

524 / 3
1943

116



524 / 3

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა მ გ ე

50

ტომი IV № 7

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ IV № 7

8 2 3

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. IV № 7

თბილისი 1943 თბილისი
TBILISSI



შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

- ა. ბიჭაძე. ელიფსური ტიპის წრფე დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების ზოგადი წარმოდგენის შესახებ 613
- *А. В. Бицадзе. Об общем представлении решений линейных эллиптических дифференциальных уравнений 619

ჰიდროდინამიკა—ГИДРОДИНАМИКА—HYDRODYNAMICS

- დ. დოლიძე. ჰიდროდინამიკური დენის ფუნქციის შესახებ 623
- *Д. Е. Дolidze. О гидродинамической функции тока 628
- *D. Dolidze. On the Hydrodynamical Stream Function 629

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

- ა. აღიხანოვი, ა. აღიხანიანი, გ. მირიანაშვილი. კოსმოსური სხივების რბილ და ხისტ კომპონენტთა ინტეგრალური ინტენსივობის გაზომვა 3250 მ სიმაღლეზე 633
- *А. И. Алиханов, А. И. Алиханян, Г. М. Мирянашвили. Измерение всесторонней интенсивности мягкой и жесткой компонент космических лучей на высоте 3250 м 637
- ვ. მამასახლიძე. სინათლის მაგნიტური გაფანტვა ელექტრონზე 641
- *В. И. Мамасалисов. Магнитное рассеяние света на электроне 645

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- მ. ნოდია. ზოგიერთი შენიშვნა დაშქესანის საბადოზე სხვადასხვა ავტორის მიერ წარმოებულ მაგნიტურ აეგვივათა შესახებ 651
- *М. З. Нодиа. Некоторые замечания по поводу магнитных съемок, производившихся различными авторами на Дашкесанском месторождении 654
- *M. Z. Nodia. Some Remarks in Connection with the Magnetical Surveys Conducted by Various Authors on the Dashkesan Layer (Azerbaijan SSR) 657

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

- პ. გოგორიშვილი, ნ. შერეთელი. ნორიოს ნავთის საბადოს ჰაბურღილის წყლების ქიმიური შემადგენლობა 659
- *П. В. Гогоршвили, Н. Я. Шеретели. Химический состав буровых вод нефтяных месторождений Норюо 667

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

*Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предыдущей статьи.

*A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



ა. ბიწაძე

ელიფსური ტიპის წრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა
 ამოხსნების ზოგადი წარმოდგენის შესახებ

1. შრომაში [1] ილია ვეკუამ განიხილა შემდეგი განტოლება:

$$\Sigma_n(u) \equiv \Delta^n u + \sum_{k=1}^n L_k(\Delta^{n-k} u) = 0, \quad (A_0)$$

სადაც Δ ლაპლასის ოპერატორია, ხოლო L_k ზოგადი წრფივი ანალიზური კოეფიციენტებიანი k რიგის დიფერენციალური ოპერატორია ორი დამოუკიდებელი ცვლადით.

თუ (A_0) განტოლების კოეფიციენტები ანალიზურ ფუნქციებს წარმოადგენენ (საზოგადოდ კომპლექსურს) xy სიბრტყის რაიმე T არეში, მაშინ, როგორც ცნობილია, მისი ყოველი რეგულარული ამოხსნა ანალიზური იქნება ამავე არეში (იხ. [1], გვ. 162—165).

ახალ ცვლადებზე გადასვლით: $\zeta = x + iy$, $\bar{\zeta} = x - iy$, (A_0) განტოლება მიიღებს სახეს

$$\Sigma'_n(u) \equiv \frac{\partial^{2n} u}{\partial \zeta^n \partial \bar{\zeta}^n} + \sum_{k=1}^n L'_k \left(\frac{\partial^{2n-2k} u}{\partial \zeta^{n-k} \partial \bar{\zeta}^{n-k}} \right) = 0, \quad (A'_0)$$

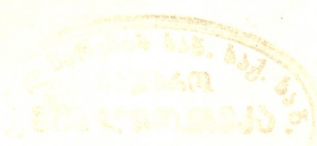
სადაც

$$L'_k = \sum_{\substack{p+q \leq k \\ 0, \dots, k}} b_{pq}^{(k)}(\zeta, \bar{\zeta}) \frac{\partial^{p+q}}{\partial \zeta^p \partial \bar{\zeta}^q};$$

$b_{pq}^{(k)}$ წრფივად გამოისახება L_k ოპერატორის კოეფიციენტების საშუალებით.

აღნიშნულ შრომაში ი. ვეკუამ დაამტკიცა, რომ (A_0) განტოლების ყოველი რეგულარული ამოხსნა მიიღება ფორმულიდან

$$u(\zeta, \bar{\zeta}) = \sum_{\nu=0}^{n-1} \left[g_\nu(\zeta, \bar{\zeta}) \varphi_\nu(\zeta) + \int_0^{\bar{\zeta}} G_\nu(\zeta, \bar{\zeta}; t) \varphi_\nu(t) dt + g'_\nu(\zeta, \bar{\zeta}) \psi_\nu(\bar{\zeta}) + \int_0^{\zeta} G'_\nu(\zeta, \bar{\zeta}; \xi) \psi_\nu(\xi) d\xi \right], \quad (1)$$



სადაც g_ν , G_ν , g'_ν და G'_ν წარმოადგენენ თავიანთი არგუმენტების გარკვეულ ანალიზურ ფუნქციებს, რომელთა აგება შესაძლებელია მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით. ეს ფუნქციები მხოლოდ აღებული განტოლების კოეფიციენტების საშუალებით გამოისახებიან და ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში შეიძლება მათი ცხადი სახით აგება. $f_\nu(\zeta)$ და $\psi_\nu(\zeta)$ თავიანთი არგუმენტების ნებისმიერი ანალიზური ფუნქციებია.

ი. ვეკუას შრომაში [2] მოცემულია (1) ფორმულის მიღების ახალი მეთოდი. სახელდობრ, აღნიშნულ შრომაში დამტკიცებულია, რომ $n=1$ შემთხვევაში (1) ფორმულაში შემავალი ფუნქციები G და G' მიიღებიან (A_0) განტოლებასთან დაკავშირებული გურსას გარკვეული ამოცანის ამოხსნის საშუალებით. აღსანიშნავია, რომ ამ შემთხვევაში g და g' ფუნქციები კვადრატურის საშუალებით მიიღებიან.

ი. ვეკუას აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით ამ შრომაში ჩვენ ვუჩვენებთ, რომ (1) ფორმულაში შემავალი G_ν და G'_ν ფუნქციების მონახვა შეიძლება (A'_0) განტოლებასთან დაკავშირებული გარკვეული გურსას ამოცანის ამოხსნით კომპლექსურ არეში, იმ შემთხვევაშიაც, როდესაც $n > 1$.

2. შემდეგში ყოველთვის ვიგულისხმებთ, რომ (A_0) განტოლების კოეფიციენტები ანალიზურ ფუნქციებს წარმოადგენენ რაიმე მარტივადმულ T არეში. ჩვენ შეგვიძლია ამ კოეფიციენტების ანალიზური გაგრძელება ორი კომპლექსური ცვლადის $x=x'+ix''$, $y=y'+iy''$, $(x', y') \in T$, ოთხგანზომილებიანი (ნამდვილი) სივრცის რაიმე T^4 არეში.

ცვლადთა გარდაქმნით: $z=x+iy$, $\zeta=x-iy$, (A_0) განტოლება მიიღებს (A'_0) სახეს. (A'_0) განტოლების კოეფიციენტები $b_{pq}^{(k)}(z, \zeta)$ თავიანთი არგუმენტების ანალიზური ფუნქციებია. ამ კოეფიციენტების ანალიზურობის საერთო არეს შემდეგში ისევ T^4 -ით აღვნიშნავთ. ცხადია, რომ T მოთავსებულია T^4 -ში. ვიგულისხმებთ აგრეთვე, რომ კოორდინატთა სათავე ეკუთვნის T არეს.

განვიხილოთ ორგანზომილებიანი კომპლექსური მრავალსახეობები: $E(z, \zeta=0)$ და $E(z=0, \zeta)$. ამ კომპლექსური მრავალსახეობებიდან სათავის მახლობლად გამოვყოთ არეები, T_x და T_ζ სათანადოდ, ისე, რომ, თუ $z \in T_x$ და $\zeta \in T_\zeta$, მაშინ $(z, \zeta) \in T^4$.

წინასწარ განვიხილოთ გურსას შემდეგი ამოცანა: (T_x, T_ζ) არეში საძიებელია (A'_0) განტოლების ისეთი ანალიზური ამოხსნა $u(z, \zeta)$, რომელიც აკმაყოფილებს პირობებს:

$$\frac{\partial^\nu u}{\partial z^\nu} = f_\nu(z), \text{ როდესაც } \zeta = 0 \text{ და } z \in T_x, \quad (2)$$

$$\frac{\partial^\nu u}{\partial z^\nu} = g_\nu(\zeta), \text{ როდესაც } z = 0 \text{ და } \zeta \in T_\zeta, \quad (3)$$

$$(\nu = 0, 1, \dots, n-1),$$

სადაც $f_\nu(z)$ და $g_\nu(\zeta)$ მოცემული ანალიზური ფუნქციებია შესაბამისად T_x და T_ζ არეებში, რომლებიც თავის მხრით აკმაყოფილებენ პირობებს

$$f_v^{(\mu)}(0) = g_\mu^{(\nu)}(1), \quad (\nu, \mu = 0, 1, \dots, n-1).$$

დასმული ამოცანის ამოხსნის აგება შესაძლებელია მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით შემდეგნაირად: მივიღოთ, რომ

$$u_0(\zeta, \xi) = \sum_{k=0}^{n-1} \left[\frac{\zeta^k}{k!} f_k(\zeta) + \frac{\xi^k}{k!} g_k(\xi) \right] - \sum_{s,j=0}^{n-1} \frac{\zeta^s \xi^j}{s! j!} f_j^{(s)}(0), \quad (4)$$

$$u_v(\zeta, \xi) = - \sum_{k=1}^n \int_0^\zeta d\xi \int_0^\xi \frac{(\zeta-t)^{n-1} (\xi-t)^{n-1}}{(n-1)!^2} L_k' \left(\frac{\partial^{2n-2k} u_{v-1}}{\partial t^{n-k} \partial \xi^{n-k}} \right) dt, \quad (5)$$

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

ზოგადობის შეუზღუდავად შეგვიძლია ვივლინდეთ, რომ T_ζ და T_ξ არეები წარმოდგენენ ერთეულ რადიუსიან წრეებს⁽²⁾. ამის შემდეგ ადვილი დასამტკიცებელია, რომ ანალიზურ ფუნქციათა მწკრივი $u_0 + u_1 + \dots$ თანაბრად კრებადია (T_ζ , T_ξ) არეში და რომ ამ მწკრივის ჯამი წარმოდგენს დასმული ამოცანის ამოხსნას. ადვილი დასამტკიცებელია აგრეთვე აგებული ამოხსნის ერთადერთობა.

თეორემა. (A_0) განტოლების ყველა რეგულარული ამოხსნა (ამ განტოლების კოეფიციენტების ანალიზურობის შემთხვევაში) მიიღება (1) ფორმულიდან, რომელშიაც $\varphi_v(\zeta)$ და $\psi_v(\zeta)$ არიან ნებისმიერი ანალიზური ფუნქციები შესაბამისად T_ζ და T_ξ არეებში; $g_v(\zeta, \xi)$ და $g'_v(\zeta, \xi)$ წარმოდგენენ შემდეგი წრფივი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებების წრფივად დამოუკიდებელ ამოხსნებს

$$\frac{\partial^n g}{\partial \zeta^n} + \sum_{k=1}^n b_{k0}^{(k)}(\zeta, \xi) \frac{\partial^{n-k} g}{\partial \zeta^{n-k}} = 0, \quad \frac{\partial^n g'}{\partial \zeta^n} + \sum_{k=1}^n b_{k1}^{(k)}(\zeta, \xi) \frac{\partial^{n-k} g'}{\partial \zeta^{n-k}} = 0. \quad (6)$$

შესაბამისად T_ξ და T_ζ არეებში. მაშასადამე,

$$g_v(\zeta, \xi) = \zeta^v + \int_0^\xi \omega(\zeta, \xi; \xi) \xi^v d\xi, \quad g'_v(\zeta, \xi) = \zeta^v + \int_0^\zeta \omega'(\zeta, \xi; t) t^v dt \quad (7)$$

$$(\nu = 0, 1, \dots, n-1),$$

$\omega(\zeta, \xi; \xi)$ და $\omega'(\zeta, \xi; t)$ სათანადოდ ამ განტოლებების ამომხსნელი ფუნქციებია. შემდეგ,

$$G_v(\zeta, \xi; t) = \int_0^\xi V_v(\zeta, \xi; t, \xi) \xi^{n-1} d\xi, \quad G'_v(\zeta, \xi; t) = \int_0^\zeta V'_v(\zeta, \xi; t, \xi) t^{n-1} dt, \quad (8)$$

$$(\nu = 0, 1, \dots, n-1),$$

(1) ზედა ინდექსი წარმოებულის რიგს გვიჩვენებს.

(2) ამას ყოველთვის მივალწევთ კონფორმული გადასახვის გზით.

აქ შემავალი ფუნქციები $V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ და $V'_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ ანალოგიური არიან ჰიპერბოლური ტიპის დიფერენციალური განტოლებისათვის რომანის ფუნქციონისა. სახელობრ, $V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ წარმოადგენს (A'_0) განტოლების ისეთ ამოხსნას ζ და ξ არგუმენტების მიმართ (T_x, T_ξ) არეში, რომელიც შემდეგ პირობებს აკმაყოფილებს⁽¹⁾:

$$\begin{aligned} & \binom{n}{s} \frac{\partial^{2n-s} g_\nu}{\partial \xi^n \partial t^{n-s}} + \sum_{k=1}^n \sum_{p+q \leq k}^{0, \dots, k} b_{pq}^{(k)}(t, \xi) \binom{n-k+p}{s} \frac{\partial^{2n-2k+p+q-s} g_\nu}{\partial \xi^{n-k+q} \partial t^{n-k+p-s}} \\ & + \sum_{j=1}^n \binom{n-j}{s} \frac{\partial^{n-j-s}}{\partial t^{n-j-s}} \left[\frac{\partial^{j-1}}{\partial \zeta^{j-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{z=t} \\ & + \sum_{k=1}^n b_{0k}^{(k)}(t, \xi) \sum_{j=1}^{n-k} \binom{n-k-j}{s} \frac{\partial^{n-k-j-s}}{\partial t^{n-k-j-s}} \left[\frac{\partial^{j-1}}{\partial \zeta^{j-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{z=t} = 0, \quad (a) \end{aligned}$$

($s=0, 1, \dots, n-1$).

$$\begin{aligned} & \sum_{i,j=1}^n \binom{n-i}{\sigma} \binom{n-j}{s} \frac{\partial^{2n-i-j-\sigma-s}}{\partial \xi^{n-i-\sigma} \partial t^{n-j-s}} \left[\frac{\partial^{i+j-2}}{\partial \zeta^{i-1} \partial \chi^{j-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} \\ & + \sum_{k=1}^n \sum_{p+q \leq k}^{0, \dots, k} b_{pq}^{(k)}(t, \xi) \sum_{i=1}^{n-k+q} \sum_{j=1}^{n-k+p} \binom{n-k+q-i}{\sigma} \binom{n-k+p-j}{s} \\ & \times \frac{\partial^{2n-2k+p+q-i-j-\sigma-s}}{\partial \xi^{n-k+q-i-\sigma} \partial t^{n-k+p-j-s}} \left[\frac{\partial^{i+j-2}}{\partial \zeta^{i-1} \partial \chi^{j-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} = 0, \quad (a_1) \end{aligned}$$

($\sigma = 0, 1, \dots, n-2; \quad s = 0, 1, \dots, n-1$).

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \binom{n-i}{\sigma} \frac{\partial^{2n-i-\sigma}}{\partial \chi^n \partial \xi^{n-i-\sigma}} \left[\frac{\partial^{i-1}}{\partial \zeta^{i-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} + \sum_{k=1}^n \sum_{p+q \leq k}^{0, \dots, k} b_{pq}^{(k)}(\zeta, \xi) \\ & \times \sum_{i=1}^{n-k+q} \binom{n-k+q-i}{\sigma} \frac{\partial^{2n-2k+p+q-i-\sigma}}{\partial \chi^{n-k+p} \partial \xi^{n-k+q-i-\sigma}} \left[\frac{\partial^{i-1}}{\partial \zeta^{i-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} = 0, \quad (b) \end{aligned}$$

($\sigma = 0, 1, \dots, n-1$).

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n \binom{n-j}{s} \frac{\partial^{2n-j-s}}{\partial \zeta^n \partial t^{n-j-s}} \left[\frac{\partial^{j-1}}{\partial \chi^{j-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{z=t} + \sum_{k=1}^n \sum_{p+q \leq k}^{0, \dots, k} b_{pq}^{(k)}(t, \xi) \\ & \times \sum_{j=1}^{n-k+p} \binom{n-k+p-j}{s} \frac{\partial^{2n-2k+p+q-j-s}}{\partial \zeta^{n-k+q} \partial t^{n-k+p-j-s}} \left[\frac{\partial^{j-1}}{\partial \chi^{j-1}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{z=t} = 0, \quad (b_1) \end{aligned}$$

($s = 0, 1, \dots, n-1$).

⁽¹⁾ შემდეგში t და ξ აღნიშნავს ნებისმიერად ფიქსირებულ წერტილებს T_x და T_ξ არეებში სათანადოდ.

ასევე, $V'_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$, ($\nu=0, 1, \dots, n-1$) ფუნქციები (A'_0) განტოლების ისეთ ამოხსნებს წარმოადგენენ, რომლებიც აკმაყოფილებენ (a'), (a'_1), (b') და (b'_1) პირობებს. ეს პირობები მიიღებიან შესაბამისად (a), (a_1), (b) და (b_1) პირობებიდან, თუ ამ უკანასკნელებში g_ν -ს ნაცვლად g'_ν -ს დავწერთ, ხოლო წარმოებულების რიგებს, როგორც t და ξ -სათვის, ისე ζ და ξ -სათვის, შესაბამისად გადავსვამთ. (a), (a_1), (b) და (b_1) პირობებიდან ცხადად განისაზღვრებიან შემდეგი ფუნქციების მნიშვნელობანი:

$$\frac{\partial^{i+j}}{\partial \zeta^i \partial \zeta^j} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \Big|_{\substack{\zeta=t \\ \xi=\xi}}, \quad \frac{\partial^i}{\partial \zeta^i} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \Big|_{\zeta=\xi}, \quad \frac{\partial^j}{\partial \zeta^j} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \Big|_{\zeta=t}, \quad (9)$$

($i, j = 0, 1, \dots, n-1$),

ისე რომ მათთვის დაცული იქნება (*) პირობები (t, ξ) წერტილზე. ამის შემდეგ ცხადია, რომ ყოველი $V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ ფუნქცია, როგორც გურსას ამოცანის ამოხსნა, ცალსახად განისაზღვრება. იგივე ითქმის $V'_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ ფუნქციების შესახებაც.

თუ მივიღებთ მხედველობაში (a), (a_1), (b) და (b_1) პირობებს, უშუალო შემოწმებით დავრწმუნდებით, რომ (1) ფორმულით განსაზღვრული $u(\zeta, \xi)$ ფუნქცია წარმოადგენს (A'_0) განტოლების ამოხსნას.

(1) ფორმულიდან ადვილად მიიღება φ_ν და ψ_ν ფუნქციების გამოსახულებები $u(\zeta, \xi)$ ფუნქციისა და მისი წარმოებულების საშუალებით. ამის შემდეგ ადვილი დასამტკიცებელია, რომ (A_0) განტოლების ყოველი რეგულარული ამოხსნა (1) ფორმულით წარმოიდგინება.

