდება გამძლეობა გარემოს არახელსაყრელი პირობების მიმართ. ციტოკინინებით გამდიდრებული ნაწილების ბიოსინთეზური აქტივობა იზრდება და მისკენ ხდება ამინომჟავების, ფოსფატების, აუქსინების და სხვა ნივთიერებების გადანაცვლება [5].

ეს ცდები მიუთითებენ მცენარეში ასიმილატების განაწილების მართვის პრინციპულ შესაძლებლობაზე, მიუხედავად იმისა, რომ დონორულ-აქცეპტორული ურთიერთობების პროგრამა მოცემულია მემკვიდრულ აპარატში [1].

კვლევის მიზანი იყო შეგვესწავლა ბაპ-ის (ბენზილამინოპურინი) ზემოქმედებით აქცეპტორის მოთხოვნის გაძლიერების გავლენა ფოთლებში აზოტისა და ფოსფორის ნაერთთა შემცველობაზე.

საცდელად აღებული გვექონდა ვაზის ჯიში რქაწითელი, რომლის მტვენებს გამუშავებლად 0,005%-იანი ბაპ-ის ხსნარით. დაკვირვებას ვახდენდით ვაზის განვითარების ორ ფაზაში – ყვავილობის შემდეგ და მარცვლის ზრდის ფაზაში. ვაზის ყლორტიდან საანალიზოდ ვიღებდით ზედა და ქვედა მტვეანთან განლაგებულ ფოთლებს.

განვსაზღვრეთ ფოსფორის ნაერთთა ფორმები: საერთო, მინერალური, მჟავაში ხსნადი ორგანული, ნმ და ფოსფოლიპიდები. აზოტის საერთო, ცილოვანი და არაცილოვანი ფორმები.



ფოსფორის ნაერთთა ფრაქციონირებას და განსაზღვრას ვახდენდით მცირედ მოდიფიცირებული მეთოდით [6, 7]. აზოტის ფორმებს ვიკვლევდით ნ. სოლოვეივას და ა. რიხტერის მიერ მოდიფიცირებული კელდალის მეთოდით, ნესლერის რეაქტივის გამოყენებით [8].

მიღებული შედეგების განხილვამ გვიჩვენა, რომ ბაპ-ის გავლენით ყვავილობის ფაზის შემდეგ ფოსფორის საერთო შემცველობის უმნიშვნელო მატების ფონზე საცდელი ვაზების ზედა ზონის ფოთლებში მომატებულია მინერალური და ფოსფორიპიდეების ფოსფორი, ქვედა ზონის ფოთლებში კი – მინერალური და ნმ ფოსფორი. ფოსფორის სხვა ნაერთთა შემცველობა ორივე ზონის ფოთლებში შემცირებულია (ცხრილი 1).

მარცვლის ზრდის ფაზაში ვაზის ზედა ზონის ფოთლებში ბაპ-ის მოქმედებით აღინიშნება საერთო ფოსფორის მცირე მატება და შედარებით უფრო საგრძობია ნუკლეინის მჟავების ფოსფორის შემცველობის გაზრდა. მჟავაში ხსნადი ორგანული ფოსფორის და ფოსფორიპიდეების ფოსფორის შემცველობა კი იკლებს. რაც შეეხება მტევნის ფოთლებს, მათში მარცვლის ზრდის ფაზაში ბაპ-ის გავლენით საკონტროლოსთან შედარებით, ფოსფორის ნაერთთა ყველა ფორმა იმატებს.

ცხრილი 1

 ბაპ-ის გავლენა ფოსფორის ნაერთთა ფორმების შემცველობაზე P_2O_5 მგ%-ში

ფაზა	ფოსფორის ფორმები	ზედა ზონა		ქვედა ზონა	
		კონტროლი	ბაპ	კონტროლი	ბაპ
ყვავილობის შემდეგ	საერთო	494	502	424	431
	მინერალური	69	80	61	70
	მჟავაში ხსნადი ორგან.	60	56	56	54
	ნმ	144	131	107	118
	ფოსფორიპიდეები	221	235	199	189
მარცვლის ზრდის	საერთო	375	384	315	326
	მინერალური	77	78	67	68
	მჟავაში ხსნადი ორგანული	31	30	29	32
	ნმ	136	149	112	114
	ფოსფორიპიდეები	131	127	107	112

ბაპ-ის გავლენა აზოტის ფორმების შემცველობაზე (N %-ში მშრალ წონაზე)

ფოთლის ზონა	ვარიანტი	ყვავილობის შემდეგ			მარცვლის ზრდის ფაზა		
		საერთო	ცილოვანი	არა ცილოვანი	საერთო	ცილოვანი	არა ცილოვანი
ზედა ზონა	საკონტროლო	2.24	2.09	0.15	2.07	2.02	0.05
	ბაპ	2.49	2.37	0.12	2.24	2.14	0.10
ქვედა ზონა	საკონტროლო	2.07	2.01	0.06	1.16	1.11	0.05
	ბაპ	2.66	2.56	0.10	2.24	2.19	0.05

უნდა ვიფიქროთ, რომ საცდელი ვაზების ფოთლებში ფოსფორის ამა თუ იმ ნაერთის შემცველობის მატება შეიძლება გამოწვეული იყოს ბაპ-ით დამუშავებული მტევნების მიერ ასიმილატების გაძლიერებული „მოთხოვნით“, რაც იწვევს ფოთლების დონორული ფუნქციის გაძლიერებას. ეს განსაკუთრებით ეხება მინერალურ ფოსფორს, რადგანაც ცნობილია, რომ დონორიდან აქცეპტორისაკენ მიმავალი ასიმილატების ტრანსპორტის საწყის ეტაპზე მინერალურ ფოსფორს განსაკუთრებული როლი ეკუთვნის [9, 10].

ბაპ-ის ზემოქმედებით გარკვეული ცვლილებები აღინიშნა აზოტის ფორმების შემცველობაშიც (ცხრილი 2): ყვავილობის შემდგომ ფაზაში მტევნის ბაპ-ით დამუშავებამ გაზარდა საერთო და ცილოვანი აზოტი ვაზის ზედა ზონის ფოთლებში, ქვედაში კი აზოტის სამივე ფორმაში მოიმატა. მარცვლის ზრდის ფაზაში საცდელ ვარიანტებში აზოტის შემცველობა აღემატებოდა საკონტროლოს. აღსანიშნავია, რომ საერთო და ცილოვანი აზოტის მომატება საკონტროლოსთან შედარებით, გაცილებით მეტი რაოდენობით მოხდა მტევანთა ახლოს მდებარე ფოთლებში როგორც ყვავილობის შემდეგ, ასევე მარცვლის ზრდის ფაზაში.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ვაზის მტევნების ბაპ-ის ხსნარით დამუშავება და ამით მათი მატრაგირებელი ძალის გაზარდა შესაბამისად იწვევს დონორული ფუნქციის გაძლიერებას. მტევნის მოთხოვნის გაზარდაზე მეტად პასუხობს მის ახლოს განლაგებული ფოთლები, რომლებშიც შედარებით იმატებს აზოტისა და ფოსფორის ნაერთთა ფორმების შემცველობა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ნ. კეცხოველის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *А. Л. Курсанов*. Физиология растений, 31, в. 3, 1984.
2. *A. Maretzki, M. Thom*. Plant Physiol. 67, 4, 1981.
3. *S. Delrat, S. L. Bonnemain*. Physiol. veget. 17, 2, 1979.
4. *A. Tietz, H. Zudevig, M. Ding Kuhhn, K. Dorffing*. Planta, 152, 6, 1981.
5. *Э. Либберт*. Физиология растений. М., 1976.
6. *И. С. Кулаев, А. Н. Белозерский, Д. Н. Островский*. Биохимия, 26. в. 1961.
7. *Д. М. Седенко, К. Е. Овчаров*. Физиология растений, 6, 5, 1969.
8. *П. О. Соловьева, А. Т. Рихтер*. Научные труды селекционно-генетического института, в. IV, Одесса, 1959.
9. *К. Даффус, Дж. Даффус*. Углеводный обмен растений, М., 1987.
10. *А. Л. Курсанов*. Передвижение ассимилятов в растениях и проблема сахаронакопления. Фрунзе 1986.



მ. კახანაძე, მ. ბილანიშვილი, ნ. ფასუაშვილი

თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა კაკლის (*JUGLANS REGIA L.*), პეკანის (*CARYA PECAN ENGL.*) და შავი ფიჭვის (*PINUS NIGRA ARN.*) მტვრის მარცვალში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. გიგაურმა 19.09.1996

ამინომჟავები წარმოადგენენ პროტოპლაზმის ცილების ძირითად შემადგენელ ნაწილს. ცილა შეიცავს 20 ამინომჟავას და ორ ამიდს – ასპარაგინსა და გლუტამინს. სხვადასხვა მცენარეებში აღმოჩენილია 100-ზე მეტი ამინომჟავა.

მტვრის მარცვლის მეტაბოლიზმში დიდ როლს თამაშობს შაქრები [1], ამინომჟავები, აზოტოვანი ნივთიერებები, ცილები, ნუკლეინის მჟავები, ფერმენტები, პიგმენტები და ზრდის ნივთიერებები.

კრაფტენკოსა და ნესტეროვიჩის მონაცემების ფიჭვისებრთა ოჯახის სახეობებში, მტვრის მარცვალში აღმოჩენილია 15 ამინომჟავა და 11 მიკრო- და მაკროელემენტები [2].

ზოგიერთი ავტორი მცენარეში ამინომჟავების რიცხვისა და რაოდენობის ცვლილებას უკავშირებს ყინვაგამძლეობას. მცენარეთა კვირტებში სვენების პერიოდში ამინომჟავების შემცირებას, ხოლო სვენებიდან გამოსვლისას გაზრდას მიუთითებს ოკინა, პუსტოვოიტოვა [3, 4].

ცალკეული ამინომჟავებიდან აღენიშნავთ პროლინს, რომელსაც მნიშვნელობა აქვს გამძლეობისათვის.

პროლინის როლი დამტვერიანებასთან დაკავშირებით შესწავლილი აქვთ ბრიტიკოვსა და მუსატოვას [5]. ავტორები აღნიშნავენ, რომ პროლინი ხელს უწყობს მტვრის მარცვლის ნორმალურ ზრდას, შესაძლებელია ემბრიონის დასაწყის ეტაპზე. პროლინი მონაწილეობს ნივთიერებათა ცვლაში, აღიდებს გამძლეობას არახელსაყრელი პირობების მიმართ, არეგულირებს წყლის ბალანსს. პროლინის გაქრობა ან ძლიერი შემცირება იწვევს მტვრის მარცვლის სტერილურობას. [6].

კაკალი ძვირფასი ხე-მცენარეა, უხსოვარი დროიდან გამოიყენება საკვებად, სამკურნალოდ და სხვა. აქვს ძვირფასი მერქანი. გამოიყენება მერქანი, ნაყოფი, ნაჭუჭი, ფოთლები, წენგო და სხვა. ნაყოფი შეიცავს ცხიმს, ნახშირწყლებს, ვიტამინებს და სხვა. მსხმოიარობს 5-10 წლის ხნოვანებაში, ცოცხლობს 200-400 წელს.

პეკანი სწრაფმოზარდი მერქნიანი მცენარეა, გამოირჩევა დეკორატიულობით. გამოიყენება სატყეო მეურნეობასა და მწვანე მშენებლობაში. ნაყოფი თხელნაჭუჭაა, იხმარება საკვებად.

შავი ფიჭვი მნიშვნელოვანი დეკორატიული მცენარეა, გამოიყენება გამწვანებაში 1500 მეტრამდე ზ. დ. გვალვაგამძლეა. აქვს მძიმე კარგი მერქანი. 30-50

სიმადლის ხეა. ცოცხლობს 800-1000 წლამდე.

ამინომეჩავეების შემცველობა განესაზღვრეთ ქაღალდის ქრომატოგრაფიის მე-
 თოდით [7].

ამინომეჩავეების შემცველობა კაკლის, პეკანის და შავი ფიჭვის მტერის მარც-
 ვალში განსხვავებული მაჩვენებლებით ხასიათდება (ცხრილი).

ანალიზის შედეგად გამოირკვა, რომ კაკლის მტერის მარცვალი 13 ამინომეჩავეს
 შეიცავს. დიდი კონცენტრაციით აღინიშნა ასპარაგინი 75,6 მგ%, ცისტეინი 61,6
 მგ%, არგინინი 34,8 მგ% და ტრეონინი 34,3 მგ%. განსაკუთრებით ჭარბი რაო-
 დენობით აღინიშნა პროლინინი. დანარჩენი ამინომეჩავეები: ჰისტიდინი, ასპარაგინმ-
 ჟეა, გლუტამინი, გლუტამინმეჩაეა, ალანინი, თიროზინი შედარებით მცირე მგ.
 პროცენტით აღინიშნა.

პეკანის მტერის მარცვალი შეიცავს 12 ამინომეჩავეს, დიდი რაოდენობით აღი-
 ნიშნა ცისტეინი 10,8 მგ.%, ასპარაგინი 76,0 მგ.%, ასპარაგინმეჩაეა 67,7 მგ.%.
 ლიზინი 61,6 მგ%, ჰისტიდინი 56,7 მგ%, არგინინი 34,8 მგ% და ტრეონინი
 33,2 მგ%. პეკანიც ძლიერ დიდი ჭარბი რაოდენობით შეიცავს პროლინს. და-
 ნარჩენი ამინომეჩავეები: გლუტამანი, გლ. მეჩაეა, ალანინი, ტიროზინი შედარებით
 მცირეა.

შავი ფიჭვის მტერის მარცვალი შეიცავს 12 ამინომეჩავეს. დიდი რაოდენობი-

ც ხ რ ი ლ ი

თავისუფალი ამინომეჩავეების შემცველობა მტერის მარცვალში მგ%-ში

№	ამინომეჩავეები	მცენარის დასახელება		
		კაკალი Juglans regia	პეკანი Carya pecan	ფიჭვი Pinus nigra
1.	ცისტეინი	27,0	108,0	33,0
2.	ლიზინი	61,6	61,6	1,8
3.	ჰისტიდინი	18,2	56,7	142,5
4.	არგინინი	34,8	34,8	62,0
5.	ასპარაგინი	75,6	76,0	126,0
6.	ასპარაგინმეჩაეა	23,1	67,7	92,2
7.	გლუტამინი	3,0	4,0	2,2
8.	გლუტ. მეჩაეა	7,8	10,0	3,0
9.	ტრეონინი	34,3	33,2	29,6
10.	პროლინინი	დიდი რაოდენობით+	დიდი რაოდენობით+	დიდი რაოდენობით+
11.	ალანინი	13,5	19,6	3,8
12.	თიროზინი	1,0	1,5	კვალი
13.	ტრიფტოფანი	კვალი		
	ჯამი	306,9	470,4	519,6
	რაოდენობა	13	12	12

თაა ჰისტიდინი 142,5 მგ%, ასპარაგინი 126,0 მგ%, ასპარაგინმჟავა 92,2 მგ%, არგინინი 62 მგ%, ცისტეონი 33,0 მგ%, ტრეონინი 29,6 მგ%. ფიჭვის მტვერში, ისევე როგორც ზემოთ განხილულ კაკალსა და პეკანში ჭარბი რაოდენობითაა პროლინი. დანარჩენი ამინომჟავები: ლიზინი, გლუტამინი, გლუტამინმჟავა, ალანინი და თიროზინი მცირე რაოდენობითაა.

მშასადაამე, ყველაზე მეტ თავისუფალ ამინომჟავას შეიცავს შავი ფიჭვის მტვერი 519,6 მგ%, შემდეგ პეკანი 470,4 მგ% და კაკალი 306,9 მგ%. სამივე მცენარის მტვერი შეიცავს ერთი და იმავე დასახელების ამინომჟავას, ხოლო თითოეული ამინომჟავას რაოდენობა განსხვავებულია. ჭარბი რაოდენობითაა პროლინი, რომელიც მტვრის მილის ზრდას უწყობს ხელს. გარდა ამისა, პეკანში დიდი რაოდენობითაა ცისტეინი, რომელიც ჟანგვა-აღდგენის პროცესში იღებს მონაწილეობას.

ვ. გულისაშვილის სახელობის
სამთო მეტყვეობის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. ვ. კაპანაძე, მ. ბილანიშვილი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 152, 1, 1995, 160-162.
2. А. В. Кравченко, Н. Д. Нестерович. В кн. Тезисы докладов XII Международного ботанического конгресса. 1975, 332.
3. Е. З. Окнина, Т. Н. Пустовойтова. Тез. докл. на конф. Пути и методы повышения стойкости акклиматизированных растений. М., 1962.
4. Е. Е. Капанадзе. Сообщ. АН ГССР 113, 2, 1984.
5. Е. А. Бритиков, Н. А. Мусатова. Физиология растений II, 3, 1964, 464-472.
6. Н. Л. Аларкон, Н. А. Ларионова, Е. Г. Минина и др. Физиология растений, 25, 4, 1978, 885-857.
7. Ж. В. Успенская, В. Л. Крегович. В кн.: Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.-Л., 1962.



ა. სიხარულიძე, ვ. თამაშაშვილი, ც. სალია, ბ. სარიშვილი

გულის კუნთის შეკუმშვის უნარიანობა და ძირითადი
მიოფიბრილური ცილების ფრაქციული თანაფარდობის
შესწავლა ერთჯერადი მაქსიმალური ფიზიკური დატვირთვის
პირობებში

წარმოადგინა წვერ-კორესპონდენტმა ვ. მოსიქემ 6.12.1996

თანამედროვე სპორტი მოითხოვს გაზრდილ საწვრთნელ და სამეჯიბრო დატვირთვებს. სპორტსმენის გამძლეობა, კომპენსატორულ-ადაპტაციური შესაძლებლობები ძირითადად დამოკიდებულია გულის კუნთის ფუნქციურ მდგომარეობაზე, რომლის შესწავლა განსაკუთრებით საინტერესოა უმაღლესი ვეგეტაციური ცენტრებისა და მისი გამტარი გზების გულის კუნთის კუმშვადობასა და ძირითადი მიოფიბრილური ცილების ფრაქციულ ცვლილებებზე შემოქმედების გათვალისწინებით სტრესული ფიზიკური დატვირთვის დროს [1].

ნეიროლვეგიური ნივთიერება ამინაზინი (2 მგ/კგ) გამოყენებულ იქნა როგორც თავის ტვინის დეროს ბადებრივი ფორმაციის როსტრალური ნაწილის ადრენერგული სუბსტრატის ფუნქციური მდგომარეობის დამთრგუნავი, მისი ანტაგონისტი ადრენალინი (0,04 მგ/კგ) კი, როგორც იმავე სუბსტრატის ფუნქციური მდგომარეობის ამგზნები.

პერიფერიული ვაგო-სიმპათიკური ბლოკადის მიზნით გამოყენებულ იქნა ატროპინი (1 მგ/ცხ.) და ერგოტამინი (1 მგ/ცხ.).

ერთჯერად ზეზღურბლოვან იძულებით დატვირთვას ცხოველები განიცდიდნენ 31-33⁰ ტემპერატურის წყლით სავსე აუზში.

ცხოველებს ვკლავდით დეკაპიტაციის წესის გამოყენებით.

მიოკარდიუმის გლიცერინირებული ბოჭკოების კონებს ვიღებდით Szent-Gyorgy-ს მეთოდით [2].

მიოკარდიუმის გლიცერინირებულ ბოჭკოთა კონის მიერ განვითარებულ დაძაბულობას ვსაზღვრავდით ტენზომეტრიული მეთოდით [3]. მიოკარდიუმის მიოფიბრილური ცილების ძირითადი ფრაქციების გამოყოფა მიმდინარეობდა შაუბის მეთოდით [4]. ცილების ელექტროფორეზს ვატარებდით პოლიაკრილამიდურ გელში 0,1% ნატრიუმის დოდეცილსულფატის თანხლებით [5]. გელების დენსიტომეტრიკება წარმოებდა LKB ფირმის 2202 Ultrascon Laser Densitometer-ზე. ელექტროფორეზული ზონების იდენტიფიკაციას ვახდენდით მიოფიბრილური ცილების მოძრაობის შედარებით სტანდარტული ცილების მოძრაობასთან [6]. მიღებული მონაცემები დამუშავდა ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით პერსონალურ კომპიუტერზე.



გულის კუნთის კუმშვადობის ცვლილებების შესწავლის მიზნით ვიკვლევდით მგბკ-ის მიერ განვითარებულ დაძაბულობას. ერთჯერადი ზეზღურბლოვანი მაქსიმალური ფიზიკური დატვირთვის დროს მიოკარდის მარცხენა წინაგულოვან-პარაკუშოვანი კომპლექსის მგბკ-ის მიერ განვითარებული დაძაბულობა მცირდებოდა 44,7%-ით, საკონტროლო ვირთაგვეგებში მიღებულ შედეგებთან შედარებით იმავე ებნიდან აღებულ მასალაში.

მიოკარდიუმის შეკუმშვის პროცესის ნორმალური მიმდინარეობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მიოფიბრილური ცილების თანაფარდობას. ერთჯერადი ზეზღურბლოვანი მაქსიმალური ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ ვიკვლევდით მიოზინის მძიმე და მსუბუქი ჯაჭვების, აქტინის, ტროპონინ-ტროპომიოზინური კომპლექსის კომპონენტების შემცველობას მარცხენა გულიდან აღებულ სინჯებში.

ჩვენს მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ფიზიკური დატვირთვა იწვევდა მიოზინის მძიმე ჯაჭვების 9,7%-ით, აქტინის ფრაქციის 6,8%-ით შემცირებას და მიოზინის მსუბუქი ჯაჭვების MIIIM-2 , MIIIM-3 ფრაქციების მომატებას 8,8 და 6,3%-ით, შესაბამისად.

ადრენალინის ინტრამუსკულური შეყვანის ფონზე აღინიშნებოდა მგბკ-ს მიერ განვითარებული დაძაბულობის გაზრდა 16,7%-ით. მიოფიბრილურ ცილათა თანაფარდობაში კი მნიშვნელოვანი ძვრები არ რეგისტრირდებოდა.

ადრენალინის ფონზე ერთჯერადი ზეზღურბლოვანი იძულებითი ფიზიკური დატვირთვის შედეგად მარცხენა გულის მგბკ-ს კუმშვადობის უნარი შემცირდა 28%-ით, ხოლო ცილოვან სპექტრში აღინიშნებოდა მიოზინის მძიმე ჯაჭვის ფრაქციის შემცირება 7,6%-ით და MIIIM-2 და MIIIM-3 ფრაქციების მომატება 9,4 და 5,8%-ით, შესაბამისად.

ტენის ღეროს რეტიკულური ფორმაციის როსტრალური ნაწილის ადრენერგული სუბსტრატის დათრგუნვამ გამოიწვია მგბკ-ს კუმშვადობის შემცირება 9,5%-ით, ხოლო ამ ფონზე ერთჯერადმა ზეზღურბლოვანმა იძულებითმა ფიზიკურმა დატვირთვამ - 49,3%-ით.

აღსანიშნავია, რომ ამინაზინის ინტრამუსკულური შეყვანის ფონზე მიოკარდის მიოფიბრილური ცილების ძირითად ფრაქციებში სტატისტიკურად სარწმუნო ცვლილებები არ რეგისტრირდებოდა, მაშინ როდესაც ამინაზინის ფონზე სტრესული ფიზიკური დატვირთვის პირობებში რეგისტრირდებოდა მიოზინის მძიმე ჯაჭვების, აქტინის ფრაქციების შემცირება 10,7 და 7,0%-ით, შესაბამისად, და ტროპონინ - , მიოზინის მსუბუქი ჯაჭვების MIIIM-2 , MIIIM-3 ფრაქციების მომატება 4,87%, 11,0% და 7,7%-ით, შესაბამისად.

ცდომილი ნერვის გამოთიშვის პირობებში (ატროპინის 1 მგ/კგ) ინტრამუსკულური შეყვანიდან 20 წთ-ის შემდეგ აღინიშნებოდა ატროპინის გავლენის დამახასიათებელი ეფექტები (ტაქიკარდია, გუგების გაფართოება, სუნთქვის შეცვლა და სხვ.).

ატროპინის ინტრამუსკულური შეყვანის შემდეგ მიოკარდის კუმშვადობის უნარი გაიზარდა 15%-ით, ხოლო მიოკარდის ძირითადი მიოფიბრილური ცილების ელექტროფორებულ სპექტრში სტატისტიკურად სარწმუნო ცვლილებები არ რეგისტრირებულა.

ლიტერატურა

1. *Л. Д. Ноздрачев.* Физиология вегетативной нервной системы. Л., 1983. 296 с.
2. *A. Szent-Gyorgy Biol. Bull.*, 96, 1949 140-161.
3. *Н. В. Карсанов, В. А. Магалдадзе, Л. Д. Мамулашвили.* Труды Института клинической и экспериментальной кардиологии им. М. Д. Цинамдзгвришвили МЗ ГССР. Тбилиси. 1971, т. 10-11.
4. *M.S. Shaub, O.J. Hartshorne, S.V. Perry, J. Biochem*, 104, 1967, 263.
5. *Л. А. Остерман.* Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. М., 1981.
6. *Н. С. Шелудько.* Цитология. 10, 1975, 1148-1151.



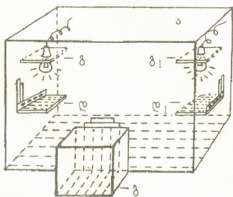
ა. მითაიზვილი

ემოციური მდგომარეობის გავლენა დაყოვნებული რეაქციების შესრულების უნარზე თეთრ პირობებში

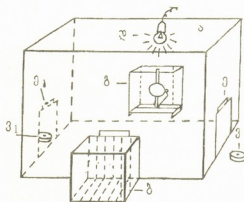
წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. იოსელიანმა 13.I.1997

მეხსიერება და ემოციები – ეს ორი ფიზიოლოგიური პროცესი საკმაოდ მჭიდროდაა ერთმანეთთან დაკავშირებული. მათი ფუნქციური ურთიერთობა უფრო უკეთაა განხილული ცხოველთა გრძელვადიანი მეხსიერების მიმართ; ემოციური მდგომარეობის როლი მოკლევადიანი მეხსიერებისათვის ნაკლებადაა შესწავლილი. ცნობილია, რომ მეხსიერების კვალის ჩამოყალიბებას აადვილებს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ემოციები. ამიტომ წინამდებარე გამოკვლევა მიზნად ისახავდა: ა) განსხვავებული ემოციური მდგომარეობის მნიშვნელობის გამოვლენას თეთრი ვირთაგვების მოკლევადიან მეხსიერებაში; ბ) მოცემულ პირობებში, დაყოვნებული რეაქციების შესრულებისას, აღქმული პირობითი გამღიზიანებლის კვალის შენახვის მაქსიმალური ხანგრძლივობის დადგენას.

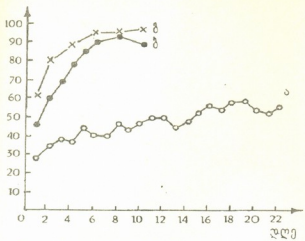
ფსიქოფიზიოლოგიურ გამოკვლევებში თავდაცვით რეაქციებს უთანადებენ უარყოფით, ხოლო ალიმენტარულ რეაქციებს – დადებით-ემოციურ მდგომარეობებს [1], ამიტომ ჩატარებულ ექსპერიმენტებში დაყოვნებული რეაქციების ტესტირება მიმდინარეობდა აქტიური განრიდებისა (12 თეთრ ვირთაგვაზე, წონით 200-250 გ) და ალიმენტარული რეაქციების ბაზაზე (10 თეთრ ვირთაგვაზე, წონით 200-250 გ) ჩვენს ლაბორატორიაში შემუშავებული მეთოდის მიხედვით შესაბამის



სურ. 1. საექსპერიმენტო კაბინა აქტიური განრიდების დაყოვნებული რეაქციების (აღღრ) ტესტირებისათვის: ა) სატესტო კაბინა; ბ) სასტარტო გალია; გ და გ1 – ნათურები (პირობითი გამღიზიანებლებია); დ და დ1 – თაროები



სურ. 2. საექსპერიმენტო კაბინა ალიმენტარული დაყოვნებული რეაქციების (აღრ) ტესტირებისათვის: ა) სატესტო კაბინა; ბ) სასტარტო გალია; პირობითი გამღიზიანებლებია: გ) ელექტროზარი, დ) ელექტრონათურა. ე – და ე1 – „გვერდითი“ კარები; ვ – და ვ1 – საკვებურები.



სურ. 3. ვირთავგების საპასუხო რეაქციები აგდრ-ის ტესტირებისას ა) 0-წამიანი აგდრ-ის ტესტირების ციკლი „დასჯის“ მეთოდის გამოყენებით; ბ) 0-წამიანი აგდრ-ის ტესტირების ციკლი „დასჯის“ მეთოდის აღკვეთით; გ) 5-წამიანი აგდრ-ის ტესტირების ციკლი აბსცისათა ღერძზე – ტესტირების დღეები; ორდინატთა ღერძზე – დადებითი პასუხების საშუალო პროცენტული მაჩვენებლები 6 – 6 ვირთავგასათვის.

სად [2,3] მცირე საექსპერიმენტო ნებში (სურ. 1; სურ. 2), მაგრამ აქტიური განრიდების დაყოვნებული რეაქციების (აგდრ) ტესტირებისას, „დასჯის“ მეთოდის აღკვეთის მიზნით, ამ შემთხვევაში გამოყენებულ იქნა „მოძრავი“ უსაფრთხო თაროები, სადაც ცხოველი არასოდეს ღებულობდა ელექტრომტკივნეულ გალიზიანებას. მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება მოხდა სტიუდენტის t კრიტერიუმის მიხედვით [4].

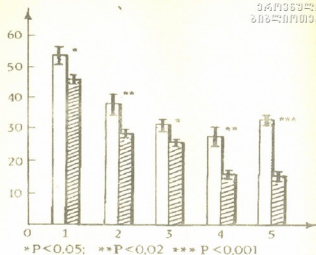
6 ვირთავგაზე აგდრ-ის ტესტირებამ მტკივნეული „დასჯის“ მეთოდის გამოყენებით (თაროს შეცდომით არჩევისას) გამოავლინა, რომ მათ არ შეუძლიათ აღნიშნული რეაქციის შესრულება მინიმალური, ე. წ. 0-წამიანი დაყოვნების გამოყენების პირობებშიც კი. მიუხედავად იმისა, რომ ექსპერიმენტი გაგრძელდა 20-22 დღის მანძილზე, დადებითი პასუხების საშუალო

რაოდენობამ 50-60%-ს ვერ გადააჭარბა. ვირთავგებს აღენიშნათ უარყოფით-ემოციური დაძაბვის მატება, რაც გამოვლინდა ხშირ დეფეკაციაში, ურინაციაში, ისინი წრიპინებდნენ და ეკვროდნენ საექსპერიმენტო კაბინის კედლებს (სურ. 3).

ექსპერიმენტების მეორე სერიაში აგდრ-ის ტესტირების თანმხლები უარყოფით-ემოციური დაძაბვის შემცირების მიზნით მოვახდინეთ მტკივნეული „დასჯის“ მეთოდის აღკვეთა თაროს შეცდომით არჩევისას („მოძრავი“ თაროების გამოყენებით). ამ შემთხვევაში ვირთავგებმა შეძლეს როგორც 0-წამიანი, ისე 5-წამიანი დაყოვნებული რეაქციის შესრულება: ტესტირების VI-VII დღეს ვირთავგებმა კრიტერიულ დონეს მიაღწიეს 0-წამიან აგდრ-ზე (90% დადებითი პასუხებისა), ხოლო მომდევნო IV-V დღეს – 5-წამიან აგდრ-ზე (სურ. 3). აღსანიშნავია, რომ ტესტირების პროცესში, პირველი დღეების შემდეგ, ცხოველებს საერთოდ აღარ აღენიშნებოდათ დეფეკაცია, რაც უარყოფით-ემოციური დაძაბვის შემცირებაზე მიანიშნებს. დაყოვნების ინტერვალის 10 წამამდე გაზრდამ კი გააძევა აგდრ-ის შესრულება: 15-დღიანი ტესტირების მიუხედავად დადებითი პასუხების რაოდენობამ 60-80%-ს ვერ გადააჭარბა. აღიმენტარულ დაყოვნებულ რეაქციებში (აგდრ) ექსპერიმენტების თანმხლები ემოციური დაძაბვის გაძლიერებას ვახდენდით „კვებითი ჭილდოს“ ოდენობის გაზრდით. ჩატარებული ცდებით გამოვლინდა, რომ მცირე „კვებითი ჭილდოს“ პირობებში თეთრი ვირთავგები „მიმანიშნებელ“ პირობით გამოიზიანებულზე დაყოვნებული რეაქციების პრობლემას კრიტერიულ დონეზე წყვეტდნენ 10-15-წამიანი დაყოვნების შემთხვევაში; ერთგვარი გართულება შეინიშნებოდა 20-წამიანი დაყოვნებისას, ხოლო 25-წამიანი დაყოვნება დაუძლეველი შეიქნა მათთვის.

„კვებითი ჭილდოს“ ოდენობის 2-3-ჯერ გაზრდამ დადებითი გავლენა მოახდინა ვირთაგვეების მოკლევადიან მეხსიერებაზე – აღრ-ის ამოცანას ისინი კრიტერიულ დონეზე წყვეტდნენ 30-წამიანი დაყოვნების პირობებშიც. აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ აღრ-ის ტესტირებისას პირობითი სიგნალის წარდგენისა და დაყოვნების პერიოდში სასტარტო გალიაში მყოფი ცხოველები, ჰიპერაქტიუობის მიუხედავად, მაინც აფიქსირებდნენ პირობითი გამღიზიანებლის კვალს. დროის აღნიშნული ინტერვალის გასვლის შემდეგ სწორად რეაგირებდნენ მასზე. აღრ-ზე ჩატარებული ორივე ექსპერიმენტის მონაცემების შედარებამ გამოავლინა, რომ „კვებითი ჭილდოს“ ოდენობის გაზრდისას, კრიტერიუმის მიღწევამდე ჩატარებულ სინჯთა და დაშვებულ შეცდომათა საშუალო რაოდენობა უფრო ნაკლები იყო, ვიდრე საკვების მცირე ულუფების მიწოდებისას. სტატისტიკურმა დამუშავებამ საარწმუნო სხვაობა გამოავლინა (0-წამიან აღრ-ზე $P < 0,05$, 5-წამიან აღრ-ზე $P < 0,02$, 10-წამიან აღრ-ზე $P < 0,05$; 15-წამიან აღრ-ზე $P < 0,02$; 20-წამიან აღრ-ზე $P < 0,001$) (სურ. 4).

ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მღრღნელებში დაყოვნებულ რეაქციის შესრულების უნარზე გავლენას ახდენს ექსპერიმენტის თანმხლები ემოციური მდგომარეობა; აღრ-ის შესრულებისას დაყოვნების მაქსიმალური ხანგრძლივობა იყო 20 წამი, აგდრ-ის ტესტირებისას კი მხოლოდ 5 წამი, გარდა ამისა, მიწოდებული „კვებითი ჭილდოს“ ოდენობის გაზრდით შექმნილი მომატებულ დადებით-ემოციური დაძაბვა ხელს უწყობს მოკლევადიანი მეხსიერების მექანიზმების ფუნქციონირებას, რაც გამოვლინდა დაყოვნების ინტერვალის 30 წამამდე გაზრდაში, მაშინ როცა ვირთაგვეებში უარყოფით-ემოციური დაძაბვის გაძლიერებამ, აგდრ-ის ტესტირებისას „დასჯის“ მეთოდის გამოყენებით, შეუძლებელი გახდა აღნიშნული რეაქციის შესრულება. ამ წარუმატებლობის მიზეზად არ შეიძლება მივიჩნიოთ შედარებით ძლიერი უარყოფით-ემოციური დაძაბვის დამთრგუნველი გავლენა მოკლევადიანი მეხსიერების მექანიზმების ფუნქციონირებაზე, რადგან იგივე ფაქტორი პასიური განრიდების დაყოვნებული რეაქციის ტესტირებისას ხელს უწყობს დაყოვნების ხანგრძლივობის ზრდას [5,6]. „დასჯის“ მეთოდის გამოყენებით აგდრ-ის ტესტირებისას „ცული“ მეხსიერების მიზეზი უნდა იყოს სასტარტო გალიაში მყოფ ვირთაგვეში, პირობითი სიგნალის წარდგენისა და დაყოვნების პერიოდში, მოსალოდნელი ელექტრომტკივნეული გაღიზიანების



სურ. 4. აღრ-ის ტესტირებისას კრიტერიუმის მიღწევამდე ჩატარებულ სინჯთა საშუალო რაოდენობა □ – საკვების მცირე და ▨ – საკვების დიდი ულუფების მიწოდებისას. აბსცისათა ღერძზე – 1 – 0-წამიანი დაყოვნება; 2 – 5-წამიანი დაყოვნება; 3 – 10-წამიანი დაყოვნება; 4 – 15-წამიანი დაყოვნება; 5 – 20-წამიანი დაყოვნება. ორდინატთა ღერძზე – ჩატარებულ სინჯთა საშუალო რაოდენობა * $P < 0,05$; ** $P < 0,02$; *** $P < 0,001$

მოლოდინში „შიშის“ რეაქციის განვითარება მთელ საექსპერიმენტო სიტუაციაში პოტენციურად „სამში“ (შეცდომისას) და „უსაფრთხო“ (დადებითი პასუხისას) ორი თაროს არსებობის პირობებში. ეს თავის მხრივ, ხელს უშლის ცხოველს სათანადო „უსაფრთხო“ თაროს აღგილის დაფიქსირებასა და დაყოვნების შემდეგ სივრცეში სწორად ორიენტირებაში. ამ დროს არ ქვეითდება „შიშის“ რეაქცია და ძლიერდება უარყოფით-ემოციური დაძაბვა, ეს ორი ფაქტორი კი ხელს უწყობს იმ ფუნქციური სისტემის ამოქმედებას, რომელიც პასიური განრიდების რეაქციის საფუძველია. ეს გამოვლინდა მაშინ, როცა ვირთაგვებმა არ მოისურვეს თაროზე ასვლა და შეეცადნენ კედლებზე აბობლებას. ამან ხელი შეუშალა აგდრის შესრულებას. „დასჯის“ მეთოდის აღკვეთით ცხოველებში უარყოფით-ემოციური დაძაბვა შესუსტდა, „შიშის“ რეაქცია თითქმის აღარ აღინიშნებოდა, პირობითი სიგნალის წარდგენის პერიოდში ისინი უკეთ აფიქსირებდნენ „უსაფრთხო“ თაროს და დაყოვნების შემდეგ სწორად ირჩევდნენ მიმართულებას სივრცეში. ამ შემთხვევაში მოქმედებაში მოდიოდა მხოლოდ აქტიური განრიდების ფუნქციური სისტემა, რამაც ხელი შეუწყო აგდრის წარმატებით შესრულებას. აღიმენტარული დაყოვნებული რეაქციების ტესტირებისას „მიმანიშნებელი“ პირობითი გამლზიანებლების გამოყენების მიუხედავად, მათ საპასუხოდ წამყვანი მოთხოვნილების (შიშისილი) მრავალჯერადმა დაკმაყოფილებამ საკვებით გამოიწვია დადებით-ემოციური მდგომარეობის აღმოცენება, რომელიც დაფიქსირდა მეხსიერებასა და მომდევნო სინჯებში. როგორც თავისებური წარმოდგენა მოსალოდნელ წარმატებულ შედეგზე, ხელს უწყობდა დაყოვნებული რეაქციების შესრულებას. ამასთანავე, ამ პირობებში ასოციაცია „მიმანიშნებელ“ პირობით გამლზიანებლებსა და დაყოვნების შემდეგ შესრულებულ რეაქციას შორის უფრო მყარი აღმოჩნდა, სათანადო საკვებურისაკენ მიმავალი გზის კვალის რეპროდუქცია კი უკეთ ხდებოდა, რამაც ხელი შეუწყო დაყოვნების 20 წამამდე ზრდას. უხვი კვებითი „ჯილდოს“ მიწოდებით დადებით-ემოციური დაძაბვის გაძლიერებამ კიდევ უფრო გააუმჯობესა მოკლევადიანი მეხსიერების მექანიზმების ფუნქციონირება. დადებითი ემოციების ბიოლოგიური მნიშვნელობა გამოვლინდა პირობითი გამლზიანებლების მოტივაციური ძალის მატებაში, რის გამოც დაყოვნების მაქსიმალური ხანგრძლივობა 30 წამამდე გაიზარდა.

რ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. E. A. Громова. Эмоциональная память и ее механизмы. М., 1980.
2. Т. К. Иоселиани и др. Журнал ВНД. 45, вып. 4. 1995.
3. გ. მითაიშვილი, თ. იოსელიანი საქ. მეც. აკად. მოამბე, 155,2, 1997.
4. П. Ф. Рокицкий. Основы вариационной статистики для биологов, Минск, 1976.
5. И. С. Бериташвили. Память позвоночных животных, ее происхождение и характеристика. М., 1974.
6. Т. А. Натишвили. Труды ТГУ, N220, 1981.

ბ. ვეკუა

„არასპეციფიკური გრუმინგის“ დინამიკა უმაღლესი ნერვული მოქმედების ინფორმაციული პათოლოგიის განვითარების ადრეულ ეტაპზე თეთრ ვირთაბგვებში

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მოსიძემ 10.10.1996

უმაღლესი ნერვული მოქმედების (უნმ) ექსპერიმენტული პათოლოგიის პროფილაქტიკისა და მკურნალობის საქმეში დღეს განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა თავის ტვინის თვითრეგულაციის ფუნქციის შესწავლას და მისი როლის განსაზღვრას უნმ-ის პათოლოგიის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე.

დღეისათვის ნაჩვენებია თავის ტვინის თვითრეგულაციური მოქმედების განსხვავებული გამოვლინებები ფილოგენეზის სხვადასხვა საფუძველზე მდგომი ცხოველებისათვის. უნმ-ის ინფორმაციული პათოლოგიის განვითარებას თეთრ ვირთაბგვებში თან ახლავს „გრუმინგის“ წარმოშობა.

ქცევითი რეაქცია „გრუმინგი“ – ბეწვის წმენდა, პირის დაბანის მსგავსი მოძრაობა, ლოკვა ხშირად ვლინდება ისეთ სიტუაციებში, რომლებიც დაკავშირებული არ არის ბეწვის დაბინძურებასთან და ხასიათდება ამკარა შეუსაბამობით იმ გარემოებასთან, რომელშიც წარმოებს მისი რეალიზაცია [1]. ზოგი მკვლევარი „არასპეციფიკურ გრუმინგს“ განიხილავს როგორც თავის ტვინის თვითმარეგულირებელი მოქმედების გამოვლენას, მიმართულს უარყოფითი ემოციური დაძაბულობის შემცირებისაკენ.

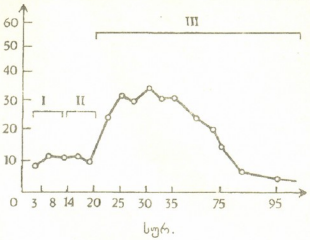
ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა „არასპეციფიკური გრუმინგის“ წარმოშობისა და გამოვლენის თავისებურებების შესწავლა და მისი როლის განსაზღვრა თავის ტვინის საადაპტაციო მოქმედებაში უნმ-ის ინფორმაციული პათოლოგიის განვითარების ადრეულ ეტაპზე.

ექსპერიმენტი ჩატარდა 250-300 გ წონის 22 ზრდასრულ მამრ ლაბორატორიულ თეთრ ვირთაბგვებზე. კვლევა მიმდინარეობდა თავდაცვითი პირობითი რეფლექსების მეთოდით. ვირთაბგვას გამოვუშუშავებდით ორ თავდაცვით პირობით რეფლექსს განსხვავებული ძალისა და სიხშირის ბგერით გამღიზიანებელზე სხვადასხვა დროს. შემდეგ, თავის ტვინის ანალიზურ-სინთეზური მოქმედების დატვირთვის გადიდების მიზნით რეფლექსებს „ვეერთიანებდით“, ანუ ორივე პირობით სიგნალს ვაწვდიდით ერთ ცდაში ე. წ. გელერმანის სტოქასტური სქემის მიხედვით. პირობით სიგნალებად ვიყენებდით მეტრონომის კაკუნს (სიხშირით 100 დარტყმა წამში) და ტონს (500 ჰც). უარყოფითი უპირობო გამღიზიანებლის სახით ცხოველებს თათებს ვუღიზიანებდით ელექტრომტკივნეული გამღიზიანებლით.

ტონზე პირობითი რეფლექსის ფორმირებას დასჭირდა საშუალოდ 140-180

შეუღლება (7-9 დღე). მეორე თავდაცვითი პირობითი რეფლექსი მეტრონომის კაქუნზე ყველა ცხოველს გამოუმუშავდა მესამე დღეს (40-60 შეუღლება).

პირველი პირობითი რეფლექსის გამომუშავების მესამე დღეს თავს იჩენს „გრუმინგის“ რეაქცია და ორივე თავდაცვითი პირობითი რეფლექსის გამომუშავების სტადიაში ნარჩუნდება. პირობითი რეფლექსების „გაერთიანების“ პერიოდში „გრუმინგზე“ დახარჯული დრო მნიშვნელოვნად მატულობს და მაღალ დონეზე რჩება 16-20 დღის მანძილზე. შემდგომ პერიოდში (როცა პათოლოგიის სიმპტომები საბოლოოდ ფორმდება) „გრუმინგის“ ხანგრძლივობა ძლიერ კლებულობს (სურ.).



ბლსანიშნავია, რომ „გაერთიანებიდან“ 15 დღის შემდეგ ერთკვირიანი დასვენების შედეგად „გრუმინგის“ ხანგრძლივობა მცირდება.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე შეგვიძლია ვიმსჯელოთ, რომ თავის ტვინის ანალოზურ-სინთეზური მოქმედების დატვირთვის გადიდების შედეგად ვირთაგვების ქცევაში თავს იჩენს „გრუმინგის“ რეაქცია. ხოლო ანალოზურ-სინთეზური მოქმედების გართულების შესაბამისად „გრუმინგის“ ხანგრძლივობა მატულობს. აღნიშნული გეაძლევს იმის საფუძველს, რომ პირობითი რეფლექსების „გაერთიანების“ ადრეულ პერიოდში („გაერთიანებიდან“ 20 დღე) „გრუმინგის“ ხანგრძლივობის ზრდა განვიხილოთ, როგორც თავის ტვინის თვითმარეგულირებელი მექანიზმების გააქტიურების ერთ-ერთი ქცევითი გამოვლენა, რომელიც მიმართულია ნერვული სისტემის გადაძაბვისაგან დასაცავად.

ამრიგად, უმაღლესი ნერვული მოქმედების ინფორმაციული პათოლოგიის ადრეულ ეტაპზე ვირთაგვებს ეზრდებათ „არასპეციფიკური გრუმინგის“ ხანგრძლივობა, რაც დადებითად მოქმედებს მათ უნმ-ზე და განიხილება, როგორც თავის ტვინის თვითრეგულაციური მოქმედების ქცევითი გამოვლენა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ივ. ბერიტაშვილის სახ. ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. W. H. Cispen, R. L. Isaacson. J. Pharmacol. Therap., 12, 1, 1981, 209-246.



მ. ჩიკვაძე, ი. ქირიკაშვილი

Cu(II) იონების ბიომაკრომოლეკულებთან კომპლექსების მარკოვნიკა

წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. ზალიშვილმა 15.04.1997

ეპრ (ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსი) სპექტროსკოპიის მეთოდით შესწავლილია Cu(II) იონების კომპლექსები სტრუქტურულად სრულიად განსხვავებულ მაკრომოლეკულებთან – ადამიანის შრატის ალბუმინი, კოლაგენი და დნმ. ნაჩვენებია, რომ Cu(II) იონებთან მათი კომპლექსების მდგრადობა ძლიერადაა დამოკიდებული ხსნარის pH-ზე. შრატის ალბუმინის Cu(II) იონთან ძლიერი დაკავშირების კონსტანტის გამო ($K=10^{11,02}$), კომპლექსი არ იშლება pH-ის მნიშვნელობის ვარიაციებისას ფართო (pH=4.0–11.0) დიაპაზონში, ხოლო ეპრ სპექტრის ცვლილება დაკავშირებულია შექცევად კონფორმაციულ გადასვლებთან. Cu(II)-დნმ-ის კომპლექსი ნაკლებად მდგრადია და ფუძე არეში იგი იშლება დნმ-ის დენატურაციის შედეგად. დენატურირებულ დნმ-თან წარმოიქმნება Cu(II) იონების უფრო ძლიერი კომპლექსი, რომელიც მდგრადია ხსნარის მყავე არეში. კოლაგენის კომპლექსი Cu(II) იონებთან მიღებული მყავე ხსნარში არამდგრადია და ფუძოვან არეში იშლება მდგრადი კომპლექსის წარმოქმნის გარეშე.

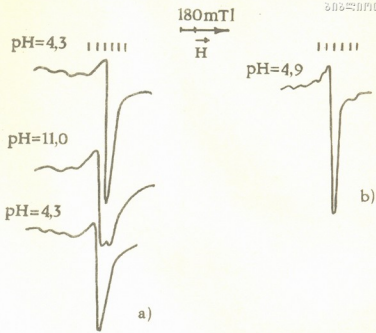
მიუხედავად უამრავი შრომებისა [1], რომლებიც მიძღვნილია შრატის ალბუმინის ფიზიკურ-ქიმიური, კონფორმაციული და სტრუქტურული თვისებების შესწავლისადმი, მისი მრავალფუნქციონირებადობა და უნიკალური კონფორმაციული მოქნილობა ჯერ კიდევ ბადებს მრავალ შეკითხვას. მაგალითად, ნაკლები ყურადღება ექცევა ალბუმინის მიერ სხვადასხვა ნაერთების დაკავშირებას და შემდეგ მათი განაწილების მექანიზმების შესწავლას, რაც უაღრესად მნიშვნელოვანია, რადგან ამ პროცესების დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმში პათოლოგიური ცვლილებები.

უჯრედში დნმ-ს ფუნქციონირების მექანიზმების დადგენისათვის საჭიროა შესწავლილ იქნეს ორვალენტოვანი იონების გავლენა მის კონფორმაციაზე. აღნიშნული იონები აქტიურად მონაწილეობენ დნმ-ის რეპლიკაციის, ტრანსკრიპციის და ტრანსლაციის პროცესებში.

კოლაგენი – შემავრთებელი ქსოვილების შემადგენელი ცილა საინტერესოა მისი უნიკალური სტრუქტურის გამო.

პრეპარატები (მატერიალები) და მეთოდი : Cu(II) იონების უშუალოდ ბუფერთან კომპლექსების თავიდან ასაცილებლად არ ვხმარობდით ბუფერულ ხსნარებს. ხსნარის pH-ს ვცვლიდით წყალხსნარზე 0,1 N NaOH ან 0,1 N HCL დამატებით. pH-ის მნიშვნელობას რეგულარულად ვაკონტროლებდით. გამოვიყენეთ კრისტალური შრატის ალბუმინი და დნმ ქაშაყის სპერმიდან ფირმა „Serva“ (გერ-

მანია). კოლაგენს ვილებდით ვირთავას კანიდან გლიმზერის მეთოდით [2]. თავიდან რომ აგვეცილებინა Cu(II) იონების კომპლექსის წარმოქმნა ძმარმეავასთან, ვახდენდით ხსნარის დიალიზს. საჭირო კონცენტრაციის CuCl₂ წყალხსნარს ვილებდით ნაჭერი CuCl₂-ის ხსნარის განზავებით. ეპრ სპექტრებს ვიწვრდით რადიოსპექტრომეტრზე მპრ-B. გაზომვებს ვატარებდით 77°K ტემპერატურაზე. სპექტრების ზენაზ დახლეჩას ვზომავდით Mn(II)-ით MgO-ში და ზენაზი დახლეჩის, გ-ფაქტორის და pH-ის გაზომვის ცდომილება ტოლია ±0,3 მტლ, ±0,005 და ±0,05 pH.



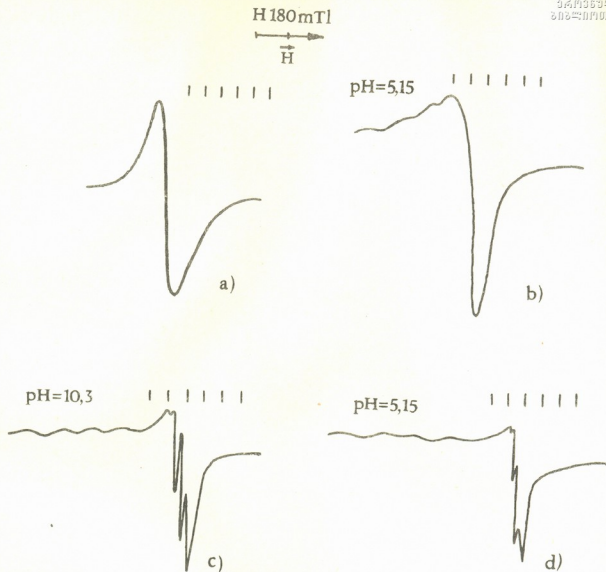
სურ. 1. ა) ადამიანის შრატის ალბუმინის Cu(II) იონებთან კომპლექსის ეპრ სპექტრი pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს; ბ) კოლაგენის Cu(II) იონებთან კომპლექსის ეპრ სპექტრი pH = 4,9, გაზომვის ტემპერატურაა 77°K

დისკუსია. ცილების კომპლექსების შემთხვევაში Cu(II) იონებთან pH-ის მყავე არეში წარმოიქმნება ეპრ სიგნალი (ეპრ სიგნალი I), რომელიც ახასიათებს სპილენძის იონის ლიგანდების აქსიალური სიმეტრიის ველს (სურ. 1), pH-ის გაზრდისას ეპრ სიგნალი იცვლება (ეპრ სიგნალი II). ამ ეპრ სიგნალების სპინ-ჰამილტონიანის მნიშვნელობები, pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობების დროს, მოცემულია 1 ცხრილში.

კარტერის მიერ [3] დადგენილ იქნა ადამიანის შრატის ალბუმინის სიგრცი-
ცხრილი 1

ცილების და ღნმ-ის Cu(II) იონებთან კომპლექსების სპინ-ჰამილტონიანის პარამეტრები

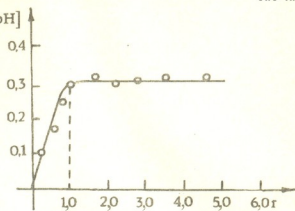
ცილა	A ₁ მტლ	g	g _⊥	A _N მტლ	pH
შრატის ალბუმინი ეპრ სიგნალი 1	15,8	2,279	2,065	-	4,3
ღნმ ეპრ სიგნალი 1	13,5	2,230	2,080	-	5,15
ეპრ სიგნალი 2	15,0	2,304	2,065	2,17	10,3
კოლაგენი	13,6	2,23	2,07	-	4,9
შრატის ალბუმინი		g _x	g _y	g _z	
ეპრ სიგნალი 2	20,2	2,182	2,056	1,981	11,0



სურ. 2. ა) თავისუფალი Cu(II) იონების ეპრ სპექტრი წყალხსნარში, ბ), გ), დ) დნმ-ის Cu(II) იონებთან კომპლექსების ეპრ სპექტრი 0.02M NaCl-ის წყალხსნარში შესაბამისად pH = 5,15; pH = 10,3; pH = 5,15. დნმ-ის კონცენტრაციაა 2×10^{-4} M; [Cu(II)] = 2×10^{-4} M T = 77°K, r = 1.

თი სტრუქტურა რენტგენოსტრუქტურული მეთოდით 6° A გარჩევადობით. შრატის ალბუმინის მოლეკულა შედგება სამი დომენისაგან, თითოეული მათგანი შეიცავს ორ სუბდომენს. მოლეკულაში გამხსნელისაგან დაუცავი სუბდომენთაშორისო α -სპირალი სტრუქტურულად შესაძლებელს ხდის მოლეკულის „შეკუმშვისა“ და „გაჭიმვის“ pH-ის შექცევადი ცვლილების დროს. ძლიერ დამაკავშირებელ ცენტრს Cu(II) იონისათვის წარმოადგენს - α -NH₂, His-3-ის იმიდაზოლური ჯგუფი და მათ შორის განლაგებული ორი პეპტიდური ჯგუფის აზოტის ატომები. მიღებული შედეგის ანალიზი უფლებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ ჩვენს მიერ დამზერილი ეპრ სიგნალები (ეპრ I და ეპრ II) სინამდვილეში წარმოადგენს Cu(II)-ის დაკავშირების ერთსა და იმავე ცენტრებს. pH-ის მყავე არეში Cu(II) იონი იმყოფება აქსიალური სიმეტრიის ველში, რომელსაც ქმნიან კვადრატის წვეროებში განლაგებული NH₂, His-3-ის და მათ შორის განლაგებული ორი პეპტიდური ჯგუფის აზოტის 4 ატომი. pH-ის ზრდისას, სტრუქტურული ცვლილებების

შედგად, დამაკავშირებელი ცენტრების ლოკალური კონფიგურაცია იცვლება, $[\Delta pH]$ რის გამოც ლიგანდების ველის აქსიალური სიმეტრია გადადის რომბულში, რაც იწვევს ეპრ სპექტრის შესაბამის ცვლილებას. pH-ის შემცირება იწვევს საწყისი სიმეტრიის აღდგენას; ამავე დროს დასაშვებია, რომ ცილა გადავიდეს ნაწილობრივ დეტანურიზებულ მდგომარეობაში. კოლაგენის Cu(II)-იონებთან



სურ. 3. Cu(II) იონებით ღნმ-ის წყალხსნარების გატიტრების მრუდი. ღნმ-ის კონცენტრაციაა 2×10^{-4} M; $[Cu(II)] = 10^{-5} - 10^{-3}$ M; $T = 293^{\circ}K$

კომპლექსების შემთხვევაში ასევე მიიღება ეპრ სიგნალი, რომელიც დამახასიათებელია ლიგანდური ველის აქსიალური სიმეტრიისათვის (სურ. 1). ეპრ სიგნალის სპინ-ჰამილტონიანის პარამეტრები მოყვანილია 1 ცხრილში. pH-ის გაზრდისას ფუძოვან არეში ეს სიგნალი ქრება, კომპლექსის დაშლის გამო. ამრიგად, ამ შემთხვევაში კომპლექსი არამდგრადია pH-ის ცვლილების მიმართ.

მე-2 სურათზე მოცემულია ღნმ-Cu(II) კომპლექსის ეპრ სიგნალი წყალხსნარებში $77^{\circ}K$ ტემპერატურაზე, როდესაც $r = 1$ (r - სპილენძის იონების მოლეკულის ფარდობა ღნმ-ის მოლეკულის რიცხვთან ფოსფატის მიხედვით). სპინ-ჰამილტონიანის პარამეტრები მოცემულია 1 ცხრილში. ეს სპექტრი შეესაბამება Cu(II) იონის ლიგანდური ველის აქსიალურ სიმეტრიას. Cu(II) იონების კონცენტრაციის გაზრდისას $r > 1$, მოცემული კომპლექსის ეპრ სიგნალს ზედ ედება სინგლეტი - $\Delta H = 10,7$ მტლ და $g = 2,15$, რომელიც შეესაბამება Cu(II) თავისუფალ იონებს $77^{\circ}K$. ჯამური სიგნალის ინტენსივობის და g -ფაქტორის ცვლილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ Cu(II) იონების დაკავშირება ღნმ-თან ხდება $r = 1$ მნიშვნელობამდე. ეს დასკვნა მტკიცდება ღნმ-ის წყალხსნარების გატიტრისას Cu(II) იონებით (სურ. 3). ხსნარის pH-ის გაზრდა $pH = 10,3$ -მდე იწვევს ახალი ეპრ სიგნალის გაჩენას, რომელიც ასევე დამახასიათებელია Cu(II) იონების ლიგანდური ველის აქსიალური სიმეტრიისათვის. სპექტრში თავს იჩენს სუპერზენაზი სტრუქტურა, რომელიც ახასიათებს შეუწყვილებელი ელექტრონის ურთიერთქმედებას აზოტის ბირთვთან (სურ. 2). ეპრ სპექტრის სპინ-ჰამილტონიანის პარამეტრები მოცემულია 1 ცხრილში. ხსნარის pH-ის შემცირება საწყის მნიშვნელობამდე იწვევს სიგნალის ინტენსივობის შემცირებას, მაგრამ ფორმა იგივე რჩება, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ, pH-ის მაღალი მნიშვნელობების დროს აღგილი აქვს pH-სადმი უფრო მდგრადი კომპლექსის წარმოქმნას. ადამიანის შრატის ალბუმინისაგან განსხვავებით ამ შემთხვევაში არ დაიშორება ეპრ სპექტრის შექცევადი ცვლილება pH-ის ვარიაციისას.

უნდა ვივარაუდოთ, რომ pH-ის გაზრდა იწვევს ღნმ-ის ორმაგი სპირალის გამლას. ამ დროს Cu(II) იონები წარმოქმნიან ღნმ-თან შერეულ ხელატებს პურიინის ფუძის N-7 ატომთან და შესაბამის ფოსფატის ჯგუფებთან [4]. უნდა აღინიშნოს, რომ Cu(II) დაკავშირების კონსტანტა ადამიანის შრატის ალბუმინთან



($K = 10^{11,02}$) [5] რამდენიმე რიგით მაღალია, ვიდრე Cu(II) დაკავშირებულია სტანტა დნმ-თან. ალბათ, ეს უკანასკნელი გარემოება განსაზღვრავს წარმოქმნილი კომპლექსების თავისებურებას.