3. სიცხადისათვის ქვემოთ უფრო დეტალურად განვიხილოთ ის შემთხვევა, როდესაც $n=2$. (a) და (a_1) პირობებიდან მივიღებთ, რომ

$$\begin{aligned} V_\nu(t, \xi; t, \xi) &= -2 \frac{\partial^3 g_\nu}{\partial \xi^2 \partial t} - 2 \sum_{k=1}^2 b_{k0}^{(k)}(t, \xi) \frac{\partial^{3-k} g_\nu}{\partial \xi^{2-k} \partial t} \\ &\quad - \sum_{q=0}^1 \sum_{k=1}^2 b_{k-1, q}^{(k)}(t, \xi) \frac{\partial^{2-k+q} g_\nu}{\partial \xi^{2-k+q}}, \\ \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=t} &= - \frac{\partial^4 g_\nu}{\partial \xi^2 \partial t^2} - \sum_{k=1}^2 b_{k0}^{(k)}(t, \xi) \frac{\partial^{4-k} g_\nu}{\partial \xi^{2-k} \partial t^2} \\ &\quad - \sum_{q=0}^1 \sum_{k=1}^2 b_{k-1, q}^{(k)} \frac{\partial^{2-k+q} g_\nu}{\partial \xi^{2-k+q} \partial t} \\ &\quad - \sum_{q=0}^2 b_{0, q}^{(2)}(t, \xi) \frac{\partial^q g_\nu}{\partial \xi^q} - \frac{\partial}{\partial t} V_\nu(t, \xi; t, \xi) - b_{0, 1}^{(1)} V_\nu(t, \xi; t, \xi), \\ \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} &= - \frac{\partial}{\partial t} V_\nu(t, \xi; t, \xi) - b_{1, 0}^{(1)}(t, \xi) V_\nu(t, \xi; t, \xi), \\ \left[\frac{\partial^2}{\partial \zeta \partial \zeta} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\substack{\zeta=t \\ \xi=\xi}} &= - \frac{\partial^2}{\partial \xi \partial t} V_\nu(t, \xi; t, \xi) - \frac{\partial}{\partial \xi} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=t} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} - b_{0,1}^{(1)}(t, \xi) \frac{\partial}{\partial \xi} V_\nu(t, \xi; t, \xi) - b_{0,1}^{(1)}(t, \xi) \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} \\ & - b_{1,0}^{(1)}(t, \xi) \frac{\partial}{\partial t} V_\nu(t, \xi; t, \xi) - b_{1,0}^{(1)}(t, \xi) \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \right]_{\zeta=t} \\ & - (b_{1,1}^{(2)} + b_{0,0}^{(4)}) V_\nu(t, \xi; t, \xi). \end{aligned}$$

(ბ) და (ბ₁)-ის გადაწერა შეიძლება ასე

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) + \sum_{k=1}^2 b_{0k}^{(k)}(\zeta, \xi) \frac{\partial^{2-k}}{\partial \zeta^{2-k}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) = 0, \\ & \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} + \sum_{k=1}^2 b_{0k}^{(k)}(\zeta, \xi) \frac{\partial^{2-k}}{\partial \zeta^{2-k}} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \right]_{\zeta=\xi} \\ & = - \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \frac{\partial}{\partial \xi} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) - \sum_{k=1}^2 b_{0k}^{(k)}(\zeta, \xi) \frac{\partial^{3-k}}{\partial \zeta^{2-k} \partial \xi} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \\ & - \sum_{p=0}^1 \sum_{k=1}^2 b_{p, k-1}^{(k)}(\zeta, \xi) \frac{\partial^{2-k+p}}{\partial \zeta^{2-k+p}} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi), \tag{11} \\ & \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) + \sum_{k=1}^2 b_{k0}^{(k)}(t, \zeta) \frac{\partial^{2-k}}{\partial \zeta^{2-k}} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) = 0, \\ & \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \right]_{\zeta=t} + \sum_{k=1}^2 b_{k0}^{(k)}(t, \zeta) \frac{\partial^{2-k}}{\partial \zeta^{2-k}} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \right]_{\zeta=t} \\ & = - \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \frac{\partial}{\partial t} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) - \sum_{k=1}^2 b_{k0}^{(k)}(t, \zeta) \frac{\partial^{3-k}}{\partial \zeta^{2-k} \partial t} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \\ & - \sum_{q=0}^1 \sum_{k=1}^2 b_{k-1, q}^{(k)}(t, \zeta) \frac{\partial^{2-k+q}}{\partial \zeta^{2-k+q}} V_\nu(t, \zeta; t, \xi). \end{aligned}$$

(II) დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემიდან, (10) საწყისი პირობები, კალსახად განისაზღვრებიან ფუნქციები:

$$V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi), \frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi) \Big|_{\zeta=\xi}, V_\nu(t, \zeta; t, \xi), \frac{\partial}{\partial \zeta} V_\nu(t, \zeta; t, \xi) \Big|_{\zeta=t}, \tag{12}$$

(ν = 0, 1),

ისე, რომ მათთვის (*) პირობები დაცული იქნება. ამის შემდეგ ცხადია, რომ $V_0(\zeta, \xi; t, \xi)$ და $V_1(\zeta, \xi; t, \xi)$ ფუნქციები, როგორც გურსას ამოცანის ამოხსნები, კალსახად განისაზღვრებიან. იგივე ითქმის $V'_0(\zeta, \xi; t, \xi)$ და $V'_1(\zeta, \xi; t, \xi)$ ფუნქციების შესახებაც.

დასასრულ, დასამტკიცებელია, რომ (A₀) განტოლების ყოველი რეგულარული ამოხსნა (1) ფორმულით წარმოიდგინება. φ₀, ψ₀, φ₁ და ψ₁ ფუნქციები.



ზოგადობის შეუზღუდავად, შესაძლებელია დავეუქვემდებაროთ შემდეგ პირობებს [3]: $\psi_0(0) = \varphi_1(0) = \psi_1(0) = \psi'_1(0) = 0$. ამის შემდეგ (1) ფორმულიდან მიიღება, ერთი მხრით, $\varphi_0, \varphi_1, \psi_0, \psi_1$ ფუნქციებისა და, მეორე მხრით, $u(\zeta, \xi)$ -სა და მის წარმოებულებს შორის შემდეგი დამოკიდებულებები:

$$\begin{aligned} \varphi_0(\zeta) &= u(\zeta, 0), \quad \psi_0(\xi) = u(0, \xi) - g_0(0, \xi)\varphi_0(0), \\ \varphi_1(\zeta) &= \left. \frac{\partial u}{\partial \xi} \right|_{\xi=0} - \left. \frac{\partial g_0}{\partial \xi} \right|_{\xi=0} u(\zeta, 0) - g'_0(\zeta, 0)\psi'_0(0), \\ \psi_1(\xi) &= \left. \frac{\partial u}{\partial \zeta} \right|_{z=0} - \left. \frac{\partial g_0}{\partial \zeta} \right|_{z=0} \varphi_0(0) - g_0(0, \xi)\varphi'_0(0) - g_1(0, \xi)\varphi'_1(0) \quad (13) \\ &- \varphi_0(0) \int_0^\xi V_0(0, \xi; 0, \xi) d\xi - \left. \frac{\partial g'_0}{\partial \zeta} \right|_{z=0} u(0, \xi) + \left. \frac{\partial g'_0}{\partial \zeta} \right|_{z=0} g_0(0, \xi)\varphi_0(0). \end{aligned}$$

თუ $u(\zeta, \xi)$ (A_0) განტოლების რაიმე ანალიზური ამოხსნაა, მაშინ (13) ფორმულებით შეგვიძლია $\varphi_0, \varphi_1, \psi_0$ და ψ_1 ფუნქციების განსაზღვრა. ამ ფუნქციების საშუალებით (1) ფორმულიდან მიიღება (A_0) განტოლების გარკვეული ანალიზური ამოხსნა, რომელიც $u(\zeta, \xi)$ -თი აღვნიშნოთ.

განვიხილოთ სხვაობა $w^*(\zeta, \xi) = u(\zeta, \xi) - \tilde{u}(\zeta, \xi)$. ადვილი საჩვენებელია, რომ

$$w^*(\zeta, 0) = w^*(0, \xi) = \left. \frac{\partial w^*}{\partial \xi} \right|_{\xi=0} = \left. \frac{\partial w^*}{\partial \zeta} \right|_{z=0} = 0. \quad (14)$$

ამის გამო ცხადია, რომ $w^*(\zeta, \xi) \equiv 0$, როგორც გურსას ერთგვაროვანი ამოცანის ამოხსნა. ამით ზემოთ ჩამოყალიბებული თეორემა დამტკიცებულია მთლიანად.

ჩემს მოვალეობად მიმაჩნია, დასასრულ, უღრმესი მადლობა გამოვუცხადო პროფ. ი. ვეკუას, რომლის მითითებებითაც ესარგებლობდი ამ შრომის შესრულების დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციასი 20.6.1943)

МАТЕМАТИКА

А. В. БИЦАДЗЕ

ОБ ОБЩЕМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ
 ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Резюме

1. В работе [1] И. Н. Векуа рассматривает уравнение (A_0), где Δ — оператор Лапласа, L_{μ} — общий линейный дифференциальный оператор с аны-

литическими коэффициентами порядка k с двумя неизвестными переменными.

В названной работе И. Н. Векуа доказывает, что все регулярные решения уравнения (A_0) даются формулой (1), где g_ν , G_ν , g'_ν и G'_ν являются определенными аналитическими функциями своих аргументов, которые строятся при помощи метода последовательных приближений и зависят исключительно от коэффициентов уравнения (A_0) . В некоторых частных случаях, как, например, в случае уравнений с постоянными коэффициентами, эти функции строятся в явном виде. Функции $\varphi_\nu(\zeta)$ и $\psi_\nu(\zeta)$, входящие в (1), являются произвольными аналитическими функциями своих аргументов.

В работе [2] И. Н. Векуа указал в случае уравнения второго порядка новый способ получения формулы (1). А именно, он доказал, что в этом случае функции G и G' получаются при помощи решения определенной задачи Гурса, связанной с уравнением (A'_0) . Отметим также, что в указанном случае функции g и g' строятся при помощи квадратур.

В настоящей заметке, следуя способу И. Н. Векуа [2], мы покажем, что функции G_ν и G'_ν могут быть построены и в общем случае $n > 1$ при помощи решения определенной задачи Гурса, связанной с уравнением (A'_0) в комплексной области.

2. В дальнейшем мы будем предполагать, что коэффициенты уравнения (A_0) являются аналитическими функциями в некоторой односвязной области T . Мы можем эти коэффициенты продолжить аналитически в некоторую область T^4 четырехмерного (вещественного) пространства двух комплексных переменных $x = x' + ix''$, $y = y' + iy''$, где $(x', y') \in T$. Преобразованием переменных $\chi = x + iy$, $\zeta = x - iy$ уравнение (A_0) примет вид (A'_0) , где коэффициенты $b_{\nu\mu}^{(k)}$ будут аналитическими функциями своих аргументов. Мы будем обозначать общую область их аналитичности опять через T^4 . Очевидно T содержится в T^4 .

Рассмотрим следующие многообразия двух измерений $E(\chi, \zeta = 0)$ и $E(\chi = 0, \zeta)$ и из них выделим около начала координат односвязные области T_χ и T_ζ , соответственно такие, что, если $\chi \in T_\chi$ и $\zeta \in T_\zeta$, то $(\chi, \zeta) \in T^4$.

Предварительно рассмотрим следующую задачу Гурса: требуется найти такое аналитическое решение уравнения (A'_0) в области (T_χ, T_ζ) , которое удовлетворяет условиям (2) и (3), где $f_\nu(\chi)$ и $g_\nu(\zeta)$ —заданные аналитические функции, соответственно в областях T_χ и T_ζ , удовлетворяющие условиям (*).

Решение этой задачи можно построить путем последовательных приближений при помощи формул (4) и (5).

Теорема: все аналитические решения уравнения (A_0) , в случае аналитичности его коэффициентов, можно получить из формулы (1), где φ_ν и ψ_ν —произвольные аналитические функции соответственно в областях T_χ и T_ζ ; g_ν и g'_ν являются линейно независимыми решениями уравнений (6) и следователь-



ნო, задаются формулами (7), причем $\omega(\zeta, \xi; t)$ и $\omega'(\zeta, \xi; t)$ — разрешающие функции для этих уравнений соответственно.

Далее, функции $G_\nu(\zeta, \xi; t)$ и $G'_\nu(\zeta, \xi; \xi)$ задаются формулами (8); причем $V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ и $V'_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ — функции аналогичные функциям Римана для уравнений гиперболического типа. А именно, $V_\nu(\nu=0, 1, 2, \dots, n-1)$, являются решениями уравнения (A'_0) относительно аргументов ζ и ξ в области (T_ζ, T_ξ) и удовлетворяют условиям (а), (a_1) , (b) и (b_1) ¹.

Аналогично определяются функции $V'_\nu(\nu=0, 1, \dots, n-1)$.

Из условий (а), (a_1) , (b) и (b_1) однозначно определяются значения функций (9), так что для них соблюдены условия (*) в точке (t, ξ) .

Таким образом, нахождение каждой функции $V_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$ сводится к решению соответствующей задачи Гурса. То же самое можно сказать относительно функции $V'_\nu(\zeta, \xi; t, \xi)$.

Принимая во внимание условия (а), (a_1) , (b) и (b_1) , непосредственной проверкой убедимся, что $u(\zeta, \xi)$, определенная из формулы (1), действительно является решением уравнения (A'_0) .

Из (1) легко получить выражения для $\varphi_\nu(\zeta)$ и $\psi_\nu(\xi)$ при помощи $u(\zeta, \xi)$ и ее производных. На основе этого легко доказать, что любое регулярное решение уравнения (A_0) представимо по формуле (1).

3. Ниже, для ясности, более детально рассмотрим случай $n=2$.

В этом случае из условий (а) и (a_1) получим (10). Условия (b) и (b_1) можно переписать в виде (11).

Из системы дифференциальных уравнений (11) однозначно определяются функции (12) с начальными условиями (10), так что для них будут соблюдены условия (*). После этого ясно, что функции V_0 и V_1 однозначно определяются как решения задачи Гурса.

То же самое можно сказать и относительно функций V'_0 и V'_1 .

Не ограничивая общности, мы можем функции $\varphi_0, \varphi_1, \psi_0$ и ψ_1 подчинить условиям [3]: $\varphi_0(0) = \varphi_1(0) = \psi_0(0) = \psi_1(0) = 0$. Из формулы (1) нетрудно получить тогда зависимость (13) между $\varphi_0, \varphi_1, \psi_0$ и ψ_1 , с одной стороны, и $u(\zeta, \xi)$ и ее производными, с другой.

Наконец, можно показать, что каждое аналитическое решение уравнения (A_0) единственным образом представимо по формуле (1).

Считаю своим долгом выразить глубокую благодарность И. Н. Векуа, ценными указаниями которого я пользовался при выполнении настоящей работы.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический Институт

¹ В дальнейшем через t и ξ мы будем обозначать произвольно фиксированные точки соответственно в областях T_ζ и T_ξ .

4693

პიტირეზული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Векуа. Комплексное представление решений эллиптических дифференциальных уравнений и его применения к граничным задачам. Труды Тбилисского Математического Института, т. VII, 1939.
 2. ილია ვეკუა. შენიშვნები ელიფსური ტიპის დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების ზოგადი წარმოდგენის შესახებ. საქ. მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. III, № 5, 1943.
 3. И. Н. Векуа. Общее представление решений дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа линейных относительно оператора Лапласа. Труды Тбилисского Математического Института, т. II, 1937.
-

დ. დოლიძე

ჰიდროდინამიკური დენის ფუნქციის შესახებ

1. განვიხილოთ ბლანტი უკუმში სითხის არასტაციონარული მოძრაობა ბრტყელ D არეში, რომელიც შემოსაზღვრულია შეკრული რეგულარული C კონტურით. ვთქვათ x და y წერტილის მართკუთხოვანი კოორდინატებია, t — დრო, ψ — სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტი, v_x და v_y — სიჩქარის კომპონენტები.

როგორც ცნობილია, დენის $\psi(x, y, t)$ ფუნქცია, რომელიც განსაზღვრულია პირობებით

$$v_x = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v_y = -\frac{\partial \psi}{\partial x},$$

წრფივი მოძრაობის შემთხვევაში აკმაყოფილებს განტოლებას

$$\nu \Delta \Delta \psi - \frac{\partial \Delta \psi}{\partial t} = f(x, y, t), \quad (1)$$

სადაც

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad f = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x},$$

X და Y მასობრივი ძალის კომპონენტებია.

ზღვრული პირობები ψ ფუნქციისათვის შემდეგნაირად ჩამოყალიბდება:

კონტურზე მოცემულია $\frac{\partial \psi}{\partial x}$ და $\frac{\partial \psi}{\partial y}$ დროის ნებისმიერ მომენტში ($t > 0$),

ხოლო საწყის მომენტში ψ მოცემულია D არის ნებისმიერ წერტილში. ამ პირობებში ψ ფუნქციის განსაზღვრისადმი მიძღვნილია [1, 2] ნაშრომები; იმავე ამოცანის ამოხსნა გამომდინარეობს აგრეთვე, როგორც კერძო შემთხვევა, [3] ნაშრომში მოცემული შედეგებიდან. ყველა ამ გამოკვლევის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, თუ კონტურს აქვს უწყვეტი სიმრუდე, ხოლო მოცემული ზღვრული მნიშვნელობები უწყვეტი არიან, მაშინ [1] განტოლებას აქვს ერთადერთი რეგულარული ამოხსნა განსახილველ არეში, რომელიც აკმაყოფილებს მოცემულ ზღვრულ პირობებს და სიჩქარის შემოსაზღვრულობის პირობას უსასრულოდ (გარე არის შემთხვევაში). ამას გარდა, იმავე გამოკვლევებში მოცემულია ψ ფუნქციის პოენის გზა ინტეგრალურ განტოლებათა თეორიის დახმარებით.

წინამდებარე ნაშრომში ჩემს მიზანს შეადგენს ψ ფუნქციის აგება ვ. წ. არასტაციონარული გრინის ფუნქციის საშუალებით. ამისათვის მოცემული სიდიდეებისაგან მე მოვითხოვ ყველა იმ პირობის დაცვას, რომელიც საჭიროა იმისათვის, რომ $\Delta\psi$ და $\frac{\partial\psi}{\partial t}$ ფუნქციებს ჰქონდეთ უწყვეტი კერძო წარმოებულები კოორდინატების მიმართ $D + C$ არეში.

აქვე შევნიშნავ, რომ, როგორც [2] ნაშრომშია ნაჩვენები, ზღვრული პირობები ყოველთვის შეიძლება ისე გარდაიქმნას, რომ ფუნქციის საწყისი მნიშვნელობა იყოს ნული. ამას გარდა, დროზე დამოკიდებული ნებისმიერი შესაკრების სიზუსტით შეიძლება საზღვარზე მოცემულად ვიგულისხმოთ ψ და მისი ნორმალთი წარმოებულები, ხოლო უსასრულობაში ψ ნულს გავუტოლოთ. ამგვარად, ზღვრული პირობები შემდეგნაირად შეიძლება დავწეროთ:

$$\psi(x, y, 0) = 0, \quad (\psi)_C = f_1(N, t), \quad \left(\frac{\partial\psi}{\partial n}\right)_C = f_2(N, t), \quad (2)$$

სადაც n კონტურის შიგა ნორმალაა, N —კონტურის წერტილი, ხოლო f_1 და f_2 მოცემული ფუნქციებია. გარე არის შემთხვევაში ჩვენ მოვითხოვთ, რომ დატული იყოს პირობა

$$\lim_{R \rightarrow \infty} R\psi = 0.$$

2. ვთქვათ, $\psi_1(x, y, t)$ და $\psi_2(x, y, t)$ უწყვეტი ფუნქციებია მოცემულ D არეში, რომელთაც აქვთ უწყვეტი კერძო წარმოებულები კოორდინატების მიმართ მეოთხე რიგამდე ჩათვლით, ხოლო τ პარამეტრის მიმართ მათ კერძო წარმოებულებს აქვთ კოორდინატების მიმართ უწყვეტი კერძო წარმოებულები მეორე რიგამდე, ჩათვლით ($0 \leq \tau \leq t$).