ამრიგად, სხვადასხვა სტრუქტურის ბიომაკრომოლეკულების Cu(II) იონებთან კომპლექსების ეპრ შესწავლამ გვიჩვენა, რომ Cu(II) იონები შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც თავისებური „სპინ-ზონდები“ ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების კონფორმაციული დინამიკის შესასწავლად.

ეს სამუშაო შესრულებულ იქნა სოროსის გრანტის მხარდაჭერით, რომელიც დაწესებულია ამერიკის ფიზიკური საზოგადოების მიერ.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *И. И. Степура, А. Н. Арцукевич, А.А. Солодунов.* Молекулярная биология, 18, 3, 1984, 813-820.
2. *Glimcher et al.* Biochem. Biophys. Acta, 93, 2, 1964, 585-602.
3. *D. C. Carter et al.* Science, 244, 9 June, 1989, 1195-1198.
4. *W. Forster et al.* Biopolymers, 18, 1979, 625-661.
5. *I. Masuoka et al.* I. Biol. Chem, 269 1994, 25557.



თ. ლეკიშვილი, ბ. ლეკიშვილი, ნ. ალექსიძე (საქ. მეცნ. აკად. წმინტ-კორნელიძის)

ზოგიერთი ჰორმონის კანცეროგენური აქტივობის მათემატიკური ბამოკვლევა

წარმოდგენილია 22.10.1996

ქიმიურ გრაფთა თეორია, რომელიც თანამედროვე თეორიული ქიმიის მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს, დაფუძნებულია მოლეკულათა მარტივი გრაფების სახით წარმოდგენაზე. ასეთი მიდგომის მეშვეობით გრაფზე ფორმალური ოპერაციებით ჩატარების გზით მოლეკულას ცალსახად შეეფარდება რიცხვი-ტოპოლოგიური ინდექსი. ახასიათებენ რა მოლეკულის სტრუქტურას, ეს ინდექსები საშუალებას გვაძლევს, ვეძიოთ კორელაცია აღნაგობასა და ნივთიერების ამა თუ იმ თვისებას შორის. [1]

ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მიზანმიმართული სინთეზი და ჰიპოთეტური მოლეკულების თვისებების პროგნოზირება თანამედროვე ბიოქიმიისა და ბიორგანული ქიმიის უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა. კვანტურ – ქიმიური მოდელების ეფექტურობა შეზღუდულია საბაზისო ფუნქციების რაოდენობით. რამდენადაც მათემატიკური მეთოდები არ საჭიროებენ რთულ ოპერაციებს და ადვილად ექვემდებარებიან პროგრამირებას, მათთვის საკვლევ ნივთიერებაში ატომების რაოდენობას არ გააჩნია გადამწყვეტი მნიშვნელობა. ბიოქიმიურ გამოკვლევებში ქიმიურ გრაფთა თეორიის ეფექტურობას ზრდის ისიც, რომ უკვე დაგროვილია ფართო მასალა, რომელიც ტოპოლოგიური ინდექსების ვარგისიანობაზე მიუთითებს [2 – 4].

წინამდებარე სტატია ეძღვნება სასქესო ჰორმონების კანცეროგენური აქტივობის მათემატიკურ შესწავლას. სასქესო ჰორმონები მიეკუთვნებიან სტეროიდულ ჰორმონებს. ისინი აუციელებელია ადამიანისა და ცხოველური ორგანიზმების მრავალი ქსოვილის ზრდის, დიფერენცირებისა და ფუნქციონირებისათვის. ცხოველზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ ორგანიზმში ჰორმონალური ფონის ცვლილება იწვევს სიმსივნეების სპონტანურ წარმოშობას [5].

სასქესო ჰორმონები მედიცინაში ფართოდ გამოიყენება. სიმსივნეების ღრმა სტადიაზე (სარძევე ჯირკვლების, პროსტატის, ენდომეტრიის) მათი შეყვანა ორგანიზმში აძლიერებს სიმსივნეების ზრდას. სასქესო ჰორმონები ორგანიზმში შეჰყავთ რიგი დაავადების (მენტრუაციული ციკლის დარღვევა, კლიმაქსური მოვლენები, პროსტატიტი) შემთხვევაში. ისინი აგრეთვე შედიან კონტრაცეპტების შემადგენლობაშიც და ამიტომ სტეროიდების გამოყენებას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, მკურნალობის თვალსაზრისით, დიდი ყურადღება ეთმობა მათი კანცეროგენური თვისებების გამო [5, 6]. შესაბამისად, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება



ისეთი თეორიული მოდელის შემუშავებას, რომელიც *a priori*, თუნდაც ვარაუდობრივად, ჰომოლოგიური რიგის ფარგლებში მიუთითებდა საინტერესო ნივთიერების (წამლის, კონტრაცეპტის, სხვა პრეპარატების) შესაძლო კანცეროგენურობაზე. წინამდებარე ნაშრომის მიზანია შევისწავლოთ ტოპოლოგიურ ინდექსთა მეთოდის პრინციპული ვარგისიანობა ასეთი პრობლემის კვლევისას.

გრაფი $G(V,E)$ წარმოადგენს დისკრეტულ-მათემატიკურ ობიექტს, რომელიც შედგება $V = \{v_i / i=1,2,\dots,n\}$ სიმრავლეებისაგან, რომლის ელემენტებსაც წვეროები ეწოდებათ და $E \{e_{ij} = v_i v_{kj} / ij=1,2,\dots,m\}$ სიმრავლეებისაგან, რომლის ელემენტები წიბოები V ელემენტების (ზოგადად) მოუწესრიგებელი წყვილებია. ამგვარი გრაფის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია თანაზიარობის მატრიცა $A(a_{\alpha\beta})$, სადაც

$$a_{\alpha\beta} = \begin{cases} 1, \text{ თუ } e_r = v_\alpha v_\beta \in E, v_\alpha, v_\beta \in V, \\ 0 \text{ სხვა შემთხვევაში} \end{cases} \quad (1)$$

ე. ი. $a_{\alpha\beta} = 1$, თუ α და β წვეროები წიბოთია დაკავშირებული (ანუ თუ α და β ატომებს შორის (დანომვრა თავისუფალია) არსებობს ბმა) [7].

თითოეულ წვეროს ახასიათებს ე. წ. ხარისხი:

$$\text{deg}(v_\alpha) \equiv \delta(v_\alpha) = \sum_{\beta} a_{\alpha\beta} \quad (2)$$

ზემოწოდებულის საფუძველზე შეიძლება განისაზღვროს ე. წ. რანდიჩის ინდექსი [8]:

$$\chi = \sum [\delta(v_\alpha) \delta(v_\beta)]^{-1/2} \quad (3)$$

სადაც აჯამვა ხდება ყველა არსებულ ბმაზე.

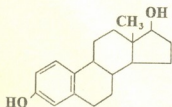
ჰეტეროატომების გათვალისწინების მიზნით ჩატარებულია A მატრიცის მოდიფიკაცია [9]

$$a_{\alpha\beta}^{(m)} \leftarrow a_{\alpha\beta} \cdot k_{\alpha\beta}$$

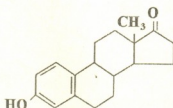
სადაც $k_{\alpha\beta}$ ე. წ. ჰიუკელის პარამეტრია [10]. შესაბამისად მოდიფიცირებულია რანდიჩის ინდექსი:

$$\chi = \sum [\delta^{(m)}(v_\alpha) \delta^{(m)}(v_\beta)]^{-1/2} \quad (4)$$

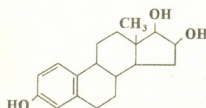
აღნიშნული ინდექსის მემვეობით შესწავლილია შემდეგი ხუთი ნაერთი: ესტრადიოლი, ესტრონი, ესტიოლი, ტესტოსტერონი, ანდროსტერონი. რიგში კანცეროგენური აქტივობა ნელდება, უკანასკნელში კი იგი ძალზე სუსტად გამოიხატება [5].



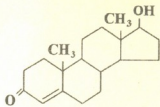
ესტრადიოლი



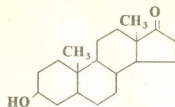
ესტრონი



ესტრიოლი

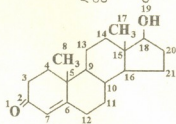


ტესტოსტერონი



ანდროსტერონი

მაგალითისათვის, ჩავატაროთ \mathfrak{A} ინდექსის გამოთვლა ტესტოსტერონისთვის.



დანომერის დროს (რომელიც აქაც თავისუფალია) წყალბადატომები არ ყოფილა გათვალისწინებული. მოდიფიცირებულ ხარისხებს ასეთი სახე აქვთ:

$$\delta_1 = 1 \quad (k_{c=0} = 1, k_{c0} = 0,8, k_{c-c} = 1 [8], k_{c=c} = 2, \delta_2 = 3, \delta_3 = 2, \delta_4 = 2, \delta_5 = -4, \delta_6 = 4, \delta_7 = 3, \delta_8 = 1, \delta_9 = 3, \delta_{10} = 3, \delta_{11} = 2, \delta_{12} = 2, \delta_{13} = 2, \delta_{14} = 2, \delta_{15} = 4, \delta_{16} = 3, \delta_{17} = 1,0; \delta_{18} = 2,8; \delta_{19} = 0,8; \delta_{20} = 2, \delta_{21} = 2.$$

$$\mathfrak{A}_4 = \delta_1 \delta_2^{-1/2} + \delta_2 \delta_3^{-1/2} + \delta_2 \delta_7^{-1/2} + \delta_3 \delta_4^{-1/2} + \delta_4 \delta_5^{-1/2} + \delta_5 \delta_6^{-1/2} + \delta_5 \delta_9^{-1/2} + \delta_5 \delta_8^{-1/2} + \delta_6 \delta_7^{-1/2} + \delta_6 \delta_{12}^{-1/2} + \delta_9 \delta_{10}^{-1/2} + \delta_{10} \delta_{11}^{-1/2} + \delta_{11} \delta_{12}^{-1/2} + \delta_{13} \delta_{14}^{-1/2} + \delta_{14} \delta_{15}^{-1/2} + \delta_{15} \delta_{16}^{-1/2} + \delta_{15} \delta_{17}^{-1/2} + \delta_{15} \delta_{18}^{-1/2} + \delta_{16} \delta_{21}^{-1/2} + \delta_{18} \delta_{19}^{-1/2} + \delta_{18} \delta_{20}^{-1/2} + \delta_{20} \delta_{21}^{-1/2} = 9,777.$$

სხვა ინდექსები ასეთი სიდიდისაა $\mathfrak{A}_1 = 8,892; \mathfrak{A}_2 = 9,185; \mathfrak{A}_3 = 9,417; \mathfrak{A}_5 = 10,068.$

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტოპოლოგიური ინდექსის მატების პარალელურად ნივთიერების კანცეროგენური აქტივობა მცირდება, ე. ი. მოცემული ჰომოლოგიური რიგის კვლევისას – ინდექსის საფუძველზე შესაძლებელია ნაერთთა კანცეროგენური აქტივობის პროგნოზირება, რაც პერსპექტივაში მათემატიკური მეთოდების სრულყოფისა და გაფართოების გზით საშუალებას მოგვცემს ვაწარმოოთ ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მიზანმიმართული სინთეზი.

ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. M. И. Станкевич, И. В. Станкевич, Н. С. Зефирова. УХ, вып. 3, LVII, 1988, 377-366.
2. A. T. Balaban. Chemical Application of Graph Theory. London, 1976.
3. N. Trinajstić. Chemical Graph Theory. 2nd. rev. ed. CRC: Boca Raton, FL, 1992.
4. P. H. Rauvery. Chemical Application of Topology and Graph Theory. Ed. King. Amsterdam, 1983.



5. Канцерогенные вещества. Справочник: Материалы международного агентства по изучению рака. под ред. В. С. Турусова.
6. ნ. ალექსიძე: ზოგადი ბიოქიმიის საფუძვლები. თბილისი, 1994.
7. Ф. Харари. Теория графов. М., 1973.
8. М. Randic. J. AM. Chem. Soc. 69, 1975, 6609-6615.
9. E. Estrada. J. Chem. Inf. Comput. Sci. 35, 4, 1995. 701-708.
10. В. И. Минкин, Б. Я. Симкин, Р. М. Минаев. Теория строения молекул. М. 1979, 233.



თ. ზაალიშვილი, დ. მარბიანი, ი. ბაბრიანი, ვ. ფილაური, ნ. სურბულაძე

მირთავას თავის ტვინის ნეირონული და გლიური
უჯრედების ბირთვებისა და ბირთვული მატრიქსების NMN
ადენილილტრანსფერაზული აქტივობა

წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. ზაალიშვილმა 21.01.1997

სამოციან წლებში ბირთვული პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზის აღმოჩენის შემდეგ მეცნიერებმა ყურადღება მიაქციეს NAD-ს, არა მარტო როგორც ენგვა-აღდგენით სისტემაში მონაწილე კოფერმენტს, არამედ როგორც სუბსტრატს ADP-რიბოზილირების რეაქციის წარმართვისათვის [1,2]. ლიტერატურაში დაგროვილი მონაცემები მიგვანიშნებენ ცილების პოსტტრანსლაციური მოდიფიკაციის ADP-რიბოზილირების მონაწილეობაზე სხვადასხვა გენეტიკურ პროცესებში, განსაკუთრებით კი დნმ-ის რეპარაციაში.

ახლახან იდენტიფიცირებულ იქნა ეუკარიოტული უჯრედის სხვა ფერმენტი ADP-რიბოზილ ცილაზა, რომელიც აწარმოებს რა NAD-ის ჰიდროლიზს, აკატალიზებს ციკლური ADP-რიბოზის წარმოქმნას და ამ გზით მონაწილეობს უჯრედებში Ca^{2+} -ის მობილიზაციაში [3,4].

ADP-რიბოზილ ცილაზა გვხვდება ციტოპლაზმაში, მშინ როდესაც პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზა, ისევე როგორც NAD-ის ბიოსინთეზის საკვანძო ფერმენტი NMN ადენილილტრანსფერაზა (NMNAT) იმყოფება უპირატესად უჯრედის ბირთვში.

რადგან NMNAT ასინთეზირებს პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზის სუბსტრატს NAD-ს, ამ ორი ფერმენტის სუბბირთვული ლოკალიზაციის დადგენა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია. მონაცემები მიუთითებენ NMNAT-ის ლოკალიზებაზე ბირთვაკში, ისევე როგორც ფერმენტის ასოციაციაზე ქრომატინთან [5 – 7]. ახლახან, 1990 წელს ჩვენს მიერ [8], ისევე როგორც იტალიელი მეცნიერების მიერ 1992 წელს [9] ნაჩვენები იყო, რომ NMNAT ასოცირებულია ბირთვულ მატრიქსთან. ჩვენი წინა მონაცემები ეხებოდა მთლიანი ტვინის უჯრედებიდან იზოლირებულ ბირთვულ მატრიქსთან ასოცირებულ NMNAT-ს. ეს საბუწაო კი ეხება ვირთავას თავის ტვინის სხვადასხვა ტიპის – ნეირონული და გლიური უჯრედების ბირთვებისა და ბირთვული მატრიქსების NMNAT-ური აქტივობის შესწავლას. რადგან ადრე მატრიქსების გამოყოფა ხდებოდა მაღალი კონცენტრაციის მარილით (2M NaCl) ექსტრაქციით, წინამდებარე შრომაში მაღალ იონურ ძალაზე NMNAT-ს მატრიქსთან არასპეციფიკური დაკავშირების გამოსარიცხად ჩვენ ასევე ვიყენებდით შედარებით დაბალ იონურ ძალაზე (0,3 M $(NH_4)_2SO_4$)

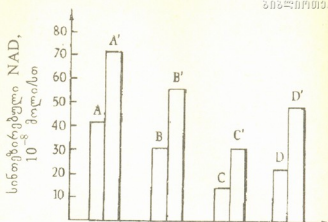
მატრიქსების გამოყოფის მეთოდს.

ბირთვების ჯამურ პრეპარატს და ნეირონული და გლიური უჯრედების ბირთვებით გამდიდრებულ ფრაქციებს ვლუბულობდით 120 გ წონის მქონე ვირთაგვების თავის მთლიანი ტვინიდან [10,11], ხოლო ბირთვულ მატრიქსს — [10,12] მეთოდებით. NMNAT-აზურ აქტივობას ვსაზღვრავდით მეთოდით, რომელიც აღწერილია [13] შრომაში. ცილის კონცენტრაციას ვსაზღვრავდით მარკველის და სხვათა [14] და ბრედფორდის [15] მეთოდებით, ხოლო დნმ-ს ბარტონის მეთოდით [16].

სურათზე წარმოდგენილია ნეირონული და გლიური უჯრედების ბირთვების და ბირთვული მატრიქსების NMNAT-აზური აქტივობა. ჩანს, რომ როგორც ნეირონების, ასევე გლიური უჯრედების ბირთვულ მატრიქსებთან ასოცირებულია შესაძინევი NMNAT-აზური აქტივობა. ამასთან, ნეირონების ბირთვების, ისევე როგორც ბირთვული მატრიქსის ხვედრითი NMNAT-ური აქტივობა (1 მგ ცილაზე გადათვლით) ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე ასტროგლიების და ოლიგოდენდროგლიების ხვედრითი ფერმენტული აქტივობა. რადგან ბირთვული ცილის შეფარდება დნმ-თან ნეირონულ, ასტროგლიურ და ოლიგოდენდროგლიურ ბირთვებში ტოლია 6,4; 4,7; და 2,4 შესაბამისად, ცხადია, რომ ბირთვების ტოლრაოდენობაზე გადათვლით ნეირონული NMNAT-ური აქტივობა კიდევ უფრო მაღალი იქნება, ვიდრე ასტროგლიური და ასტროგლიური უფრო მაღალი ვიდრე ოლიგოდენდროგლიური.

რადგან ნეირონების, ასტროგლიების, ოლიგოდენდროგლიების და ბირთვული ჯამური პრეპარატის იზოლირებული მატრიქსები შეიცავდნენ 4,6%; 4,8%; 5,1% და 5,2% ბირთვულ ცილას, ადვილად შეიძლება გამოვთვალოთ, რომ ნეირონების, ასტროგლიების, ოლიგოდენდროგლიების და ბირთვების ჯამური ფრაქციის მატრიქსებთან დაკავშირებულია 7,8%; 8,7%; 9,9% და 11,3% NMNAT-ური აქტივობა შესაბამისად. უნდა აღინიშნოს, რომ ანალოგიური სურათი შეინიშნებოდა, როდესაც ბირთვულ მატრიქსებს ვყოფდით დაბალი კონცენტრაციის მარილით ექსტრაქციით.

ამგვარად, სხვადასხვა მეთოდებით თავის ტვინის სხვადასხვა ტიპის უჯრედე-



სურ. ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედების ბირთვების და ბირთვული მატრიქსების NMN ადენილილტრანსფერაზული აქტივობა A — ნეირონული ბირთვები, A' — ნეირონული ბირთვული მატრიქსი, B — ასტროგლიური ბირთვები, B' — ასტროგლიური ბირთვული მატრიქსი, C — ოლიგოდენდროგლიური ბირთვები, C' — ოლიგოდენდროგლიური ბირთვული მატრიქსი, D — ბირთვების ჯამური პრეპარატი, D' — ბირთვების ჯამური პრეპარატის მატრიქსი.

ნეირონული ბირთვების სისუფთავის ხარისხია 78%, ასტროგლიური ბირთვების 84% და ოლიგოდენდროგლიური ბირთვებისა 95%. მატრიქსები იზოლირებულია ბირთვების მაღალი კონცენტრაციის მარილით (2 M NaCl) ექსტრაქციით და შეიცავს 2 — 3% ბირთვულ დნმ-ს.

ბიდან გამოყოფილ ბირთვულ მატრიქსებთან ასოცირებულია NMNAT-ური სტრუქტურის მნიშვნელოვანი ნაწილი. აქედან გამომდინარე, *in vivo* ნაწილი NMNAT-ის მოლეკულების, ისევე როგორც პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზის მოლეკულებისა [10], შესაძლოა დაკავშირებული არიან როგორც ნეირონული, ასევე გლიური უჯრედების ბირთვულ მატრიქსებთან.

აქედან გამომდინარე, ადრე მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით [6,8] სავარაუდოა, რომ ნერვული ქსოვილის უჯრედებში NMNAT და პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზა ერთმანეთთან ახლოს არიან განლაგებულნი. შეიძლება დაეუშვათ, რომ ექსტრემალურ შემთხვევებში დნმ-ის დაზიანებული უბნების რეპარაციისათვის საჭიროა ცილების ADP-რიბოზილირებით მოდიფიცირების მაღალი დონე [1,2,13]. რასაც სხვა ფაქტორებთან ერთად შეიძლება უზრუნველყოფდეს NAD-ის მაღალი ლოკალური კონცენტრაცია პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზასთან, ამას კი თავის მხრივ, შეიძლება უზრუნველყოფდეს NMNAT-ისა და პოლი (ADP-რიბოზა) პოლიმერაზის ახლო მდებარეობა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

მოლეკულური ბიოლოგიისა და ბიოლოგიური ფიზიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. K. Ueda. Ann. Rev. Biochem., 54, 1985, 78-100.
2. T. Lindahl, M. S. Satoh, G.G. Poirier, A. Klungland. Trends Biochem. Sci., 20, 1995, 405-411.
3. M. J. Berridge. Nature, 365, 1993, 388-389.
4. A. Galione, A. White, N. Willmott, M. Turner, B. Potter, S. P. Watson. Nature, 365, 1993, 456-459.
5. В. Б. Збарский. Организация клеточного ядра. М., 1988.
6. M. L. Uhr, M. Smulson. Eur. J. Biochem., 128, 1992, 435-4437.
7. W. Cantarow, B.D. Stollar. Arch. Biochem. Biophys., 180, 1977, 26-34.
8. თ. ზაალიშვილი, კ. კოლბიდაშვილი საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 140, 1990, 605 - 608.
9. E. Balducci, M. Emanuelli, G. Magni. Biochem. Biophys. Res. Commun., 189, 1992, 1275-1279.
10. Т. М. Заалишвили, Н. Ш. Джапаридзе, Р. Д. Мичилашвили, В. Л. Анчабадзе. Биохимия, 54, 1989, 537-541.
11. თ. ზაალიშვილი, დ. მარგინი, ა. თამაზიანი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე, ბიოლოგიის სერია, 6,2, 1980, 142 - 146.
12. თ. ზაალიშვილი, კ. კოლბიდაშვილი ქ. კუტალია, დ. მარგინა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე, ბიოლოგიის სერია, 20, 1994, 63 - 67.
13. Т. М. Заалишвили, Н. Ш. Джапаридзе, Р. Д. Мичилашвили, Д. О. Маргани. Радиобиология, 30, 1990, 36-39.
14. M. K. Markwell, S. M. Haas, L. L. Bieber, N. E. Tolbert. Anal. Biochem., 87, 1978, 206-210.
15. M. M. Bradford. Anal. Biochem., 72, 1976, 248 - 254.
16. K. Burton. Biochem. J., 62, 1956, 315-323.



ჯ. კერესელიძე

ამერიკული მსხვილნაყოფა შტომის (OXYCOCCUS
 MACROCARPUS PERS.) ბიოქიმიური ბამოკვლევის შედეგები

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ნუტუბიძემ 10.06.1997

კოლხეთის ტორფიან დაქობებულ ზუგდიდის რაიონში ინტროდუცირებულ ამერიკული მსხვილნაყოფა შტომის 12 ჯიშის ნაყოფების ბიოქიმიური გამოკვლე-

ცხრილი 1

ამერიკული მსხვილნაყოფა შტომის ჯიშების ნაყოფების ბიოქიმიური შედეგნილობა (1990 წლის მოსავალი)

ჯიში	მონოსაქარიდები %	საქარობა %	საერთო შაქრები %	მჟავიანობა ვაშლმჟავაზე %	ტენიანობა %	მშრალი ნივთიერება	შენიშვნა
ჟილკოქსი	6,25	0	6,25	2,34	71,65	27,35	საადრეო
ფრანკლინი	5,50	0	5,50	2,33	80,64	19,86	საადრეო
ბეჟუიტი	5,30	0	5,50	2,14	81,05	18,95	საგვიანო
ჰოვესი	2,30	0,48	2,78	2,33	79,35	20,64	საგვიანო
ბენ-ლირი	4,90	0	4,90	1,94	86,93	13,07	საადრეო
საადრეო შავი	3,90	0	3,90	2,23	86,66	13,34	საადრეო
სტივენსი	3,90	0,36	4,26	1,96	88,28	11,12	საგვიანო
პილიგრიმი	2,80	0	2,80	2,17	86,88	13,12	საგვიანო
მაკ-ფარლინი	3,90	0	3,90	2,19	85,21	14,79	საგვიანო
სირლსი	3,55	0	3,55	2,01	86,53	13,47	საშ.სიმწ
ვამინგტონი	2,80	0	2,80	1,98	88,16	11,84	საშ.სიმწ
ბერგმანი	2,55	0	2,55	2,26	84,51	15,49	საადრეო

ვა ჩვენს მიერ ჩატარებული იყო 1990 წელს აღებული მოსავლიდან, ე. ი. ტაციის სრულ მსხმოიარობაში შესვლის შემდეგ [1]. მშრალი ნივთიერების, ტენიანობის, შაქრების და ორგანული მჟავების გარდა, გამოკვლეული იყო ისეთი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი, როგორცაა ვიტამინი C, ანუ ასკორბინის მჟავა; B₁ და B₂ ვიტამინები (თიამინი და რიბოფლავინი) და PP ვიტამინი (ნიკოტინის მჟავა). ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია 1 და 2 ცხრილებში. 1 ცხრილიდან ჩანს, რომ საადრეო ჯიშებიდან უილკოკსი გამოირჩევა შაქრებისა და მშრალი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით, მას მოსდევს ჯიში ფრანკლინი, ბენ-ლირი და საადრეო შავი. საგვიანო ჯიშებიდან შაქრებისა და მშრალი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით გამოირჩევიან ბეკუიტი, სტივენსი და მაკ-ფარლინი. უნდა აღინიშნოს, რომ საქაროზა, ისიც უმნიშვნელო რაოდენობით მხოლოდ ჰოვესის და სტივენსის ნაყოფებში იყო ნანახი. აღნიშნული ფაქტი მეტყველებს იმაზე, რომ მსხვილნაყოფა შტომის ყველა ჯიშის ნაყოფში სინთეზირდება ძირითადად გლუკოზა და ფრუქტოზა, რაც ამ მცენარის სამკურნალო თვისებებს უნდა აპირობებდეს. ვაშლის მჟავაზე გადაანგარიშებული ნაყოფების მჟავიანობა

ც ხ რ ი ლ ი 2

ვიტამინების შემცველობა ამერიკული მსხვილნაყოფა შტომის ჯიშების ნაყოფებში მგ%-ობით (1990 წლის მოსავალი)

ჯიში	თიამინი B ₁	რიბოფლავინი B ₂	ნიკოტინის მჟავა PP	ასკორბინის მჟავა C	შენიშვნა
უილკოკსი	0,04	0,03	0,20	7,27	საადრეო
ფრანკლინი	0,06	0,05	0,27	6,78	საადრეო
ბეკუიტი	0,02	0,06	0,20	3,63	საგვიანო
ჰოვესი	0,03	0,04	0,15	2,90	საგვიანო
ბენ-ლირი	0,05	0,07	0,30	8,48	საადრეო
საადრეო შავი	0,04	0,05	0,20	2,42	საადრეო
სტივენსი	0,05	0,06	0,30	7,27	საგვიანო
პელიგრიმი	0,03	0,03	0,20	7,27	საგვიანო
მაკ-ფარლინი	0,02	0,04	0,20	2,90	საგვიანო
სირლსი	0,03	0,05	0,15	12,21	საშ. სიმწ
ვაშინგტონი	0,03	0,04	0,20	8,48	საშ. სიმწ
ბერგმანი	0,05	0,07	0,30	2,42	საადრეო

საადრეო და საგვიანო ჯიშებს თითქმის თანაბარი აღმოაჩნდათ.

მე-2 ცხრილში მსხვილნაყოფა შტომის ნაყოფებში ვიტამინების შემცველობის ანალიზის შედეგია წარმოდგენილი. ცხრილიდან ჩანს, რომ თითქმის ყველა ჯიშის ნაყოფები მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ თიამინს (B_1) და რიბოფლავინს (B_2). განსაკუთრებით მაღალია ნაყოფებში ნიკოტინის მჟავას (PP) შემცველობა, ხოლო ასკორბინის მჟავას (C) რაოდენობა ბევრად უფრო დაბალია, ვიდრე სხვა რომელიმე ხილეულსა და ბოსტნეულში [2]. ასე რომ, ადამიანის ორგანიზმზე შტომის ნაყოფების სამკურნალო ეფექტი ძირითადად განპირობებულია პირველ რიგში ნიკოტინის მჟავას, თიამინისა და რიბოფლავინის მოქმედებით. საადრეო ჯიშებიდან PP ვიტამინის მაღალი შემცველობა ბენ-ლირს და ბერგმანს აღმოაჩნდათ, ხოლო საგვიანო ჯიშებიდან სტივენსს და პილიგრიმს [3].

დადგენილია, რომ PP ვიტამინის სამკურნალო ეფექტი განპირობებულია მისი აქტიური მონაწილეობით ქანგვა-აღდგენით რეაქციებში. ნიკოტინის მჟავა არეგულირებს ნახშირწყლების, ცილების და განსაკუთრებით ცხიმოვანი ნივთიერებების ცვლის პროცესს, აბრკოლებს ქოლესტერინის შემცველობას და ღვიძლში ცხიმების დაგროვების პროცესს. PP ვიტამინის, თიამინის (B_1) და რიბოფლავინის (B_2) ერთობლივი მოქმედებით ნორმალზედა ორგანიზმში საკვებ ნივთიერებათა გარდაქმნა და საგრძნობლად მაღლდება მისი იმუნური თვისებები [4-6].

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული მიუთითებს იმაზე, რომ ჩრდილოეთ ამერიკიდან ინტროდუცირებული მსხვილნაყოფა შტომის თორმეტივე ჯიში არა მარტო კარგად შეეგუა კოლხეთის დაჭაობებული ზონის ადგილობრივ ბუნებრივ პირობებს (ზუგდიდის რაიონი), არამედ შეინარჩუნა კიდევ მისი ნაყოფებისათვის დამახასიათებელი ძვირფასი კვებითი და სამკურნალო ქიმიური თვისებებიც.

საქ. მეცნ. აკადემია

ცენტრალური ბოტანიკური ბაღი

ლიტერატურა

1. *ჯ. კერესელიძე*. ამერიკული მსხვილნაყოფა შტომის (*Oxycoccus Macrocarpus Pers.*) ბიოქიმიური შემადგენლობა და სამკურნალო თვისებები. მცენარეთა ინტროდუქცია და მწვანე მშენებლობა, თბილისი, 20, (89), 1995, 116-120.
2. *Т. А. Кезели*. Витамины в растениях Грузии, Тбилиси 1966, 223.
3. *Дж. Е. Кереселидзе, Г. Г. Дадвани*. Тез. докладов XXV сессии Совета бот. садов Закавказья по вопр. Интрод. растений, озеленения и лесного хоз-ва. Тбилиси, 1991, 70-71.
4. *В. А. Девятин*. Витамины. М.-Л., 1948, с. 277.
5. *К. Е. Овчаров*. Витамины в растениях. М., 1964, 157.
6. *Л. Д. Тищенко*. Витамины в дерматологии. М., 1987, 94.



რ. ბახოძე, ნ. ბიუნაშვილი

მცენარეთა ზრდის რეგულატორის – ლუკრეაზინის გავლენა
ნიტრატული აზოტის ასიმილაციაზე ლობიოს პირველად
ფოთლებში ვეგეტაციის ადრეულ სტადიებში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. კვეციტაძემ 29.09.1995

პარკოსანთა მეტაბოლიზმის ერთ-ერთ ძირითად მახასიათებელს მცენარეთა განვითარების ადრეულ სტადიებზე აზოტის არაორგანული ფორმების ასიმილაციის მონაცემები წარმოადგენს [1]. ამიტომ ვეგეტაციის ადრეულ სტადიებში მცენარეთა ზრდის რეგულატორების კვლევისას მნიშვნელოვანია ნივთიერებათა ცვლის აღნიშნული გზის გათვალისწინება. წარმოადგენილ ნაშრომში შესწავლილია მცენარეთა ზრდის რეგულატორის – ლუკრეაზინის გავლენა ნიტრატული აზოტის ასიმილაციის პროცესზე ლობიოს ღივების პირველად ფოთლებში.

საცდელ მასალად გამოყენებული იყო 5 mM კონცენტრაციის ნატრიუმის ნიტრატის შემცველ ჰოგლენდის არეში მოყვანილი ლობიოს ღივების პირველადი ფოთლები. ნიტრატის ასიმილაციის ინტენსივობას ესაზღვრავდით საკვანძო ფერმენტის – ნიტრატრედუქტაზის აქტივობის მიხედვით. ნიტრატრედუქტაზის აქტივობას ესაზღვრავდით *in vivo* იავორსკის მეთოდით [2]. ცილას ესაზღვრავდით ამიდოშავის საშუალებით [3]. ფოთლების ზედაპირის ლუკრეაზინით დასამუშავებლად ინტაქტურ მცენარეებს ვათავსებდით ეფექტორის სტანდარტულ ხსნარში. სტატიკში მოყვანილი მონაცემები წარმოადგენს საშუალო სტატისტიკურ მაჩვენებლებს თავისუფლების ხარისხით 15.

ვეგეტაციის მე-6 დღიდან დაწყებული (პირველადი ფოთლების გამლა) 30-ე დღის ჩათვლით პირველადი ფოთლების ზედაპირის ლუკრეაზინის ხსნარით დამუშავებას თან ახლავს ნიტრატრედუქტაზის აქტივობის მკვეთრად გამოხატული ზრდა, ისევე როგორც საერთო ცილის აკუმულაციის გაძლიერება ლობიოს ღივების პირველად ფოთლებში. მიღებული შედეგები მიუთითებს იმაზე, რომ ნიტრატული აზოტის შეთვისების მეტაბოლიტური ჯაჭვი, საკვებ არეში აზოტის ერთადერთ წყაროდ ნიტრატის შემცველობისას, მთლიანად ექვემდებარება პრეპარატის მასტიმულირებელ მოქმედებას.

სტაბილური სტიმულაციის ხანგრძლივობა შებრუნებულ კორელაციაშია დამუშავებული მცენარის ასაკთან (ცხრ. 1). ვთვლით, რომ მოცემული კანონზომიერება წინასწარ განსაზღვრულია ნიტრატრედუქტაზის აქტივობისა და სინთეზის ინტენსივობის შემცირების ფიზიოლოგიური რიტმით ვეგეტაციის მანძილზე [1].

წარმოადგენილი მონაცემების საფუძველზე ვასკენით, რომ ლუკრეაზინს ახასიათებს მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობა, იგი ადვილად აღწევს ლობიოს ფოთ-

ნიტრატრედუქტაზის აქტივობა და ცილის შემცველობა ლუკრეაზინის სტანდარტული ხსნარით
 დამუშავებული ლობიოს ლივების პირველად ფოთლებში

ლივების ასაკი (ღლები)	დამუშავების ვადა (ღღე)	ვადა დამუშავების შემდეგ	ნიტრატრედუქტა- ზის აქტივობა (% კონტროლთან)	ცილის საერთო შემცველობა (% კონტროლთან)
6	6	1	+35	+18
		7	+56	+43
		14	+57	+48
		21	+55	+48
10	10	1	+29	+15
		7	+46	+35
		14	+49	+39
		21	+47	+41
14	14	1	+15	+10
		7	+25	+25
		14	+23	+19
		21	+14	+17

ლოვან ქსოვილებში, ახდენს მასტიმულირებელ ზემოქმედებას ნიტრატული აზო-
 ტის ასიმილაციაზე და ახასიათებს მეტაბოლიტური სტაბილურობა მისი ზემოქმე-
 დების ხანგრძლივობის გამო.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. Van Beusichem. Z. Pflanzenphysiol., 109, 5, 1983, 449-458.
2. E. G. Jaworski Biochem. Biophys. Res. Commun., 43, 6, 1971, 1274-1279.
3. Г. А. Бузун, К. М. Джемухадзе, Л. Ф. Милешко. Физиол. раст., 29, 1, 1982, 198-204.



დ. ნოღაიძელი, ე. მებრელიძე

PHYTOPHTHORA INFESTANS (MONT.) DE BARY პოპულაციის
ვირულენტური სტრუქტურა საქართველოში 1991 წელს

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ. ყურაშვილმა 18.12.1996

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კულტურის კარტოფილის ყველაზე უმძიმესი დაავადება ფიტოფტოროზი, რომლის გამომწვევია სოკო *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary მუდმივ საშიშროებას წარმოადგენს კარტოფილის ძირითადი მწარმოებელი ქვეყნების სოფლის მეურნეობისათვის [1-3], ხოლო იმ ქვეყნებში, სადაც იმატებს საკარტოფილე ფართობები, დაავადება თანდათან მნიშვნელოვან გავრცელებას პოვებს [4]. ეკოლოგიურად სუფთა მეთოდი ამ საშიში დაავადებისაგან დასაცავად არის ფიტოფტორაგამძლე ჯიშების გამოყვანა, რაც დიდი წარმატებით მიმდინარეობს 1909 წლიდან. 1920 წელს სელექციონერებმა კარტოფილის სახეობაში *Solanum tuberosum* შეიყვანეს ფიტოფტორაგამძლეობის R_1 გენი *Solanum demissum*-დან, რომელიც მხოლოდ ათიოდე წლის განმავლობაში უზრუნველყოფდა ამ კულტურის სრულ დაცვას ფიტოფტორისაგან. შემდეგ კი ამ გენის შემცველ ჯიშებზე ადგილი ჰქონდა ეპიფიტოტიებს როგორც ვეროპის, ისე ამერიკის კონტინენტზე [2,5]. ამან აიძულა მეცნიერები შეექმნათ ახალი ჯიშები, რომლებსაც ექნებოდათ სხვა ეფექტური R გენები (R_2 , R_3 , R_4 და ა. შ.). ამჟამად *S. tuberosum*-ში R გენები შეყვანილია უმეტესად *S. demissum*-დან, მაგ., გერმანიაში ჯიშების 85%-ში, ხოლო ჯიშების დანარჩენ ნაწილში – სხვა ველური სახეობებიდან [2]. მიუხედავად ამისა და სისტემური ფუნგიციდების ტოტალური გამოყენებისა, *P. infestans*-ის მაღალი ადაპტაციის, ანუ ახალი ვირულენტური პათოტიპების წარმოქმნის უნარის გამო ჯიშის ხანგრძლივი გამოყენება წარმოებაში მკვეთრად შეზღუდულია (2-3 წელი), რაც განპირობებულია პათოგენის ვირულენტობის მაღალი ცვალებადობითა და რეკომბინაციით [6]. *P. infestans*-ის ჩრდილო ამერიკული ვეროპული პოპულაციები ვირულენტობის მიხედვით მაღალცვალებადნი არიან [6,7], თუმცა კარტოფილისა და ფიტოფტორას სამშობლოში – მექსიკაში გავრცელებულ პოპულაციას ვირულენტობის ცვალებადობით ჩამორჩებიან, რადგან სოკოს მექსიკური პოპულაცია ხასიათდება როგორც უსქესო, აგრეთვე სქესობრივი რეკომბინაციით – A_2 ტიპის შეწყვილებით [8]. სწორედ ამ ორი ფიზიების – უსქესო და სქესობრივი რეპროდუქციის თანმთხვევამ განაპირობა *P. infestans*-ის მექსიკური პოპულაციის უფრო სწრაფი ადაპტაციის უნარი ახალგავრცელებული გამძლეობის გენებისადმი [6]. უნდა აღინიშნოს, რომ 1985 წლიდან ყოფილი სსრკ-ის ტერიტორიაზე დაფიქსირებულია A_2 შეწყვილების ტიპის იზოლატები [9]. შენიშნული იყო დაავადების არატიპური სიმპტომები, შეცვლი-

1991 წელს საქართველოს ტერიტორიაზე იდენტიფიცირებული კარტოფილის ფიტოფტოროზის გამომწვევის *Phitophthora infestans* (Mont.) de Bary პათოტიპები

№ ნიმუშის აღების აღვლი, თარიღი	პათოტიპები
I ბორჯომი, 24 ივლისი	1.4.11; 2.4.11 1.2.4.10; 1.4.9.10; 1.4.10.11 1.2.3.10.11; 1.2.4.7.10; 1.2.4.8.10; 1.2.4.9.11; 1.2.4.10.11; 1.3.4.9.10; 1.3.4.10.11; 1.4.9.10.11 1.3.4.9.10; 1.2.3.4.9.11; 1.2.3.10.11; XYZ; 1.2.4.5.9.11; 1.2.4.9.10.11; 1.3.4.9.10.11 1.2.3.4.5.10.XYZ; 1.2.3.4.9.10.11; 1.2.4.5.8.10.XYZ; 1.2.3.7.10.11.XYZ 1.2.3.4.7.9.10.11; 1.2.4.7.8.9.11.XYZ; 1.2.3.4.5.9.19.XYZ 1.2.3.4.5.7.8.9.10 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0.XYZ 1.2.3.4.5.6.8.9.10.11.6+0
II ბორჯომი, 22 აგვისტო	1.2.4.10; 1.4.10.11; 2.4.10.11 1.2.4.7.10; 1.2.4.9.10; 1.2.4.10.11; 1.4.9.10.11 1.2.3.4.9.10; 1.2.3.4.9.11; 1.2.3.10.11.XYZ; 1.2.3.5.9.11; 1.2.4.5.7.10; 1.2.4.7.10.11; 1.2.4.8.10.11; 1.2.4.9.10.11; 1.3.4.9.10.11 1.3.4.5.9.10.XYZ 1.2.3.4.9.10.11.XYZ; 1.2.4.5.8.9.11.XYZ; 1.3.4.5.8.9.11.XYZ; 1.3.4.9.10.11.XYZ 1.2.3.4.5.7.8.9.10 1.2.3.4.5.9.10.11.6+0.XYZ; 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0.XYZ 1.2.3.4.5.6.8.9.10.11.6+0
III ონი, 21 აგვისტო	1.4.10 1.2.4.11; 1.4.9.11; 1.4.10.11 1.2.3.10.11; 1.2.4.7.10; 1.2.4.8.10; 1.2.4.9.10; 1.2.4.10.11; 1.3.4.9.10; 1.3.4.10.11; 1.4.9.10.11 1.2.3.4.9.10; 1.2.3.4.9.11; 1.2.4.9.10.11 1.2.3.4.9.10.11; 1.2.4.5.9.10.11; 1.2.4.5.9.10.XYZ; 1.2.4.5.7.9.10 1.2.3.4.5.8.10.XYZ; 1.2.3.4.9.10.11.XYZ 1.2.4.7.8.9.10.11.XYZ; 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0.XYZ 1.2.3.4.5.6.9.10.11.6+0.XYZ 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.6+0 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.6+0.XYZ
IV ხულო, 22 აგვისტო	1.4.10.11 1.2.3.10.11; 1.2.4.10.11; 1.3.4.10.11 1.2.3.4.9.10; 1.2.3.10.11.XYZ; 1.2.4.5.9.11; 1.2.4.5.10.11; 1.2.4.7.10.11; 1.2.4.9.10.11; 1.3.4.9.10.11 1.2.3.4.5.7.10.11; 1.2.3.4.9.10.11; 1.2.4.5.9.10.11; 1.2.4.7.10.11.XYZ 1.2.3.4.7.9.10.11; 1.2.4.7.8.9.11.XYZ 1.2.3.4.6.7.9.10.11.XYZ; 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0.XYZ; 1.2.3.5.6.9.10.11.6+0.XYZ 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.6+0

ლი პოპულაციის პათოტიპური შედგენილობა, გაზრდილი დაავადების მაჩვენებელი. შესაბამისად შესამჩნევად დაქვეითებული ჯიშების გამძლეობა ფიტოფტოროზის მიმართ.

ზემომოყვანილის გაანალიზებისას მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ ფიტოფტოროზი რეალურ საშიშროებად რჩება საქართველოს მეკარტოფილეობისათვის, ამიტომაც უდიდეს მნიშვნელობას ვანიჭებთ ამ სოკოს პოპულაციის ვირულენტობის გენეტიკის შესწავლას, რაც გამოიხატება მისი პათოტიპური შედგენილობის უწყვეტ მონიტორინგში. ამის ცოდნა და აგრეთვე ე. წ. სპეციფიკური (R გენით განპირობებული) და საველე (field) გამძლეობის მქონე ჯიშების გამოვლენა საშუალებას მისცემს მეცნიერებს სწორად წარმართონ ფიტოფტორაგამძლე ჯიშების სელექციური პროცესი.

ფიტოფტოროზის გამომწვევი სოკოს *P. infestans* პათოტიპთა იდენტიფიკაცია ჩატარდა შიკისა და ბლეკის კარტოფილის საერთაშორისო სტანდარტულ დიფერენციატორებზე, რომლებიც შეიცავენ ფიტოფტორაგამძლეობის ყველა ცნობილ R გენს. კვლევისათვის საჭირო ნიმუშები აღებულ იქნა ფიტოფტოროზის ყოველწლიური გავრცელების რაიონებში - ონი, ბორჯომი, ხულო.

P. infestans ვყოფდით სუფთა კულტურაში ჭვავის აგარიზებულ საკვებ არეზე, ხოლო პათოტიპთა იდენტიფიკაციისათვის ვიყენებდით მის მონოკლონურ კულტურას. პათოგენის პათოტიპური შედგენილობის მონაცემები დამუშავებულია სტატისტიკურად ჟივოტოვსკის მიხედვით [10].

ნაკვეთების პირველი დათვალიერება ჩავატარეთ ზემოაღნიშნულ რაიონებში 22-26 ივლისს, ამ დროისათვის კარტოფილის ფოთლებზე ერთეული ლაქები აღინიშნება მხოლოდ ბორჯომის რაიონში. მეორე დათვალიერების შედეგად (20-24 აგვისტო) აღმოჩნდა, რომ კარტოფილი ყველა ზონაში დაავადებული იყო 25-50% ინტენსივობით. მოგროვილი დაავადებული მასალიდან გამოყოფილ იქნა 256 მონოკლონი, ხოლო მათი პათოტიპური შედგენილობა იდენტიფიცირებულ იქნა გამძლეობის R გენებისა და სხვადასხვა საველე გამძლეობის მქონე 26 დიფერენ-

ცხრილი 2

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის პათოტიპური შედგენილობის სტატისტიკური ანალიზი

შესადარებელი სუბპოპულაციები	მაჩვენებელი		მორფთა ჯამური რაოდენობა m - 1
	მსგავსების $r \pm m_r$	იდენტურობის I	
I - II	0,368 ± 0,0461	163,34	41
I - III	0,466 ± 0,0474	145,12	41
I - IV	0,567 ± 0,0452	111,91	36
II - III	0,320 ± 0,0458	170,97	41
II - IV	0,313 ± 0,0393	164,88	38
III - IV	0,335 ± 0,0429	167,20	38

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary ვირულენტობის გენების გავრცელების სიხშირე (%) საქართველოს ძირითად მეკარტოფილეობის რაიონებში 1991 წელს

ვირულენტობის გენები	ბორჯომი		ონი 21 აგვისტო	ხულო 23 აგვისტო
	24 ივლისი	22 აგვისტო		
P1	97	92	100	100
P2	77	72	78	86
P3	43	48	44	59
P4	93	100	96	91
P5	20	36	22	23
P6	7	4	8	14
P7	17	16	14	36
P8	24	28	22	18
P9	57	60	70	59
P10	80	92	85	91
P11	67	64	67	95
P6+0	10	12	15	18
P _x P _y P _z	27	28	27	32

ციატორზე. *P. infestans*-ის ქართული პოპულაცია ძლიერ მრავალფეროვანი აღმოჩნდა ვირულენტობის ნიშნის, ანუ პათოტიპური შედგენილობის მიხედვით. გამოვლინდა სხვადასხვა ვირულენტობის გენების შემცველი 59 პათოტიპი (ცხრ. 1), რომლებიც წარმოადგენენ ვირულენტობის გენების მრავალნაირ კომბინაციებს. ე. წ. მარტივი რასები (პათოტიპები), რომლებიც ვირულენტობის მხოლოდ 1 გენს შეიცავენ და გარკვეული დროის განმავლობაში შეადგენენ პოპულაციის დიდ ნაწილს [3], უკვე აღარ გვხვდებიან. პოპულაციაში ამჟამად ყველაზე მეტადაა წარმოდგენილი 5–8 გენის შემცველი პათოტიპები. იშვიათად გვხვდებიან 2 ვირულენტობის გენისა და აგრეთვე მაღალვირულენტური 12 და 13 გენის შემცველი პათოტიპები. პათოტიპები 1.4.10.11; 1.2.4.10.11; 1.3.4.10.11; 1.2.3.4.9.10; 1.2.4.9.10.11; 1.2.3.4.9.10; 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0.XYZ ყველა გამოკვლეულ რაიონში გვხვდება. ყველაზე უფრო ვირულენტური პათოტიპი, რომელიც პირველად 1975 წელს იყო აღნიშნული საქართველოს ტერიტორიაზე (11) და ყველა ცნობილი R გენის მქონე ჯიშებს აავადებს, იდენტიფიცირებულია მხოლოდ ონის რაიონში. იგი შეადგენს მთელი პოპულაციის 3%-ს. ყველაზე უფრო გავრცელებული პათოტიპი 1.2.4.10.11 შეადგენს გამოყოფილი მონოკლონების 17%-ს. სხვა გავრცელებული პათოტიპები – 1.3.4.10.11 – 10%, 1.2.4.9.10.11 – 10%, 1.2.3.4.9.10.11 – 8%, 1.2.3.4.8.9.10.11.6+0. XYZ – 7% და ა. შ. *P. infestans* საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის პათოტიპური შედგენილობის სტატისტიკური გაანალიზების შედეგად დადგინდა (ცხრ. 2), რომ სუბპოპულაციების მსგავსების მაჩვენებლები r საკმაოდ დაბალია, ხოლო ყველა გამოთვლილი იდენტურობის მაჩვენებელი I მეტია თეორიულ χ^2 -ზე, ე. ი. განსხვავება სუბპოპულაციებს შორის მნიშვნელოვანია 95% ალბათობის დროს.

P. infestans ქართული პოპულაცია ვირულენტობის გენების მიხედვით ხასიათ-



დება მაღალი პოლიმორფობით (ცხრ. 3). ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან გამომდინარე, იგი 94% შეადგენს. პათოგენის პოპულაციის უმეტეს ნაწილს შეადგენენ შემდეგი გენები P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₁₀, P₁₁, რომელთა გავრცელების სიხშირეებია საშუალოდ შესაბამისად 97; 78; 48; 5; 95; 61; 87; 73 %. დანარჩენი ვირულენტობის გენების P₃, P₆, P₇, P₈, P₆₊₀, P_X, P_Y, P_Z გავრცელების სიხშირეები დაბალია და შეადგენენ 8–29%.

P. infestans პოპულაციის პათოტიპური შედგენილობის სხვადასხვაგვარობის, მისი მაღალი პოლიმორფობის გამო, მისი როგორც კარტოფილის ერთ-ერთი უმძიმესი დაავადების გამომწვევის მიმართ ბრძოლის სწორად წარმართვა დაკავშირებულია პათოგენის პოპულაციის ვირულენტობის სისტემატურ მონიტორინგთან, რათა გარკვეულ იქნეს შიგაპოპულაციური პროცესების მიმართულება ან კანონზომიერება. საჭიროა აგრეთვე პოპულაციურ კვლევებში დამატებით გამოვიყენოთ ფიტოპათოგენთა ძირითადი მოლეკულური მარკერები – იზოფერმენტები და დნმ-ის რესტრიქციული ფრაგმენტების სიგრძის პოლიმორფიზმი [12,13].

მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

მცენარეთა იმუნიტეტის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი, ქობულეთი

ლიტერატურა

1. A. Bourke. Technol. Irel., 22, 4, 1990, 42–44.
2. B. Schober. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 100, 1–4, 1098, 291–303.
3. Э. С. Мегрелидзе. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1985.
4. M. Vicici, A. A. Cinar. Bull OEPP, 20, 1, 1990, 101–105.
5. Я. Ван дер Планк. Генетические и молекулярные основы патогенеза растений. М., 1981.
6. B. A. McDonald et al. Ann. Rev. Phytopathol., 27, 1989, 77–94.
7. R. C. Shattock et al. Ann. Appl. Biol., 86, 1977, 249–260.
8. M. E. Gallegly, J. Galindo. Phytopathology, 47, 1, 1957, 31.
9. Ю. В. Воробьева и др. Микол. и фитопат., 25, 1, 1991, 62–67.
10. Л. А. Животовский. Ж. общ. биол. XL, 4, 587–602.
11. А. И. Чумакова, Э. С. Мегрелидзе, И. Н. Козловская. Защита раст. 8, 1979, 40–41.
12. R.W. Michelmore, S. H. Hulbert. Ann. Rev. Phytopathol., 25, 1987, 383–404.
13. А. В. Яблоков. Популяционная биология. М., 1987.



ბ. კაკულია, ნ. მიკაია

ნემატოდის ახალი სახეობა *HETERORHABDITIS POINARI SP. NOV.*
(*RHABDITIDA; HETERORHABDITIDAE*)
G. KAKULIA ET N. MIKAIA

წარმოადგინა წევრ-კორესპონდენტმა ი. ელიავამ 17.04. 1997

1995-1996 წლებში ჯერ აღმოსავლეთ საქართველოში, ქარელისა და ბორჯომის რაიონებში, ხოლო შემდეგ დასავლეთ საქართველოში, ზუგდიდისა და გალის რაიონებში უღვემფირფიტანების ნემატოდოფაუნის შესწავლისას ღრატა მარტორქის *Oryctes nasicornis* 362 ეგზემპლარიდან ხოჭოში რეგისტრირებული ნემატოდის 5 სახეობა, რომელთაგან ერთი მეცნიერებისათვის ახალ სახეობას წარმოადგენს. მარტორქის *oryctes nasicornis* სხეულში მრავლად იქნა მოპოვებული ნემატოდის ლატენტური ფორმები, რომელთა კულტივირებამ და პრეპარატების მიკროსკოპულმა შესწავლამ დაგვანახა, რომ ისინი მიეკუთვნებიან პოინარის მიერ აღწერილ ახალი ოჯახის *Heterorhabditidae* – გვარი *Heterorhabditis*-ის ახალ სახეობას, რომელიც ქვემოთაა აღწერილი [1].

Heterorhabditis poinari Sp. nov.

მდედრი O n = 5, L = 0,910 – 0, 1520 მმ
+ D = 0,62 – 0,80 მკმ
cd = 0,86 – 0,105 მკმ
a = 0,109 – 0,1406 მკმ
b = 0,502 – 0,509 მკმ
c = 0,104 – 0,105 მკმ
V % = 38 – 50%

პრეპარატი № 3

მდედრი (ჰოლოტიპი). სხეული დაფარულია გლუვი კუტიკულით, თავის დაბალი ექვსი ბორცვი ერთმანეთისაგან შესამჩნევადაა გამოყოფილი. ხეილოსტომა მოკლეა და ხეილორაბდიონები სხვა რაბდიონებთან შედარებით სუსტადაა გამოხატული. იგი ძაბრისებურად პროსტომაში გადადის. პრო, მეზო და მეტასტომის საზღვრები სათანადო რაბდიონებით სუსტადაა გამოხატული. ტელერაბდიონები ბოლოში შესქელებით მთავრდება. ტელესტომის ბორცვი არ აღინიშნება. ტელერაბდიონებზე კბილი არ არის განვითარებული. საყლაპავი მილი კარგადაა გამოხატული და ვიწრო სანათური აქვს. კარდიალური ბულბუსი მრგვალია და ქვედა სარქველი არ აღინიშნება. კარდიალური ბულბუსის ცენტრში მოჩანს მცირე ზომის ჭირკვალი, რომლის ცენტრში გადის საყლაპავის ვიწრო სანათური. ისტმუსზე აღინიშნება კარგად გამოხატული ნერვული რგოლი; გამოყოფი ფორა ბულბუსის ქვევით არის მოთავსებული. ამფიდები თავის არეში მხოლოდ დიდ გადიდე-

ბაზე ჩანს. მდედრის ვულვის ტუჩები სუსტადაა განვითარებული. ვულვა ნემატოდის თითქმის ცენტრშია მოთავსებული. კარგადაა გამოხატული მდედრის საშო. ტიპურ მდედრებში საკვერცხეები დიდელფურ-ამფიდელფურია. ანალური ხერელი მკვეთრადაა გამოხატული. კუდი ნემატოდის ამ გვარში აღწერილი *Heterorhabditis bacteriophora*-თან შედარებით ბევრად გრძელია. იგივე კუდი ჰერმოფროდიტულ მდედრებში თითქმის სიგრძით 2-ჯერ მეტია. ნემატოდის ამ სახეობას, ისევე როგორც *Heterorhabditis bacteriophora*-ს, გიგანტური ჰერმოფროდიტული მდედრები ჰყავს. ტიპურ მდედრებში და ამავე სახეობის ჰერმოფროდიტების საშვილოსნოში პირველი სტადიის ლარვები კვერცხებთან ერთად აღინიშნება.

პრეპარატები № 2, 3

მამრი (ალოტიპი) ♂

- L = 0,97 - 1,00 მმ
- D = 0,43 - 0,70 მკმ
- cd = 0,36 - 0,65 მკმ
- a = 0,950 - 0,996 მკმ
- b = 0,510 - 0,95 მკმ
- c = 0,110 - 0,97 მკმ
- Sp = 0,43 - 0,55 მკმ
- ry6 = 0,24 - 0,32 მკმ

მამრი: სხეული დაფარულია გლუვი კუტიკულით. თავის ბორცვები ერთმანეთისაგან მკვეთრად არის გამოყოფილი. სპიკულა გრძელია (43-55 მკმ), აქვს ვენტრალური აბრა. ნაეისებური გუბერნაკულუმის სიგრძეა (24-32 მკმ). კულზე გადაჭიმულია პელოდელური ბურსა; იგი ადანალურად გრძელდება და გამაგრებულია სამი წყვილი ბურსალური ნეკნით. ნეკნების განლაგება და სიმაღლეები გამოხატულია სურათზე.

ინფაზიური ლარვები. სიგრძით L = 350 - 410 მკმ; D = 18 - 22 მკმ; cd = 15 - 22 მკმ. მესამე სტადიის ლარვას აშკარად გამოხატული აქვს მხოლოდ ანალური ხერელი, კუდი მოკლე და წვეტიანია, საქმლის მომწელებელი სისტემიდან მხოლოდ ბულბუსი აქვს მკვეთრად გამოხატული; შეიძლება სამამრე ნემატოდების გარჩევა, მათ მოკლე კუდი აქვთ.

გიგანტური ჰერმოფროდიტული მდედრები. სიგრძით თითქმის 2-ჯერ მეტია ტიპურ მდედრებთან შედარებით. ხეილოსტომა მოკლე და ვიწროა. თავის ბორცვები დაბალი და ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამოყოფილია. ბულბუსი მრგვალია, 25x25მკმ, მაქსიმალური სიგანე 32-31 მკმ უდრის; კუდი გრძელია cd = 110 - 135 მკმ; გრძელი კუდის გამო ამ ფორმებში ვულვის შუამდებარეობა დარღვეულია. საშვილოსნო მრგვალი კვერცხებით და ერთეული პირველი სტადიის ლარვებით არის ამოვსებული.

დიფერენციალური დიაგნოზი: ჩვენს მიერ აღწერილი გიგანტური მდედრები გ. პოინარის მიერ აღწერილი ჰერმოფროდიტული გიგანტური ფორმებისაგან მკვეთრად განსხვავდება შემდეგი განაზომების მიხედვით:

Heterorhabditis bacteriophora

- L = 3,63-4,39 მმ
- D = 160-180 მკმ

Heterorhabditis poinari Sp. nov.

- L = 1,35-2,80 მმ
- D = 54-105 მკმ

cd = 81-93 მკმ

St = 6-9 მკმ

H. bacteriophora

L = 3,18-3,85 მმ

D = 160-220 მკმ

cd = 71-82 მკმ

OS = 155-183 მკმ

St = სიგრძე (6-9),

სიგანე (6-9).

cd = 108-112 მკმ

St = 9-14 მკმ

H. poinari Sp nov

L = 910-1,529 მმ

D = 0,62-0,80 მკმ

cd = 0,86-0,105 მკმ

Os = 0,152-0,172 მკმ

St = სიგრძე (9-12),

სიგანე (9-12).

ტიპური მდედრები:

ტიპური მამრები:

H. bacteriophora

L = 0,82 მმ

D = 0,43 მკმ

cd = 0,28-0,36 მკმ

Sp = 0,40-0,36 მკმ

ryნ = 0,18-0,25 მკმ

St = სიგრძე (0,2-0,4),

სიგანე (0,2-0,3).

H. poinari Sp8 nov

L = 0,97-1,100 მმ

D = 0,43-0,70 მკმ

OS = 150-170 მკმ

cd = 0,36-0,65 მკმ

Sp = 0,43-0,55 მკმ

ryნ = 0,24-0,32 მკმ

St = სიგრძე (0,12-0,16), სიგანე (0,10-0,12).

ჩვენს მიერ აღწერილი სახეობა როგორც ჰერმოფროდიტულ გიგანტებში, ასევე ტიპურ ფორმებში სხეულის ყველა განაზომით, დაწყებული ხეილოსტომიდან, დამთავრებული კულის ჩათვლით წვრილ ფორმებს წარმოადგენენ. ფრიად განსხვავებულია დემანისა და მიკოლეცკის ფორმულაში. ყოველივე ზემოთ მოცემული გეამლევის საშუალებას ჩვენს მიერ მოპოვებული და აღწერილი ნემატოდის ფორმა მივიჩნით ახალ სახეობად და ნემატოდის ახალ სახეობას ჩვენი კოლეგის და მეგობრის გიორგი პოინარის საპატივცემლოდ ვუწოდებთ *Heterorhabditis poinari*.