დავწეროთ შემდეგი სახის იგივეობა:

$$\begin{aligned} \psi_2 \left(\nu \Delta \psi_1 - \frac{\partial \psi_1}{\partial \tau} \right) - \psi_1 \left(\nu \Delta \psi_2 - \frac{\partial \psi_2}{\partial t} \right) &= \nu \frac{\partial}{\partial x} \left(\psi_2 \frac{\partial \psi_1}{\partial x} - \psi_1 \frac{\partial \psi_2}{\partial x} \right) \\ &+ \nu \frac{\partial}{\partial y} \left(\psi_2 \frac{\partial \psi_1}{\partial y} - \psi_1 \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial \tau} (\psi_1 \psi_2). \end{aligned}$$

თუ ამ ტოლობის ორივე მხრიდან ავიღებთ $\int_0^t d\tau \int_D dD$ ოპერატორს, გაუსის ფორმულის გამოყენებით მივიღებთ

$$\begin{aligned} &\int_0^t d\tau \int_D \left[\psi_2 \left(\nu \Delta \psi_1 - \frac{\partial \psi_1}{\partial \tau} \right) - \psi_1 \left(\nu \Delta \psi_2 - \frac{\partial \psi_2}{\partial t} \right) \right] dD \\ &= \nu \int_0^t d\tau \int_C \left(\psi_1 \frac{\partial \psi_2}{\partial n} - \psi_2 \frac{\partial \psi_1}{\partial n} \right) ds - \int_0^t d\tau \int_D \frac{\partial}{\partial \tau} (\psi_1 \psi_2) dD. \end{aligned}$$

ალენიზნოთ

$$\Delta^{\circ} = \nu \Delta - \frac{\partial}{\partial \tau}, \quad \Delta^* = \nu \Delta + \frac{\partial}{\partial \tau} = \nu \Delta - \frac{\partial}{\partial t}$$

და უკანასკნელ ფორმულაში პირველად ჩავსვათ ψ_2 -ს მაგიერ $\Delta^* \psi_2$, ხოლო შემდგომ ψ_1 -ს მაგიერ $-\Delta^0 \psi_1$; მიღებული ორი ფორმულის შეკრებით მივიღებთ:

$$\int_0^t d\tau \int_D (\psi_2 \Delta^0 \Delta^0 \psi_1 - \psi_1 \Delta^* \Delta^* \psi_2) dD = - \int_0^t d\tau \int_D \left(\frac{\partial}{\partial \tau} \psi_1 \Delta^* \psi_2 + \psi_2 \Delta^0 \psi_1 \right) d\tau$$

$$+ \nu \int_0^t d\tau \int_C \left(\psi_1 \frac{\partial \Delta^* \psi_2}{\partial n} - \Delta^* \psi_2 \frac{\partial \psi_1}{\partial n} + \Delta^0 \psi_1 \frac{\partial \psi_2}{\partial n} - \psi_2 \frac{\partial \Delta^0 \psi_1}{\partial n} \right) ds. \quad (3)$$

(3) ფორმულას აზრი აქვს, როგორც შიგა, ისე გარე არის შემთხვევაშიც, თუ მოვითხოვთ პირობებს

$$\lim_{R \rightarrow \infty} R\psi_1 = 0, \quad \lim_{R \rightarrow \infty} R\psi_2 = 0.$$

ვთქვათ, $P(x, y)$ და $Q(\xi, \eta)D$ არის ორი წერტილია. განვიხილოთ $G(P, Q, t)$ ფუნქცია, რომელიც რეგულარულია D არეში, როცა P არ ემთხვევა Q -ს, აკმაყოფილებს

$$\nu \Delta \Delta G - \frac{\partial \Delta G}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

განტოლებას, ნულად იქცევა საწყის მომენტში, ხოლო საზღვარზე აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

$$(G)_{P=N} = 0, \quad \left(\frac{\partial G}{\partial n} \right)_{P=N} = 0, \quad (5)$$

სადაც N ზღვრული მდებარეობაა P წერტილისა C კონტურზე; გარე არის შემთხვევაში ჩვენ მოვითხოვთ, რომ დაცული იყოს პირობა

$$\lim_{R \rightarrow \infty} RG = 0.$$

(1), (2) ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის თანახმად, G ფუნქციას უნდა ჰქონდეს სინგულარობა, როცა $\overline{PQ} = 0$ და $t = 0$. წარმოვადგინოთ ის შემდეგნაირად:

$$G = - \frac{1}{2\pi} \int_r^{\infty} e^{-\frac{\alpha^2}{4\nu t}} \frac{d\alpha}{\alpha} + G_0(P, Q, t), \quad (6)$$

სადაც $r = PQ$, G_0 არის (4) განტოლების რეგულარული ამოხსნა, რომელიც საწყის მომენტში ნულად იქცევა, ხოლო საზღვარზე აკმაყოფილებს პირობებს

$$G_0 = \frac{1}{2\pi} \int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\nu t}} \frac{d\alpha}{\alpha} \quad (P=N),$$

$$\frac{\partial G_0}{\partial n} = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial n} \int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\nu t}} \frac{d\alpha}{\alpha} \quad (P=N).$$

ასეთ პირობებში, როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, არსებობს ერთადერთი G_0 , ვინაიდან G_0 შეიძლება განხილულ იქნას, როგორც წრფივი მოძრაობის დენის ფუნქცია სიჩქარის $\frac{\partial G_0}{\partial y}$, $-\frac{\partial G_0}{\partial x}$ კომპონენტებით; ამიტომ არსებობს (4), (5) და (6) პირობებით განსაზღვრული G ფუნქცია. ვუწოდოთ მას (5) განტოლების გრინის ფუნქცია.

3. Q წერტილის გარშემო შემოვწეროთ მცირე δ რადიუსიანი C_0 წრეწირი, რომლის შიგა არე აღვნიშნოთ D_0 -თ. $D - D_0$ არეში G რეგულარულია. თუ $D - D_0$ არისათვის გამოვიყენებთ (3) ფორმულას, სადაც ჩავსვათ

$$\psi_1 = \psi(P, \tau), \quad \psi_2 = G(P, Q, t - \tau)$$

(1), (2), (4) და (5) ფორმულების თანახმად, გარკვეული გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ

$$\begin{aligned}
 & - \int_0^t d\tau \int_{D-D_0} f G dD + \int_0^t d\tau \int_C \left(f_1 \frac{\partial \Delta^* G}{\partial n} - f_2 \Delta^* G \right) ds \\
 & + \int_0^t d\tau \int_{C_0} \left(\nu \psi \frac{\partial \Delta G}{\partial n} - \nu G \frac{\partial \Delta \psi}{\partial n} + \Delta^c \psi \frac{\partial G}{\partial n} - \Delta^* G \frac{\partial \psi}{\partial n} \right) ds = 0. \quad (7)
 \end{aligned}$$

(6) ფორმულის ძალით მტკიცდება, რომ

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \int_0^t d\tau \int_{C_0} \left(\Delta^c \psi \frac{\partial G}{\partial n} - \Delta^* G \frac{\partial \psi}{\partial n} - \nu G \frac{\partial \Delta \psi}{\partial n} \right) ds = 0.$$

მაშასადამე, (7) ფორმულიდან მივიღებთ

$$\begin{aligned}
 \nu \lim_{\delta \rightarrow 0} \int_0^t d\tau \int_{C_0} \psi \frac{\partial \Delta G}{\partial n} ds & = \int_0^t d\tau \int_C \left(f_2 \Delta^* G - f_1 \frac{\partial \Delta^* G}{\partial n} \right) ds \\
 & + \int_0^t d\tau \int_D f G dD \quad (8)
 \end{aligned}$$

შეგრამ (6) ფორმულის თანახმად გვექნება

$$\begin{aligned} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_0^t d\tau \int_{C_0} \phi \frac{\partial \Delta G}{\partial n} ds &= \lim_{r \rightarrow 0} \int_0^t d\tau \int_{C_0} \phi \frac{\partial}{\partial n} e^{-\frac{r^2}{4\nu(t-\tau)}} \frac{ds}{4\pi\nu(t-\tau)} \\ &= \lim_{r \rightarrow 0} \int_{C_0} d\vartheta \int_0^t \phi(P, \tau) e^{-\frac{r^2}{4\nu(t-\tau)}} \frac{r^2 d\tau}{8\pi\nu^2(t-\tau)^2}, \end{aligned}$$

სადაც ϑ არის Q წერტილიდან ds ელემენტის ხედვის კუთხე. ადვილი შესამოწმებელია, რომ

$$\lim_{r \rightarrow 0} \int_{C_0} d\vartheta \int_0^t e^{-\frac{r^2}{4\nu(t-\tau)}} \frac{r^2 d\tau}{8\pi^2\nu(t-\tau)^2} = \frac{1}{\nu},$$

ამიტომ წინა ფორმულიდან მივიღებთ

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_0^t d\tau \int_{C_0} \phi \frac{\partial \Delta G}{\partial n} ds = \frac{1}{\nu} \phi(Q, t).$$

ამგვარად, (8) ფორმულა საბოლოოდ მოგვცემს

$$\begin{aligned} \phi(Q, t) &= \int_0^t d\tau \int_C \left[f_2(N, \tau) \Delta^* G(N, Q, t - \tau) \right. \\ &\left. - f_1(N, \tau) \frac{\partial}{\partial n} \Delta^* G(N, Q, t - \tau) \right] ds + \int_0^t d\tau \int_D f(P, \tau) G(P, Q, t - \tau) dD. \quad (9) \end{aligned}$$

უკანასკნელი ფორმულა წარმოადგენს არაერთგვაროვანი ბიჰარმონიული განტოლების ამოხსნის ანალოგს, როცა უკანასკნელი წარმოდგენილია ბიჰარმონიული გრინის ფუნქციის საშუალებით [4]. კერძოდ, თუ ვიგულისხმებთ, რომ მოძრაობა სტაციონარულია, მაშინ G იქნება ბიჰარმონიული გრინის ფუნქცია და (9) ფორმულა დაემთხვევა არაერთგვაროვანი ბიჰარმონიული განტოლების ამოხსნას.

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
თეორიული მექანიკის კათედრა

(შემოვიდა რედაქციაში 5.7.1943)

Д. Е. ДОЛИДЗЕ

О ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ТОКА

Резюме

Рассматривается неустановившееся движение вязкой несжимаемой жидкости во внутренней или во внешней области D , ограниченной замкнутым регулярным контуром C . В случае линейной задачи функция тока $\psi(x, y, t)$ удовлетворяет уравнению

$$\nu \Delta \Delta \psi - \frac{\partial \Delta \psi}{\partial t} = f(x, y, t), \quad (1)$$

где t —время, ν —кинематический коэффициент вязкости, x, y —прямоугольные координаты точки,

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad f = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x},$$

X, Y —компоненты массовой силы. Предельные условия будут следующие: $\psi(x, y, 0)$ задана внутри области, а на контуре заданы $\frac{\partial \psi}{\partial x}$ и $\frac{\partial \psi}{\partial y}$ при всяком $t > 0$.

Решение этой задачи дается в работах [1, 2, 3]. В этой заметке я представляю функцию ψ с помощью так называемой нестационарной функции Грина.

В работе [2] мною показано, что предельные условия можно свести к следующему виду:

$$\psi(x, y, 0) = 0, \quad (\psi)_C = f_1(N, t), \quad \left(\frac{\partial \psi}{\partial n} \right)_C = f_2(N, t), \quad (2)$$

где N —точка контура, n —внутренняя нормаль.

В случае внешней области предполагаем, что ψ удовлетворяет соответствующему условию затухания движения на бесконечности.

Рассмотрим функцию

$$G = -\frac{1}{2\pi} \int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\nu t}} \frac{d\alpha}{\alpha} + G_0(P, Q, t),$$

где G_0 —регулярное решение однородного уравнения, соответствующего уравнению (1) и удовлетворяет следующим предельным условиям:

$$G_0(P, Q, 0) = 0 \quad (r = \overline{PQ} \neq 0),$$

$$G_0(N, Q, t) = \frac{1}{2\pi} \left[\int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\nu t}} \frac{d\alpha}{\alpha} \right]_{P=N},$$

$$\left(\frac{\partial G_0}{\partial n} \right)_{P=N} = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\partial}{\partial n} \int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\nu t}} \frac{d\alpha}{\alpha} \right]_{P=N},$$

где P и Q —точки области.

Из существования решения задачи (1), (2) следует существование функции G_0 .

С помощью функции G , ψ представляется в следующем виде:

$$\psi(Q, t) = \int_0^t dt \int_C \left[f_2(N, \tau) \Delta^* G(N, Q, t - \tau) \right.$$

$$\left. - f_1(N, \tau) \frac{\partial}{\partial n} \Delta^* G(N, Q, t - \tau) \right] ds + \int_0^t dr \int_D f(P, \tau) G(P, Q, t - \tau) dD,$$

где

$$\Delta^* = \Delta - \frac{\partial}{\partial t}.$$

Тбилисский государственный университет
имени Сталина

Кафедра теоретической механики

HYDRODYNAMICS

ON THE HYDRODYNAMICAL STREAM FUNCTION

By D. DOLIDZE

Summary

Let us consider the non-stationary motion of an incompressible fluid in an interior or exterior region D , bounded by a regular closed curve C . In the case of the linear boundary problem the stream function $\psi(x, y, t)$ satisfies the equation

$$\nu \Delta \Delta \psi - \frac{\partial \Delta \psi}{\partial t} = f(x, y, t), \quad (1)$$

where t —denotes the time, ν —the viscosity coefficient, and x, y are the coordinates,

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad f = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x},$$

X, Y are the components of the volume force. The initial and boundary conditions are as follows: $\psi(x, y, 0)$ throughout D and $\frac{\partial \psi}{\partial x}, \frac{\partial \psi}{\partial y}$ on the boundary C are given functions for all values of the time t .

This problem was solved in the papers [1, 2, 3]. In this note the author gives the expression for ψ by means of the so-called non-stationary Green function.

In [2] the author proved that the initial and boundary conditions can be reduced as follows:

$$\psi(x, y, 0) = 0, \quad (\psi)_C = f_1(N, t), \quad \left(\frac{\partial \psi}{\partial n} \right)_C = f_2(N, t). \quad (2)$$

For the exterior region we suppose that

$$\lim_{R \rightarrow \infty} R\psi = 0.$$

We consider the function

$$G = -\frac{1}{2\pi} \int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\tau}} \frac{d\alpha}{\alpha} + G_0(P, Q, t),$$

where G_0 denotes the regular solution of the equation (1), if $f = 0, t > 0$ and satisfies the following initial and boundary conditions:

$$\begin{aligned} G_0(P, Q, 0) &= 0 \quad (r = \overline{PQ} \neq 0), \\ G_0(N, Q, t) &= \frac{1}{2\pi} \left[\int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\tau}} \frac{d\alpha}{\alpha} \right]_{P=N}, \\ \left(\frac{\partial G_0}{\partial n} \right)_C &= \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\partial}{\partial n} \int_r^\infty e^{-\frac{\alpha^2}{4\tau}} \frac{d\alpha}{\alpha} \right]_{P=N}, \end{aligned}$$

From the existence of the solution of the problem (1), (2) follows the existence of the function G_0 .

By means of the function G we obtain the following result:

$$\psi(Q, t) = \int_0^t d\tau \int_C \left[f_2(N, \tau) \Delta^* G(N, Q, t - \tau) \right]$$

$$-f_1(N, \tau) \frac{\partial}{\partial n} \Delta^* G(N, Q, t - \tau) \Big] ds + \int_0^t d\tau \int_D f(P, \tau) G(P, Q, t - \tau) dD.$$

Tbilisi State University
Chair of Theoretical Mechanics

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. T. Lera y. Essai sur les mouvements plans d'un liquide visqueux que limitent des parois. Journal de mathematiques pures et appliques, IX s., 13, fasc. 4, 1934.
2. Д. Е. Долидзе. Краевая задача линеаризированной системы гидродинамических уравнений на плоскости и в симметричном пространстве. Тр. Тбил. Матем. Инст., т. VII, 1940.
3. Д. Е. Долидзе. Об общей линейной задаче гидродинамики. Сообщ. Акад. Наук Груз. ССР, т. III, № 7, 1942.
4. Frank-Mises. Die Differential und Integralgleichungen der Mechanik und Physik, Bd. 1, 1930, S. 858.



ა. ალიხანოვი, ა. ალიხანიანი, ბ. მიჩინაშვილი

კოსმოსური სხივების რბილ და ხისტ კომპონენტთა ინტეგრალური ინტენსივობის გაზომვა 3250 მ სიმაღლეზე

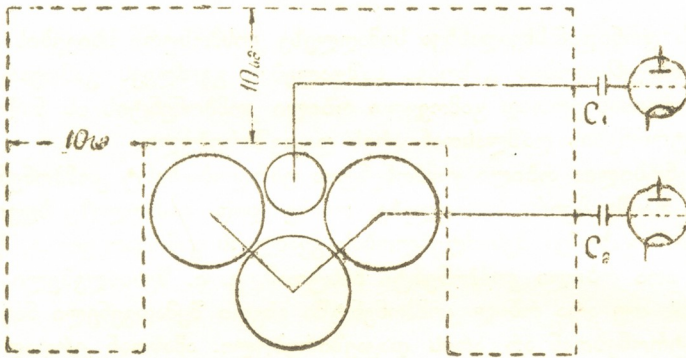
ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე კოსმოსური სხივების რბილი კომპონენტის ინტენსივობის გაზომვა საშუალებას გვაძლევს გამოვარკვიოთ მისი ბუნება და მასთან ერთად გამოვყოთ რბილი კომპონენტის ის ნაწილი, რომელიც მეზოტრონების დაშლასთან არის დაკავშირებული.

თუ ცნობილია რბილი კომპონენტის ფარდობა ხისტ კომპონენტთან ზღვის დონეზე ან რაიმე მცირე სიმაღლეზე, რაიმე დიდ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან ამ ფარდობის გაზომვა შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვარკვიოთ, წონასწორობაშია თუ არა რბილი კომპონენტი ხისტთან, ე. ი. შესაძლებელია გადავწყვიტოთ, შედის თუ არა რბილ კომპონენტში ისეთი შემადგენელი ნაწილი, რომელიც მეზოტრონებთან არ არის დაკავშირებული. ამასთან ერთად უნდა გვახსოვდეს, რომ რბილი კომპონენტი, რომელიც მეზოტრონებთან წონასწორობაშია და წარმოიშვება იმ ელექტრონებისაგან, რომლებიც მეზოტრონების დაშლის შედეგად ჩნდებიან—უნდა უფრო სწრაფად იზრდებოდეს სიმაღლის მიხედვით, ვიდრე თვით ხისტი კომპონენტი. როგორც ადვილად გასაგებია, I_m'/I_d —ფარდობა, სადაც I_m' წარმოადგენს იმ ნაწილს რბილი კომპონენტისა, რომელიც მეზოტრონების დაშლის შედეგია, უნდა იზრდებოდეს სიმაღლის მიხედვით წნევის უკუპროპორციულად.