ნემატოდის *Heterorhabditis poinari Sp. nov*-ის ბიოლოგიის ზოგიერთი მონაცემი: როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნემატოდის ეს სახეობა პირველად მარტორქის (*Oryctes nasicornis*) სხეულის სეგმენტებს შორის და საფარველის ქვეშ იქნა მოპოვებული. იგი კარგად მრავლდება მწერის ცხიმოვან ქსოვილსა და ჰემოლიმფაზე (ხელოვნური საკვები არე), ასევე მაღალი პროცენტით ინვაზირებს და კარგად მრავლდება აბრეშუმის ქიის ჭურბლებზე. ინახება მაცივარში +3, +5°C ტემპერატურაზე მთელი წლის განმავლობაში. პრეპარატები №№ 2, 3 და ინვაზიური ლარვები ინახება საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტში, ენტომონემატოდოლოგიის ლაბორატორიაში.

საქ. მეცნ. აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტმნატურა



მ. ბაბრიძე, კ. ჰელიძე, ზ. თუმანიშვილი

თავის ინტაქტური და რეპენირებადი თირკმლის
პროქსიმალური მილაკის ეპითელიუმის ბირთვების
მოცულობითი სტრუქტურის გარდაქმნის დინამიკის
მოღვეობა ულტრასტრუქტურული კომპიუტარული
ტომოგრაფიის გამოყენებით

წარმოდგინა აკადემიკოსმა გ. თუმანიშვილმა 17.03.1997

თავების ნეფრონის ერთი სეგმენტის სხვადასხვა ნაწილების ნეფროციტების ულტრასტრუქტურულმა და ციტოქიმიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ უჯრედები ხასიათდებიან კარგად გამოკვეთილი სტრუქტურული და ფუნქციური განსხვავებებით [1, 2]. ნეფრონის ფუნქციურად განსხვავებული სეგმენტების დეტალური დახასიათების მიზნით გამოყენებული იყო მონაცემები ბირთვების სტრუქტურის შესახებ, როგორც უჯრედების მეტაბოლიტური დონის შეფასების ერთ-ერთი მთავარი კრიტერიუმი [3, 4, 6, 7, 9].

თავის ნეფრონის პროქსიმალური სეგმენტის შემთხვევითი ანათლების შესწავლისას გამოვლინდა ბირთვების კარგად გამოხატული პოლიმორფიზმი. ტიპიურ რგოლისებრ (ერთი დიდი ფიბრილური ცენტრით) და რეტიკულურ ბირთვებთან (დიდი რაოდენობით მცირე ზომის ფიბრილური ცენტრებით) ერთად პროქსიმალური მილაკების ეპითელიუმში გვხვდება ბირთვების გარდამავალი ფორმებიც (2-7 ფიბრილური ცენტრით). პროქსიმალური მილაკის ეპითელიოციტების ასეთი სტრუქტურული და ფუნქციური პოლიმორფიზმი ვლინდება არა მხოლოდ სხვადასხვა მილაკებში, არამედ ერთი სეგმენტის ფარგლებშიც [1].

გამოთქმული იყო მოსაზრება, რომ თავის ნეფრონის პროქსიმალურ მილაკში წარმოდგენილი სხვადასხვა ფორმის ბირთვების არსებობა ასახავს აქტივაციის პროცესში მათი თანმიმდევრული გარდაქმნის სტადიებს, პასიური რგოლისებრი ბირთვიდან გარდამავალი ფორმების გავლით ტრანსკრიპციულად აქტიურ რეტიკულურ ბირთვამდე და პირიქით [1]. ამგვარად, ნეფრონის პროქსიმალური სეგმენტი წარმოადგენს შესაფერის მოდელს ბირთვების აქტივაციის დინამიკისა და ერთი მორფოლოგიური ტიპიდან მეორეში გარდაქმნის დროს მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებების შესწავლისათვის.

არსებობს მრავალრიცხოვანი ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ როგორ ხდება ერთი ფიბრილური ცენტრის მქონე რგოლისებრი ბირთვების მრავალი ფიბრილური ცენტრის შემცველ რეტიკულურ და ნუკლეოლონემურ ფორმებში გარდაქმნა [4-6; 10, 11].



საქართველოს
აкадеმიის
გამოცემის
სამსახური

რამდენადაც დღეისათვის არსებული მეთოდებით ჯერჯერობით ვერ ხერხდეს ბირთვაკების ზემოთ აღნიშნულ გარდაქმნებთან დაკავშირებული დინამიკის დადგენა, გაურკვეველი რჩება ფიბრილური ცენტრების რაოდენობის ზრდის გამოძევები მექანიზმები. ჩვენ შევეცადეთ კომპიუტერული ტომოგრაფიის მეთოდის მეშვეობით დაგვედგინა ცალმხრივი ნეფრექტომიის შემდეგ პროქსიმალური მილაკის ფარგლებში ეპითელიოციტების ფუნქციური დატვირთვის გაზრდის პირობებში ბირთვაკების გარდამავალი ფორმების წარმოქმნის დინამიკა.

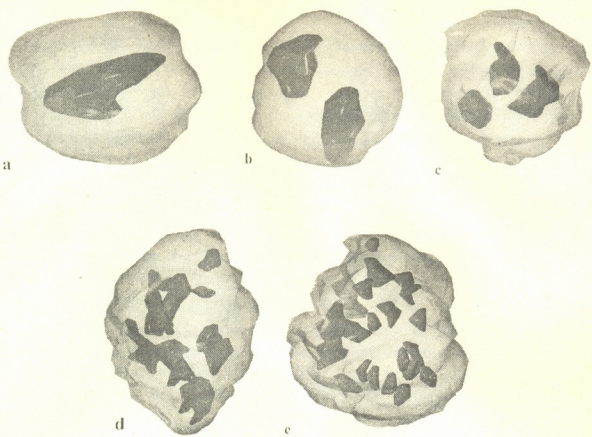
ჩატარებულ იქნა თავგების ინტაქტური და რეგენერირებადი თირკმლის ნეფრონის პროქსიმალური მილაკის ეპითელიოციტების ყველა ფორმის ბირთვაკების სამგანზომილებიანი და რაოდენობრივი ანალიზი. ბირთვაკის სივრცობრივი ორგანიზაციის რეკონსტრუქცია და მიღებული გამოსახულების ანალიზი წარმოებულ იქნა სერიული ულტრაათხელი ანათლების ტექნიკისა [1,3,10,12] და სპეციალური გრაფიკული და ანიმაციური კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით.

სხვადასხვა ფორმის ბირთვაკების შესწავლისას ყურადღება ექცეოდა ფიბრილური ცენტრებისა და მკერავი ფიბრილური კომპონენტის ტომოგრაფიისა და რაოდენობას, რადგანაც ეს კომპონენტები მიჩნეულია რიბოსომული გენების ლოკალიზაციისა და ტრანსკრიპციის უბნებად.

მასალები და მეთოდები. კვლევისათვის გამოყენებულ იქნა 20-25 გ წონის თეთრი მამრი თავგების თირკმლის ქერქოვანი შრე. პროქსიმალური მილაკების ეპითელიუმის უჯრედების ფუნქციური დატვირთვის გაზრდის მიზნით ცხოველთა ნაწილს უტარდებოდა ცალმხრივი ნეფრექტომია. მასალას ვიღებდით ოპერაციის შემდეგ სხვადასხვა ვადებში (1, 6, 8, 12, 24, 48 საათზე). შესწავლილი იყო მხოლოდ ნეფრონის პროქსიმალური ნაწილის (S_1 და S_2 სეგმენტების) ეპითელიოციტები. სინათლისა და ელექტრონული მიკროსკოპირებისათვის ქსოვილების ფიქსაციისა და დამზადების ყველა საფეხური განხორციელდა წინათ აღწერილი მეთოდის მიხედვით [1].

ბირთვაკებისა და მათი კომპონენტების რეკონსტრუქციისა და ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნა შემდეგი კონფიგურაციის მქონე აპარატურა: პერსონალური კომპიუტერი IBM PC Gold Star 486 DX4x100 ოპერატიული მეხსიერებით 8MB, ფირმა "Hewlett Packard"-ის სკანერი "HP ScanJet IIcx" და ლაზერული პრინტერი "HP Laser Jet 5L", და ამავე ფირმის ჭავლური ფერადი პრინტერი "HP Desk Jet 560 C". მოცემული ამოცანების განხორციელებისათვის გამოყენებულ იქნა შემდეგი პროგრამული უზრუნველყოფა: გრაფიკული პროგრამები "Corel Draw 5.0" "Photoshop 5.0", ასევე მხაზველობითი და ანიმაციური პროგრამები "AutoCad Lt" "3D-Studio 40" ("Autodesk").

ბირთვაკების სერიული ანათლების ელექტრონოგრაფები თანმიმდევრულად შეყვანილ იქნა კომპიუტერის მეხსიერებაში სკანერის საშუალებით, რის შემდეგაც პროგრამებში "Corel Draw" და "Photoshop" ვახდენდით ბირთვაკებისა და მისი ცალკეული ჩვენთვის საინტერესო სტრუქტურების კონტურირებას. ამ პროცესის შედეგად მიიღება გამოსახულებები, რომლებიც ექსპორტის შემდეგ აღიქმებოდა პროგრამა "Autocad"-ის მიერ. "Autocad"-ში კი ხდებოდა ბირთვაკის



სურ. სხვადასხვა ჭგუფების ეპითელიოციტების ბირთვების სივრცობრივი ორგანიზაცია. სამგანზომილებიანი მოდელები განლაგებულია მათი ფუნქციური აქტიურობის ზრდის მიხედვით, რომელიც ასახავს ფიბრილური ცენტრების სტრუქტურის, რიცხვისა და განაწილების ცვლილებებს.

a - რგოლისებრი ბირთვაკი; b - I ჭგუფის უჯრედების გარდამავალი ბირთვაკი ორი გლუვი მომრგვალო ფიბრილური ცენტრით; c - I ჭგუფის უჯრედის გარდამავალი ბირთვაკი 3 გართულებული ფიბრილური ცენტრით; d - II ჭგუფის უჯრედის გარდამავალი ბირთვაკი. ძლიერ გართულებული ფრაგმენტირებული ფიბრილური ცენტრით; e - რეტიკულური ბირთვაკი, რომელიც ძირითადად შეიცავს გლუვი ზედაპირის მქონე 21 ოვალურ ფიბრილურ ცენტრს.

სტრუქტურების რეკონსტრუქცია (შრეებიდან აწყობა), მისი კომპონენტებისათვის სხვადასხვა ფერების მინიჭება და რაოდენობრივი დამუშავება. საბოლოოდ მიიღებოდა ბირთვაკებისა და ფიბრილური ცენტრების კარკასული მოდელები, რომლებთანაც ერთად იკვეთებოდა მკვირივი ფიბრილური კომპონენტის აგებულება და სიმკვრივე.

კომპიუტერული დამუშავებისა და გამოსახულების ანალიზის დასასრულს გამოყენებულ იქნა ანიმაციური პროგრამა 3D-Studio, რაც მიზნად ისახავდა სივრცობრივი ორგანიზაციის სადემონსტრაციო სურათების მიღებას.

შედეგები და მათი განხილვა. როგორც უკვე ნაჩვენებია იყო, თავისი ნორმალური თირკმლის პროქსიმალურ მილაკებში გამოიკვეთა ნეფროციტების სამი ჭგუფი, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან რნმ-ს სინთეზის ინტენსიურობით. პროქსიმალური მილაკის ეპითელიოციტების ასეთი ფუნქციური ჰეტეროგენულობა მტკიცდება მორფოლოგიურად განსხვავებული ტიპის ბირთვაკებში ³H ურიდინის ჩართვის განსხვავებული ინტენსიურობით [1]. ბირთვაკების პოლიმორ-



ფიზში დადასტურებულ იქნა ჩვენს მიერ სამგანზომილებიანი კომპიუტერულ კონსტრუქციით.

უჯრედების უმეტეს ნაწილში (52%-მდე) აღინიშნებოდა ფუნქციური აქტიურობის დაბალი დონე, ხოლო შესაბამისი უჯრედები ხასიათდებოდნენ ტოტალური რნმ-ს სინთეზის დაბალი დონით. ასეთ უჯრედებს ჩვენ გამოვყოფდით, როგორც ნეფროციტების I ჯგუფს (ბირთვაკის დიამეტრი 0,7-1 μ m) და ისინი შეიცავდნენ პასიურ რგოლისებრ ან მათთან მიახლოებულ ფორმის ბირთვაკებს 2 ან 3 ფიბრილური ცენტრით (I ჯგუფის გარდამავალი ფორმები) მქონე II ჯგუფის ნეფროციტები (37%), რომლებიც მეტი ინტენსივობით ინიშნებოდნენ ^3H , ურიდინით, შეიცავდნენ პრერეტიკულურ ბირთვაკებს 4-7 ფიბრილური ცენტრით (დიამეტრი 1,5-2,5 μ m), რომლებიც ხასიათდებოდნენ განვითარებული ვაკუოლური სისტემით. ნეფროციტების მესამე ჯგუფი (ბირთვაკების დიამეტრი 2,5-3,5 μ m) უჯრედების საერთო რაოდენობის 11% შეადგენდა და ძირითადად შეიცავდა ტიპურ რეტიკულურ ბირთვაკებს, რომლებშიც ვიბრილური ცენტრების რაოდენობა აღწევს მაქსიმალურ რიცხვს (16-22-მდე). ვაკუოლური სისტემა კი უფრო ძლიერად არის განვითარებული ვინემ მეორე ჯგუფის ნეფროციტებში. ცალმხრივი ნეფრექტომიით გამოწვეული ფუნქციური დატვირთვის ზრდასთან ერთად განსხვავებული უჯრედების ჯგუფების რაოდენობრივი თანაფარდობა იცვლება: I ჯგუფის უჯრედების რიცხვი იკლებს (2%-5%-მდე), მშინ როდესაც II და III ჯგუფების – იმატებს (8% და 17%-ით შესაბამისად). ნეფრექტომიით გამოწვეული I ჯგუფის უჯრედების რაოდენობის შემცირება და II და III ჯგუფის უჯრედების რაოდენობრივი ზრდა ეთანხმება ჩვენს მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ გარდამავალი ბირთვაკები წარმოადგენენ შუალედურ ფორმებს, რომლებიც მიიღებიან რგოლისებრი ბირთვაკების აქტივაციის შედეგად მათი რეტიკულურ ტიპში გადასვლის პროცესში.

თავის პროქსიმალური მილაკის ეპითელიუმის ბირთვაკების ზემოთ აღწერილ თავისებურებათა გამოკვლევისათვის საკმაოდ ხელსაყრელი აღმოჩნდა სამგანზომილებიან მოდელეზზე დაკვირვება (სურ. 1 a-1), სტერეო-მორფოლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით მიიღება რობოსომული გენების აქტივაციის განმავლობაში ბირთვაკის კომპონენტების სტრუქტურულ ცვლილებათა დინამიკის ზუსტი სურათი. ბირთვაკის აქტიურობის ზრდა უპირველეს ყოვლისა აისახება ფიბრილური ცენტრების ინდივიდუალური და ტოტალური რელიეფის ცვლილებებში. ფიბრილური ცენტრების გართულება ემთხვევა მკვირივი ფიბრილური კომპონენტის რაოდენობის პროგრესულ ზრდას. უფრო მეტიც, შეინიშნება ფიბრილური ცენტრების რიცხვისა და მთლიანი მოცულობის პროგრესული ზრდა. ფიბრილური რიცხვების ფრაგმენტაცია განსაკუთრებით კარგად არის გამოხატული რგოლისებრი ბირთვაკის გარდამავალ ფორმებში გადასვლის დროს (სურ. 1 a-d). (ბირთვაკები 2-7-მდე ფიბრილური ცენტრით ითვლება გარდამავალ ფორმებად, რომლებიც ასახავენ რგოლისებრი ბირთვაკების აქტივაციის თანმიმდევრულ სტადიებს (სურ. 1 a).

ამგვარად, ულტრასტრუქტურული ტომოგრაფია სამგანზომილებიანი კომპიუტერულ რეკონსტრუქციასთან კომბინირებით წარმოადგენს ახალ და საკმაოდ



პერსპექტიულ მეთოდს, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი ხდება ბირთვული აქტივაციის დინამიკის შესწავლა, რაც შეუძლებელი იყო ადრე აღწერილი ბრტყელი სუპერპოზიციის მეთოდების გამოყენებით.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ა. წერეთლის სახ.

ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *П. В. Челидзе, Д. В. Дзидзигури, М. А. Зарандия, Н. М. Гиоргбиани, Г. Д. Туманишвили.* Цитология, 35, 1993, 3-12.
2. *C. C. Tisher, K. M. Madsen.* In: The Kidney. Philadelphia, London, Toronto, Mexico, Rio de Janeiro, Sydney, Tokio; 1986, 3-60.
3. *П. В. Челидзе, О. В. Зацепина.* Успехи соврем. биол. 105, 1988, 252-268.
4. *G. Goessens.* Int. Rev. Cytol., 87, 1984, 107-158.
5. *A. Hadjiolov.* Nucleolus and ribosome biogenesis. Wienn-New-York; 1985. 286 p.
6. *D. Hernandez-Verdun.* Meth. Achiev. Exp. Pathol. 12, 1986, 26-62.
7. *U. Sheer, R. Benavente.* Bio Essays. 12, 1990, 14-21.
8. *H. G. Schwarzscher, F. Wachtler.* Anat. Embryol., 188, 1993, 515-537.
9. *P. J. Shaw, E. G. Jordan.* Ann. Rev. Cell. Dev. Biol. 11, 1995, 93-121.
10. *P. Hozak, J. T. Novak, K. Smetana.* Biol. 66, 1989, 225-233.
11. *В. М. Мантейфель, П. В. Челидзе.* Молекул. биол., 20, 1986, 564-569.
12. *A. M. Dupui-Coin, P. Moens, M. Bouteille.* Meth. Achiev. Exp. Pathol, 12, 1986, 1-25.



ნ. ბაზრინაშვილი, ა. ალექსიძე, თ. ალექსიძე

გლუჟკომის სადიაგნოსტიკო თიმოლოლ-მალეატის სინჯის
 β -ადრენერგული მემბრანები

წარმოადგინა წევრ-კორესპონდენტმა დეკანოსიძემ 20.12.1996

პირველადი გლუჟკომის ზოგადი მედიკამენტური მკურნალობა დღემდე არ შეიძლება ჩაითვალოს საკმარისად ეფექტურად, მიუხედავად ფარმაკოლოგიურ პრეპარატთა დიდი არსენალის არსებობისა. ამ პრობლემის გადაჭრა უფრო შესაძლებლად გვესახება თუ დაავადებას მისი განვითარების შექცევად სტადიებზე გამოვავლენთ. საჭიროა მაღალმგრძობიარე სადიაგნოსტიკო ტესტების შემოღება, რომლებიც გამოამყდენებენ თვალშიგა წნევის (თშწ) მარეგულირებელი უჯრედოვანი სტრუქტურების საწყის პათოლოგიურ ცვლილებებს. ამდენად, გლუჟკომის ადრეული დიაგნოსტიკა, მისი ეფექტური მკურნალობის ერთ-ერთ უეჭველ გარანტიად გვესახება.

ცნობილია, რომ პირველადი გლუჟკომა მულტიფაქტორული დაავადებაა, რომლის პათოგენეზურ მექანიზმთა შორის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სადრენაყო სისტემის დისტრუქციულ პროცესებს [1,2], თვალის ჰემოდინამიკისა და [3-5] წყალწყალა ნამის ნორმალური შემადგენლობის ცვლილებებს [6,7].

მაგრამ მიუხედავად განსხვავებული მიდგომისა ლიკუთხიანი გლუჟკომის პათოგენეზისადმი, კლინიკისტები და თეორეტიკოსები გარდაუვალად ეხებიან საკითხს ინტრაოკულარული ბიოსტრუქტურების ადრენორეცეპტორების ფუნქციური მდგომარეობის თაობაზე. განსაკუთრებული მნიშვნელობა კი β -ადრენორეცეპტორებს ენიჭებათ [6,8-10]. კერძოდ, ეს ავტორები გლუჟკომის განვითარებას მათ აქტივაციას უკავშირებენ.

β -ადრენორეცეპტორები უჯრედების პლაზმურ მემბრანებში განთავსებულ გენეტიკურად დეტერმინირებულ ცილოვან სტრუქტურებს წარმოადგენენ და კონფორმაციულად ძალიან ლაბილური არიან [11]. მათი ნორმალური ფუნქციონირება შეიძლება დაირღვეს მცირედი პათოლოგიური ზემოქმედების შედეგადაც კი. სწორედ ამ დარღვევების გამოვლენით შესაძლებელი ხდება გლუჟკომის დიაგნოსტიკა ადრეულ სტადიებზე.

დასახული მიზნისათვის გადავწყვიტეთ β -ადრენობლოკატორების გამოყენება. წინასწარ ჩვენ ჩავატარეთ სხვადასხვა β -ბლოკატორთა ჰიპოტენზიური მოქმედების შედარებითი ანალიზი. ყველაზე ეფექტური თიმოლოლ-მალეატი აღმოჩნდა [12]. თიმოლოლისათვის დამახასიათებელია β -ადრენორეცეპტორებთან ბმის მაღალი ინტენსივობა და მდგრადობა [11]. ამასთანავე, იგი თანაბრად აბლოკი-

რებს როგორც β_1 -რეცეპტორებს, რომლებიც სინაფსების შემადგენლობაში შექ-
 დიან და რეაგირებენ უმთავრესად ნერვული დაბოლოებებიდან გამონთავისუფ-
 ლებულ ნორადრენალინზე, ასევე β_2 -რეცეპტორებს, რომლებიც განლაგებულნი
 არიან სინაფსების გარეთ და რეაგირებენ პირველ რიგში სისხლში მოცირკულირე
 კატექოლამინებზე [11].

მასალა და გამოკვლევის მეთოდები. თიძოლოლით განტვირთვითი ტონომეტ-
 რიული სინჯი მდგომარეობს თმწ-ის ცვლილებების დინამიკურ გამოკვლევაში აღ-
 ნიშნული პრეპარატის ინსტილაციამდე და ინსტილაციის შემდეგ.

გამოსაკვლევ თვალზე ვაწარმოებდით ადგილობრივ ინსტილაციურ ანესთეზიას
 0.5%-იანი დიკაინის ხსნარით. ვზომავდით თმწ-ს მაკლაკოვის 10 გ-იანი ტონო-
 მეტრით გამოკვლევის დაწყებიდან მე-5 და მე-15 წთ-ებზე (გამოსავალი ფონის და-
 სადგენად). ამის შემდეგ ორჯერადად 2-3 წთ-იანი ინტერვალით ვაწვეთებდით თი-
 ძოლოლის 2-3 წვეთს. წამლის ინსტილაციიდან 20-25 წთ და 60-70 წთ-ის შემ-
 დგ კვლავ ვაწარმოებდით ტონომეტრიას. სინჯი დადებითად ითვლებოდა, თუ თი-
 ძოლოლის ზემოქმედებით თმწ მცირდებოდა 5 მმ/ვ.წყ. სვ-ით ან უფრო მეტად.

სინჯის უკუჩვენებას წარმოადგენს რქოვანას დისტროფია, ბრონქიალური ას-
 თმა, სინუსური ბრადიკარდია.

დაკვირვებისათვის შერჩეულ იქნა 151 პაციენტი. ტრადიციული ოფთალმო-
 ლოგიური გამოკვლევების (ვიზომეტრია, ბიომიკროსკოპია, ოფთალმოსკოპია, გო-
 ნიოსკოპია, პერიმეტრია, ტონოგრაფია) შემდეგ პაციენტები დაიყო ჯგუფებად: I
 ჯგუფი - ლიაკუთხიანი გლაუკომა, I სტადია, 96 ავ-ი, 150 თვალი. II - დახუ-
 რულკუთხიანი გლაუკომა, I სტადია, 13 ავ-ი, 15 თვალი. III - ეჭვი გლაუკომა-
 ზე, 15 ავ-ი, 28 თვალი. IV - ლიაკუთხიანი ცალმხრივი გლაუკომა, II-IV სტა-
 დია, 27 ავ-ი, 27 თვალი; ამ ჯგუფში სინჯს ვაწარმოებდით მეორე, ჯანმრთელ
 თვალზე. გამოკვლევულთა ასაკი მერყეობდა 30-75 წლებს შორის. პაციენტთა
 60%-ს გამოუვლინდა დაწყებითი კატარაქტა, 13%-ს - გულსისხლძარღვთა სის-
 ტემის დაავადებები, ხოლო 9%-ს - შაქრიანი დიაბეტი.

საკონტროლო ჯგუფი (ჯგუფი V) შეადგინა 32 ჯანმრთელმა პირმა (64 თვა-
 ლი), რომელთა ასაკი მერყეობდა 20-55 წლებს შორის.

მიღებული შედეგები წარმოდგენილია 1 ცხრილში.

როგორც ვხედავთ, I ჯგუფში სინჯი დადებითი აღმოჩნდა შემთხვევათა 84.7%-
 ში, II ჯგუფში - 33,3%-ში, III ჯგუფში - 57,1%-ში, IV ჯგუფში - 29,6%-ში.
 საკონტროლო ჯგუფში სინჯი ყველა შემთხვევაში აღმოჩნდა უარყოფითი, რაც ტეს-
 ტის მაღალ სპეციფიკურობაზე მეტყველებს.

გამოკვლევათა უფრო ღრმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ სინჯი დადებითი აღმოჩ-
 ნდა იმ პირებში, სადაც ადგილი ჰქონდა ფერადი გარსისა და წინა საკნის კუთხის
 დისტროფიულ პროცესებს, აგრეთვე მხედველობის ნერვის ფიზიოლოგიური ექს-
 კავაციის გადიდებას. ეს სინჯის პათოგნომიურობაზე მეტყველებს.

აღსანიშნავია ისიც, რომ სინჯი მაღალი მგრძობელობით (57,1%) გამოირჩე-
 ოდა პაციენტთა ჯგუფში გლაუკომაზე ეჭვით. მათგან 9 პაციენტი, რომელთანაც
 ჩვენი სინჯი დადებითი აღმოჩნდა, შემდგომში დაუდასტურდათ ლიაკუთხიანი გლა-
 უკომის დიაგნოზი.

თიმოლოლით განტვირთვითი ტონომეტრიული სინჯის შედეგები გამოკვლეულთა ჯგუფების მიხედვით

გამოკვლეულთა ჯგუფი	თვალების რაოდენობა	ტესტ-დაღებითი შედეგები	თშშ-ის თიმოლოლით გამოწვეული შემცირება	
			M+M	საზღვრები
ლიაკუთხიანი გლაუკომა, I სტადია (ჯგუფი I)	150	127(84,7%)	6,8+1,2	4 – 8
დახურულკუთხიანი გლაუკომა, I სტადია (ჯგუფი II)	15	5(33,3%)	5,0+1,5	3,2 – 5,9
მევი გლაუკომაზე (ჯგუფი III)	28	16(57,1%)	6,1+1,3	4,2 – 7,5
ცალმხრივი გლაუკომა (ჯგუფი IV)	27	8(29,6%)	6,4+1,4	4,3 – 7,6
ჯანმრთელი პირები (ჯგუფი V)	64	-	1,9+0,7	1 – 2

თშშ* – თვალშიბა წნევა

შეენიშნავთ, რომ თიმოლოლის სინჯი უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდა ვიდრე არსებული პილოკარპინის სინჯი გამოკვლეულთა ყველა ჯგუფში, გარდა მეორისა (ცხრ. 2).

ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ თიმოლოლი უმთავრესად წყალწყალა ნამის პროდუქციას თრგუნავს, ხოლო პიროკარპინი გუგის შევიწროებით და შესაბამისად ფერადი გარსის დაჭიმვით, წინა საკნის კუთხის განთავისუფლებით ამცირებს თშშ-ს.

განხილვა: ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ თიმოლოლი გაცილებით უფრო მეტად ამცირებს თშშ-ს გლაუკომიან თვალში, ვიდრე ჯანმრთელში, ე. ი. გლაუკომის დროს უფრო მეტადაა გამოხატული მის მიერ გამოწვეული β -ადრენორეცეპტორების ბლოკადა (სურ.).

ეს მოვლენა შეიძლება შემდეგნაირად აიხსნას: როგორც უკვე აღნიშნული იყო გლაუკომის განვითარებაში წამყვანი როლი β -ადრენორეცეპტორების აქტივაციას ენიჭება. ეს ლოგიკურადაც მოგვეჩვენება, თუ გავითვალისწინებთ ამ დაავადების განვითარების გარკვეულ კავშირს სტრესულ მდგომარეობასთან.

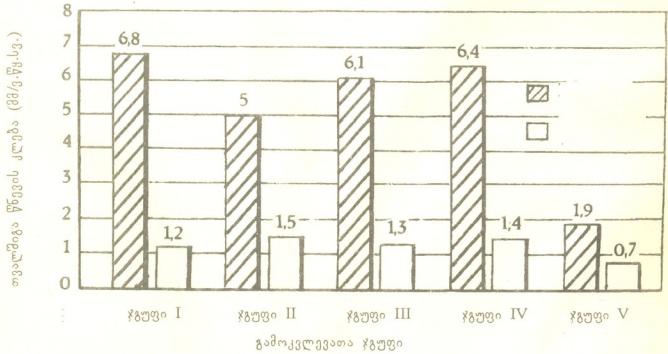
ცნობილია, რომ სტრესს თან სდევს ჰიპერკატექოლამინემია, კერძოდ ადრენალინისა და ნორადრენალინის რაოდენობის მკვეთრი მომატება, რაც თავის მხრივ β -ადრენორეცეპტორების აქტივაციას იწვევს. მიუხედავად ამისა, რომ ამ ორ პროცესს (კატექოლამინების პროდუქცია და ადრენორეცეპტორების აქტივაცია) შორის დადებითი უკუკავშირი არსებობს [13]. სხვა მონაცემებითაც [14] თიმოლოლის მიერ თვალშიბა წნევის შემცირების ერთ-ერთი მექანიზმია სეკრეტორულ უჯრედ-

თიმოლოლისა და პილოკარპინის სინჯების ეფექტურობის შედარება
გამოკვლევულთა ჯგუფების მიხედვით

გამოკვლევულთა ჯგუფი	თიმოლოლის სინჯი		პილოკარპინის სინჯი	
	დადებითი	უარყოფითი	დადებითი	უარყოფითი
ლიაკუთხიანი გლაუკომა (ჯგუფი I) I სტადია	127(84,7%)	23(15,3%)	87(57,8%)	63(42,2%)
დახურულკუთხიანი გლაუკომა I სტ. (ჯგუფი II)	5(33,3%)	10(66,7%)	12(78,7%)	3(21,3%)
ემქვი გლაუკომაზე (ჯგუფი III)	16(57,1%)	12(42,9%)	10(37,1%)	18(69,2%)
ცალმხრივი გლაუკომა (ჯგუფი IV)	8(29,6%)	19(70,4%)	5(18,3%)	22(81,7%)
ჯანმრთელი პირები (ჯგუფი V)	-	64(100%)	-	64(100%)

დებზე კატეჟოლამინების პირდაპირი სტიმულატორული მოქმედების ბლოკირება.