რბილი კომპონენტის ფარდობითი ინტენსივობა სხვადასხვა სიმაღლეზე არაერთხელ გაზომილა როგორც იონიზაციური კამერით, ისე მთვლელების საშუალებით. გაიგერ-მიულერის მთვლელებით გაზომვის დროს, ჩვეულებრივად, იხმარება ეგრეთწოდებული ტელესკოპის (ჭოგრის) მეთოდი, ე. ი. რამდენიმე მთვლელისგან შემდგარი ისეთი სქემა, რომელიც მასში გამავალ ნაწილაკებს გარკვეული სივრცით კუთხეში გამოჰყოფს. თუ მთვლელებს შორის მოვათავსეთ ტყვიის ფურცლები, ასეთი სქემა ხისტ კომპონენტს გაზომავს, უტყვივით კი რბილი კომპონენტის რეგისტრაციაც მოხდება. ასეთი სისტემები საშუალებას იძლევიან აგრეთვე გაიზომოს კოსმოსური სხივების ინტენსივობის დამოკიდებულება დახრილობის კუთხეზე. ასეთ ტელესკოპურ მეთოდს მთელ რიგ დადებით მხარეებთან ერთად ახასიათებს ერთი მნიშვნელოვანი უარყოფითი მხარე, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ ეს სისტემა, ძირითადი ნაწილაკების გარდა, რომლებიც გადიან მთვლელებში გარკვეულ სივრცულ კუთხეში, თვლის აგრეთვე ისეთი ნაწილაკების ჯგუფებს (ნაწილაკების წყვილს, სამნაწილაკისაგან შემ-

დგარ ჯგუფს და სხვ.), რომლებიც გაივლიან სისტემაში სივრცული კუთხის გარეთ. რადგანაც რბილი კომპონენტი შეიცავს დიდი რაოდენობის ნაწილაკებისაგან შემდგარ ჯგუფებს (ღვარბს), ეს იწვევს იმას, რომ ტელესკოპის სქემა სთვლის რბილ და ხისტ კომპონენტებს არაერთნაირ პირობებში. ასეთი გაზომვების დროს საჭირო ხდება ეგრეთწოდებული გარეგანი ღვრების „ფონის“ მხედველობაში მიღება, რომელიც ცდის გეომეტრიულ პირობებზე და მოკიდებული და რომელიც დამატებით ცდომილებებს იწვევს გაზომვის დროს.

ამ შრომაში ჩვენ მიზნად გვაქვს დასახული კოსმოსური სხივების რბილი და ხისტი კომპონენტების გაზომვა ისეთნაირად, რომ არ გამოგვეყო რომელიმე გარკვეული მიმართულება. ცდის სქემა ნაჩვენებია ნახ. 1.



ნახ. 1.

გაიგერ-მიულერის მთვლელი სივრცით $l = 7$ სმ და დიამეტრით $d = 2$ სმ მოთავსებული იყო სამ სხვა მთვლელებს შორის, რომლებიც შეერთებული იყვნენ პარალელურად, ე. ი. წარმოადგენდნენ ერთ დიდ მთვლელს.

ცენტრალურ მთვლელში გამავალი ყოველი ნაწილაკი აუცილებლად უნდა გადიოდეს ერთ-ერთ გარეგან მთვლელში მაინც. გამოჩაკლისს შეადგენდნენ ისეთი ნაწილაკები, რომლებიც გადიან ცენტრალური მთვლელის ღვრის პარალელურად, ან თითქმის პარალელურად.

ცენტრალური მთვლელი განგებ მცირე სიდიდის იყო არჩეული, იმისათვის, რომ შეგვემცირებია შემთხვევები ორ ან რამდენიმე ნაწილაკის ერთდროული გასვლისა. მთვლელების კედლების სისქე საკმარისად თხელი იყო იმისათვის, რომ ნაწილაკს, რომელიც თანმთხვევას იწვევს მთვლელებში, შეეძლოს თითბერის ფენის გავლა დაახლოებით 2 გრ/სმ².

გამაძლიერებელი, რომელიც თანმთხვევებს სთვლიდა, აწყობილი იყო მცირე გაბარიტული რადიო-ნათურებისაგან. გამოყენებული იყო CO — 24I და 5V — 240 ტიპის ნათურები, რომელთა ექსპლუატაცია ექსპედიციის პირობებში ადვილია სხვა ტიპის ნათურების ექსპლუატაციაზე.

გამაძლიერების პირველი ორი საფეხურის შემდეგ, იმპულსები გადაეცემოდნენ კოზოდავის [1] სისტემის დაკეტილ მულტივიბრატორს. თანმთხვევების გამოყოფა და რეგისტრაცია ჩვეულებრივი წესით ხდებოდა.



დანადგარი მოთავსებული იყო კარავში 3250 მეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან (ალაგეზი), რბილი და ხისტი კომპონენტების რეგისტრაცია ხდებოდა შემდეგი წესით: შენაცვლებით ხდებოდა თანმთხვევების (ორმაგ) რიცხვის თვლა ჯერ დაუფარავ სისტემისათვის და შემდეგ სისტემისათვის, რომელიც ყოველმხრივ დაფარული იყო 10 სმ სისქის ტყვიის ფარით. ტყვიის ფარის მდებარეობა ნაჩვენებია 1-ლ ნახაზზე წყვეტილი ხაზებით.

გაზომვის შედეგები 1-ლ ცხრილშია მოყვანილი.

ცხრილი 1

დრო წუთებში	თანმთხვევათა რიცხვი უტყვი- ოთ	თანმთხვევათა რიცხვი 10 სმ ტყვ. ფარ.	თანმთხვევა- თა რიცხვი უტყვიოთ წუთში	თანმთხვევათა რიცხვი 10 სმ ტყვიის ფარით წუთში	
182	6103	—	33,6	—	0,64
150	—	3075	—	20,5	
227	8785	—	39,2	—	0,69
357	—	6682	—	18,8	
115	3595	—	31,2	—	0,65
273	—	5142	—	18,8	

ცხრილის უკანასკნელ სვეტში მოყვანილია რბილ და ხისტ კომპონენტთა ფარდობის საბოლოო მნიშვნელობანი. გაზომვებმა გვიჩვენეს, რომ 3350 მეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან:

$$| I_m/I_d |_{3250} \cong 0,65,$$

როგორც გვიჩვენეს ალიხანიანის და დადაიანის [2] გაზომვებმა, რომლებიც ამავე მეთოდით იყო ჩატარებული 1000 მეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან (ერუვანი), ეს ფარდობა = 0,35.

ამნაირად, სიმაღლის ცვლით 1000 მეტრიდან 3250 მეტრამდე, რბილი კომპონენტის ფარდობითი ინტენსივობა იზრდება 0,35-დან 0,65-მდე. ადვილად შეიძლება იმის ჩვენება, რომ ეს ზრდა გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე რბილი კომპონენტის ზრდა, თუ მას მივიჩნევთ, როგორც შემდგარს მხოლოდ მეზოტრონების დაშლის ელექტრონებისაგან.

მართლაც, თუ ჩვენ მივიღებთ რომ 1000 მეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან მთელი რბილი კომპონენტი შედგება მხოლოდ დაშლის ელექტრონებისაგან, მაშინ 3250 მეტრის სიმაღლეზე ის უნდა გაიზარდოს როგორც P_2/P_1 ფარდობა, სადაც $P_1 = 680$ მმ H_p -სვეტს და $P_2 = 520$ მმ, ე. ი. 1,3-ჯერ. ამ შემთხვევაში ჩვენ უნდა მივიღოთ ფარდობა $|I_m/I_d|_{3250} = 0,45$, რომელიც გაცილებით უფრო მცირეა, ვიდრე ჩვენ მიერ მიღებული. მაგრამ სინამდვილეში როგორც 1000 მეტრის სიმაღლეზე, ისე 3250 მეტრის სიმაღლეზე რბილი კომპონენტის მცირე ნაწილი შედგება ეგრეთწოდებულ მ-წილაკებისაგან, რომ-

ლებიც წონასწორობაში არიან მეზოტრონებთან. რბილი კომპონენტის ეს ნაწილი სრული კომპონენტის მცირე ნაწილს შეადგენს. ის დაახლოებით $= 0,06 - 0,07$.

ალიხანიანმა, ალიხანოვმა და ნიკიტინმა [3] დიდ სიღრმეზე (დაახლოებით 60 მ წყლის სვეტის) იპოვეს $I_m/I_d = 0,13$.

ზღვის დონეზე ნივთიერების მცირე შრის ქვეშ, რომელიც საკმარისია, რომ შთანთქოს ჰაერში მყოფი რბილი კომპონენტი I_m/I_d უნდა იყოს $0,13$ -ზე ნაკლები, რადგანაც დიდ სიღრმეებზე რბილი კომპონენტი, გაჩენილი ნაწილაკების მიერ, იზრდება მეზოტრონების საშუალო ენერჯის ზრდის გამო. თუ მივიღებთ $I_m(z)/I_d = 0,07$, გვექნება დაშლის რბილი კომპონენტისათვის 1000 მეტრის სიმაღლეზე $0,35 - 0,07 = 0,28$. თუ გავამრავლებთ ამ სიდიდეს $1,3$ -ზე, მივიღებთ 3250 მეტრის სიმაღლისათვის ასეთ ფარდობს:

$$| I_m/I_d |_{3250} = 0,28 \cdot 1,3 + 0,07 = 0,43.$$

მაშასადამე, ნაწილაკების მხედველობაში მიღებით უფრო მკაფიოდ მოჩანს რბილი კომპონენტის ანომალური ზრდა სიმაღლის მიხედვით.

ამნაირად, ჩვენ მივედით ასეთ დასკვნამდე, რომ 3250 მეტრის სიმაღლეზე დაშლის რბილ კომპონენტთან ერთად არსებობს დამატებით ანომალურად რბილი კომპონენტი.

უნდა ვიფიქროთ, რომ ანომალურად რბილი კომპონენტი, რომელიც ამ სიმაღლეზე მთელი რბილი კომპონენტის დაახლოებით $1/3$ ნაწილს შეადგენს, არ არის დაკავშირებული მეზოტრონებთან, ე. ი. სიმაღლის მიხედვით იზრდება გაცილებით უფრო სწრაფად, ვიდრე მეზოტრონები.

ასეთ ანომალურად რბილი კომპონენტის არსებობა 3250 მეტრის სიმაღლეზე შემჩნეული იყო აგრეთვე ალიხანიანის, ალიხანოვის და კოჩარიანის მიერ [4]. ამ გაზომვებში ავტორებმა ტელესკოპის მეთოდი გამოიყენეს. საინტერესოა ამ მიღებული მონაცემებით ვიპოვოთ სიმაღლის მიხედვით ხისტი კომპონენტის და საერთო ინტენსივობის ზრდა.

ჩვენი გაზომვებიდან გამომდინარეობს, რომ ხისტი კომპონენტი იზრდება 1000 მეტრიდან 3250 მეტრამდე $1,8$ -ჯერ, ხოლო კოსმოსური სხივების საერთო ინტენსივობა $2,53$ -ჯერ.

საბოლოოდ უნდა ითქვას, რომ რამდენიმე კილომეტრის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან შექვევლია უნდა არსებობდეს მეზოტრონებთან არაწონასწორობაში მყოფი რბილი კომპონენტი.

ამ კომპონენტის ბუნება ჯერჯერობით გამოურკვეველია, მაგრამ ალაგების ექსპედიციის დროს, სხვა მეთოდებით ჩატარებული გაზომვების შედეგებთან შედარებით, შესაძლოა გამორკვეულ იქნას ამ კომპონენტის ზოგიერთი თვისება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

სსრკ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკა-ტექნიკური ინსტიტუტი
 ლენინგრადი

(შემოვიდა რედაქციაში 9.7.1943)



А. И. АЛИХАНОВ, А. И. АЛИХАНЫЯН, Г. М. МИРИАНАШВИЛИ

ИЗМЕРЕНИЕ ВСЕСТОРОННЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ МЯГКОЙ И ЖЕСТКОЙ КОМПОНЕНТ Космических Лучей на высоте 3250 м

Резюме

Измерения интенсивности мягкой компоненты на различных высотах дают возможность выяснить ее природу и определить ту часть мягкого излучения, которая связана с распадом мезонов.

Если нам известно отношение интенсивности мягкой компоненты к жесткой на уровне моря или на небольшой высоте, то, определив это же отношение на большой высоте, можно выяснить, находится ли мягкая компонента в равновесии с жесткой или в ее составе существует часть, не связанная с мезонами. При этом нужно иметь в виду, что равновесная мягкая компонента, генерируемая электронами распада, должна возрастать с высотой быстрее, чем жесткая компонента. Как легко видеть, отношение I_p / I_{me} , где I_p — распадная мягкая компонента, должно возрастать обратно пропорционально давлению.

Относительная интенсивность мягкой компоненты на различных высотах определялась уже не раз как методом ионизационной камеры, так и счетчиками. Обычно при измерениях счетчиками применяются схемы, составленные из нескольких счетчиков, выделяющих частицы в некотором телесном угле; располагая между счетчиками свинец, можно определить интенсивность жесткой компоненты, в то время как без свинца такая система регистрирует и мягкую компоненту.

Такие системы позволяют определить и угловую зависимость интенсивности космических лучей. При определенных достоинствах телескопических систем они страдают одним существенным недостатком, связанным с тем, что такая система, кроме основных частиц, проходящих через счетчики в выделенном телесном угле, регистрирует связанные частицы (пары, тройки, ливни), попадающие на счетчики со стороны независимо от выбранного телесного угла.

Поскольку мягкая компонента содержит заметное количество связанных частиц (ливней), это приводит к тому, что мягкая и жесткая компоненты измеряются не совсем в одинаковых условиях. Приходится учитывать так называемый фон от боковых ливней, зависящих от геометрических условий опыта, который приводит к дополнительным ошибкам.

В настоящей работе мы задались целью определить мягкую и жесткую компоненты, не выделяя определенного направления.

Схема опыта представлена на рис. 1.

Счетчик Гейгер-Мюллера длиной $l = 7$ см и диаметром $d = 2$ см располагался между тремя другими счетчиками, соединенными параллельно. Каждая частица, проходящая через центральный счетчик, обязательно проходила через один из внешних счетчиков. Исключение составляли только такие частицы, которые проходили параллельно или почти параллельно счетчикам.

Размеры центрального счетчика были намеренно выбраны маленькими для того, чтобы исключить или по возможности уменьшить вероятность прохождения через него одновременно двух или нескольких частиц. Стенки счетчиков были достаточно тонкими, так что частица, вызывающая совпадение, должна была пройти через слой латуни ~ 2 г/см².

Усилитель, регистрирующий совпадение, был собран на малогабаритных лампах типа СО—241 и БУ—240, что представляло значительные удобства в экспедиционных условиях.

После двух первых каскадов усиления импульсы попадали на закрытый мультивибратор системы Козодаева [1]. Выделение и регистрация совпадений производились обычным путем.

Установка помещалась в палатке на высоте 3250 метров над уровнем моря (гора Алагез в Армении). Измерение мягкой и жесткой компонент производилось следующим образом.

Попеременно регистрировалось число совпадений с непокрытой системой и покрытой свинцовым панцирем толщиной 10 см. Расположение свинцового панциря показано на рис. 1 пунктиром.

В таблице 1 приведены результаты измерений.

В последней колонке таблицы приведено окончательное значение отношения мягкой компоненты к жесткой.

Как показали измерения Алиханяна и Дадаяна [2], выполненные таким же методом на высоте 1000 м над уровнем моря, это отношение = 0,35.

Таким образом, с изменением высоты с 1000 до 3250 м относительное количество мягкой компоненты возрастает от 0,35 до 0,65. Легко показать, что это возрастание значительно больше того, которое следует ожидать для мягкой компоненты генерируемой электронами распада.

Действительно, если даже положить, что на уровне (моря) 1000 метров вся мягкая компонента обусловлена электронами распада, то на высоте 3250 м оно возрасло бы в отношении P_2/P_1 , где $P_2 = 680$ мм и $P_1 = 520$ мм, т. е. в 1,3 раза. В этом случае мы получили бы отношение $I_m/I_{\text{э}} = 0,45$, что заметно меньше наблюдаемого. На самом деле на уровне 1000 м, равно как и на уровне 3250 м, некоторая небольшая доля мягкой компоненты создается δ -частицами, находящимися в равновесии с мезонами. Наиболее вероятное значение для мягкой компоненты генерируемой δ -частицами следует признать 0,06 — 0,07.



Алиханян, Алиханов и Никитин на большой глубине (около 60 м воды) нашли $I_m / I_{\text{эс}} = 0,13$.

На уровне моря под небольшими слоями вещества, достаточными для поглощения мягкой компоненты, имеющейся в воздухе, величина $I_m / I_{\text{эс}}$ известно должна быть меньше 0,13, так как на больших глубинах интенсивность мягкой компоненты от δ -частиц растет из-за увеличения средней энергии мезонов. Принимая для $I_m(\delta) / I_{\text{эс}} = 0,07$, получим для распадной мягкой компоненты на уровне 1000 м $0,33 - 0,07 = 0,28$. Умножая эту величину на 1,3, получим для высоты 3250 м

$$I_m / I_{\text{эс}} = 0,28 \cdot 1,3 + 0,7 = 0,43.$$

С учетом δ -частиц еще резче проявляется наличие аномального роста мягкой компоненты с высотой.

Таким образом, мы приходим к выводу, что на высоте около 3250 м наряду с распадной мягкой компонентой существует дополнительная аномальная мягкая компонента.

Следует думать, что аномальная мягкая компонента, составляющая на этой высоте $1/3$ всей мягкой компоненты, не связана с мезонами, т. е. растет с высотой значительно быстрее, чем мезоны.

Наличие аномальной мягкой компоненты на высоте 3250 м было также обнаружено Алиханяном, Алихановым и Кочаряном [4].

В этих измерениях авторы применили метод телескопа.

Интересно из полученных данных найти высотный рост жесткой компоненты и общей интенсивности космических лучей.

Из наших измерений следует, что интенсивность жесткой компоненты возрастает от 1000 до 3250 м в 1,8 раза, а общая интенсивность в 2,53 раза.

Резюмируя сказанное, следует отметить, что на высотах в несколько километров над уровнем моря безусловно существует неравновесная (с мезонами) мягкая компонента.

Природа рассматриваемой компоненты пока окончательно не ясна, однако, сравнением с результатами других методов можно выявить основные характерные черты этого излучения.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физики и геофизики
Тбилиси

Академия Наук СССР
Физико-технический институт
Ленинград



ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ководаев. Об одной ламповой схеме к счетчику Гейгера-Мюллера, Докл. АН СССР, т. XX, № 1, 1938.
2. Аликханян—Дадаян (в печати). Изм. отношения мягк. комп. косм. лучей к жесткой одиночным счетчиком на уровне Еревана.
3. Аликханян—Алиханов—Никитин. Доклад на сессии Отд. физ.-мат. наук АН СССР, 1942.
4. Аликханян—Алиханов—Кочарян (в печати). Отн. мягк. комп. косм. лучей к жесткой, измер. методом телескопа на высоте 3250 м.



>

3. მამასახლისოვი

სინათლის მაგნიტური გავანტვა ელექტრონზე

ჩვენ მიერ ნაჩვენებია [1], რომ თუ გამოვიყენებთ ელექტრონის გამოსხივებასთან ურთიერთქმედების არარელატივისტურ გამოხატულებას, რომელიც ითვალისწინებს ელექტრონის მაგნიტურ მომენტს, და თუ დავუშვებთ, რომ დაცემული ტალღის სიგრძე გაცილებით მეტია, ვიდრე ატომური სისტემის რადიუსი, სინათლის ვაფანტვის ალბათობისათვის მივიღებთ ჰაისიდი-ლორენცის ერთეულებში

$$P = \frac{dK \cdot dK'}{128\pi^5 h^2} n_\alpha (n_\beta + 1) \omega_\alpha \omega_\beta \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha - \omega_{0i}) \left| \sum_j \frac{(0|D_x|j)(j|D_x|i)}{\omega_\alpha - \omega_{ij}} - \frac{(0|D_x|j)(j|D_x|i)}{\omega_\alpha + \omega_{0j}} + \frac{(0|M_y|j)(j|M_y|i)}{\omega_\alpha - \omega_{ij}} - \frac{(0|M_y|j)(j|M_y|i)}{\omega_\alpha + \omega_{0j}} \right|^2 \quad (1)$$

ამ ფორმულაში

$$dK = \frac{\omega_\alpha^2}{c^3} d\omega_\alpha d\Omega, \quad dK' = \frac{\omega_\beta^2}{c^3} d\omega_\beta d\Omega'$$

ω_α და ω_β — დაცემული და გავანტვით ქვანტების სიხშირეებია; n_α და n_β — სათანადოდ იმ ქვანტების რიცხვებია, რომელთა სიხშირეები მოთავსებულია ინტერვალში ω_α და $\omega_\alpha + d\omega_\alpha$ და ω_β და $\omega_\beta + d\omega_\beta$, გავრცელების მიმართულებანი მდებარეობენ სრულოვან კუთხეებში $d\Omega$ და $d\Omega'$ და პოლარიზაციის მიმართულებანი ემთხვევიან x და x' ღერძებს (ასეთ ქვანტებს ჩვენ ვუწოდებთ α და β რხევების ქვანტები); ω_{0i} , ω_{ij} და ω_{0j} — ატომური სისტემის გადასვლის სიხშირეებია; D_x და D_x' — ელექტრონის დიპოლური ელექტრული მომენტის მდგენელებია x და x' ღერძებზე (ჩვენ შემოვიღებთ ორი კოორდინატული სისტემა xyx და $x'y'z'$ α და β რხევების ქვანტებისათვის სათანადოდ, სადაც z და z' გვიჩვენებენ დაცემული და გავანტვით ქვანტების გავრცელების მიმართულებებს სათანადოდ) და M_y და M_y' — ელექტრონის მაგნიტური მომენტის სათანადო მდგენელებია (1).

იმ შემთხვევაში, როდესაც დაცემული ქვანტის სიხშირე გაცილებით აღემატება გადასვლის სიხშირეებს, ფორმულა (2) ღებულობს სახეს

$$P = \frac{dK \cdot dK'}{128\pi^5 h^2} n_\alpha (n_\beta + 1) \frac{\omega_\beta}{\omega_\alpha^3} \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha - \omega_{0i}) (0|D_x \dot{D}_x - \dot{D}_x D_x| i) + (0|M_y \dot{M}_y - \dot{M}_y M_y| i) - i\omega_\alpha (0|M_y' M_y - M_y' M_y| i)^2 \quad (2)$$

(1) h — პლანკის მუდმივია, გაყოფილი 2π -ზე.

ამ ფორმულის მხოლოდ პირველი წევრის გათვალისწინება იძლევა, როგორც ცნობილია, ტომსონის ფორმულას სინათლის ელექტრონზე გაფანტვის ეფექტური განიკვეთისათვის. დანარჩენი წევრები იძლევიან შესწორებას, დაკავშირებულს ელექტრონის მაგნიტურ მომენტთან.

აღნიშნული შესწორების ცხადი სახის მოძებნა და მაგნიტური გაფანტვის ხასიათის გამოკვლევა წარმოადგენს შრომის მიზანს.

მივიღებთ რა მხედველობაში, რომ

$$M_x = -\frac{eh}{2mc} \sigma_x, \quad M_y = -\frac{eh}{2mc} \sigma_y, \quad M_z = -\frac{eh}{2mc} \sigma_z, \quad (3)$$

სადაც $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ — პაულის მატრიცებია, გვექნება

$$\dot{M}_x = -\frac{eh}{2mc} \dot{\sigma}_x = -\frac{eh}{2mc} [H, \sigma_x], \quad \dots, \quad \dot{M}_z = -\frac{eh}{2mc} [H, \sigma_z], \quad (4)$$

სადაც H — ჰამილტონის ოპერატორია.

ვინაიდან ჩვენ ვიხილავთ სინათლის გაფანტვას თავისუფალი ატომის ელექტრონზე, შეგვიძლია მივიღოთ, რომ ჰამილტონიანი არ შეიცავს σ მატრიცებს, ვინაიდან შეშფოთის თეორიის პირველ მიახლოებაში უკანასკნელ განტოლებათა მარჯვენა ნაწილებში შეიძლება უგულებელვყოთ დაცემული ტალღის მაგნიტური დაძაბულობა. ამიტომ, $\dot{M}_x = \dot{M}_y = \dot{M}_z = 0$.

ზემოთაქვამის თანახმად, ფორმულა (2) მიიღებს სახეს

$$P = \frac{dKdK'}{128\pi^3 h^2} n_\alpha(n_\beta + 1) \frac{\omega_\beta}{\omega_\alpha} \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha - \omega_i) | \langle 0 | D_x' \dot{D}_x - \dot{D}_x D_x' | i \rangle - i\omega_\alpha \langle 0 | M_y' M_y - M_y M_y' | i \rangle |^2 \quad (5)$$

გამოვხატოთ D_x' მისი მდგენელების საშუალებით x, y, z ღერძებზე. გარდა ამისა, გამოვიყენოთ კომუტატიულობის ცნობილი დამოკიდებულებანი კოორდინატებსა და იმპულსის მდგენელებს შორის. ცხადია, რომ გვექნება

$$\langle 0 | D_x' \dot{D}_x - \dot{D}_x D_x' | i \rangle = \frac{e^2}{m} \langle 0 | x p_x - p_x x | i \rangle \cos(\alpha x') = -\frac{e^2 \hbar}{mi} \cos(\alpha x') \cdot \delta_{0i}. \quad (6)$$

ანალოგიურად მივიღებთ, თუ გამოვიყენებთ (4) ფორმულას და პაულის მატრიცების კომუტატიულობის ფორმულებს,

$$\langle 0 | M_y' M_y - M_y M_y' | i \rangle = i \frac{e^2 \hbar^2}{2m^2 c^2} [\langle 0 | \sigma_x | i \rangle \cos(\alpha y') - \langle 0 | \sigma_x | i \rangle \cos(\alpha y')]. \quad (7)$$

$\langle 0 | \sigma_x | i \rangle$ და $\langle 0 | \sigma_x | i \rangle$ მატრიცის ელემენტების გამოსათვლელად ვისარგებლოთ პაულის ტალღური ფუნქციებით.

აღნიშნული მატრიცის ელემენტების გამოთვლისას ჩვენ შეგვიძლია არ მივიღოთ მხედველობაში გადასვლები იმ მდგომარეობათა შორის, რომელნიც

აღიწერებიან $j=l+\frac{1}{2}$ და $j=l-\frac{1}{2}$ ტიპის ტალღური ფუნქციებით. მართლაც, ჩვენ დავინახეთ, რომ თავისუფალი ატომის შემთხვევაში $\dot{M}_x = \dot{M}_y = \dot{M}_z = 0$. მეორე მხრივ $\langle 0 | \dot{M}_x | i \rangle = i \omega_{0i} \langle 0 | M_x | i \rangle$.

რადგან საკუთარი მაგნიტური მომენტის შერჩევის წესი მოითხოვს, რომ $\Delta l = 0$, ამიტომ $j=l+\frac{1}{2}$ და $j=l-\frac{1}{2}$ ტიპის ამოხსნების კომბინირების დროს ჩვენ გვექნება $\Delta j = \pm 1$. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში $\omega_{0i} \neq 0$, რადგან ელექტრონის ენერგია დამოკიდებულია j -ზე და არა l -ზე. რადგან $\dot{M}_x = 0$, ამიტომ $\Delta j = \pm 1$ ტიპის გადასვლებისას, $\langle 0 | M_x | i \rangle = 0$.

გამოთვლის შედეგად მიღებული $\langle 0 | \sigma_x | i \rangle$ და $\langle 0 | \sigma_z | i \rangle$ მატრიცის ელემენტების გამოხატულებიდან ადვილად დავინახავთ, რომ ისინი ნულისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ შემდეგი სახის გადასვლებისას: $n' = n$, $l' = l$ და $m' = m$ ან $m' = m \pm 1$. ჩვენ ვხედავთ, რომ გაფანტვა არის კოპერენტული n და j ქვანტური რიცხვების მიმართ. აქედან გამომდინარეობს, რომ გადასვლის სისშირე $\omega_{0i} = 0$.

თუ განვიხილავთ აღნიშნული სახის გადასვლებს და გამოვიყენებთ (6) და (7) ფორმულებს, გაფანტვის ალბათობისათვის მივიღებთ

$$P = \frac{dK \cdot dK'}{128\pi^5 h^2} n_\alpha (n_\beta + 1) \frac{\omega_\beta^3}{\omega_\alpha^3} \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha) \{ K \cos^2(\alpha x') + M \cos^2(\alpha y') + N \cos^2(\alpha z') \}, \quad (8)$$

სადაც $K = \left(\frac{e^2 h}{m} \right)^2$,

$$M = \frac{1}{2} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2 \left[\frac{1}{2l+2} \sum_{-(l+1)}^{+l} \frac{(2m+1)^2}{(2l+1)^2} + \frac{1}{2l} \sum_{-l}^{l-1} \frac{(2m+1)^2}{(2l+1)^2} \right],$$

$$N = \frac{1}{2} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2 \left[\frac{1}{2l+2} \sum_{-(l+1)}^{+l} \frac{(l-m)(l+m+2)}{(2l+1)^2} + \frac{1}{2l+2} \sum_{-(l+1)}^{+l} \frac{(l+m+1)(l-m+1)}{(2l+1)^2} + \frac{1}{2l} \sum_{-l}^{l-1} \frac{(l+m+1)(l-m-1)}{(2l+1)^2} + \frac{1}{2l} \sum_{-l}^{l-1} \frac{(l+m)(l-m)}{(2l+1)^2} \right], \quad (9)$$

ამასთანავე m -ის მიმართ შეჯამების შემდეგ გვექნება

$$M = \frac{3}{8} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2, \quad N = \frac{1}{3} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2. \quad (10)$$

მივიღოთ (8) ფორმულაში $n_\beta = 0$. ეს შეესაბამება იმას, რომ ჩვენ არ ვი-

თვალისწინებით სივრცეში არსებულ β რხევის ქვანტების მიერ გამოწვეულ ინდუცირებულ გაფანტვას. თუ, გარდა ამისა, გამოსახულებას (8) გავამრავლებთ $h\omega\beta$ -ზე და გავაინტეგრალებთ ყველა $\omega\beta$ სიხშირის მიმართ, მივიღებთ მოცემული x' პოლარიზაციის და $d\Omega'$ სხეულოვან კუთხეში მყოფ მიმართულების ერთ სეკუნდში გაფანტული გამოსხივების ენერგიას.

გამოვიყენებთ რა δ -ფუნქციის თვისებას და მივიღებთ მხედველობაში, რომ $dK' = \frac{\omega\beta^2}{c^3} d\omega\beta d\Omega'$, ინტეგრირების შედეგად (9) და (10) ფორმულების შემწეობით მივიღებთ

$$P = \frac{h\omega\alpha}{128\pi^5 h^2} \frac{dK \cdot n\alpha}{c^3} \left(\frac{e^2 h}{m}\right)^2 \left\{ \cos^2(xx') + \frac{1}{8} \gamma^2 \left[\frac{3}{4} \cos^2(xy') + \frac{2}{3} \cos^2(\gamma y') \right] \right\} d\Omega', \quad (11)$$

$$\text{სადაც } \gamma = \frac{h\omega\alpha}{mc^2}.$$

ცნობილია, რომ

$$n\alpha dK = \frac{8\pi^3}{h\omega\alpha c} I_x, \quad (12)$$

სადაც I_x —დაცემული ტალღის ინტენსიურობაა. თუ მივიღებთ მხედველობაში (12) ფორმულას და (11) გამოხატულებას გავყოფთ დაცემული ტალღის ინტენსიურობაზე, მივიღებთ გაფანტვის დიფერენციულ განაკვეთს, სახელდობრ

$$d\sigma = \frac{1}{16\pi^2} \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 \left\{ \cos^2(xx') + \frac{1}{8} \gamma^2 \left[\frac{3}{4} \cos^2(xy') + \frac{2}{3} \cos^2(\gamma y') \right] \right\} d\Omega'.$$

ან, $c\gamma\alpha$ სისტემაზე გადასვლით (რისთვისაც უნდა შევცვალოთ $e \rightarrow 2\sqrt{\pi} e$),

$$d\sigma = \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 \left\{ \cos^2(xx') + \frac{1}{8} \gamma^2 \left[\frac{3}{4} \cos^2(xy') + \frac{2}{3} \cos^2(\gamma y') \right] \right\} d\Omega' \quad (13)$$

ადვილი საჩვენებელია, რომ გაფანტული ქვანტის ორი პოლარიზაციის შეკრების შედეგად გვექნება

$$d\sigma = \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 \left\{ \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi \cos^2 \varphi + \frac{1}{8} \gamma^2 \left(\frac{3}{4} \sin^2 \varphi + \frac{2}{3} \sin^2 \varphi \right) \right\} d\Omega', \quad (14)$$

სადაც φ —დაცემული და გაფანტული ქვანტების მიმართულებათა შორის მოთავსებული კუთხეა, ხოლო კუთხე φ განსაზღვრავს დაცემული ქვანტის პოლარიზაციის მიმართულებას.

თუ ვიგულისხმებთ, რომ დაცემული ქვანტი არ არის პოლარიზებული და, ამასთან დაკავშირებით, მივიღებთ მხედველობაში, რომ საშუალო მნიშვნელობა

$$\overline{\sin^2 \varphi} = \overline{\cos^2 \varphi} = \frac{1}{2}, \text{ გვექნება}$$

$$d\sigma = \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left\{ \frac{1 + \cos^2 \vartheta}{2} + \frac{1}{8} \gamma^2 \left(\frac{3}{8} + \frac{2}{3} \sin^2 \vartheta \right) \right\} d\Omega' \quad (15)$$

ამ ფორმულის პირველი წევრი წარმოადგენს ტომსონის ფორმულას გაფანტვის დიფერენციალური განაკვეთისათვის. მეორე წევრი, სახელდობრ

$$d\sigma_m = \frac{1}{8} \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \gamma^2 \left(\frac{3}{8} + \frac{2}{3} \sin^2 \vartheta \right) d\Omega', \quad (16)$$

იძლევა შესწორებას, დაკავშირებულს ელექტრონის მაგნიტურ მომენტთან. ჩვენ ვხედავთ, რომ დაცემული ქვანტის მიმართულეებისადმი მართობულ მიმართულეებით გაფანტული გამოსხივების ინტენსივობა მაქსიმალურია, იმ დროს, როდესაც ტომსონის ფორმულის მიხედვით გაფანტული გამოსხივების ინტენსივობა მაქსიმალურია $\vartheta = 0$ და $\vartheta = \pi$ შემთხვევებში. გაფანტვის სრული განაკვეთის მიღებისათვის (15) ფორმულაში ჩავსვით $d\Omega' = \sin \vartheta d\vartheta d\Phi$ და გავაინტეგრალთ ყველა ϑ და Φ მიმართ. ინტეგრირების შემდეგ გვქვია

$$\sigma = \frac{8}{3} \pi \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 + \frac{59}{144} \pi \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left(\frac{h\nu}{mc^2} \right)^2. \quad (17)$$

ამრიგად, მაგნიტური გაფანტვის სრული განიკვეთი უდრის

$$\sigma_m = \frac{59}{144} \pi \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left(\frac{h\nu}{mc^2} \right)^2. \quad (18)$$

აღსანიშნავია, რომ მაგნიტური გაფანტვის სრული განიკვეთი დამოკიდებულია დაცემული ქვანტის სიხშირეზე ($\omega_x = \omega$). ჩვენ ვხედავთ, გარდა ამისა, რომ ელექტრონის მაგნიტურ მომენტთან დაკავშირებული გაფანტვის განიკვეთი მეტად მცირეა შედარებით ტომსონის ფორმულის მიხედვით გამოთვლილ გაფანტვის განიკვეთთან, რადგან არერელატიურ მიახლოებაში $h\nu \ll mc^2$.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 30.7.1943)

ФИЗИКА

В. И. МАМАСАХЛИСОВ

МАГНИТНОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА НА ЭЛЕКТРОНЕ

В одной из предыдущих работ мы показали [1], что если воспользоваться нерелятивистским выражением для энергии взаимодействия электро-

на с излучением, учитывающим магнитный момент электрона, то для вероятности рассеяния света при предположении, что длина волны света много больше размеров атомной системы, получается в единицах Гависайда-Лоренца

$$P = \frac{dKdK'}{128\pi^5 h^2} n_\alpha(n_\beta + 1) \omega_\alpha \omega_\beta \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha - \omega_{0i}) \left| \sum_j \frac{(0|D_{x'}|j)(j|D_x|i)}{\omega_\alpha - \omega_{ij}} - \frac{(0|D_x|j)(j|D_{x'}|i)}{\omega_\alpha + \omega_{0i}} + \frac{(0|M_{y'}|j)(j|M_y|i)}{\omega_\alpha - \omega_{ij}} - \frac{(0|M_y|j)(j|M_{y'}|i)}{\omega_\alpha + \omega_{0j}} \right|^2. \quad (1)$$

Здесь dK и dK' — элементы объемов в пространстве волновых векторов падающего и рассеянного квантов, ω_α и ω_β — частоты падающего и рассеянного квантов; n_α и n_β — числа квантов с частотами, лежащими в интервале от ω_α до $\omega_\alpha + d\omega_\alpha$ и от ω_β до $\omega_\beta + d\omega_\beta$, с направлениями, лежащими внутри телесных углов $d\Omega$ и $d\Omega'$ и с направлениями поляризации x и x' соответственно (эти кванты мы назвали квантами колебания α и β); ω_{0j} , ω_{ij} и ω_{0i} — частоты перехода атомной системы; D_x и $D_{x'}$ — составляющие дипольного электрического момента электрона на осях x и x' (мы ввели две системы координат x, y, z и x', y', z' для квантов колебания α и β , причем оси z и z' указывают направления падающего и рассеянного квантов соответственно) и M_y и $M_{y'}$ — соответствующие составляющие магнитного момента электрона¹⁾.

В вышецитированной работе показано, что в том случае, когда частота падающего кванта очень велика по сравнению с частотами перехода, т. е. $\omega_\alpha \gg |\omega_{ij}|$ и $\omega_\alpha \gg |\omega_{0j}|$, формула (2) для вероятности рассеяния принимает вид

$$P = \frac{dKdK'}{128\pi^5 h^2} n_\alpha(n_\beta + 1) \frac{\omega_\beta}{\omega_\alpha^3} \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha - \omega_{0i}) \left| (0|D_{x'}\dot{D}_x - \dot{D}_x D_{x'}|i) + (0|M_{y'}\dot{M}_y - \dot{M}_y M_{y'}|i) - i\omega_\alpha (0|M_{y'}M_y - M_y M_{y'}|i) \right|^2. \quad (2)$$

Учет только первого члена этой формулы приводит, как известно, к формуле Томсона для эффективного сечения рассеяния. Остальные члены дают поправку к формуле Томсона, связанную с магнитным моментом электрона.

Нахождение явного вида этой поправки и выяснение характера магнитного рассеяния составляет предмет данной работы.

Принимая во внимание, что

$$M_x = -\frac{eh}{2mc} \sigma_x, \quad M_y = -\frac{eh}{2mc} \sigma_y, \quad M_z = -\frac{eh}{2mc} \sigma_z, \quad (3)$$

где $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ — матрицы Паули, будем иметь

¹⁾ h — постоянная Планка, деленная на 2π .

$$\dot{M}_x = -\frac{eh}{2mc} \dot{\sigma}_x = -\frac{eh}{2mc} [H, \sigma_x], \dots, \dot{M}_z = -\frac{eh}{2mc} [H, \sigma_z], \quad (4)$$

где H —оператор Гамильтона.