ორგანიზმში ყოველთვის არსებობს პათოლოგიური პროცესების წინააღმდეგ



■ სამულო □ სტანდარტული შეცდომა

სურათი. თვალშია წნევის თიმოლოლით გამოწვეული დაქვეითება გამოკვლევულთა სხვადასხვა ჯგუფებში



მიმართული დაცვითი მექანიზმები. დასაშვებია, რომ β -ადრენორეცეპტორების სპათოლოგიურ აქტივაციას მოჰყვეს „ავარიული“ რეგულირების დაცვით-კომპენსატორული პროცესები, კერძოდ, β -რეცეპტორთა დათრგუნვა.

ამრიგად, თიმოლოლის მახლოკირებელი ეფექტი გლახუკომის დროს ვლინდება უკვე არსებული „ავარიული“ β -ბლოკადის ფონზე, ამიტომაც იგი უფრო გამობატულია გლახუკომით დაავადებულ, ვიდრე ჯანმრთელ თვალში.

1. თიმოლოლით განტვირთვითი ტონომეტრიული სინჯი ხასიათდება მაღალი მგრძობელობით და სპეციფიკურობით.

2. სინჯი დამყარებულია თიმოლოლის უფრო გამობატულ ჰიპოტენზიურ ეფექტზე გლახუკომით დაავადებულ, ვიდრე ჯანმრთელ თვალში. ეს შეიძლება აიხსნას ამ პრეპარატის ბლოკატორული მოქმედების უფრო მაღალი ამპლიტუდით უკვე არსებული „ავარიული“ β -ბლოკადის ფონზე გლახუკომის საწყის სტადიებზე.

3. სინჯი უფრო ეფექტურია ლიაკუთხიანი გლახუკომის დროს, ვიდრე დახურულკუთხიანი ფორმის შემთხვევაში.

4. სინჯი პრაქტიკულად მარტივი შესასრულებელია, არ მოითხოვს დამატებით ხარჯებს და უვნებელია ავადმყოფისათვის.

5. მიზანშეწონილია სინჯის ფართო გამოყენება გლახუკომის ადრეული დიაგნოსტიკისათვის როგორც პოლიკლინიკის, ასევე სტაციონარის პირობებში.

რესპუბლიკური ოფთალმოლოგიური ცენტრი

ლიტერატურა

1. А. П. Нестеров.: Первичная глаукома. М., 1982.
2. D.E. Potter et al.: Invest. Ophthalmol., Visual Sci., vol. 20, 1981, 106-108.
3. Л. Т. Кашинцева, Тез VI Всесоюзного съезда офтальмологов. М., 1985, 37-38.
4. Л. Т. Кашинцева. Офтальмол. N2, 1987, 65-68.
5. С. Н. Федоров, А. И. Ивашина, Г. Д. Михайлова. В кн.: Вопросы патогенеза и лечения глаукомы. М., 1981.
6. А. Т. Алексидзе. Автореф. Докт. дисс. Одесса, 1989.
7. А. Я. Бунин. Сб. научных трудов. Моск. НИИ глазных болезней им. Гельм-Гольца. 1984, 58-62.
8. Г. Н. Крыжановский и др.: Офтальмол. журнал. N8, 1980, 493-497.
9. Г. Н. Крыжановский и др.: Офтальмол. журнал, N8, 1983, 494-497.
10. Г. Н. Крыжановский и др.: Офтальмол. журнал. N4, 1987, 233-235.
11. П. В. Сергеев, Н. Л. Шимановский.: Репенторы физиологически активных веществ. М., 1987. 113-131.
12. ალექსიძე, ნ. გაფრინდამვილი საქართველოს სამედიცინო მოაზზე, N3-4, 1996, 95-98.
13. M.F. Rand et al.: Drugs. vol. 25, 1983, 64-68.
14. A.H. Neufeld. Surv. Ophthalmol., vol. 23, 1979, 363-370.



ბ. ხორავა, ა. სიხარულიძე, ბ. კერესელიძე, ნ. კოხლავაშვილი, ლ. გომელაური

თალამუსის წინა ვენტრალური ბირთვის მონომინერბული
სტრუქტურების გავლენა გულის კუნთის ფუნქციურ
მდგომარეობაზე ჰიპერტენზიის პირობებში

წარმოდგინა აკადემიკოსმა ვ. ოკუჯავამ 27.02.1997

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგენილია [1-4], რომ ჰიპოთალამო-ლიმბიკო-რეტიკულურ-კორტიკალური სტრუქტურების ნეირომედიატორების ბალანსირება განაპირობებს სომატო-ვეგეტატიური კომპონენტების და, პირველ რიგში, გულის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებებს. სამეცნიერო ლიტერატურის განხილვა [5-7] სისხლძარღვოვანი ტონუსის რეგულაციის ცენტრალური და პერიფერიული მექანიზმების შესახებ არ ქმნის სრულყოფილ წარმოდგენას ჰიპერტენზიის განვითარებისა და პროგრესირების პათოლოგიური მექანიზმების დადგენაში. მხედველობის ბორცვების სხვადასხვა ორგანიზაციის ქემოსენსიტიური ზონების როლის შესწავლა გულის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებებისას ჰიპერტენზიის პირობებში ხელს შეუწყობს ორგანიზმის ადაპტაციური რეაქციების განხორციელების ერთ-ერთი მექანიზმის გამოვლენას.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა თალამუსის სპეციფიკური წინა ვენტრალური ბირთვის (n.AV) ნეიროქიმიური სპექტრის (მონომინერბული და ქოლინერგული) დადგენა გულის კუნთის ფუნქციური მდგომარეობის რეგულაციაში ნორმალ და ჰიპერტენზიის პირობებში.

ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა ორივე სქესის ბოცვრებზე მასით 2 - 4 კგ, რომელთა თალამუსის n.AV ბირთვში სტერეოტაქსიკური ხელსაწყოთა საშუალებით ჩანერგილი იყო ქემიტროდები ე. ფიფკოვასა და დ. მარშალის (1962) კოორდინატების მიხედვით. მიკროინექტორის საშუალებით ქემიტროდში 20 წუთის განმავლობაში შეგვყავდა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ნორადრენალინი, ადრენალინი, სეროტონინი, აცეტილქოლინი) ზღვრული დოზები გულის შეკუმშვათა სიხშირის ცვლილების მიმართ: ადრენალინი 0,01 მგ (ადრენალინის ჰიდროქლორიდის 0,1% ხსნარიდან გაანგარიშებით, ნორადრენალინი 0,08 მგ ნორადრენალინის ჰიდროტრატის 0,2% ხსნარიდან გაანგარიშებით) აცეტილქოლინი 20 მგ/კგ (აცეტილქოლინის ქლორიდის სახით) და სეროტონინი 20მგ/კგ (სეროტონინის ადიპინატის სახით). არტერიული წნევის მონიტორინგისათვის გამოყენებულ იქნა მენატონის 0,5 მგ/კგ დოზა. საკონტროლოდ ქემიტროდში შეგვყავდა ფიზიოლოგიური ხსნარი. გულის ციკლის ფაზური სტრუქტურის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო პოლიკარდიოგრაფიული გამოკვლევის კომბინირებული მეთოდოლოგია. პოლიკარდიოგრაფიული მრუდების (კარდიოგრამა, სფიგმოგრა-

მა, ფონოგრამა) რეგისტრაციას ვახდენდით 6-არხიან პოლიგრაფზე 64 ლის ციკლის ფაზური სტრუქტურის ანალიზი ხორციელდებოდა კ. ბლიუმბერგერის მეთოდის ვ. კარპმანის მოდიფიკაციით (1965). პოლიკარდიოგრამას ვიწერდით ქიმიურ გალიზიანებადღე, გალიზიანების დროს, ნივთიერების შეყვანის შემდეგ გარკვეული დროის ინტერვალებით, როგორც ნორმო-ასევე ჰიპერტენზიის დროს. მონაცემები დამუშავებული იყო ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით პერსონალურ კომპიუტერზე.

n.AV ბირთვში აცეტილქოლინის მიკროქემიტროდული ინექცია შეყვანისთანავე იწვევდა გულის ციკლის გაზრდას, რომელიც მაქსიმუმს აღწევდა შეყვანის დამთავრებისას მე-20 წუთზე, გულის შეკუმშვათა სიხშირე მცირდებოდა 6%-ით ფონურ მაჩვენებლებთან შედარებით. P - Q ინტერვალის ხანგრძლივობა იზრდებოდა 3,5%-ით, Q - T ინტერვალი 7,5, იზომეტრული შეკუმშვის ფაზა - 4, განდევნის პერიოდი 5,7, მექანიკური სისტოლა - 5,7, საერთო სისტოლა 4,5, დიასტოლა - 9,4%-ით, რაც მომდევნო 10 წუთში უბრუნდებოდა ფონურ მაჩვენებლებს.

სეროტონინის მიკროქემიტროდული ინექცია n.AV ბირთვში იწვევდა ბრადიკარდიას ნივთიერების შეყვანისთანავე, მაქსიმუმს აღწევდა შეყვანის დამთავრებისას და მომდევნო 10 - 15 წთ-ში უბრუნდებოდა ფონურ მაჩვენებლებს, სეროტონინის შემთხვევაში ბრადიკარდია 24% აღწევდა. ეკგ-ზე შეიმჩნეოდა შემდეგი ცვლილებები: P - Q და Q - T ინტერვალები გრძელდებოდა საშუალოდ 12%-ით; სფიგმოგრამაზე შეიმჩნეოდა ანაკროტული ტალღის მრუდის ამპლიტუდის შემცირება. ფონოკარდიოგრამაზე I და II ტონების ხანგრძლივობის გაზრდა. პოლიკარდიოგრამის ფაზურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ასინქრონული და იზომეტრული შეკუმშვის ფაზები დიდდებოდა 12%-ით, დაძაბვის პერიოდი გრძელდებოდა 10%-ით, ზოლო განდევნის პერიოდი - 10%-ით, მექანიკური და საერთო სისტოლა გრძელდებოდა 12 და 10%-ით შესაბამისად, დიასტოლა 20%-ით.

ანალოგიური სურათი იქმნებოდა ადრენალინისა და ნორადრენალინის მიკროქემიტროდული ინექციის შემთხვევაში. ადრენალინის შეყვანისას გულის ციკლის ხანგრძლივობა იზრდებოდა 12%-ით, ზოლო ნორადრენალინის შემთხვევაში - 5,4%-ით. ნორმოტენზიის შემთხვევაში n.AV ბირთვში იდენტიფიცირებული სეროტონინ-, აცეტილქოლინ-, ნორადრენალინ- და ადრენალინ-მგრძობიარე ელემენტების სტიმულაცია იწვევს გულის უარყოფითი ქრონოტროპული ეფექტების ჩამოყალიბებას. პარასიმპათიკური ეფექტების პრევალირება თალამო-კარდიალური ურთიერთობების რეალიზაციაში შეიძლება აიხსნას გულის კუნთის სარეგულაციო ბუღბარული ცენტრების ტონუსის მომატებით, რომელიც ყველაზე მკაფიოდ ვლინდება n.AV ბირთვის სეროტონინერგული ელემენტების სტიმულაციის პირობებში. თალამუსის წინა ვენტრალური ბირთვი წარმოადგენს თავის ტვინის ლიმბური წრის ერთ-ერთ წარმომადგენელს და მამილარული ბირთვების ძირითად ადრესატს თალამუსში. ლიტერატურული მონაცემებით ტვინის ლიმბური წარმონაქმნები ქმნიან რა ერთიან ინტეგრალურ ფუნქციურ სისტემას, მონაწილეობენ ვეგეტატიური კორელატების რეგულაციაში [4]. აქედან გამომდინარე, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ გულის ეფექტების რეალიზაცია თალამუსის

წინა ვენტრალური ბირთვის საშუალებით შეიძლება მოიცავდეს ტვინის დიდი ლიმბური წრის სტრუქტურებსაც.

არტერიული ჰიპერტენზიის ფონზე ზემოაღნიშნული ქემორეაქტიული სტრუქტურების მონაწილეობის სპექტრი გულის ფუნქციური მდგომარეობის რეგულაციაში ავლენდა შემდეგ სურათს: ექსპერიმენტების ცალკე სერიაში დადგენილ იქნა, რომ საცდელ ცხოველებში მეზატონის ვენაში შეყვანით გამოწვეული არტერიული წნევის აწევა იწვევს გამოხატულ ბრადიკარდიას — 43%-ით, სისხლის სისტემური წნევა ამ დროს \bar{U} -ს მაგვარი მანომეტრის შკალის მიხედვით იმატებდა 35 მმ. ვწყ. სვ-ით.

მაღალი არტერიული წნევის ფონზე ადრენალინის მიკროქემიტროდული ინექცია გვაძლევდა ტაქიკარდიას 22,1%-ით. ნორადრენალინის მიკროინექციით მიიღებოდა აგრეთვე გულის რიტმის სარწმუნო გახშირება 14,3%-ით. სეროტონინის შემთხვევაში გულის რიტმის გახშირება აღწევდა 20,6%, ხოლო აცეტილქოლინის დროს — 17,1%. ჰიპერტენზიის ფონზე გამოვლინდა გულის კუნთის ფუნქციური მაჩვენებლების დიამეტრულად საწინააღმდეგო ცვლილებები. ნორმოტენზიის დროს აღნიშნული უარყოფითი ქრონოტროპული ეფექტები იცვლება დადებითი ქრონოტროპული ეფექტებით როგორც მონოამინერგული, ასევე ქოლინერგული ელემენტების სტიმულაციისას. აღნიშნული ნეირომედიატორების დიფერენცირებული ეფექტების ხარისხობრივი გამოხატულება ჰიპერტენზიის დროს შენარჩუნებულია თალამუსის n.AV ბირთვის სეროტონინ- და ადრენერგული ელემენტების ქიმიური გაღიზიანებისას. ნორმოტენზიის დროს აღნიშნებოდა ტროფოტროპული ეფექტების პრევალირება, ჰიპერტენზიის შემთხვევაში გამოიკვეთა ერგოტროპული ეფექტების დომინირება. აღნიშნული ცვლილებები შეიძლება აიხსნას ჰიპერტენზიის და ნორმოტენზიის დროს თალამო-კარდიალური ეფექტების სარეალზაციო გზების რეორგანიზაციით. თუ ნორმოტენზიისას ეს გზა ძირითადად ბულბარული ცენტრების ტონუსის შესაძლებელი აქტივობის მომატებით შეიძლებოდა ახსნილიყო, ჰიპერტენზიის შემთხვევაში აღნიშნული სარეალზაციო გზა სიმპათოგამაქტიურებელი მექანიზმების შესაძლო ჩართვას გულისხმობს. აღნიშნული შედეგი შეიძლება გამომდინარეობდეს თვითონ ბირთვის ფუნქციური სპეციფიკურობის თავისებურებებიდან, რომელიც შეიძლება განპირობებული იყოს ქერქვეშა სტრუქტურების ჰეტეროქიმიური აპარატების შერჩევითი ჩართვით. თალამუსის სპეციფიკური ბირთვის ფუნქციური სპეციალიზაციის საკითხები გულის კუნთის მდგომარეობის მიმართ განხილული იყო ლიტერატურაში [8]. დასაშვებია, რომ თალამუსის ბირთვების „პირობითი“ ფუნქციური სპეციალიზაციის განხორციელებას საფუძვლად უდევს შესაბამისი ქემოსენსიტიური აპარატის აქტივაცია, ჩვენს შემთხვევაში გულის ფუნქციური მდგომარეობის რეგულაციაში თალამუსის სპეციფიკური ბირთვის მონაწილეობა განპირობებულია სეროტონინ- და კატექოლამინერგული სისტემების მონაწილეობით.



ლიტერატურა

1. *Е. А. Кяткин*. ЖВНД, 35, 1, 1985, 146-154.
2. *Г. М. Барашкова*. Автореф. канд. дисс. М., 1990.
3. *А. И. Кравцова*. Бюлл. эксп. биол. мед. 97. 2, 1984, 173-175.
4. *О. С. Виноградова*. Гиппокамп и память. М., 1975, 333 с.
5. *N. E. Miller, L. V. Dicaza, H. Solomon, J. M. Weiss, B. Drowkin*. Circuculation Res., 26/27, 1, 1970, 3-11.
6. *В. В. Орлов*. Кортикальные влияния на кровообращение. Л. 1971, 231 с.
7. *А. А. Мойбенко*. Кардиогенные рефлексy и их роль в регуляции кровообращения. Киев, 1979, 263 с.
8. *K. I. Varner, S. M. Barman, G. L. Gebber*. Amer. J. Physiol., 254, 2, 1988, 257-267.



მ. ბიორგოზიანი, ჯ. ონიანი

ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ტკივილის სინდრომის
გაქრობა ბავშვებში ცენტრალური ელემტროანალგეზიის
გამოყენებით

წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. ონიანმა 27.05.1997

გაუტკივარების პრობლემა ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ერთ-ერთი ძირითადი და აქტუალურია, რაც განპირობებულია ტკივილის სინდრომით გამოწვეული მოსალოდნელი გართულებების განვითარებით [1,2].

კლინიკურ პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებული ანალგეტიკური საშუალებები ინტრამუსკულარულად, ინტრავენურად, პირიდურულ სივრცეში და ა. შ. ყოველთვის არ იძლევა სასურველ ეფექტს, ახასიათებს გვერდითი რეაქციები და გართულებები, რის გამოც აუცილებლობას წარმოადგენს ახალი ანალგეტიკური საშუალებების ძიება. გაუტკივარების ერთ-ერთ მეთოდს წარმოადგენს ცენტრალური ელემტროანალგეზია [1-3].

ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ცენტრალური ელემტროანალგეზია ადრეული ოპერაციის შემდგომ პერიოდში, აპარატ „ლენარის“ საშუალებით. შემუშავებულ იქნა ელემტროდენის ოპტიმალური რეჟიმი, შეფასდა მისი ანალგეტიკური ეფექტი. შესწავლილ იქნა 286 ავადმყოფი 3 – 14 წლამდე ასაკის, რომელთაც ჩაუტარდათ ოპერაციული მკურნალობა თბილისის ბავშვთა N2 კლინიკური საავადმყოფოს ბაზაზე, მათ გაუტკივარების მიზნით ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ეტარდებოდათ ელემტროანალგეზია.

ოპერაციული ჩარევის მიხედვით ძირითადი ჯგუფის ავადმყოფები დაიყო სამ ჯგუფად: I. ოპერაციები მუცლის ღრუს ორგანოებზე; II. ოპერაციები შარდსასქესო ორგანოებზე; III. ოპერაციები ძვალსახსროვან სისტემაზე.

აღნიშნული ძირითადი ჯგუფის გარდა, შესწავლილ იქნა საკონტროლო ჯგუფი (118 ავადმყოფი), რომელთაც ჩაუტარდათ ძირითადი ჯგუფის იდენტური ოპერაციები და პოსტოპერაციულ პერიოდში ცენტრალური ელემტროანალგეზია არ ჩატარებიათ – გაუტკივარება ხდებოდა ტრადიციული ანალგეტიკური საშუალებებით (ანალგინი, ნოვოპირინი).

ცენტრალური ელემტროანალგეზიის (ცეა) ეფექტის განსაზღვრისათვის გამოყენებულ იქნა კლინიკური და ბიოქიმიური მაჩვენებლები; მაჯის, სუნთქვის, არტერიული წნევის, კატექოლამინების, ალდოსტერონის, სომატოროპული ჰორმონის, კორტიზოლის განსაზღვრა სისხლში დინამიკაში; ცეა-ს ჩატარებამდე, შემდეგ, ოპერაციის პირველ დღეს დენის ოპტიმალურ რეჟიმს წარმოადგენდა 150-200 ჰერცი სიხშირე, იმპულსების გადაადგილების სიჩქარე 0,15-0,2 მ/წ, დენის ძალა 0,5 მა სენსის ხანგრძლივობა 30 წუთი.



ქართული
ანესთეზიის
და რეანიმაციის
საზოგადოებრივი
ზღაპრული
სამედიცინო
საზოგადოება

I ჯგუფის ავადმყოფებში მაჯის სიხშირე შეადგენდა $133,7+6,67$; ცეცხლის შემდეგ ეს მაჩვენებელი შემცირდა $22,1\%$ -ით ($P<0,01$); 30 წუთის შემდეგ იყო $89,1+4,45$ ($P<0,01$). ანალოგიური დინამიკა აღინიშნა მე-2 და მე-3 ჯგუფის ავადმყოფებში, გამოკვლევის მე-2 ეტაპზე მაჯის სიხშირე შემცირდა $34,9\%$ ($P<0,01$) და $32,2\%$ -ით ($P<0,01$), ხოლო საკონტროლო ჯგუფში გამოიხატა მაჯის სიხშირის სტაბილურობა. სუნთქვის სიხშირის შესწავლისას ძირითად ჯგუფში გამოიხატა ტენდენცია მისი შემცირებისადმი $37,1\%$ -მდე ($P<0,05$). საკონტროლო ჯგუფში აღინიშნა სუნთქვის სიხშირის შემცირება $15,9\%$ -ით. არტერიული წნევის შესწავლისას ძირითად ჯგუფში აღინიშნა შემცირება $17,8\%$ -ით, საკონტროლო ჯგუფში – მისი სტაბილურობა.

ოპერაციის დამთავრებისთანავე ორივე ჯგუფის ავადმყოფებში აღინიშნებოდა ადრენალინის მკვეთრი მომატება, რაც დაკავშირებულია ნარკოზის დამთავრებასთან და ტკივილის სინდრომის განვითარებასთან. ცეცხლ-ს ჩატარების შემდეგ ადრენალინის კონცენტრაცია შეადგენდა $2,3+0,78$ ნმოლი/ლ. ნორადრენალინის კონცენტრაცია ცეცხლ-ს შემდგომ შეადგენდა $30,8+5,14$ ნ მოლი/ლ, საკონტროლო ჯგუფში აღემატებოდა ნორმალურ მაჩვენებელს.

ოპერაციის პირველ დღეს ძირითად ჯგუფში მისი კონცენტრაცია შეადგენდა $3,37+2,25$ ნ მოლი/ლ, საკონტროლოში $13,95+4,26$ ნ მოლი/ლ. ოპერაციის შემდგომ ალდოსტერონი შეადგენდა $555,71+56,72$ ნ მოლი/ლ; ცეცხლ-ს შემდეგ $434,05+55,69$ ნ მოლი/ლ, ოპერაციის პირველ დღეს $285,89+31,30$ ნ მოლი/ლ; საკონტროლო ჯგუფში აღინიშნებოდა ალდოსტერონის მატება $3,1\%$ -ით.

კორტიზოლის დინამიკაში შესწავლამ ცხადყო მისი კონცენტრაციის კლება ცეცხლ-ს შემდეგ, რაც გამოიხატა $925,21+19,79$ ნ მოლი/ლ-დან $653,26+4,16$ ნ მოლი/ლ-მდე შემცირებით. საკონტროლო ჯგუფში აღინიშნა კორტიზოლის კონცენტრაციის მატება $1463,27+1,71$ ნ მოლი/ლ-მდე.

სომატოტროპული ჰორმონის დინამიკამ ცხადყო ცენტრალური ელექტროანალგეზიის ზემოქმედებით მისი კონცენტრაციის კლება $29,8\%$ -ით., საკონტროლო ჯგუფში ეს კლება არ აღემატებოდა $2,5\%$ -ს. ოპერაციის პირველ დღეს ორივე ჯგუფში ეს მაჩვენებლები შეადგენდა $4,19+0,58$ მკერთ/მლ (ძირითად ჯგუფში) და $9,76+1,38$ მკერთ/მლ-საკონტროლო ჯგუფში.

როგორც გამოკვლევამ ცხადყო, ცენტრალურ ელექტროანალგეზიას გააჩნია კარგი ანალგეტიკური ეფექტი, რაც გამოიხატა ძირითადი კლინიკური და ბიოქიმიური მაჩვენებლების ნორმალიზაციით.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

ლიტმარატურა

1. *М. Ш. Гиоргобиани*. Труды II-го МОЛГМИ им. Н. И. Пирогова. М., 1988, 252-253.
2. *Н. Кацнельсон, В. М. Лебедев*. Фармакологические аспекты абезболивание. Калининград. 1963., 129-130.
3. *И. Б. Остренков, В. И. Сенков, М. А. Акопян*. Ж. хирургия, 8, 1991, 89-92.

ბ. ჰვამაძე, ლ. რუხაძე, ი. ბაბაშვილი

მერთიკალური მცენარეული სარტყლების ბადადბილების
პროცესები ტაშასის მთებში, როგორც ჰოლოცენური დროის
კლიმატური ფლუქტუაციების ასახვა

წარმოადგინა აკად. ლ. გაბუნია 20.12.1996

კავკასია და კერძოდ, ამიერკავკასია თავისი გეოგრაფიული ადგილმდებარეობის გამო მეტად ხელსაყრელი და საინტერესო რეგიონია ჰოლოცენური დროის პალეოლოგიურად შესწავლის თვალსაზრისით. აქ იგულისხმება ზღვიური და კონტინენტური წარმონაქმნების არსებობა, კარგად განვითარებული ჰიდროქსელი და შესაბამისად მძლავრი ალუვიური და დელუვიური ნალექები. ამ რეგიონში არის ბევრი ტბა, ჭაობი, გამოქვაბული და ა. შ.

აღსანიშნავია, რომ მაღალი და ციცაბო მთები ხშირად მიუდგომელია ადამიანის ინტენსიური სამეურნეო მოღვაწეობისათვის. სწორედ ამიტომ აქ შენარჩუნებულია პირველყოფილი მცენარეული ფორმაციები, როგორც წესი, ნაკრძალების სახით, რომელთა რაოდენობა 37 აღწევს [1]. ისინი შექმნილია მესამეული რელიქტების შესანარჩუნებლად, ვინაიდან ამიერკავკასია ამ ფლორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი თავშესაფარია.

აღნიშნული რეგიონის ჰოლოცენური ნალექების პალეოლოგიას არცთუ ისე დიდი ისტორია აქვს. გამოკვლევები XX საუკუნის 30-იან წლებში დაიწყო. [2].

მასალა და მეთოდიკა. ფაქტობრივი მასალა, რომელიც წინამდებარე ნაშრომს საფუძვლად უდევს, შეგროვებული და განზოგადებულია ბოლო 20 წლის განმავლობაში. შავი ზღვის შეღფსა და კოლხეთის დაბლობზე შესწავლილია ჰოლოცენური ნალექების 30-ზე მეტი ჭრილი, ამიერკავკასიის მთისწინეთის სხვადასხვა ნაწილში – ტბიური, ალუვიური და ჭაობის ნალექების დაახლოებით 10 ჭრილი. შესწავლილია, აგრეთვე, კავკასიონის მაღალმთიანი რეგიონიც. კერძოდ მდინარეების ლაგოდეხის წყლის, არდონის, პატარა ლაბის, დიდი ლაბის, ამტკელის, ადანგეს, სიბისტას, ხოჯალისა და ფარავნის სათავეები. მაღალმთიანეთში გამოკვლეულია ფლუვიოგლაციური ტბისა და ტბა-ჭაობის ნალექები.

გარდა ამისა, ნამარხ მასალასთან შედარებისათვის შეგროვებული და გაანალიზებულია დაახლოებით 600 თანამედროვე სინჯი, რომელთა დიდი ნაწილი აღებულია სხვადასხვა ვერტიკალურ სარტყელზე გამავალი ტრანსექტის გასწვრივ. ნალექების ასაკი განსაზღვრულია რადიონახშირბადის მეთოდით (სულ 50 დათარიღება). ჰავის რეკონსტრუქციისათვის, კერძოდ, ტემპერატურისა და ნალექების ზუსტი რაოდენობრივი მახასიათებლების დადგენისათვის გამოყენებულია მათემატიკური ანალიზის მეთოდი [3].



კვლევის შედეგები და მათი განხილვა. შესწავლილი ჰერილების უმრავლესობა თავმოყრილია აფხაზეთის ტერიტორიაზე. ისინი მეტწილად თანაბრად არიან განლაგებული ყველა ვერტიკალურ მცენარეულ სარტყელში. სწორედ ამიტომ ყველა სუბფოსილური სინჯიც აღებულია დღეს არსებულ ლანდშაფტზე გამავალი ტრანსექტის გასწვრივ, ზღვიური დაბლობით დაწყებული ვიდრე მაღალმთიან რეგიონამდე სულ გაანაღებულა 2000 ჰოლოცენური და 100 სუბფოსილური მტერის სპექტრი. ამგვარად, მოგროვდა დიდძალი ფაქტობრივი მასალა, რამაც ხელი შეგვიწყო შეგვეშუავებინა მცენარეულობისა და ჰავის განვითარების ახალი მოდელი, არა მარტო თვისობრივ, არამედ დეტალური რიცხობრივი მახასიათებლებით. რეკონსტრუქციის მეთოდოლოგიური საფუძველია აქტუალისმის პრინციპი, რომლის მიხედვით წარსულში ჰავასა და მცენარეულობას შორის კავშირი იგივე იყო რაც დღეს. სტატისტიკური ანალიზის მეშვეობით შესაძლებელი გახდა რეგრესიის მარტივი ხაზობრივი განტოლების მიღება, რომლის არგუმენტებია სპორებისა და მტერის სპექტრის მხოლოდ მნიშვნელოვანი კომპონენტები, რომელთა მეშვეობითაც ხდება პალეოკლიმატური მახასიათებლების შეფასება [3]. კომპიუტერული ანალიზის გამოყენების მეთოდიკა პალეოგეოგრაფიული რეკონსტრუქციების დროს დაწვრილებით მოყვანილია წინა ნაშრომებში [4].

კლიმატური მოვლენები, მათი ინტენსიურობა და მცენარეების რეაქცია კლიმატურ ცვლილებებზე ჰოლოცენურში არაერთგვაროვანი იყო.

ჰოლოცენის ყველაზე ადრეულ ეტაპზე, კერძოდ, წინაბორეალურ (PB) პერიოდში ჰავის დათბობამ გამოიწვია ვერტიკალური მცენარეული სარტყლების გადაადგილება გვიანდრიასულთან შედარებით 700-800 მ-ით ზემოთ. მთისწინეთისა და მთისქვედა სარტყლის ფართოფოთლოვანი ტყეების ფართობი საგრძნობლად გაიზარდა, ხოლო მაღალმთიან რეგიონში სოჭისა და წიფლის ტყეების არეალი შემცირდა.

წინაბორეალური დათბობა ორჯერ იქნა შეწყვეტილი აცივებით. ზოგადად კი ტემპერატურული რეჟიმი უახლოვდებოდა დღევანდელს (საშუალო წლიური ტემპერატურა მხოლოდ 0,6° C-ით მაღალი იყო ვიდრე დღეს). ნალექების რაოდენობა აფხაზეთის დაბლობ ნაწილში, 1400 მმ აღწევდა, ხოლო კლიმატური პირობების გაუარესების დროს მატულობდა.

ბორეალურის (BO) დასაწყისში დაფიქსირებულია ძლიერი და ხანმოკლე აცივება (ჰაერის ტემპერატურა დღევანდელთან შედარებით 7° C ნაკლები იყო) და ტენიანობის მომატება (500 მმ-ით). შემდეგ დადგა ბორეალურის ოპტიმუმი, რომელიც თავის მხრივ სწრაფად შეიცვალა აცივებით. შუაბორეალურისათვის დამახასიათებელია ძლიერი აცივება. ყველაზე ძლიერი მთელი ჰოლოცენური დროის მანძილზე. საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ იკლო თითქმის 10° C. ნალექების რაოდენობამ კი მაქსიმუმს მიიღწია (2200-2400 მმ). შემდგომში კლიმატური პირობები თანდათან გაუმჯობესდა, მაგრამ პერიოდის ბოლოს ისევ აცივებას ჰქონდა ადგილი, რომელიც წინაზე ნაკლებად ინტენსიური იყო. ამგვარმა კლიმატურმა ფლუქტუაციებმა გამოიწვიეს მცენარეული ასოციაციების არსებითი მიგრაციები. აცივების მაქსიმალური ფაზის დროს ტყის ზედა საზღვარი თითქმის 1000 მეტრით დაიწია.

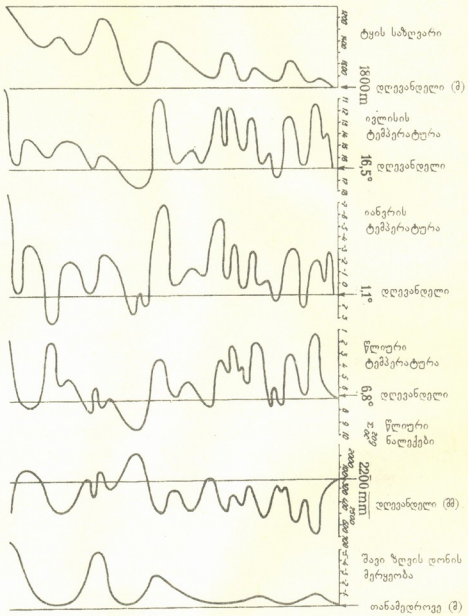
ატლანტიკური (AT) პერიოდი ხასიათდება სამი ძლიერი დათბობით, მათ შო-

რის, ორი საკმაოდ გრილი ფაზითა და შედარებით მაღალი ტენიანობით. ჩვენი მონაცემების მიხედვით, კლიმატური ოპტიუმში მოდიოდა პერიოდის მეორე ნახევარზე, მაშინ როდესაც ტყის ზედა საზღვარი დღევანდელთან შედარებით 300 მ უფრო მაღლა მდებარეობდა. ატლანტიკური დროის ხანგრძლივობამ და ტემპერატურის შედარებით მცირე ამპლიტუდებმა მთის ქვედა სარტყელში ხელი შეუწყვეს წაბლისა და სხვა თერმოფილური ელემენტების ტყეების არაჩვეულებრივ ექსპანსიას. რაც შეეხება წიწვიან და წიფელწიწვიან ტყეებს, მათი ფართობი საგრძნობლად შემცირდა. სუბალპურმა და ალპურმა მცენარეულობამ კი რედუქცია განიცადა.

სუბბორეალურში (SB) ხდება ჰავის გამკაცრება. აღინიშნება ხუთი ცივი და ამდენივე თბილი ფაზა. ყველაზე ძლიერი აცივება 3335 წლის წინ იყო, როდესაც საშუალო წლიური ტემპერატურა 10,5⁰ C-მდე დაიწია. ეს დრო ხასიათდება ყველაზე დაბალი ტენიანობით. ჰავის შეცვლის გამო ყველა მცენარეული სარტყელი გადაადგილებას განიცდიდა. ამასთან, მაღალმთაში ამ გადაადგილების მანძილი გაცილებით დიდი იყო, ვიდრე მთის ქვედა სარტყელში, რაც ალბათ ტენიანობის შემცირებას უნდა მივაწეროთ.

სუბატლანტიკური (SA) პერიოდი ხასიათდებოდა ყველაზე ხშირი და მძაფრი კლიმატური ფლუქტუაციებით. აღინიშნება 12 ცივი და 13 თბილი ფაზა. მათი ინტენსიურობა და ხანგრძლივობა ძალზე არაერთგვაროვანი იყო. ყველაზე კარგი კლიმატური პირობებით გამოირჩეოდა (SA₂) ფაზის დასაწყისი, დაახლოებით

400	300	200	100	0	100	200	300	400
4000	3000	2000	1000	0	1000	2000	3000	4000
4000	3000	2000	1000	0	1000	2000	3000	4000



სურ. ტყის ზედა საზღვრის, შავი ზღვის დონის, ტემპერატურის და ნალექების მრუდების შედარება უკანასკნელი 400 წლის მანძილზე.

თანამედროვე (მ)



2000 წ. წინათ, როდესაც საშუალო წლიური ტემპერატურა უკვე 2°C -ზე მაღალია, ბოლო დღევანდელს, მაშინ როდესაც სუბბორეალურისა და სუბატლანტიკურის საზღვარზე იგი ჯერ კიდევ 2°C ნაკლები იყო დღევანდელთან შედარებით SA_2 ფაზის დასაწყისში, ხოლო ყველაზე დიდი აცივება SA_3 ფაზაში მოხდა (850-900 წ. წინათ). თავისი მასშტაბებით იგი SB_2 აცივებას უახლოვდებოდა. სულ SA_3 ფაზაში, ე. ი. ბოლო 1000 წლის განმავლობაში ადგილი ჰქონდა არანაკლებ 6 აცივებას და ამდენივე დათბობას. აღსანიშნავია, რომ ეს მოვლენები პირველ რიგში გავლენას ახდენდნენ მაღალმთიანი რეგიონების მცენარეულობაზე, ვინაიდან კლიმატური ფლუქტუაციების ამპლიტუდა სწორედ სიმაღლის მიხედვით მატულობს.

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მთელი ჰოლოცენური დროის განმავლობაში, ისევე როგორც მის ცალკეულ ფაზებში კლიმატურ ცვლილებათა მსვლელობაში რაიმე მკვეთრი პერიოდულობა არ აღინიშნება. კლიმატური ფაზები არა ჰგავს ერთმანეთს არც ხანგრძლივობით და არც ინტენსიურობით. ანალოგიური სურათი აღინიშნება აღმოსავლეთ ევროპის რეგიონებშიც [5]. კლიმატური მოვლენების შედარებამ გვიჩვენა მათი სინქრონულობა სხვადასხვა მცენარეულ სარტყელში. ამასთან, მთებში სიმაღლისდა მიხედვით ვარიირებას განიცდიდა ტემპერატურის ამპლიტუდა. ყველაზე კონტრასტული ხასიათი კლიმატურ ფლუქტუაციებს ჰქონდა მაღალმთიანეთის ექსტრემალურ პირობებში. ტყის საზღვრის ზემოთ, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვეშუშავებინა გვიანჰოლოცენური ჰავის ცვალებადობის დეტალური სქემა. ჩვენი კვლევის შედეგების შედარებამ სხვადასხვა რეგიონში განსხვავებული მეთოდებით (ისტორიული კლიმატოლოგიის, დენდროლოგიური, ფენოლოგიური, რადიოიზოტოპური) მიღებულ მონაცემებთან კიდევ ერთხელ დაგვარწმუნა არა მარტო კლიმატური ცვლილებების გლობალურობაში [6-9], არამედ მასალის ანალიზის სისწორესა და პალინოლოგიური და მათემატიკური მეთოდების უტყუარობაში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ლ. დავითაშვილის სახ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. Заповедники Кавказа, под редакцией В. Е. Соколова и Е. Е. Сироечковский. М., 1990.
2. В. С. Доктуровский. Почвоведение, N2, 1936, 183-202.
3. Г. Ф. Букреева, М. П. Ветах, А. А. Бишаев. Геология и геофизика. N6, 1984, 16-28.
4. Э. В. Квавадзе, Г. Ф. Букреева., Л. П. Рухадзе. Компьютерная технология реконструкций палеогеографических условий в горах. Тбилиси 1992.
5. Н. А. Хотинский. Голоцен северной Евразии. М., 1977.
6. H. H. Lamb. Climate: Present, Past and Future. Meyhnen, London, 1977.
7. J. M. Mitchell. In: Energy and Climate. Studies in Geophysics. National Academy of Sciences Washington D. C. 1977.
9. J. Guiot. In: European Climate Reconstructed from Documentary Data. Methods and Results. Stuttgart-Vena-New-York. 1992, 93-104.



ნ. ახვლედიანი

სილობისტური ტესტები

წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ნადირაშვილმა 14.04.1997

სილოგისტური ტესტები წარმოადგენს ინტელექტუალური ტესტების ნაირსახეობას, გამიზნულს აზროვნების, კერძოდ, სწორი დასკვნის გამოტანის უნარის განვითარებისა და არსებული დონის დასადგენად. დღეს პრაქტიკულად საჭიროა როგორც მოსწავლეთა და მასწავლებელთა ინტელექტუალური დონის დადგენა, ისე მისი განვითარება, რასაც ადასტურებს ქვემოლწერილი ექსპერიმენტების მონაცემები, რომელთა შედეგად აღმოჩნდა, რომ მათემატიკური სკოლა-ინტერნატის აბიტურიენტთა, ანუ საქართველოში მათემატიკაში ყველაზე ძლიერ მოსწავლეთა მიერ სწორი დასკვნის მიღების უნარი საშუალოდ შეადგენს 39%, დაწყებითი სკოლების მასწავლებლებისა კი 21%. ეს მაჩვენებლები მოწმობენ პრობლემის აქტუალობას.

თეორიულად სილოგისტური ამოცანებიანი ტესტების მიზანშეწონილობას ასახელებს ის, რომ მათში არსებითად გამოყენებულია დროით გამოცდილი და დახვეწილი არისტოტელეს კატეგორიული მოდუსები, რომლებსაც იყენებდნენ აგრეთვე ავტორიტეტული თუ ახალგაზრდა ფსიქოლოგები [1 - 9].

აზროვნების, კერძოდ, სწორი დასკვნის გამოტანის კვლევის პრობლემის აქტუალობას ასახელებს შემდეგი ავტორიტეტული აზრი: „შესაძლებელია, რომ დანასაკვი იყოს ჭეშმარიტი, მაგრამ უსწორო, ამიტომ არსებობს ფაქტი აზროვნების, დასკვნის პროცესის გამრუდებისა. ლოგიკის კანონების ამ დარღვევების დაშვებაში ფსიქიკას ედება ბრალი... ლოგიკურ შეცდომად წოდებული ფაქტის მიზეზი ფსიქოლოგიური ფაქტია... თუ ეს ასეა, მაშინ ისიც უნდა ვივარაუდოთ, რომ ე. წ. ლოგიკური შეცდომის მიზეზი არის ინდივიდის აზროვნების პროცესის გამრუდება და რომ ასეთი გამრუდება ბუნებრივი და ჩვეულებრივია ინდივიდის ფსიქიკისათვის. მაშინ ისიც უნდა ვაღიაროთ, რომ ასეთი აზროვნება სრულიად გამოუსადეგარია ჭეშმარიტების შემეცნებისათვის. მართლაც, რაში გამოგადგება ისეთი აზროვნება, რომელიც ადეკვატურად ვერ შეიცნობს სამყაროს“ [3, გვ. 206]. ამ ციტატის შემდეგ ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ ინდივიდის მიერ ლოგიკური შეცდომების დაშვება არის ობიექტური რეალობა და მისი კვლევა აქტუალური ამოცანაა. გარდა ამისა, სწორი დასკვნის გამოტანის უნარის დონის დადგენა და დაშვებული შეცდომების გამოკვლევა საშუალებას მოგვცემს გამოვიკვლიოთ ინდივიდის შემეცნების შესაძლებლობა.

თანახმად ბ-ნ ე. აბაშიძის მიერ სხვადასხვა ადგილზე გამოთქმული მოსაზრებები და დადგენილი დებულებებისა აზრი აქვს ვილაპარაკოთ „ლოგიკურ შეცდო-



მეზზე“ დასკვნის გამოტანის პროცესში. რადგან გამოირკვა, რომ დასკვნის მისი არის ან მისი სისწორის შეფასება იმაზე დამოკიდებული, თუ როგორ „ვანიც-დის“ ცდისპირი (ცპ) წინამძღვრების ტერმინების შინაარსს, რაც დამოკიდებულია ცპ-თვის დამახასიათებელი „სიტყვის მნიშვნელობის კონსტანტაზე“ (ტერმინი აბაშიძისეულია), ამიტომ არის საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ ამ განცდას განსაზღვრავს ფიქსირებული განწყობა, რომელიც დასკვნის პროცესში ასრულებს „სიტყვის მნიშვნელობის კონსტანტის“ ფუნქციას. თუ ეს ასეა, მაშინ, რადგანაც განწყობა ინდივიდუალური ხასიათისაა, ამიტომ ის, რაც იწოდება ტერმინით „ლოგიკური შეცდომა“ დამოკიდებულია ინდივიდის შინაგან განწყობაზე (კრედოზე, ბუნებაზე).

ამის საფუძველზე ჩვენ ვაკეთებთ შემდეგ დასკვნას: რადგან განწყობა თავის მხრივ ეყრდნობა პიროვნებასა და მის ბუნებრივ მიდრეკილებას, ბუნებრივია, რომ პიროვნულობა, ბუნებრივი მიდრეკილებანი განსაზღვრავენ როგორც თვით ლოგიკურ შეცდომებს, ისე მათ ხასიათსაც.

მოდუსებისათვის საგნობრივი მასალა შევარჩიეთ საკუთარი გამოცდილებისა და ტულვისტის [4] შედეგების თანახმად.

ჩვენ მიერ შედგენილი სილოგისტური ამოცანებიანი ტესტების შესახებ დღებითი აზრი გამოითქვა მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორის პროფ. ლ. მიხნარიშვილისა და ქ. ხარკოვის მექანიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის დეკანის დოც. ტ. გირიას მიერ, რომლებიც მოწმენი იყვნენ ჩატარებული ექსპერიმენტებისა. ტესტების ვალიდობა ექსპერიმენტულად შემოწმდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფსიქოლოგიის კათედრის მიერ. დადგინდა, რომ აბსურდული ამოცანები მაღალი ვალიდობისა არიან (იხ. ქვემოთ).

ამრიგად, დასკვნის შედეგად მიღებული ინფორმაცია ობიექტურ რეალობას რომ ასახავდეს, ამისათვის საჭიროა ორი რამ: წინამძღვრების ჭეშმარიტება და სწორი აზროვნება. ამიტომ უსაფუძვლო არ არის აღიარებულ იქნეს მათი განცალკევებული კვლევის საჭიროება. ჩვენს მიზანს წარმოადგენს არა ინდივიდის ცოდნის შეფასება, ანუ მის მიერ გამოყენებული წინამძღვრების რეალობისა და ჭეშმარიტების აღიარება, არამედ სწორი დასკვნის მიღების უნარის გამოვლენა. ამიტომ გადავწყვიტეთ ავეგოგოს სხვადასხვა ხასიათის საგნობრივ-მასალიანი მოდუსები ტესტების დანიშნულების მიხედვით. ასე, დასკვნის უნარის განვითარებისა და სწავლებისათვის მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ რეალური საგნობრივი მასალა, შესაბამისად ცნობილი და უცნობი (ახალი) შინაარსით. მართლაც, ცნობილი შინაარსი ზედმეტი დასაყრდენი იქნება მოდუსების გამოყენების ჩვევის დასანერგად; ამ ჩვევის შეთვისების შემდეგ უცნობშინაარსიანი მოდუსები შეასრულებენ ინფორმაციის, აქტიური სასწავლო მოღვაწეობის შედეგად მიღების ფუნქციას. სწორი დასკვნის გამოტანის უნარის დონის დასადგენად, ანუ დიაგნოსტიკისათვის კი მიზანშეწონილად ვცანით გამოგვეყენებინა აბსურდული შინაარსის მოდუსები. მართლაც, იმის შემდეგ, რაც ცდისპირი თვითონ, ან ექსპერიმენტატორის მითითებით დარწმუნდება მოდუსების შინაარსის აბსურდობაში, იგი ყურადღებას გაამახვილებს მხოლოდ მოდუსის აღნაგობაზე და ჩამოაყალიბებს არა ე. წ. ემპირიულ, არამედ ე. წ. თეორიულ დასკვნას. სწორედ ასეთნაირად მიღე-

ბული დასკვნის ხასიათი იქნება ცდისპირის მიერ სწორი დასკვნის მიღების უნარის დონის ადეკვატური.

გამოიკვეთა სილოგისტური ამოცანების გამოყენება სამი დანიშნულებით;

1. სწორი დასკვნის გამოტანის უნარის გამომჟღავნებისა და ჩვევის დასაწერად;
 2. ახალი ინფორმაციის და მისი სისწორის დასაბუთების აღსაქმელად;
 3. სწორი დასკვნის გამოტანის უნარის დიაგნოსტიკისათვის.
- სილოგისტური ამოცანების შედგენა სხვა დანიშნულებისთვისაცაა შესაძლებელი.

ტულვისტეს მონაცემების საფუძველზე ჩვენ შევადგინეთ საგნებს შორის ამკარად აბსურდული, არარეალური, უაზრო დამოკიდებულებების შემცველი სილოგისტური მოდუსები, რაზედაც ცპ წინასწარ გაფრთხილებულია. ჩვენი ასეთი გადაწყვეტილება საეგზობით შეჯერებული აღმოჩნდა პ. ტულვისტეს მოსაზრებებთან, რომელმაც თავის გამოსვლაში, მოსკოვის საკავშირო სიმპოზიუმზე ფსიქოლოგიისა და კომუნიკაციის თეორიაში 1983 წ. განაცხადა, რომ „მხოლოდ განათლებულ ინდივიდებს შესწევთ უნარი შეუცდომლად გადაწყვიტონ სილოგისტური ამოცანები მათთვის უცნობი საგნობრივი შინაარსით“. აქედან ჩვენ ვასკვნით, რომ, რადგანაც არარეალური, აბსურდული შინაარსის მოდუსები შეიძლება ჩაითვალოს უცნობშინაარსიან მოდუსებად, ამიტომ ასეთ ამოცანებზე სწორი პასუხი გაპირობებული იქნება ამ მომენტისათვის ცპ-ის ემპირიული ან თეორიული განათლებულობით.

ნათქვამის შედეგად გამოიკვეთა შემდგომი კვლევის ამოცანები და პრობლემები:

1. საჭიროა შეიქმნას ტესტირების შედეგების კამერული დამუშავების მეთოდები და ტექნოლოგია (იხ. ქვემოთ),
2. აუცილებელია სილოგისტური ამოცანების გრადუირება სიძნელის მიხედვით. ამ მიზნით გამოვიყენეთ დიდ რიცხვთა კანონი, რის შესაძლებლობისთვისაც ჩავატარეთ მრავალრიცხოვანი მასიური ექსპერიმენტი სხვადასხვა კონტინგენტზე, დაწყებული მერვეკლასელებიდან და რესპუბლიკის დაწყებითი კლასების მასწავლებლებიდან, (იხ. სტატიის დასაწყისი). ვიდრე მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატებსა და დოქტორებამდე.
3. საჭიროა დამუშავებული შეცდომების ანალიზი, მათი გრადუირება, სისტემატიზირება და სათანადო დასკვნების გამოტანა.
4. საჭიროა ტესტირების მორგება ახლა უკვე ინდივიდუალური შესაძლებლობის შეფასებისათვის, პიროვნების ინდივიდუალური შემეცნებითი შესაძლებლობისა და აზროვნების გამრუდების კალკულაცია, რაც საფუძვლად დაედება ინდივიდის აზროვნების „რეიტინგის“ დადგენას მოცემულ მომენტში (პრობლემატურია).

მიღებული შედეგების კამერული ანალიზის შედეგად მოდუსები დალაგდა სიძნელის ზრდის მიხედვით. ყველაზე ადვილი აღმოჩნდა მოდუსი 212 (რადგან სწორი პასუხის მასზე გასცა ცდისპირთა 94%-მა, რის შედეგად მას მიეწერა №1. ამის შემდეგ მოდუსები ასე დალაგდა: 212, 412, 111, 113, 313, 214, 221, 341,



222, 121, 344, 242, 223, 331, 144, 422, 323, 123, 444, 244, 142, 442, 141, 124, 342, 333, 431, 434, 322, 421, 143, 441, 443, 224, 321, 324, 423, 124, 334, 424, 433, 132, 211, 414, 323, 134, 133, 332, 131, 231, 233, 234, 241, 243, 432, 411, 311, 314, 114, 112, 213, 232, 312, 413.

თუმცა ეს გრადუირება განხორციელდა მათემატიკური სკოლის აბიტურიენტების კონტინგენტზე, მაგრამ მაინც ის საკმაოდ სანდო აღმოჩნდა. მართლაც საინტერესოა, რომ ძნელად მიჩნეულ 112 მოღუსზე მათემატიკური მეცნიერების ექვსმა კანდიდატმა (მათ შორის ამ წერილის ავტორმაც) ვერ გასცა სწორი პასუხი და კორექტივა შეიტანეს მხოლოდ სპეციალური შენიშვნის შემდეგ დაფიქრების საფუძველზე.

რაც შეეხება შეცდომითი პასუხების ანალიზს, იქ ასეთი ხაზოვანი (წრფივი) გრადუირება გაუმართლებელია. მართლაც, სწორი პასუხების მიხედვით მოღუსების გრადუირება იმიტომ არის შესაძლებელი, რომ სწორი პასუხი მხოლოდ ერთია და სწორი პასუხების რაოდენობა სანდო დასაყრდენია მოღუსების დალაგებისათვის. მაგრამ, რის საფუძველზე უნდა იყოს განხორციელებული წრფივი გრადუირება შეცდომითი პასუხის მიხედვით, თუ შეცდომითი პასუხის რაოდენობა არის ოთხი? რომელი შეცდომა უნდა ჩავთვალოთ უფრო უხეშად, კერძო პასუხის ნაცვლად ზოგადი პასუხის დასახელება თუ დადებითი პასუხის ნაცვლად უარყოფითი პასუხის დასახელება? ამას ნამდვილად სპეციალური ფართო თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა დასჭირდება, რაც ამჯერად მიზნად დასახული არ გვექონია. მაგრამ კვლევის ამ ეტაპზე შესაძლებელი შეიქნა შეცდომის ხასიათის დადგენა, რაც საკმარისია კონკრეტულ შემთხვევაში მისი აღმოფხვრის მეთოდის დასადგენად. საკითხის ასე დასმისას მაინც შესაძლებელი აღმოჩნდა ნაწილობრივი წრფივი კალკულაცია. ასე მაგალითად, ჩვენი აზრით, ზოგადდადებითი პასუხის დასახელება ზოგადკერძო პასუხის ნაცვლად უფრო დიდი შეცდომაა, ვიდრე პირიქით (თვისობრიობის შენარჩუნება რაოდენობის აღრევით). მაგრამ უფრო დიდი შეცდომაა, თვისობრიობის აღრევა (ე. ი. დადებითი პასუხის ნაცვლად უარყოფითი პასუხის დასახელება, ან პირიქით). ამიტომ შეცდომების შეფასებისას ჩვენ დავეკმაყოფილდით მხოლოდ ნაწილობრივი კალკულაციით.

სილოგისტურ-ამოცანებიანი ტესტების გამოყენება პერსპექტიულია. მაგალითად, გვესახება, რომ მათი კომბინირებული გამოყენებით შესაძლებელია სხვა პრობლემების კვლევა, მაგალითად, ინტელექტუალურ განვითარებაზე დინამიკაში დაკვირვების დასაწერად (ნაწილობრივ) და სხვ. ეს პრობლემები ერთმანეთზე დამოკიდებულიც და ურთიერთდამოუკიდებელნიც არიან. ამიტომ მათ დამუშავებას დასჭირდება მრავალრიცხოვანი კოლექტივის ძალისხმევა. არის აგრეთვე საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ კეთილმოსურნე დამოკიდებულების შემთხვევაში აღნიშნული ტესტირება ადვილად დასაწერია პრაქტიკაში და საკმაოდ სასარგებლოა როგორც მეცნიერული, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით, თუნდაც იმიტომ, რომ ის ჩადგება ცალკეული ინდივიდის, და ამით ადამიანთა დიდი რაოდენობის ინტელექტუალური აღზრდისა და ექსპერტიზის სამსახურში.

ლიტერატურა

1. *ერ. აბაშიძე*. ქუთაისის პედინსტიტუტის შრომები, ტ. XIII, 1955, 11.
2. *ერ. აბაშიძე*. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის დ. უზნაძის სახ. ფსიქოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. X, 1956. 201.
3. *ერ. აბაშიძე*. იქვე, გვ. 206.
4. *П. Тульviste*. Культурно-историческое развитие. Вольгуст, 1988.
5. Психоаналитический атлас, под редакцией Полецук. Киев, 1975.
6. *К. Тойм*. Сб. по психол. Тарту. вып. 152, 1964.
7. *Е. Ерицян*. Материалы к психологии дедуктивных заключений. Изв. АПН РСФСР, вып. 120, 1959.
8. *А. Уемов*. Логические ошибки. М., 1958.
9. *ც. მავზარაშვილი*, მაცნე, ფსიქოლოგიის სერია, № 4, 1990.

ი. კაპანაძე

ნასესხები სიტყვები ბერძნული ბიბლიური წიგნების ქართულ
და რუსულ თარგმანებში (კერძი – CUMIR-IDOL-ISTUCAN
PODOBIE)

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა რ. გორდუხიანმა 19.04.1997

ქრისტიანობის გავრცელებამ გადამწყვეტი როლი ითამაშა ქართველი და რუსი ხალხების არა მარტო რელიგიური შემეცნების ჩამოყალიბებაში, არამედ მათი ენების განვითარებაშიც. ბერძნულიდან ბიბლიის და სხვა ღვთისმსახურების წიგნების თარგმნამ განაპირობა ქართულ და რუსულ ენებში მრავალი ნასესხები სიტყვის ყველა ტიპის კალკების გაჩენა თავდაპირველად თარგმნილ თხზულებებში, ხოლო შემდეგ უკვე ორიგინალურ ნაწარმოებებშიც. მაგრამ ქართული და რუსული ენების მატარებლები განსხვავებულად აღიქვამდნენ რელიგიურ ცნებათა და წარმოდგენათა აღმნიშვნელ იმ სიტყვებს, რომელთა ანალოგი მათ სიტყვაში არ იყო. შესაბამისად დროთა განმავლობაში ამ სიტყვების სემანტიკა საკვლევ ორენაში სხვადასხვაგვარად იცვლებოდა.

ქრისტიანობის გავრცელებამ ახალი, სპეციფიკური რელიგიური მნიშვნელობა შესძინა საკვლევი ენების არა მხოლოდ ოდინდელ სიტყვებს, არამედ ქრისტიანობამდე ნასესხებ მრავალ სიტყვასაც, რომლებიც ენაში შემოვიდნენ ადრინდელი კულტურული და ენობრივი კონტაქტების მეშვეობით.

ე. სეპირის თანახმად, ენა ზღვარს უდებს ადამიანის გამოცდილებას [1]. აგრეთვე ლ. ვიტგენშტეინი: „ჩემი ენის საზღვრები ჩემი სამყაროს საზღვრებია“ [2] და მართლაც, შეუძლია თუ არა ენას ზღვარი დაუდოს გამოცდილებას, როგორც ამას ე. სეპირი ამტკიცებს, და შეუძლია თუ არა ენას გავლენა მოახდინოს აზროვნებაზე?

ენას მართლაც შეუძლია გარკვეული გავლენა მოახდინოს აზროვნებაზე, რადგან, უპირველეს ყოვლისა, სწორედ მისი წყალობითაა შესაძლებელი აბსტრაქტული აზროვნება. სინამდვილის შემეცნების განვლილი დონე, რომელიც ენაშია დაფიქსირებული, არ შეიძლება გავლენას არ ახდენდეს როგორც ადამიანის შემეცნებითი საქმიანობის შემდგომ ეტაპებზე, ასევე სინამდვილის სემანტიკური კატეგორიზაციის თავისებურებებზე. „აღქმა ყოველთვის გამოუალბებული და გამოიდრებულია არსებული ცოდნით, წინა გამოცდილებით. გამოცდილებაზე დაყრდნობის გარეშე რაიმეს აღქმა, როგორც გარკვეული საგნისა ან სინამდვილის მოვლენისა, შეუძლებელი იქნებოდა. ის, რაც არანაირად არ არის დაკავშირებული წინა გამოცდილებასთან, უკვე მიღებულ ცოდნასთან, აღიქმება, როგორც რაღაც გაურკვეველი, ისეთი, რაც არ შეიძლება მიეკუთვნოს საგანთა გარკვეულ კატე-

გორიას“ [3]. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივია, რომ ქრისტიანობის მიღების შემდეგ სპარსულიდან, კერძოდ, ავესტას ტექსტებიდან ქართულში ნასესხები ბევრი სიტყვა შემდგომ გამოყენებულ იქნა ძირითად რელიგიურ ცნებათა გადმოსაცემად. „ნებისმიერი ღრმად ფესვგამდგარი რწმენა ხანგრძლივად, მყარად რჩება ხალხში მამინაც კი, როცა მისი წარმომშობი პირობები იცვლება – იგი ცდილობს შეინარჩუნოს თავი, მოერგოს ახალ პირობებს. ცხოვრების ახალი პირობები წარმომშობს ახალ რელიგიურ წარმოდგენებს, რომლებიც უმეტესწილად თავიდან ჩასახული კი არაა, არამედ მიღებულია ძველი, დრომოჭმული წარმოდგენების სახეცვლილებით“ [4].

ამის მაგალითად გამოდგება სიტყვა კერპი, რომელიც ქართულში შუასაბრესულიდან არის შემოსული. პართული **карп** ნიშნავს „ფორმას, ფიგურას“, დაახლოებით იმავე მნიშვნელობის მატარებელია ავესტური **kahrp** – „სხელი, ფორმა“ [5]. აი, ამ გამოცდილებზე დაყრდნობით ქართულმა ენამ ქრიტიანული რელიგიის ერთ-ერთი ძირითადი ცნების გადმოსაცემად გამოიყენა სიტყვა კერპი.

რუსულში ქართულ კერპს შეესაბამება ოთხი ლექსიკური ერთეული: **istucan**-ი, **podobie** – **kumir idol**. საეკლესიო სლავური ენის ლექსიკონში **istucan** განმარტებულია როგორც კერპი, ძეგლი, „ქვისგან ან ლითონისგან ჩამოსხმული“. „მსაჯულთა წიგნში“ (17,4) ვკითხულობთ: "Но он возвратил серебро матери своей. Мать его взяла двести сиклей серебра и отдала их плавильщику. Он сделал из них истукан и литый кумир, который и находился в доме Михи".