Поскольку мы рассматриваем рассеяние света на электроме свободного атома, мы можем принять, что гамильтониан не содержит σ -матриц, так как в первом приближении теории возмущения в правых частях последних уравнений можно пренебречь магнитной напряженностью падающей волны. Поэтому, $\dot{M}_x = \dot{M}_y = \dot{M}_z = 0$.

В результате формула (2) принимает вид

$$P = \frac{dKdK'}{128\pi^5 h^2} n\alpha(n_\beta + 1) \frac{\omega_\beta}{\omega\alpha^3} \delta(\omega_\beta - \omega\alpha - \omega_{0i}) |(\langle 0 | D_x \dot{D}_x - \dot{D}_x D_x | i \rangle - i\omega\alpha \langle 0 | M_y' M_y - M_y M_y' | i \rangle)^2. \quad (5)$$

Выразив D_x через составляющие на оси x , z , y и воспользовавшись известными соотношениями коммутативности между координатами и составляющими импульса, будем иметь

$$\langle 0 | D_x \dot{D}_x - \dot{D}_x D_x | i \rangle = \frac{e^2}{m} \langle 0 | xp_x - p_x x | i \rangle \cos(\alpha x') = -\frac{e^2 h}{mi} \cos(\alpha x') \delta_{0i}. \quad (6)$$

Учитывая формулу (3) и известные соотношения коммутативности матриц Паули, получим аналогично

$$\langle 0 | M_y' M_y - M_y M_y' | i \rangle = i \frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} [\langle 0 | \sigma_z | i \rangle \cos(\alpha y') - \langle 0 | \sigma_x | i \rangle \cos(\alpha y')]. \quad (7)$$

Для вычисления матричных элементов $\langle 0 | \sigma_x | i \rangle$ и $\langle 0 | \sigma_z | i \rangle$ воспользуемся известными выражениями для волновых функций Паули.

Легко показать, что при вычислении матричных элементов $\langle 0 | \sigma_x | i \rangle$ и $\langle 0 | \sigma_z | i \rangle$ мы можем не комбинировать волновые функции, относящиеся к различным типам решения при $j = l + \frac{1}{2}$ и $j = l - \frac{1}{2}$. В самом деле, мы видели, что в случае свободного атома $\dot{M}_x = \dot{M}_y = \dot{M}_z = 0$. С другой стороны, мы имеем

$$\langle 0 | \dot{M}_x | i \rangle = i\omega_{0i} \langle 0 | M_x | i \rangle. \quad (8)$$

Так как правило отбора для собственного магнитного момента требует, чтобы $\Delta l = 0$, то при комбинировании решений типа $j = l + \frac{1}{2}$ и $j = l - \frac{1}{2}$ мы будем иметь $\Delta j = \pm 1$. Но в таком случае $\omega_{0i} \neq 0$, так как энергия электро-

на зависит не от l , а от j . Поэтому, ввиду $M_x = 0$, при переходах типа $\Delta j = \pm 1$, $(0|M_x|i) = 0$.

Как легко видеть из выражений матричных элементов $(0|\sigma_x|i)$ и $(0|\sigma_y|i)$, вероятность рассеяния будет отлична от нуля лишь при переходах типа $n' = n$, $l' = l$ и $m' = m$ или $m' = m \pm 1$, где n , l , m и n' , l' , m' — квантовые числа электрона в начальном и конечном состояниях. Таким образом, рассеяние в рассматриваемом приближении является когерентным в отношении квантовых чисел n и j . Отсюда следует, что частота перехода $\omega_0 = 0$.

Рассматривая отмеченные переходы и используя формулы (6) и (7), для вероятности рассеяния получаем, производя суммирование по m' и усреднение по m и j ,

$$P = \frac{dKdK'}{428\pi^5 h^2} n_\alpha (n_\beta + 1) \frac{\omega_\beta}{\omega_\alpha^2} \delta(\omega_\beta - \omega_\alpha) \{ K \cos^2(x'x') + M \cos^2(xy') + N \cos^2(\gamma y') \}, \quad (9)$$

где $K = \left(\frac{e^2 h}{m} \right)^2$

$$M = \frac{1}{2} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2 \left[\frac{1}{2l+2} \sum_{-(l+1)}^{+l} \frac{(2m+1)^2}{(2l+1)^2} + \frac{1}{2l} \sum_{-l}^{l-1} \frac{(2m+1)^2}{(2l+1)^2} \right],$$

$$N = \frac{1}{2} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2 \left[\frac{1}{2l+2} \sum_{-(l+1)}^{+l} \frac{(l-m)(l+m+2)}{(2l+1)^2} \right. \quad (10)$$

$$+ \frac{1}{2l+2} \sum_{-(l+1)}^{+l} \frac{(l+m+1)(l-m+1)}{(2l+1)^2} + \frac{1}{2l} \sum_{-l}^{l-1} \frac{(l+m+1)(l-m-1)}{(2l+1)^2}$$

$$\left. + \frac{1}{2l} \sum_{-l}^{l-1} \frac{(l+m)(l-m)}{(2l+1)^2} \right],$$

В результате суммирования по m имеем

$$M = \frac{3}{8} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2, \quad N = \frac{1}{3} \left(\frac{e^2 h^2}{2m^2 c^2} \omega_\alpha \right)^2. \quad (11)$$

Положим в формуле (9) $n_\beta = 0$. Это соответствует тому, что мы не учитываем индуцированного рассеяния, вызываемого наличием в пространстве квантов колебания β . Если, далее, умножить выражение (9) на $\hbar \omega_\beta$ и проинтегрировать по всем частотам ω_β , то получим рассеянную в секунду энергию излучения с данной поляризацией x' и внутри телесного угла $d\Omega'$. Используя свойство δ -функции и принимая во внимание, что

$$dK' = \frac{\omega_\beta^2}{c^3} d\omega_\beta d\Omega',$$

в результате интегрирования с учетом формулы (11), получаем

$$P = \frac{\hbar \omega \alpha d K n \alpha}{128 \pi^5 \hbar^2 c^3} \left(\frac{e^2 \hbar}{m} \right)^2 \left\{ \cos^2(x x') + \frac{1}{8} \gamma^2 \left[\frac{3}{4} \cos^2(x y') + \frac{2}{3} \cos^2(\zeta y') \right] \right\} d\Omega', \quad (12)$$

где $\gamma = \frac{\hbar \omega \alpha}{m c^2}$.

Известно, что

$$n \alpha d K = \frac{8 \pi^3}{\hbar \omega \alpha c} I \alpha, \quad (13)$$

где $I \alpha$ — интенсивность падающего света. Учитывая формулу (13) и деля выражение (12) на интенсивность падающего света $I \alpha$, получим дифференциальный поперечник рассеяния. А именно

$$d\sigma = \frac{1}{16 \pi^2} \left(\frac{e^2}{m c^2} \right)^2 \left\{ \cos^2(x x') + \frac{1}{8} \gamma^2 \left[\frac{3}{4} \cos^2(x y') + \frac{2}{3} \cos^2(\zeta y') \right] \right\} d\Omega'$$

или, переходя к системе *cgs* (для этого нужно произвести замену $e \rightarrow 2\sqrt{\pi} e$),

$$d\sigma = \left(\frac{e^2}{m c^2} \right)^2 \left\{ \cos^2(x x') + \frac{1}{8} \gamma^2 \left[\frac{3}{4} \cos^2(x y') + \frac{2}{3} \cos^2(\zeta y') \right] \right\} d\Omega'. \quad (14)$$

Определим $\cos(x x')$, $\cos(x y')$ и $\cos(\zeta y')$. Для этого проведем систему координат XYZ , причем ось Z направим по оси ζ , указывающей направление падающего кванта, а ось X возьмем в плоскости, определяемой направлением падающего кванта и направлением, в котором наблюдается рассеянный квант, образующим с осью Z угол ϑ . Ясно, что при этом ось Y будет лежать в плоскости, перпендикулярной к направлению рассеянного кванта. Обозначим через φ угол, образуемый направлением поляризации падающего кванта и осью X , а через α — угол, образуемый направлением поляризации рассеянного кванта и осью Y . Легко видеть, что тогда

$$\begin{aligned} \cos(x x') &= -\cos \alpha \cos \vartheta \cos \varphi + \sin \varphi \sin \alpha, \\ \cos(x y') &= \sin \varphi \sin \alpha, \\ \cos(\zeta y') &= \cos \alpha \sin \vartheta. \end{aligned}$$

Возведя в квадрат и суммируя по обеим поляризациям рассеянного кванта, для дифференциального поперечника находим

$$d\sigma = \left(\frac{e^2}{m c^2} \right)^2 \left\{ \sin^2 \varphi + \cos^2 \vartheta \cos^2 \varphi + \frac{1}{8} \gamma^2 \left(\frac{3}{4} \sin^2 \varphi + \frac{2}{3} \sin^2 \vartheta \right) \right\} d\Omega'. \quad (15)$$

Предполагая, что падающий квант неполяризован и учитывая, в связи с этим, что среднее значение $\overline{\sin^2 \varphi} = \overline{\cos^2 \varphi} = \frac{1}{2}$, получим

$$d\sigma = \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left\{ \frac{1 + \cos^2 \vartheta}{2} + \frac{1}{8} \gamma^2 \left(\frac{3}{8} + \frac{2}{3} \sin^2 \vartheta \right) \right\} d\Omega'. \quad (16)$$

Первый член этой формулы представляет дифференциальный поперечник томсоновского рассеяния. Второй член, а именно

$$d\sigma_m = \frac{1}{8} \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \gamma^2 \left(\frac{3}{8} + \frac{2}{3} \sin^2 \vartheta \right) d\Omega', \quad (17)$$

дает поправку, связанную с магнитным моментом электрона. Мы видим, что максимальная интенсивность рассеянного излучения должна наблюдаться в направлении, перпендикулярном направлению падающего кванта $\left(\vartheta = \frac{\pi}{2} \right)$,

в отличие от томсоновского рассеяния, где максимальная интенсивность имеется при $\vartheta = 0$ и $\vartheta = \pi$. Чтобы получить полный поперечник рассеяния, подставим в формулу (16) $d\Omega' = \sin \vartheta d\vartheta d\Phi$ и проинтегрируем по всем ϑ и Φ . В результате интегрирования получим

$$\sigma = \frac{8}{3} \vartheta \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 + \frac{59}{144} \pi \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left(\frac{h\omega}{mc^2} \right)^2 \quad (18)$$

Таким образом, полный поперечник чисто магнитного рассеяния равен

$$\sigma_m = \frac{59}{144} \pi \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2 \left(\frac{h\omega}{mc^2} \right)^2. \quad (19)$$

Характерна зависимость поперечника магнитного рассеяния от частоты падающего кванта ($\omega_x = \omega$). Мы видим, кроме того, что поправка, связанная с магнитным моментом, очень мала в сравнении с поперечником томсоновского рассеяния, так как в нерелятивистском приближении $h\omega \ll mc^2$.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт физики и геофизики

Тбилиси

სიტირებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Мамасახлисов. К теории рассеяния света. Сообщ. Акад. Наук Груз. ССР, т. II, № 1-2, стр. 59, 1941.

ა. ნოდია

ზოგიერთი შინიშვნა ღაშქესანის საბადოზე სხვადასხვა ავტორის მიერ წარმოებულ მაგნიტურ აბეგვანთა შესახებ

რკინისა და კობალტის დაშქესანის საბადო აზერბაიჯანის სს რესპუბლიკაშია, კიროვადიდან (ყოფ. ვანჯა, ყოფ. ელისავეტპოლი) სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, 34—42 კმ დაშორებით. ამ საბადოს ტერიტორია წარმოადგენს მაღალმთიან ადგილს ძლიერ დასერილი ზედაპირით; სიმაღლე მერყეობს 1000—2000 მ ფარგლებში [1].

დაშქესანის საბადოს სხვადასხვა უბანზე მაგნიტური სამუშაოები მთელი რიგი წლების განმავლობაში სხვადასხვა ავტორს უწარმოებია. ეს სამუშაოები იწვევს ზოგიერთ შენიშვნას.

დაშქესანის საბადოს რაიონში მაგნიტომეტრია, როგორც ჩანს, პირველად გამოყენებულ იქნა 1923 და 1924 წლებში სსრკ გეოლოგიური კომიტეტის სამთო-საძიებო პარტიის მიერ, რომელიც მუშაობდა ინჟ. დ. ორტენბერგის ხელმძღვანელობით [2]. მასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მაგნიტური დაკვირვებანი ჩატარებულ იქნა ტიბერგ-ტალენის შვედური ხელსაწყოებით და მაგნიტომეტრიულად აგეგმილ იქნა ფართობი 6,5 კვ. კმ. ეს ფართობი სამუშაოთა ხელმძღვანელის მიერ თითქმის მთლიანად შერჩეულ იქნა ისე, რომ იგი ხვდებოდა წინასწარ ცნობილ რკინის საბადოებს, სადაც, როგორც მოსალოდნელიც იყო, მაგნიტური ველი აღმოჩნდა მეტად ანომალური, და ამან უზრუნველყო შემოხსენებულ ავტორთა მცირე გრძობიერების მქონე მაგნიტომეტრის გამოყენება. სამწუხაროდ, დ. ორტენბერგი არ ცდილა გასულიყო მაშინ კარგად ცნობილ ოთხ ძირითად უბანზე (ორი ჩრდილო და ორი სამხრეთი უბანი) არსებული რკინის მადნის მძლავრი ველების ფარგლებს იქით. ამ გარემოებაზე ავტორს საშუალება წაართვა არამც თუ იმისა, რომ მაგნიტომეტრიულ თვალსაზრისით გაეშუქებია საბადოს რაიონის მეტად საინტერესო დანარჩენი ნაწილიც, არამედ იმისაც, რომ უფრო საიმედოდ შემოეკონტურებია მადნიანი ფართობი შემოხსენებული უბნებისა და ამით ცოტად თუ ბევრად სრულფასიანად გადაეწყვიტა ის ამოცანა, რომელიც ავტორს ჰქონდა დასახული.

თავის დროზე დ. ორტენბერგის მუშაობის ამ ხარვეზზე, სავსებით ხამართლიანად, მიუთითა კ. პაფენჰოლცმა ([8] გვ. 39), რომლის წინადადებათაც გეოლოგიური კომიტეტის მიერ 1926 წლის ზაფხულში დაყენებულ იქნა ახალი მაგნიტომეტრიული აგეგმვა. ამჯერად აგეგმვა ტარდებოდა ცალკეულ სვლებით აბსოლუტური ხელსაწყოების შემწეობით (პროფ. ნ. ბულგაკოვი, რომელიც კარგად ცნობილია თავისი გამოკვლევით დედაიწის მაგნიტიზმის თეორიის დარგში), დეტალური აგეგმვა კი წარმოებდა მხოლოდდამხოლოდ

„საზღვაო ქვაბებით“ (ინჟ. ნ. სოფრონოვი და ი. ხმელესკი), აგეგმვით გაშუქებულ იქნა ფართობი 70 კვ. კმ ([3] გვ. 40 და 41).

თუმცა ციტირებული შრომის ავტორი კ. პაფენჰოლცი, სამწუხაროდ, ტექსტში არ გვაძლევს არავითარ მონაცემებს ხელსაწყობა დახასიათებისათვის, და ამავე დროს მას არ მოყავს გაზომილ მაგნიტურ სიდიდეთა მნიშვნელობანი არც აბსოლუტური და არც შეფარდებითი¹, მაგრამ მაინც უნდა ითქვას, რომ ამ აგეგმვის შედეგები, მიუხედავად „საზღვაო ქვაბების“, აგეგმვის ამ ძირითადი ხელსაწყობის, მცირე გრძნობიერებისა, უდავოდ მნიშვნელოვანია.

არსებითად იგივე შეიძლება იყოს გვეთქვა იმ შემოხსენებულ სამუშაოთა შესახებაც, რომლებიც ჩატარებულ იყო დ. ორტენბერგის მიერ.

ამასთან მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ იმ ხელსაწყობა ძლიერ მცირე გრძნობიერება (გარდა აბსოლუტურ ხელსაწყობა, რომლებსაც მათი დაბალი ნაყოფიერების გამო მიკროაგეგმვის დროს შეეძლოთ მხოლოდ ეთამაშათ საკონტროლო ხელსაწყობა როლი „ქვაბების“ მიმართ, რაც, ცხადია, ამ უკანასკნელთა გრძნობიერებაზე ვერ მოახდენდა გავლენას), რომელთა შემწეობითაც წარმოებდა ხსენებული აგეგმვები, ერთგვარად ზღუდავს მიღებული შედეგების გამოყენების შესაძლებლობას.

პროფ. ბ. იანოვსკის მიხედვით [4], ტიბერგ-ტალენის ხელსაწყოს შემწეობით ვერტიკალური შემადგენლის გაზომვის ცდომილების აბსოლუტური სიდიდე 500'—1000' რიგისაა (γ— გამა = 0,00001 ერსტედტს), ხოლო ეს ცდომილება ჰორიზონტალურ შემადგენლისათვის დაახლოებით ორჯერ ნაკლებია; ყოველ შემთხვევაში ამ მხრივ მდგომარეობა არ უნდა ყოფილიყო უკეთესი დეკოლონგის დეფლექტორულ მაგნიტომეტრის (საზღვაო ქვაბი) მიმართ, მისთვის ხელსაყრელ პირობებშიც (რომლებიც შექმნილი იყო აბსოლუტურ გაზომვათა მონაცემების გამოყენების შესაძლებლობით). ამის გამო ორივე ეს ხელსაწყო შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მძლავრი ანომალიების გამოკვლევისას და ისიც იმ შემთხვევაში, თუ არ არსებობს შესაძლებლობა მათი შენაცვლებისა თანამედროვე სავსე ხელსაწყობით—შმიდტის სასწორებით. უნდა ვიფიქროთ, რომ დაშქესანის საბადოს შემოხსენებულ აგეგმვათა ავტორებიც მოკლებული იყვნენ ამ შესაძლებლობას. ამრიგად, ამ ავტორებს მათი ნაკლებად გრძნობიერი ხელსაწყობით შეეძლოთ გამოეყვინათ და გამოეკვლიათ მხოლოდ ცალკეული უბნები მძლავრი ანომალიებისა—ათასეული გამების რიგისა, და ეს კი მათ გააკეთეს საკმაოდ კეთილსინდისიერად. სათანადო გეოლოგიური მონაცემების გათვალისწინებით ეს ანომალიები კ. პაფენჰოლცმა დაუკავშირა რკინის მადნის საბადოების არსებობას, რითაც საგრძნობლად გაადიდა დ. ორტენბერგის მიერ შემოკონტურებული დაშქესანის საბადოს მადნიანი ფართობი [3].

შეუძლებელი არაა ინტერპრეტაცია ვაუკეთდეს რაგინდარა მოცულობისა და სიზუსტის მქონე მაგნიტურ მონაცემებს, მაგრამ ჩვენ ვფიქრობთ, რომ

¹ შესაძლებელია, რომ ავტორებმა (პროფ. ა. ბულგაკოვმა და სხ.) შემდეგში კიდევ გამოაქვეყნეს სადმე ამ აგეგმვის ყველა საჭირო მონაცემი, მაგრამ ჩვენს განკარგულებაში არსებულ ლიტერატურაში ამის შესახებ ვერავითარ კვალს ვერ მივაგენით.