თავიანთ ენაში დაფიქსირებული გამოცდილებიდან გამომდინარე, სლავებმა – ბიბლიის თარგმნისას გამოიყენეს ძველი სლავური სიტყვა **istucan**. მაგრამ ენა ვერ უძღებს საზღვარს გამოცდილებას და პრაქტიკული საქმიანობის დროს ადამიანს ხშირად უწევს ამ უკანასკნელის გადასინჯვა. ენობრივმა და კულტურულმა კონტაქტებმა გარესამყაროსთან განაპირობა **istucan**-ის ლექსიკურ ვარიანტად თურქული **cumir**-ის და ბერძნული **idol**-ის ხმარება. უნდა შევნიშნოთ, რომ სამხრეთ სლავური დიალექტის, რომელზედაც ითარგმნებოდა ბერძნული ბიბლიური წიგნები, გავრცელების არეალში სამთავროს სათავეში ედგნენ თურქი-ბულგარელები, რომელთა სლავიზაცია მხოლოდ IX საუკუნისათვის დასრულდა.

დამწერლობის ცალკეულ ძეგლთა მრავალრიცხოვან ნუსხებში მიკვლეულია სხვადასხვა ლექსიკური ვარიანტები. მეცნიერება ცდილობს ახსნას მათი ენაში გაჩენის მიზეზები. ლ. ჟუკოვსკაია თვლის, რომ უძველეს ხელნაწერთა ლექსიკური ვარიანტები ასახავს ლექსიკურ სხვაობებს სლავურ დიალექტთა შორის, რომელზედაც ითარგმნებოდა ან გადაიწერებოდა ესა თუ ის ხელნაწერი. გარდა ამისა, ვარიანტების გაჩენას ხელი შეუწყო ბერძნულიდან (დედაენიდან), აგრეთვე სხვა ენებიდან (ხანდახან ბერძნულის მეშვეობით) სესხებამ [6]. **idol** – **cumir**-ის ტიპის ლექსიკური ვარიანტები, ლ. ჟუკოვსკაიას ვარაუდით, წარმომშობილია არადაპირისპირებული ლექსიკური სხვაობებით, რაც გულისხმობს, რომ თარგმნის ენაში არ არის ამ ცნების გამომხატველი სიტყვა. სიტყვათა ეს ჯგუფი ძნელად ექვემდებარება განსაზღვრას, რადგან მკვლევარი არ არის დაწმუნებული, რომ ცნება საერთოდ არ იყო ერთ-ერთ დიალექტში (ენაში) ანდა იგი გადმოიცემოდა აღწერით. შესაძლოა, რომ სწორედ ასეთი ტიპის ლექსიკური სხვაობების ხარჯზე წარ-



მოიქმნა და შენარჩუნებულ იქნა ზოგიერთ სლავურ ენაში არასლავური ქრისტიანული ტერმინოლოგია [6].

ძველი სლავური დამწერლობის ძეგლთა უძველეს ნუსხებში ბერძნული *ἰδωλον* უთარგმნელად არის დატოვებული, სწორედ ამიტომ ფსალმუნის და მოციქულთას ძველ ნუსხებში იკითხება სიტყვა *idol* (სახარებაში არ არის სიტყვა *ἰδωλον*), ხოლო იმავე ძეგლების გვიანდელ ნუსხებში *idol*-ის ადგილას არცთუ იშვიათად გვხვდება *коумирь* [7]. აქედან გამომდინარე, ა. ლეოვი ასკენის, რომ თავდაპირველად *коумирь*: ძველ სლავებში თავისი მნიშვნელობით გაირჩეოდა სიტყვისაგან *idol*. პ. ლავროვსკი წერს იმის შესახებ, რომ ძველი სლავური ენის ზოგიერთ სიტყვას აქვს განსაკუთრებული, „საეკლესიო“ მნიშვნელობა: ძალზე საყურადღებოა ზოგი იმ სიტყვის ახსნა, რომელთაც ძველი მწერლებისა და მთარგმნელებისათვის ჰქონდათ ტერმინის მნიშვნელობა და შეიცავდნენ მნიშვნელობის განსაკუთრებულ ძალას სხვა სინონიმურ სიტყვებთან შედარებით, რომელთაგანაც თანამედროვე ენაში საკმაოდ მკვეთრად განირჩევიან. ამ სიტყვათა რიცხვშია *podobie*, რომელიც პირობითად გაირჩევა სიტყვისაგან *idol*. კითხვაზე, თუ რა სხვაობაა *idol*-სა და *podobie*-ს შორის, პასუხობენ, რომ პირველი არის არარსებულის გამოსახვა, ხოლო უკანასკნელი – არსებულისა [8].

ლ. კოტეჟნი *idol*-ის და *podobie*-ს ასეთი სხვაობის ახსნას ფსალმუნში პოულობს, რაც შემდეგ აზბუკოვნიკებში არის აღებული. ფსალმუნში ვკითხულობთ, რომ *idol* არის ჩამოსხმული ან გამოკვეთილი სახე, ხოლო *podobie* – ფერწერით შესრულებული: "прежде бо творяху елени образные образы, то суть идоли, не суть бо бывшихъ вещии подобье, нъ излияно ли выдолото, а не написано, яко же подобью написаныи образъ" [9].

ამგვარად, *cumir* – *idol* ვარიანტების არსებობა აიხსნება სლავური რელიგიური მსოფლმხედველობების თავისებურებებით. *Cumir* სლავებისთვის იყო ვინმეს ძეგლი. საეკლესიო სლავურის სრული ლექსიკონი იძლევა *cumir*-ის ასეთ განმარტებას: (*ἰδωλον*)=*idol* ებრაულიდან ზუსტად ნიშნავს „გამოკვეთილს“ (გამოსახულებას). ეს სიტყვა უპირატესად ეხება ხეს და ქვას, თუმცა გამოიყენება ლითონისაგან ჩამოსხმული გამოსახულების მიმართაც, რადგან მასაც ეხება საქრთველი“. ასე, მოსეს მეხუთე წიგნის (22, 16, 17) რუსულ თარგმანში ვკითხულობთ: "Ибо вы знаете, как мы жили в земле Египетской и как мы проходили посреди народов, через которые вы прошли, и выдѣли мерзости их и кумиры их, деревянные и каменные, серебрянные и золотые, которые у них". *idol*-ს თავდაპირველად კაცის სახე ჰქონდა.

საინტერესოა, როგორ შეიცვალა სემანტიკა სიტყვისა კერპი ქართულში და ლექსიკური ვარიანტებისა *idol* – *istucan* – *cumir* რუსულ ენაში.

ქართულ ენაში სიტყვა კერპი ატარებს არა მარტო წარმართული ღვთაების მნიშვნელობას, არამედ ნიშნავს ჭიუტ, შეზღუდულ, გაუგებარ ადამიანსაც (ქეგლი, ტ. I). რუსულ ენაშიც *istucan* არის უგულო, გაუგებარი ადამიანი (MAC).

წარმართული ღვთაების მიმართ უარყოფითი დამოკიდებულება უფრო მკვეთრად ჩანს იმ ფრაზეოლოგიზმებში, სადაც სიტყვა *istucan* გვხვდება. რუსული ენის ე. წ. მცირე აკადემიურ ლექსიკონში (4 ტომი) წარმოდგენილია შემდეგი ფრაზე-

ოლოგიზმები:стоять (или сидеть) истуканом (или как истукан) - 1) стоять совершенно неподвижно, подобно изваянию, 2) стоять ничего не понимая, не воспринимая.

რუსულ ენაში სიტყვა idol-იც უარყოფითი დატვირთვის მატარებელია. იგი იხმარება „უზრო“, „უგრძობის“ მნიშვნელობით.

ზემოთ მოხსენებულ განმარტებით ლექსიკონში დაფიქსირებული ფრაზეოლოგიზმი სიტყვით idol აგრეთვე ატარებს უარყოფით დატვირთვას: стоять (или сидеть) идиолом - оставаться неподвижным безучастным.

ასეთი უარყოფითი დამოკიდებულება წარმართული ღვთაების მიმართ ჩამოყალიბდა მხოლოდ ქრისტიანობის მიღების შემდეგ, ბიბლიური ტექსტების გავლენით. ასე, მოსეს მეხუთე წიგნში (12,13) ვკითხულობთ: "И разрушьте жертвенники их, и сокрушите столбы их, и сожгите".

საინტერესოა, რომ თუ idol-ს და istucan-ს ვუწოდებთ „გაუგებარ, უზრო, უგრძობელ ადამიანს“, cumir არის ის, ვინც (ან რაც) არის გაღმერთების, ალტაცებული თაყვანისცემის საგანი (МАС).

ამრიგად, თუმცა სიტყვათა მნიშვნელობა დეტერმინირებულია გარე სამყაროთი, მისი ფორმირება ხდება წინა თაობათა გამოცდილებით, რომელიც ასახულია და დაფიქსირებულია ენაში.

ი. ჯავახიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. Э. Сепир . В кн.: Новое в лингвистике. М., 1960, 10.
2. Л. Витгенштейн. Логико-философский трактат. М., 1958.
3. А. А. Смирнов. Психология. М., 1956, 145-146.
4. С. А. Токарев. Ранние формы религии. М., 1990, 48.
5. მ. ანდრონიკაშვილი. ნარკვევები ირანულ-ქართული ენობრივი ურთიერთობებიდან. თბილისი, 1966, 335.
6. Л. П. Жуковская. Текстология и язык древнейших славянских памятников. М., 1976, 107, 108.
7. А. С. Львов. В кн.: Памятники древнерусской письменности. М., 1968.
8. П. Лавровский. В кн.: Русская лексикография эпохи средневековья. М., 1963, 22-23.
9. Л. С. Ковтун. Русская лексикография эпохи средневековья. М., 1963, 180.



თ. ჩხიკიძე

ქართული მართლმადიდებელი ლიტურგიის კომპოზიციური თავისებურებანი

წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. გიორგაძემ 20.05.1997

საქართველოს ისტორიული განვითარების ავტენობას ვერც ქართული საგალობელი გადაურჩა. ამ საშიშროების გაცნობიერებამ XIX საუკუნის II ნახევრიდან სტიმული მისცა ქართული საეკლესიო გალობის ტრადიციის შენარჩუნებისათვის ბრძოლის განახლებას. ამ მიმართებით მეტად ნიშანდობლივია საგალობლების ნოტებზე დაფიქსირება, რათა გარანტირებული ყოფილიყო მათი შენახვა და გავრცელება. ამჟამად XIX-XX საუკუნეების მიჯნაზე ნოტებზე გადატანილი ქართული საეკლესიო საგალობლები, XV საუკუნის ფონოჩანაწერის სახით არსებულ რამდენიმე ათეულ საგალობელთან ერთად, წარმოადგენს ერთადერთ წყაროს ქართული გალობის მუსიკალურ კანონზომიერებათა კვლევისათვის. კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის ფონდში დაცულ უძველეს ლიტურგიკულ კრებულებში აღბეჭდილი მუსიკალური ნიშნები სხვადასხვა მკვლევართა მცდელობისა და მიუხედავად, ჯერაც გაუშიფრავი და საიდუმლოებით მოცულია. ამდენად, რომ არა ქართული გალობის ქომაგთა რუღუნება, ჩვენამდე ვერ მოაღწევდა გალობის მრავალრიცხოვანი ნიმუში. მგალობელთა უკანასკნელი წარმომადგენელნი თან წაიღებდნენ ქართული გალობის ძველ კილოებს და შეუძლებელი გახდებოდა არა მარტო მეცნიერული კვლევა, არამედ მათი ფიზიკური გადაარჩენაც.

წინამდებარე სტატიამში განვიხილავთ ლიტურგიის - ქრისტიანული ღვთისმსახურების უმთავრესი განგების კომპოზიციურ თავისებურებებს ქართულ ტრადიციაში, ლიტურგიის საგალობელთა ანალიზს მოხსენიებულ წყაროებზე დაყრდნობით წარმოვადგენთ [1, 2].

ქრისტიანული საგალობელი თავისთავად მხატვრული ღირებულებისა და მიუხედავად, პირველ რიგში ღვთისმსახურების შემადგენელი ნაწილია. ამდენად, მისი მუსიკალური ასპექტების კვლევა ლიტურგიკული ფუნქციების გათვალისწინების აუცილებლობას გულისხმობს.

ეპისწირვის საგალობელთა შინაარსის, საღვთისმსახურო ფუნქციის შესწავლამ ცხადყო, რომ ლიტურგიაში თითოეულ საგალობელს ინდივიდუალური ფუნქცია აქვს, ისევე როგორც ღვთისმსახურების სხვა დანარჩენ კომპონენტს - ლოცვას, თუ ქმედებას. იმავდროულად შესაძლებელი გახდა ამ საგალობლებიდან ლიტურგიკული დატვირთვით განსხვავებული ორი ჯგუფის გამოყოფა. პირველი ჯგუფის საგალობლები ატარებენ მნიშვნელოვან ლიტურგიკულ ფუნქციას, უშუალოდ მონაწილეობენ რიტუალში, უმეტესად მხოლოდ კონკრეტული მონაკვეთის კუთვ-

ნილებას წარმოადგენენ. მეორე ჯგუფის საგალობლები კი ზოგადი ხასიათისაა, ისინი წინ უძღვიან, ამზადებენ ან მოსდევენ მნიშვნელოვანი შინაარსით დატვირთულ ეპიზოდებს და მეორდებიან ლიტურგიის პროცესში.

ლიტურგიკული დატვირთვის ხარისხი მუსიკალურ მხარეზეც აისახება. პირველი ჯგუფის საგალობელთა ჰანგიც მნიშვნელოვანი და განვითარებულია. მეორე ჯგუფში კი მოკლე და სხარტ ნაგებობებს ვხვდებით, თუმცა მათ დასრულებული ინტონაციური მოდელის ყველა თვისება ახასიათებთ: ჩვენება, განვითარება, და დასრულება. თავის დროზე წირვის საგალობელთა სახეობრივ სხვადასხვაობას განიხილავდა დ. არაყიშვილი, მაგრამ მხოლოდ საგალობლის მოცულობას იღებდა მხედველობაში და ამის გამო ასხვაებდა „გრძელ“ და „მოკლე“ საგალობლებს, ასეთი ტიპების არსებობის მიზეზებში ჩაულრმავებლად [3].

ინტონაციურ შემაღვენლობაში განსხვავება ლიტურგიის ამჟამინდელ საგალობლებს თუმცა არ ჰქონიათ საფუძველში, მაგრამ ძველთაგანვე უნდა გაჩენოდათ.

როგორც ცნობილია, პირველ ქრისტიანთა შეკრებებზე, რომლებიც კატაკომბებში და გამოქვაბულებში იმართებოდა, გალობდა მთელი მრევლი. სახელმწიფო რელიგიად ქრისტიანობის გამოცხადებამ ძირეულად შეცვალა რიტუალების და წეს-ჩვეულებების გარეგნული სახე. საგანგებოდ აგებულ ტაძრებში გადანაცვლებას ღვთისმსახურების ყველა რიტუალის და კომპონენტის, მათ შორის გალობის გართულება მოჰყვა. ასეთ პირობებში მარტივი, ხალხური იმპროვიზაციების საფუძველზე აღმოცენებული საგალობლები ვეღარ დააკმაყოფილებდა მიმდინარე ღვთისმსახურების ხასიათს. პარალელურად განვითარდა ჰიმნოგრაფია, შეიქმნა უამრავი საგალობელი ჰიმნი, რთული და დახვეწილი ფორმები, გაიზარდა საგალობლის მუსიკალური და ლიტურატურული შინაარსი და გალობა თანდათან პროფესიული გახდა. მაგრამ ამ სიახლემ ახალი საზრუნავი გაუჩინა ეკლესიას; პროფესიული მუსიკის ფორმები ძნელად დასაძლევია აღმოჩნდა მრევლისათვის, რამაც დააქვეითა შესრულების ხარისხი. ამიტომ, აუცილებელი გახდა მაგლობელთა პროფესიული განსწავლა და ამ გზით გალობის გაუმჯობესება. IV საუკუნეში პაპი სილვესტერი აყალიბებს პირველ სამგალობლო სკოლას, ხოლო 367 წელს ლაოდიკიის კრება კრძალავს ტაძარში მრევლის გალობას: „ვითარმედ არა ჯერ-არს თუნეირ კანონისა მიერ განწესებულთა მგალობელთადასა, რომელნი საფსალმუნეთა ზედა აღვლენ გალობად დიფთერაათა, სხუათა ვიეთმე გალობაჲ ეკლესიასა შინა“ [4]. ერთი შეხედვით, ლაოდიკიის კანონის მე-15 პუნქტის მიხედვით, მრევლის ღვთისმსახურებაში მონაწილეობა იზღუდებოდა. ეს კი სრულად ეწინააღმდეგებოდა ლიტურგიის მსახურების დანიშნულებას, მის საზოგადო ხასიათს, რაც მრევლის აქტიურ მონაწილეობას გულისხმობდა. მრევლი საპასუხო რეაგირებას ახდენდა მღვდლის, თუ დიაკვნის მოწოდებაზე, თუ კურთხევაზე, არა მხოლოდ ფიზიკური მოქმედებით (მორჩილების ნიშნად თავდახრა, პირჯვრის გადაწერა, მუხლმოდრეკა და ა. შ.), არამედ ვერბალური პასუხებითაც - აკლამაციებით.

ცხადია, გამორიცხულია საეკლესიო კრებას ისეთი კანონი შეექმნა, რომელიც ლიტურგიაში მონაწილეობის უფლებას ჩამოართმევდა იმას, ვისი ხსნისთვისაც აღესრულებოდა საიდუმლო. როგორც ჩანს, ლაოდიკიის კრების მოწვევის დროს საგალობელი ნიშნავდა მხოლოდ ფსალმუნის ტექსტზე შედგენილ ჰიმნებს,



რადგან საგალობო რეპერტუარში ფსალმუნური ელემენტი სჭარბობდა, ნარჩენ ფრაზებს, რომელსაც მრევლი წარმოთქვამდა ღვთისმსახურების მიმდინარეობისას („და სულისაცა შენისა თანა“, „უფალო შეგვიწყალენ“, „ყოველთა და ყოველისათვის“, „გვაქვს უფლისა მიმართ“ და მისთანები) არ ჰქონდა საგალობლის მნიშვნელობა და აქედან გამომდინარე, არც მათი შესრულება ეკრძალებოდა მრევლს. ჟამისწირვის უძველესი ტექსტები (XI-XII) ადასტურებენ, რომ ძველად მრევლი ასრულებდა ლიტურგიის ისეთ მნიშვნელოვან საგალობლებს, როგორცაა „მოვედით თაყვანი ვცეთ“, „წმინდაო ღმერთო“, „რომელი ქერაბინთა“, ევქარისტიული კანონის და ზიარების რიტუალის შემადგენელ საგალობებს.

ჩვენს მიერ მეორე ლიტურგიკულ ჯგუფში გაერთიანებულმა საგალობლებმა ამ გზით დიდხანს შეინარჩუნეს აკლამაციების მნიშვნელობა, რადგან მათ მრევლი ასრულებდა.

ამრიგად, ლაოდიკიის კანონის შექმნამ თავისდაუნებურად ხელი შეუწყო ლიტურგიკაში მუსიკალური ნაწილის ორი ინტონაციური ნაკადის - პროფესიულის და ხალხურის გამიჯვნას.

აკლამაციების მრევლის რეპერტუარში შენარჩუნებას ხელი შეუწყო ამ ლიტურგიკული ერთეულების მდგრადობამ და უცვლელობამ. დროთა განმავლობაში მათ განსაზღვრული ინტონაციები მიესადაგა და შეეფარდა. თანდათან ახალი დღესასწაულების და ტრადიციების შექმნასთან ერთად, ცვალებადობა ერის შესასრულებელ ზოგიერთ საგალობელსაც შეეხო. (მაგ: „მოვედით თაყვანი ვცეთ“, „წმინდაო ღმერთო“, „რომელი ქერაბინთა“).

ძნელი სათქმელია, მრევლის აკლამაციებს და გალობას როგორი ჟღერადობა ჰქონდა, იყო ის რეჩიტატიული, თუ სხვა სახის. მაგრამ მათ კანონიკური (რვა ხმის სისტემით მოწესრიგებული) საგალობლებისაგან განსხვავებული შესრულების ფორმა რომ ექნებოდათ, ეს უეჭველია. ყოველი ქრისტიანული საკრებულო ამ აკლამაციებში საკუთარი მუსიკალური და სამეტყველო ფონდიდან ისარგებლებდა და საკუთარ მუსიკალურ ჩვევებს, ტრადიციას და ნიჭიერებას ჩააქსოვდა. ამგვარად, თუ შეიძლება ღვთისმსახურებაში ეროვნული საწყისების არსებობაზე საუბარი, რაც უპირველესად ეროვნულ ენაზე მსახურებაში ვლინდება, ლიტურგიის მუსიკალურ ნაწილში ეს თავისებურებები „ყოფილ“ აკლამაციებში უნდა ვეძებოთ. ამიტომ, ეროვნულ თავისებურებათა შეღწევის შესაძლებლობას ყველაზე მეტად აკლამაციური მონაკვეთები შექმნიდა. აქედან გამომდინარე, საღვთისმსახურო მუსიკის მიერ ეროვნული, ხალხური მოტივების შეთვისება, უნდა ვალია-როთ, რომ უპირატესად ამ გზით მოხდებოდა.

ამჟამად, მრევლის ყველა ფრაზის შესრულება მგალობლებმა იტვირთეს. თანამედროვე ქართულ ღვთისმსახურებაში, თუ არ ვცდები, მხოლოდ სააღდგომო ლიტანიობაზე შემორჩენილი მრევლის აკლამაციის უძველესი, პირვანდელი სახე. ეს არის შეძახილი „ქვემარტად აღსდგა“, მღვდლის ასამაღლებლის - „ქრისტე აღსდგა“-ს პასუხად. სხვა ყველა დანარჩენ ლოცვას, რომელიც ფაქტობრივად მრევლმა უნდა წარმოთქვას (კვერეკსები, „მამაო ჩვენო“, „მრწამსი“, და მისთ.) ასრულებენ მგალობლები და ჩვენ მათ საგალობლებად მოვიხსენიებთ. ეს მრევლის ფუნქციის სახეცვლა - დაკნინების მაჩვენებელია, რამაც ჩვენი საუკუნის და-

საწყისიდან განსაკუთრებით იმატა. გაბატონებულმა იდეოლოგიამ რელიგიური გრძნობების მოღუწება გამოიწვია, ამით კი ღვთისმსახურებაზე ხალხის დასწრების და მონაწილეობის აქტიუობა საგრძნობლად შეამცირა.

უპირველად საინტერესოა იმ პროცესზე დაკვირვება, რომელიც მგალობელთა მიერ მრევლის ფუნქციის თანდათანობით შეთვისებას ასახავს. ქართული ჟამისწირვის ტექსტები არ გვაძლევენ საშუალებას თვალი გავადევნოთ გრადაციის პროცესს, თუ როდის გადაინაცვლა მრევლისთვის განკუთვნილმა ფრაზეებმა მგალობელთა „რეპერტუარში“, რადგან ტექსტებში არსებული რუბრიკები ძალზე მწირი და ხშირად არასრულია.

ჟამისწირვის უძველეს ტექსტებში მრევლის და მგალობელთა ფუნქციის დიფერენცირება სახეზეა. ჩვენს მიერ მეორე ლიტურგიკულ ჯგუფში გაერთიანებული საგალობლების მგალობელთა შესრულებაზე მინიშნება პირველად ერეკლე მეფის დროს დასტამბულ კონდაკში (1783 წ.) დასტურდება, ხოლო მრევლის მონაწილეობა მხოლოდ „მრწამსი“-ს და „მამაო ჩვენო“-ს წარმოთქმით ამოიწურება. ეს ტრადიცია გრძელდება მომდევნო გამოცემულ კონდაკებშიც (მაგალითად 1895 წ. ექვთიმე ხელიძის სტამბაში დაბეჭდილ კონდაკში). 1783 წლამდე დასტამბულ, თუ ხელნაწერის სახით არსებულ ჟამისწირვის ტექსტებში, მათ შორის ყველაზე გვიანდელ, 1710 წელს დასტამბულ კონდაკშიც ერმა უნდა შეასრულოს ყველაფერი, გარდა წირვის ანტიფონებისა, ტროპარ-კონდაკისა, წარდგომისა და ალილუიისა. იმავე მოვლენას ასახავენ ძველი XI-XII საუკუნეების ჟამისწირვის ტექსტები.

ჩვენ განსაკუთრებული ყურადღება მივაპყრეთ ერის შესასრულებელ საგალობლებს, რადგან სანოტო ნიმუშების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ლიტურგიის მუსიკალური ნაწილის კომპოზიციურ ერთიანობას სწორედ ის საგალობლები განაპირობებენ, რომლებიც ძველად ერისმიერი შესრულებით აღინიშნებოდა და არ წარმოადგენდა კანონიკურ საგალობლებს. ამ თვალსაზრისით, ლიტურგია აბსოლუტურად ზუსტად ეხმარება კათოლიკურ ღვთისმსახურებაში მართლმადიდებელთა ლიტურგიის შესატყვისი განგების - მესის მუსიკალურ კომპოზიციად ჩამოყალიბების თავისებურებებს.

როგორც ცნობილია, Missa ordinarium-ის მონაკვეთები: Kyrie, Gloria, Credo, Sanctus, Agnus dei თავდაპირველად მხოლოდ დამატებას შეადგენდნენ მესის კანონიკური ნაწილებისათვის, სურვილისდამიხედვით ჩაირთვოდა მსახურებაში და სრულდებოდა მრევლის მიერ. ამ მონაკვეთების როლი დროთა განმავლობაში იქამდე გაიზარდა, რომ სხვა დანარჩენი მუსიკალური ეპიზოდების შევიწროების ხარჯზე წამყვანი მნიშვნელობა შეიძინა მუსიკალური თვალსაზრისით. მოგვიანებით კი დამოუკიდებელ მუსიკალურ ჟანრად ჩამოყალიბდა.

ლიტურგიას არ განუცდია მესის მსგავსი ევოლუცია, მაგრამ რიტუალის მუსიკალურ „გაფორმებაში“ მონაწილე საგალობელთა მუსიკალური ფუნქციებით მიესადაგება მესას კანონზომიერებებს. მართალია, ქართულ ლიტურგიას არ შეუქ-

¹ რუბრიკები (ლათ. ruber წითელი) სხვადასხვა შინაარსის შენიშვნები, რომლებიც კომენტარს უკეთებს წმინდა მსახურების ქმედებებს. იგი ლიტურგიის ტექსტში წითელი ფერით აღინიშნება, რითაც გამოყოფა ყველაზე არსებით, ლოცვით მონაკვეთებს.



მნია დამოუკიდებელი, საკუთრივ მუსიკალურ კანონზომიერებებზე დაფუძნებული ქანრი (მასში დღესაც ურთიერთკავშირშია ლიტურგიკული და მუსიკალური ფუნქციები), მაგრამ ის წინაპირობა, რამაც მესას ხუთნაწილიანი კომპოზიციის ჩამოყალიბებას შეუწყო ხელი, ლიტურგიაშიც არსებობს. ამას ადასტურებს ის ფაქტი, რომ რიტუალის მუსიკალურ მთლიანობას უზრუნველყოფს, ერთი მხრივ, კვერექსები და სხვა მცირემასშტაბიანი საგალობლები (ე. ი. II ჯგუფის), თავისი ინტონაციური და სტრუქტურული რეპრიზულობით, მეორე მხრივ ლიტურგიის უმნიშვნელოვანესი მონაკვეთების: მცირე და დიდი შესვლის, ევქარისტიული კანონის შემადგენელი საგალობლები. სწორედ ისინი, რომლებიც საგალობლებად არ იყო აღიარებული და მრევლის მიერ სრულდებოდა, აღნიშნული სამი მონაკვეთი ამავე დროს მაცხოვრის ამქვეყნიური ცხოვრების სამ სხვადასხვა ეპიზოდს განასახიერებენ: მცირე შესვლა სახარებით - მაცხოვრის მოვლინებას, დიდი შესვლა მის გოლგოთის გზაზე შედგომას, საკუთრივ ევქარისტია - მსხვერპლშეწირვას. საგულისხმოა, რომ ე. კერესელიძის ჩაწერილ წირვის წესში(3) ხსენებული ეპიზოდების საგალობლები: „მოვედით თაყვანი ვცეთ“, „რომელი ქერაბინთა“ და ევქარისტიული კანონის საგალობლები: „ღირს არს და მართალ“, „წმინდაო, წმინდაო უფალო საბაოთ“, „შენ გიგალობთ“ საერთო ინტონაციურ მოდელეებზე აიგება, სადაც თემატური ერთფეროვნება სიტყვიერი ტექსტის ცვალებადობით და მოდელეების ვარიანტული სახეცვლითაა დაძლეული. ამ უკანასკნელში მთქმელის პარტიის ცვალებადობასთან ერთად, განსაკუთრებული როლი მეორე და მესამე ხმას მიუძღვის.

ამრიგად, აღნიშნულ საგალობელთა ინტონაციური სიახლოვე საღვთისმსახურო ფუნქციითაც არის პირობადებული. ეს კიდევ ერთხელ ადასტურებს ლიტურგიკული ფუნქციების მუსიკალურ ნაწილში ასახვას.

დასასრულ, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ლიტურგიის მუსიკალური ციკლი განსაზღვრულ კომპოზიციურ პრინციპებს ეფუძნება, რაც საგალობელთა ინტონაციურ მსგავსებაში და ვარიანტული განვითარების არსებობაში ვლინდება. მეორე მხრივ, მუსიკა თავისი თვისებებით ლიტურგიის რიტუალის გაერთიანებაში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს, რითაც ამართლებს ქრისტიანული ხელოვნების ძირითად არსს, რაც უხილავი და ხილული სამყაროს დაკავშირებაში ვლინდება.

ვ. სარაჯიშვილის სახ.

თბილისის სახელმწიფო კონსერვატორია

ლიტერატურა

1. იოანე ოქროპირის წირვის წესი, სადა კილო. კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის არქივი, ფონდი Q, 674.
2. რ. ზუნდაძე. ქართული საეკლესიო გალობა გურულ-იმერულ სადა კილოზე. პარტიტურა. წირვის წესი წმ. იოანე ოქროპირისა, ვასილი დიდისა და პირველ-შეწირულისა. ტფილისი, 1911.
3. დ. არაქიშვილი. Музыкально-этнографические очерки. Т. VI. Тбилиси, 1953, 331.
4. დიდი სჯლისკანონი. თბილისი, 1975. (გამოსაცემად მოამზადეს გ. გაბიაშვილმა, ე. გიუნაშვილმა, მ. დოლიძემ, გ. ნინუამ). თბილისი, 1975, 255.