სრულფასიანი ინტერპრეტაციისათვის, როგორც წესი, საჭიროა ასეთივე სრულფასიანი მონაცემები, სათანადოდ ზუსტი და სრული საჭირო სიდიდის ფართის აგეგმვის მხრივ. ასეთ რამეს დაშქესანის საბადოს მიმართ ჩვენ ჯერ საკმაოდ დაშორებული ვართ. გარდა ამისა, თუ მივიღებთ მხედველობაში, ჯერ ერთი რომ რკინის მადნის საბადოები, მადნის ნაირსახეობის მიხედვით, იწვევენ სულ სხვადასხვა რიგის ანომალიას — სუსტს, ზომიერს (როგორც, მაგ., ბოლნისის რკინის საბადო [5]), გაზრდილს და ძლიერს, შემდეგ რომ სავსებით ასეთივე ანომალიების გამოწვევა შეუძლია იმ მრავალ სხვადასხვა ქანს, რომლებიც ამიერ-კავკასიაში გვხვდება ზოგჯერ საკმაოდ დიდ ფართობზე [6, 7], მაშინ სრულიად ნათელი ხდება დაშქესანის ტერიტორიისა და მის მიმდებარე ვრცელი რაიონების დეტალური მაგნიტური მიკროაგეგმვის აუცილებლობა თანამედროვე ზუსტი მაგნიტომეტრიის საფუძველზე.

ასეთი მიკროაგეგმვის, და საზოგადოდ ყოველგვარი მაგნიტური აგეგმვის, დაქშესანის საბადოზე ჩატარებას ზემოხსენებული შრომების შედეგები უდავოდ მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევდა, მაგრამ მხოლოდ მძლავრ ანომალიათა უბნების მემთხვევაში, რამდენადაც, როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, უფრო სუსტმა ანომალიებმა ამ შრომებში ვერ ჰპოვეს თავიანთი გამოვლინებანი. ამიტომ, იმისათვის რომ ნათელი წარმოდგენა გვქონდეს დაშქესანის საბადოს სხვა უბნებშიც არსებული მაგნიტური ველის ხასიათის შესახებ და ამავე დროს რათა დადგენილ იქნეს ამ საბადოს ნორმალური ველის აბსოლუტური სიდიდენი, — რაც ერთდროულად გამოადგებოდა საფუძვლად უცნობი ნორმალური ველის იმ შემადგენელთა გამოსარკვევად, რომელთა წილადებშიც გამოსახულია, ან რომელთა მიმართ დაყვანილია დ. ორტენბერგისა და სხვების დაკვირვებათა შედეგები — საჭიროა ამ საბადოზე წინასწარ ჩატარდეს სარეკოგნოსციურებო სამუშაოები ზუსტი სავსე მაგნიტური ხელსაწყოების შემწეობით და თანამედროვე ზუსტი მაგნიტომეტრიის ყველა მოთხოვნილებათა დაცვით. ამის მიღწევა კი სრულიად წარმოუდგენელია უახლოესი მაგნიტური ობსერვატორიისა¹ და მისი მრავალწლიანი მონაცემებიდან მოწყვეტის პირობებში, რასაც, სამწუხაროდ, უნდა ითქვას, ადგილი ჰქონდა დაშქესანში ჩატარებულ იმ მაგნიტურ სამუშაოთა მემთხვევაში, რომელთა შესახებაც ზემოთ გვქონდა ლაპარაკი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 19.6.1943)

¹ მხ დევილობაში გვაქვს თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის შემადგენლობაში შემავალი პირ. ევლხარისხოვანი მაგნიტური ობსერვატორია ქალ. დუშეთში, სადაც ის არსებობს 1935 წლიდან (უფრო ადრე, 1904 წლამდე ის იყო ქალ. თბილისში, ხოლო შემდეგ, 1935 წლამდე — კარსანში, მცხეთის მახლობლად). უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მაგნიტური ობსერვატორია მომსახურებას უწევს მთელი კავკასიისა და მისი გარშემომდინარე ზღვების ტერიტორიას და ცოტად თუ ბევრად ჩვენი კავშირის იმ ნაწილებსაც, რომლებიც ხსენებულ ტერიტორიებს ესაზღვრებიან (იხ. თბილ. გეოფიზ. (ყოფ. ფიზ.) ობსერვატორიის გამოცემები).

М. З. НОДИА

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ МАГНИТНЫХ СЪЕМОК,
ПРОИЗВОДИВШИХСЯ РАЗЛИЧНЫМИ АВТОРАМИ НА
ДАШКЕСАНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Дашкесанское месторождение железных и кобальтовых руд находится в Азербайджанской ССР на расстоянии около 34—42 км к юго-западу от гор. Кировабада (б. Гянджа, б. Елисаветполь). Территория этого месторождения представляет собой высокогорную, сильно пересеченную местность с высотой, колеблющейся, примерно, в пределах от 1000 до 2000 м [1].

На Дашкесанском месторождении магнитные работы производились различными авторами в течение ряда лет. Относительно этих работ необходимо сделать некоторые замечания.

Магнитометрия впервые в районе Дашкесанского месторождения была применена в 1923 и 1924 годах горно-разведочной партией Геологического Комитета ССР, работавшей под руководством инж. Д. Л. Ортенберга [2], причем следует отметить, что магнитные наблюдения были произведены шведскими приборами Тибберг—Талена; магнитометрической съемкой была покрыта площадь в 6,5 кв. км, которая руководителем работ почти исключительно была приурочена к заведомо известным тогда железорудным месторождениям, где, как и следовало ожидать, магнитное поле оказалось сильно аномальным и тем самым обеспечившим возможность использования мало чувствительного магнитометра вышеупомянутых авторов. К сожалению, Д. Л. Ортенберг, как ни странно, не попытался выйти за пределы сильных полей залежи железной руды в хорошо известных тогда четырех основных участках (два северных и два южных), что, несомненно, лишило его возможности не только осветить в магнитном отношении оставшуюся весьма интересную часть района месторождения, но даже более надежно ооконтурить рудоносную площадь на этих участках и тем самым более или менее полноценно разрешить ту задачу, которую автор поставил себе [2].

На этот пробел в работе Д. Л. Ортенберга, совершенно справедливо, в свое время указал К. Н. Паффенгольд ([3], стр. 39), по предложению которого Геологическим Комитетом летом 1926 г. была поставлена новая магнитометрическая съемка. На этот раз съемка отдельными ходами производилась абсолютными приборами (проф. Н. А. Булгаков, хорошо известный своими исследованиями в области теории земного магнетизма), а детальная съемка—только лишь «морскими котелками» (инж. Н. И. Софронов и И. В. Хмелевский), причем съемкой в общей сложности была освещена площадь порядка 70 кв. км ([3] стр. 40 и и 41). Хотя автор цитируемой работы—К. Н. Паффенгольд, к сожалению, в тексте не дает никаких ука-



заний в отношении характеристики приборов и не приводит значений измеренных магнитных величин, ни абсолютных, ни относительных¹⁾, тем не менее результаты этой съемки, невзирая даже на малую чувствительность морских котелков, служивших основными приборами при съемке, следует признать несомненно ценными, что с не меньшим основанием можно высказать и в отношении вышеуказанных работ, проведенных под руководством Д. Л. Ортенберга.

Однако, при этом следует иметь в виду, что чрезвычайно малая чувствительность приборов (кроме абсолютных, которые вследствие своей низкой производительности при микросъемке, главным образом, могли играть роль контрольных в отношении «котелков», что отнюдь не могло повлиять на чувствительность последних), которыми производились работы по указанным съемкам, налагает некоторые ограничения на возможность использования полученных результатов.

Согласно проф. Б. М. Яновскому [4], абсолютная величина погрешности измерения вертикальной составляющей прибором Гибберг—Талена имеет порядок 500^г—1000^г (γ —гамма=0,00001 эрстеда), а горизонтальной составляющей, примерно, в два раза меньше; в отношении дефлекторного магнитометра Де-Колонга (морской котелок), даже при благоприятном условии (которое было создано возможностью пользоваться данными абсолютных измерений), дело, во всяком случае, не могло обстоять лучше. Вследствие этого оба эти прибора могут быть использованы лишь при исследовании сильных аномалий, и то лишь в случае, если нет возможности заменить их современными полевыми приборами—весами Шмидта. Надо полагать, что авторы вышеуказанных съемок Дашкесанского месторождения лишены были также этой возможности. Таким образом, эти авторы своими малочувствительными приборами могли выявить и исследовать лишь отдельные участки сильных аномалий—порядка тысяч гамм, что ими и было сделано, судя по всему, довольно добросовестно. Эти аномалии К. Н. Паффенгольц, с учетом соответствующих данных геологического порядка, приурочил к железорудным месторождениям, чем значительно расширил оконтуренную Д. Л. Ортенбергом рудоносную площадь Дашкесанского месторождения [3].

Не отрицая возможности интерпретировать магнитные данные любых объемов и точностей, в то же время мы полагаем, что для полноценных интерпретаций, как правило, необходимы столь же полноценные данные, обладающие соответствующей точностью и полнотой в смысле охвата съемкой необходимой площади, чего в отношении Дашкесанского месторожде-

¹⁾ Возможно, что авторы (проф. Н. А. Булгаков и др.) впоследствии где-либо и опубликовали все необходимые данные результатов этой съемки, но из находящейся в нашем распоряжении литературы мы не смогли извлечь каких-либо указаний на это.

ния мы далеко еще не имеем. Кроме этого, если иметь в виду, что, во-первых, железорудные месторождения, в зависимости от разновидности руд, могут обусловить аномалии самого различного порядка—слабые, умеренные (как, например, Болнисское железорудное месторождение [5]), повышенные и сильные, во-вторых, что совершенно такие же аномалии могут обусловить и многие из горных пород, встречающихся в Закавказье на значительных протяжениях [6, 7], то станет совершенно очевидной необходимость в детальной магнитной микросъемке обширнейшей территории всего Дашкесанского месторождения и примыкающих к нему районов на основе современной точной магнитометрии.

При проведении подобной микросъемки или какой бы то ни было магнитной съемки на Дашкесанском месторождении результаты вышеупомянутых работ, несомненно, оказали бы значительную помощь, но лишь в отношении участков сильных аномалий, поскольку, как выше было сказано, более слабые аномалии в этих работах не нашли своего отражения. Поэтому для того, чтобы иметь ясное представление о характере магнитного поля и в остальных участках Дашкесанского месторождения и в то же время установить абсолютные величины нормального поля этого месторождения, что одновременно могло бы послужить основой для установления тех составляющих неизвестного «нормального поля», в долях которых выражены или к которым отнесены результаты наблюдений Д. Л. Ортенберга и других, необходимо на этом месторождении предварительно провести рекогносцировочные работы точными полевыми магнитными приборами с соблюдением всех требований современной точной магнитометрии, совершенно немыслимой в условиях оторванности от ближайшей магнитной обсерватории¹ и ее многолетних данных; следует отметить, к сожалению, такая оторванность имела место² во всех предыдущих магнитных работах на Дашкесанском месторождении.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физики и геофизики
Тбилиси

¹ Имеется в виду входящая в состав Тбилисской геофизической обсерватории первоклассная магнитная обсерватория в гор. Душети, где она находится с 1935 года (раньше, до 1904 г. она находилась в гор. Тбилиси, а затем, до 1935 г.—в Карсани, близ Михета). Следует отметить, что эта магнитная обсерватория обслуживает территорию всего Кавказа и омывающих его морей, а также в той или другой степени и другие части нашего Союза, примыкающие к указанным территориям (см. издания Тбил. геофиз. (б. физич.) обсерватории).

SOME REMARKS IN CONNECTION WITH THE MAGNETICAL SURVEYS CONDUCTED BY VARIOUS AUTHORS ON THE DASHKESAN LAYER (AZERBAIJAN SSR)

By M. Z. NODIA

Summary

The magnetical micro-survey of the separate districts of the Dashkesan layer that was conducted in 1923—1924 under the guidance of eng. D. L. Ortenberg and in 1926 by Prof. N. A. Bulgakov, eng. Sofronov and I. V. Khmelevsky, exposed and elucidated a line of strong magnetical anomalies.

But the slight sensibility of the apparatus used—magnitometers Tiberg-Talen and de-Kolong—did not enable the authors to elucidate those districts of the layer⁽¹⁾, where the magnetical anomaly proved to be not strong enough.

Proceeding from this and judging that for full value interpretations of the magnetical data, full value data ought to be available which are precise and complete for the full the extent of the whole surface, the author comes to the conclusion that a detailed magnetical survey is necessary not only for the Dashkesan layer itself, but also for the adjacent districts, on the base of the precise magnetometry.

For a regular organization and performance of such a detailed micro-survey the author considers it necessary, as a preliminary, to conduct on this layer some reconnoitering work with² precise field instruments, observing all the requirements of the precise magnetometry, because this would make it possible to get necessary data for the teebly anomalous surfaces not elucidated by the preceding surveys and to establish, even if approximately, the values of those components of the unknown «normal field», in which the results of the observations by D. L. Ortenberg and others are expressed or to which they are referred.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Institute of Physics and Geophysics
Tbilissi

⁽¹⁾ This remark does not concern the absolute apparatus of Prof. N. A. Bulgakov, but these, essentially, in virtue of their low productivity at the micro-survey, could only serve as control apparatus for the magnetometers de-Kolong which could by no means influence the sensibility of these.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Г. А. Кремчуков. Очерк геологического строения Дашкесанского месторождения кобальтово-мышьяковых руд (рукопись).
2. Д. Л. Ортенберг. Очерк Дашкесанского месторождения железных руд по данным магнитометрической съемки 1923 и 1924 г.г. Тр. Гл. Геол.-разв. Упр. В. С. Н. Х. СССР, вып. 11, Москва—1930—Ленинград.
3. К. Н. Паффенгольц. Дашкесан и Заглик. Тр. Геол. Комит., Изд. Геол. Комит., Ленинград, 1928.
4. Проф. Б. М. Яновский. Земной магнетизм. Гидрогр. Инст. Главсевморпути, Ленинград, 1941, Москва.
5. М. З. Нодиа. К вопросу о возможности использования магнитометрии при изучении Чатакского (Болнисского) железорудного месторождения (Грузинская ССР). Сообщ. Ак. Наук Груз. ССР, т. II, № 4, 1941.
6. М. З. Нодиа. Магнитная микросъемка в Ланчхутском и Озургетском районах. Тр. Тб. Геофиз. Инст., т. I, 1936.
7. М. З. Нодиа. Магнитная микросъемка в районах Степанаван, Ахтала и Санлари. Тр. Тб. Геофиз. Инст., т. III, 1938.



ბ. გობგორიშვილი, ნ. წამბათაძე

ნორიოს ნავთობის საბადოს ჰაბზურლილის წყლების
ქიმიური შემადგენლობა

ნორიოს ჰაბზურლილის წყლების შესწავლა მიზნად ისახავდა მათი ქიმიური შემადგენლობის გამოკვლევას და განსაკუთრებით კი მათში იოდისა და ბრომის არსებობის დადგენას. ნავთობის საბადოებს საერთოდ ნავთობისა და წყლის შრეების ხშირი მორიგეობა ახასიათებს და ამ პირობებში წყლის რეჟიმის შესწავლას მნიშვნელოვანი როლი უნდა მიეკუთვნოს, ვინაიდან საბადოს სწორად დამუშავებას ეს დიდ დახმარებას უწევს.

ზემოთ აღნიშნულის გამო ჩვენ დავიწყეთ ნორიოს ბურლილის წყლების სრული ანალიზების ჩატარება⁽¹⁾.

ამავე დროს ჩვენ ვისარგებლეთ ნორიოს ქიმიკატორიაში ჩატარებული ბურლილის წყლების ანალიზებით, რომლებიც სათანადო გადამუშავების შემდეგ მოგვყავს ქვემოთ⁽²⁾.

ნორიოს ლაბორატორიაში ჩატარებული ანალიზებიდან ჩვენ ავიღეთ თითოეული ჰაბზურლილიდან უფრო დამახასიათებელი 2—5 ანალიზი. ფენებში, წყლების ნავთობთან შეხებისას მომხდარი ცვლილებების მეტი თვალსაჩინოებისათვის, შევარჩიეთ სხვადასხვა დროს აღებული წყლები.

საძიებო ბურლილები ნორიოში ჩატარებულია უმთავრესად ჩოკრაქის და ნაწილობრივ ქვედა სარმატის ჰორიზონტებზე, ოლიგოცენის მესამე სვიტის ჰორიზონტზე დგას მხოლოდ ჰა № 1.

ნორიოს ნავთობის ჰაბზურლილის წყლების გამოკვლევის სრული სურათის მისაღებად მოვახდინეთ მათი ფიზიკო-ქიმიური თვისებების გამოკვლევა. მონაცემები იხ. 1-ლ ცხრილში.

როგორც 1-ლი ცხრილიდან ჩანს, მყარი ნაშთის რაოდენობა სხვადასხვა ჰაბზურლილის წყლებში საკმაოდ ცვალებადობს. მყარი ნაშთის რაოდენობის ცვლილებასთან დაკავშირებით ელგამტარობაც იცვლება [1].

უკანასკნელ დროს საერთოდ მიღებულია ბუნებრივი წყლების შემადგენლობა გამოვსახოთ იონების სახით (მილიგრამ იონი—ერთ ლიტრ წყალში).

(1) ამ შრომის შესრულებაში მონაწილეობას ლეხულობდნენ აგრეთვე ლაბორატორიის თანამშრომლები მ. ყარყარაშვილი და თ. ჯავახიშვილი.

(2) ნორიოს ქიმიურ ლაბორატორიაში ანალიზები ჩატარეს ა. პაპოვამ და ბ. ბარანოვამ.

ცხრილი 1

№№ რიგზე	ქის №	PH	კუთრი წონა	ფარდობითი სიბლანტე გამონდილ წყალთან $t_{\text{ც}}=20$	კუთრი ელ- გამტარობა 20° შებრუნებულ ომებში	მყარი ნაშთი გრამებში ერთ ლიტრ წყალში
1	7	7,40	1,03	1,08	6,50.10 ²	48,67
2	17	8,38	1,02	1,04	4,94.10 ²	34,33
3	13	8,29	1,02	1,04	4,12.10 ²	27,50
4	12	8,02	1,02	—	4,86.10 ²	33,20
5	19	7,07	1,03	1,04	6,48.10 ²	42,98
6	5	7,71	1,01	1,02	3,27.10 ²	21,19
7	17	7,37	1,02	—	5,04.10 ²	33,93

ასეთ მიდგომას საფუძვლად უდევს გახსნილი მარილების სრული ელექტროლი-ზური დისოციაცია, რადგან ბუნებრივი წყლების დიდი უმრავლესობა წარმოადგენენ განზაფებულ ხსნარებს [2].

ზემოთ აღნიშნული დისოცირებული იონები აპირობებენ წყლის, როგორც ხსნარის, თვისებებს და ამიტომ წყლების თვისებების შესწავლისას ამ იონების ფარდობებით ვისარგებლებთ [3, 4].

ნორიოს კაბურღილის წყლების შემადგენლობა მილიგრამებში (1
(ქების სიღრმე 166—641 მ) 12

ცხრილი 2

№№ რიგზე	ქის №	სინჯების აღების დრო	Na+K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
1	7	8/11—41 წ.	16273,54	453,6	651,4	26450,0	1,20	1950,0
2	17	5/ 4—42 წ.	13420,59	125,0	317,0	18480,0	2,10	2910,0
3	13	"	9685,85	174,5	229,5	14730,0	20,0	1760,0
4	12	"	11687,70	193,0	377,0	17670,0	35,0	2220,0
5	19	20/ 5—41 წ.	14540,00	369,0	531,0	23610,0	34,0	1150,0
6	5	27/ 5—41 წ.	7378,00	157,0	208,7	10930,0	44,0	1633,0
7	17	"	12768,00	229,0	272,0	18710,0	კვალი	2440,0

№№ რიგზე	ქის №	სინჯების აღების დრო	CO ₂	Br	J	Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	SiO ₂	ნაფტენის მჟავები	მინერალიზა- ცია
1	7	8/11—41 წ.	144,0	28,7	42,84	104,0	23,0	42,0	46164,28
2	17	5/ 4—42 წ.	95,0	175,8	54,00	37,5	44,0	1365,0	37025,99
3	13	"	19,0	221,0	50,70	10,0	34,0	942,0	27946,55
4	12	"	88,0	167,0	57,20	15,0	13,5	1182,0	33705,40
5	19	20/ 5—41 წ.	63,0	255,0	65,00	56,0	79,7	465,0	41217,70
6	5	27/ 5—41 წ.	63,0	191,8	40,50	11,0	56,0	760,5	21473,90
7	17	"	2920	246,0	28,00	21,0	20,0	1239,0	36265,00

(1 ცნობები ჰორიზონტების და სხვ. გეოლოგიური მაჩვენებლების შესახებ მივიღეთ ნორიოს ნავთობის საბადოების მთავარ გეოლოგ მ. ვანნაძისაგან.

(2 ადგილის უქონლობის გამო ცხრილები მილიგრამ-ექვივალენტების და მილიგრამ-ექვივალენტბროცენტებისა ვერ მოგვყავს.

№№ რიგზე	ქის №№	სინჯების აღების დრო	Na ⁺ +K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁼⁼	CO ₃ ⁼⁼	Ј	ნაჭრის მგრები	მინერალური ზატა
1	1	5/1—39	3376,90	69,20	54,10	4883,90	29,60	12,2	9,14	3516,9	12051,94
2	"	22/11—39	889,10	80,60	6,10	618,20	37,00	1317,6	—	481,7	3430,20
3	8	13/11—40	354,48	142,35	26,97	531,90	7,40	524,6	—	143,0	1730,70
4	"	21/12—40	322,90	142,35	29,18	425,52	12,33	628,3	—	143,0	1703,58
5	10	20/5—41	9605,90	134,30	232,20	14632,70	—	1805,6	43,18	200,2	26654,08
6	"	6/6—41	9589,20	182,50	263,80	14908,20	—	1934,8	48,26	100,1	26726,86
7	10	17/7—41	9861,80	152,30	235,90	15847,80	—	1555,5	48,26	71,5	27173,06
8	11	7/3—40	8327,90	37,40	130,80	11940,00	72,70	2129,8	18,54	228,8	22885,94
9	"	23/8—40	9458,10	46,10	135,80	13325,00	59,10	1762,9	22,86	343,0	25352,86
10	"	19/11—40	4634,71	56,14	72,96	6240,96	30,41	116,51	10,16	128,7	12339,13
11	"	15/1—41	6030,00	34,08	152,02	8687,70	133,16	2592,5	45,72	314,6	17996,78
12	13	20/11—40	13753,20	258,65	370,80	22268,80	128,20	463,6	43,18	57,2	37343,53
13	"	24/4—41	9967,50	162,40	203,07	15247,80	კვალი	1683,6	43,18	114,4	27421,95
14	"	19/5—41	8722,30	200,50	238,34	13496,50	—	1683,6	35,56	114,4	24490,20
15	"	26/7—41	9917,00	202,50	257,70	15389,60	კვალი	1738,5	43,18	128,7	27677,18
16	17	4/8—40	8568,50	90,20	180,40	12461,00	36,10	2360,7	15,20	171,6	23883,70
17	"	4/11—40	9953,56	190,47	266,00	14510,12	6,57	3330,6	53,34	57,2	28367,86
18	"	23/11—40	11558,73	192,48	267,52	17020,80	—	3294,0	45,72	57,2	32436,45

¹ ნორიოს ლაბორატორიაში ჩატარებული ანალიზების ცხრილები აღინიშნება სათანადო რიცხვთან ა-ს მიწერით.





ცნობილია, რომ ბუნებრივი წყლების კლასიფიკაციის დადგენა, მათში გახსნილი ნივთიერებების მიხედვით, საკმაოდ რთულ საკითხს წარმოადგენს. წყლების კლასიფიკაციის შესწავლისას პალმერმა პირველად შესძლო ბურლილის წყლების რთული შემადგენელი ნაწილების სრული ასახვა და მათ ნაირსახეობაში გარკვევა.

მესამე ცხრილში მოგვყავს პალმერის პირველადი S_1 და მეორადი S_2 მარილიანობის, პირველადი A_1 და მეორადი ტუტეიანობის A_2 დახასიათებები.

ნორიოს ბურლილის წყლების დამახასიათებლები

ცხრილი 3

№№ რიგზე	S_1	S_2	A_1	A_2	$\frac{rSO_4''}{rSO_4'' + rCl'}$	$\frac{rCO_3''}{rSO_4''}$	$\frac{rNa'}{rCl'}$	$\frac{S_1}{A_1}$	$\frac{rCl' - r(Na' + K')}{rMg''}$	ზინერალ. მილიგრ. მკვიდალენ-ტებში
1	90,278	49,94	0	4,728	0,0032	1430,80	0,9480	—	0,717	1565,790
2	89,720	0	4,760	5,520	0,0082	118,3	1,0581	19,00	—	1164,383
3	92,130	0	0,530	7,340	0,1003	70,70	1,0140	174,00	—	905,759
4	91,396	0	1,200	7,404	0,1460	54,02	1,0190	46,16	—	109,043
5	91,058	5,474	0	3,468	0,2962	29,59	0,9490	—	0,770	1385,063
6	90,186	0	2,584	7,230	0,2936	30,42	1,0210	35,00	—	687,901
7	90,154	0	4,108	5,738	—	—	1,0520	21,94	—	1174,557

ცხრილი 3-ა

№№ რიგზე	S_1	S_2	A_1	A_2	$\frac{rSO_4''}{rSO_4'' + rCl'}$	$\frac{rCO_3''}{rSO_4''}$	$\frac{rNa'}{rCl'}$	$\frac{S_1}{A_1}$	$\frac{rCl' - r(Na' + K')}{rMg''}$	ზინერალ. მილიგრ. მკვიდალენ-ტებში
1	82,92	0	11,96	8,12	0,4754	3,00	1,1500	6,933	—	309,48
2	42,14	0	47,40	10,46	4,2317	28,00	2,2120	0,888	—	86,36
3	61,18	0	1,14	37,68	0,9907	57,30	1,0280	53,666	—	49,48
4	52,04	0	7,62	40,34	2,1206	39,60	1,1708	6,829	—	47,12
5	93,00	0	1,18	5,82	—	—	1,0126	78,810	—	887,28
6	93,14	0,72	0	6,14	—	—	0,9923	—	0,1480	895,90
7	94,06	0,24	0	5,70	—	—	0,9979	—	0,0510	911,90
8	90,24	0	6,40	3,36	0,4464	23,13	1,0755	14,100	—	749,50
9	92,44	0	4,30	3,26	0,3189	23,70	1,0500	21,500	—	827,78
10	86,64	0	9,18	4,18	3,4666	3,00	1,1456	9,438	—	420,80
11	84,72	0	5,00	10,28	1,1170	15,30	1,0710	16,944	—	584,96
12	93,26	472	0	1,02	0,4218	2,90	0,9526	—	0,9950	128,28
13	93,82	0	0,76	5,42	—	—	1,0084	23,449	—	916,76
14	92,80	0,28	0	6,74	—	—	0,9969	—	0,0602	818,02
15	93,10	0,56	0	6,34	—	—	0,9940	—	0,1182	926,78
16	89,82	0	5,26	4,92	0,2122	51,61	1,0607	17,076	—	784,10
17	88,16	0	5,08	6,70	0,0342	390,00	1,050	17,354	—	928,68
18	89,82	0	4,26	5,92	—	—	1,040	21,084	—	1068,78

ამავე ცხრილში მოგვყავს აგრეთვე ოთხი დამახასიათებელი ფარდობა: პირველი ორი ფარდობა გამოანგარიშებულია როდენტისის მიხედვით:

$$\frac{rSO_4''}{rSO_4'' + rCl'} \cdot 100; \quad \frac{rCO_3''}{rSO_4''}; \quad \frac{rNa^+}{rCl'}; \quad \frac{rCl' - r(Na^+ - K^+)}{rMg^{2+}}$$

ოთხივე ფარდობაში როგორც მრიცხველი, ისე მნიშვნელი, გამოსახულია მილიგრამ-ეკვივალენტებში.

პირველი ფარდობა $\frac{rSO_4''}{rSO_4'' + rCl'}$ 100 არის მაჩვენებელი წყლის შედარებითი სულფატინობისა ძლიერ მუყავებთან შეფარდებით.

მეორე ფარდობა $\frac{rCO_3''}{rSO_4''}$ კი—წყლების კარბონატობის [2].

რაც შეეხება მესამე ფარდობას $\frac{rNa^+}{rCl'}$, ის მეტად მნიშვნელოვანია ბურღილის წყლების დასახასიათებლად, რადგან როგორი გარდაქმნაც არ უნდა განიცადოს ნავთობის ბურღილის წყლებმა, მაინც უცვლელი რჩება და თუ ადგილი აქვს აღნიშნული ფარდობის შეცვლას, ეს საშუალებას გვაძლევს გამოვარკვიოთ წყლის შემადგენლობის შეცვლის მიზეზები.

რაც შეეხება უკანასკნელ ფარდობას, ის ახასიათებს წყლებში კალციუმის და მაგნიუმის ქლორიდების არსებობას.

ნორიოს კაბურღილის წყლების კლასიფიკაცია

2 და 3 ცხრილში მოყვანილი შედეგების განხილვისას ჩანს, რომ ნორიოს ბურღილის წყლების უმრავლესობა მიეკუთვნება პალმერის მიხედვით პირველ კლასს: $m < a$, მხოლოდ ზოგიერთი მესამე კლასს: $a < m < a + b$.

ცხრილებიდან ჩანს, რომ პირველი კლასის წყლებისათვის მთავარი დამახასიათებელია პირველადი ტუტინობა. ფარდობა $\frac{S_1}{A_1}$, რომელშიც ეს ორი დამახასიათებელი იმყოფება, ნორიოს ბურღილის წყლებში ცვალებადობს დიდი ინტერვალით 3.78 — 123.23. გამონაკლისს შეადგენს წყალი № 2, რომელშიც აღნიშნული ფარდობა ერთზე ნაკლებია.

მესამე კლასის წყლები შედარებით უფრო ნაკლებად გვხვდება ნორიოს ბურღილის წყლებში. მათთვის მთავარი დამახასიათებელია მეორადი მარილიანობა. ამასთან დაკავშირებით ფარდობა $\frac{rNa^+}{rCl'}$ ყოველთვის ერთზე ნაკლებია. უკანასკნელი გარემოება კი გვიჩვენებს, რომ მეორადი მარილიანობა წარმოქმნილია მაგნიუმის და კალციუმის ქლორიდებისაგან.

წყლების უმრავლესობა შეიცავს მხოლოდ მაგნიუმის ქლორიდებს, რადგან ფარდობა $\frac{rCl' + rNa^+}{rMg^{2+}} \cong 1$.

პირველი კლასის წყლები, გარდა ჭებისა №№ 1 და 11, ეკუთვნიან ჩოკრაკის ჰორიზონტს. აღნიშნული ჰორიზონტის წყლებს აქვს მრავალი საერთო თვისება, ასეთებია: მარილების საკმაოდ მაღალი კონცენტრაცია და სიხისტე.

ფარდობა $\frac{S_1}{A_1}$ და $\frac{rNa}{rCl}$ ყოველთვის მეტია ერთზე.

როგორც 3-ა ცხრილიდან ჩანს, ჭის № 17 წყლებს დაახლოებით ერთი წლის ექსპლუატაციის განმავლობაში განუცდია თანდათანობითი დესულფირება და, ბოლოს, სულფატების რაოდენობა სრულიად ისპობა. იოდი ამ სიღრმის (548—570 მ) წყლებში ცვალებადობს 22—53 და ბრომი საშუალოდ 180 მილიგრ. რაოდენობით ლიტრში. სრული დესულფირება განუცდია აგრეთვე ჭების №№ 10 და 13 წყლებს.

ჩოკრაკის ჰორიზონტის წყლებიდან მკაფიოდ გამოირჩევიან თავიანთი თვისებებით ჭა № 8 (639—641 მ) სიღრმის წყლები. №№ 3 და 4 წყლებს ხასიათებს მცირე მინერალიზაცია 49,48 და 47,12 მილიგრ. ეკვივალ. ლიტრში და დიდი სულფატიანობა; ისინი მცირე ოდენობით (2,1) შეიცავენ მაგნიუმს და სრულებით არ შეიცავენ იოდს.

როგორც 2 და 3 ცხრილიდან ჩანს, ჩოკრაკის ყველა სიღრმის წყლების საერთო მთავარ დამახასიათებლებად შეიძლება ჩაითვალოს:

$$93,8 > S_1 > 52; \quad 9 > P_H > 8; \quad 54 > \frac{S_1}{A_1} > 3; \quad \frac{rNa}{rCl} > 1$$

მაღალი კარბონატების 3—337 და სულფატიანობის 0,026—3,46 კოეფიციენტებით.

პირველი კლასის წყლებიდან განსაკუთრებით გამოირჩევა ოლიგოცენის III სვიტის ჰორიზონტის წყლები (იხ. 1 და 3 ცხრ.).

ქვედა სარმატის ჰორიზონტებს ეკუთვნის მესამე კლასის ყველა წყალი.

აღნიშნული წყლების პირველადი მარილიანობა ჭისათვის № 7 მაქსიმალურ სიდიდეს აღწევს და ცვალებადობს 90—93,8 შორის, რაც შეეხება მეორად მარილიანობას ის მთავარი დამახასიათებელია აღნიშნული ჰორიზონტების წყლებისათვის და ცვალებადობს 3—4,7 შორის.

ფარდობანი $\frac{rNa}{rCl}$ $\frac{rCl - r(Na + K)}{rMg}$ ორივე ერთზე ნაკლებია.

უკანასკნელი ფარდობა გვიჩვენებს აღნიშნულ წყლებში მაგნიუმის ქლორიდის არსებობას. სულფატებს 3 წყალი გაცილებით ნაკლებს შეიცავს, ვიდრე 12 და 13. რაც შეეხება P_H , ის სხვადასხვა წყლისათვის ცვალებადობს 7,4 და 7 შორის.

ჭა № 13-დან სულ მოყვანილი გვაქვს ოთხი წყლის ანალიზი; მათ შორის პირველი ორი, 12 და 13, ეკუთვნის ქვედა სარმატს და უკანასკნელი ორი, 14 და 15, ჩოკრაკს. № 12 წყლის სინჯი აღებულია 1940 წ. 20 ნოემბ. და № 13 1941 წ.—25 აპრ.

ამ დროის განმავლობაში SO_4 თითქმის მთლიანად გადასულია მის ეკვივალენტ CO_3 იონში, ე. ი. ადგილი აქვს მესამე კლასის წყლების პირველში გადასვლას: $a < m < a + b - a > m$.

ქვედა სარმატის ზემოთ განხილულ ყველა სიღრმის წყლების მთავარ დამახასიათებლად უნდა ჩაითვალოს: $94 > S_1 > 90$; $4,6 > S_2 > 3$; $\frac{rNa}{rCl'} < 1$;
 $\frac{rCl' - r(Na + K)}{rMg} < 1$; $7,4 > P_H > 7$; მცირე სულფატინობის $0,02 - 0,90$

და მაღალი კარბონატობის $2,9 - 182,2$ კოეფიციენტებით.

ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, რომ ჩოკრაკისა და ქვედა სარმატის წყლები მკაფიოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

ქვემო სარმატს ეკუთვნის, მცირე გამონაკლისის გარდა, მესამე კლასის წყლები. მხოლოდ ამ ჰორიზონტების წყლები შეიცავს მაგნიუმის და ნაწილობრივ კალციუმის ქლორიდებს. ჩოკრაკის ჰორიზონტს ეკუთვნის ყველა პირველი კლასის წყლები—შედარებით საკმაოდ მაღალი P_H -ით.

ერთი და იგივე სიღრმის წყლების შემადგენელ იონების ცვალებადობა, უმთავრესად, გამოწვეული უნდა იყოს ჭების არასასურველი ტექნიკური მდგომარეობით, რაც ხშირად გამოწვეულია ფენების არაკარგი დახურვით [6].

ზემოთ მოყვანილი ანალიზების ცხრილები ადასტურებენ, რომ ზოგი ჭის, მაგ., № 10 წყლების $\frac{rNa}{rCl'}$ ფარდობა ცვალებადობს [6]. ეს ფარდობა ერთი და იგივე ჭის და სიღრმის წყლებისათვის ხან ერთზე მეტია და ხან ნაკლები, რაც მაჩვენებელია სხვადასხვა ფენის წყლების ერთმანეთში შერევისა.

ქიმიური პროცესები ბურღილის წყლებში

ცნობილია, რომ ბურღილის წყლები დროთა განმავლობაში განიცდიან ცვლილებებს. ნორიოს ბურღილის წყლების შესწავლისას გამოირკვა, რომ მათი შემადგენლობის შეცვლა, რასაც ხშირად თან სდევს ერთი ტიპის წყლის მეორეში გადასვლა, ერთხელ კიდევ ადასტურებს ქიმიური პროცესის მიმდინარეობას საერთოდ ბურღილის წყლებში.

ნავთობის ბურღილის წყლების უმრავლესობის დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს მათში მიწა-ტუტე და ტუტე ლითონების სულფატების ან სულ არა ანდა მცირე რაოდენობით არსებობა. დღეს საერთოდ დადგენილად მიაჩნიათ ის ფაქტი, რომ სულფატების მოსპობა ნავთობის საბადოს ბურღილის წყლებში გამოწვეულია ჟანგვა-აღდგენის პროცესებით.

სულფატების აღდგენის ახსნა უმთავრესად ორი მიმართულებით წარმოებს: 1. ქიმიური და 2. ბიოქიმიური. ბიზაფი, ც. ენგლერი და ჰ. ჰოფერი დესულფირების პროცესს ხსნიან ნავთობის ნახშირწყალბადნაერთების აღდგენითი თვისებებით. ჰოფერის მიხედვით პროცესი შემდეგი სახით მიმდინარეობს:

1. $CH_4 + CaSO_4 \rightarrow CaS + CO_2 + 2H_2O$
2. $CH_4 + MgSO_4 \rightarrow MgS + CO_2 + 2H_2O$
3. $CH_4 + Na_2SO_4 \rightarrow Na_2S + CO_2 + 2H_2O$

წარმოქმნილი კალციუმის, მაგნიუმის და ნატრიუმის სულფიდები ურთიერთქმედებენ ნახშირმჟავასთან და წარმოქმნიან ამავე ლითონების კარბონატებს და გოგირდწყალბადს:

სახანოვმა და ლუჩინსკიმ [5] დასახელებული რეაქციები განიხილეს თერმოდინამიკურად და აღნიშნავენ, რომ კალციუმსულფატის აღდგენა ეკსოთერმულად მიმდინარეობს, ხოლო ნატრიუმისა და მაგნიუმის სულფატის კი ენდოთერმულად. ამრიგად, კალციუმის ნაჯერ ნახშირწყალბადებით ყველაზე ადვილად სულფატი აღსდგება, შემდეგ შედარებით უფრო ძნელად მაგნიუმის და, ბოლოს, ნატრიუმის სულფატის აღდგენა პრაქტიკულად თითქმის შეუძლებელი ხდება.

სულფატების ბიოქიმიური მიდგომით აღდგენის თეორიის ავტორებმა: მეიერმა, პლახუნდმა და სხვა მეცნიერებმა გამოარკვეეს, რომ მიკროორგანიზმები გვხვდებიან ნავთობის საბადოს ნალექქანებში, წყლებში, ნავთობში, ზედაპირულ წყლებში და იწვევენ სულფატების აღდგენას.

სულფატების როგორც ნახშირწყალბადნაერთებით, ისე მიკროორგანიზმებით აღდგენის საკითხი დღეს შეიძლება გადაჭრილად ჩაითვალოს, მაგრამ უპირატესობა, თუ რომელს ეკუთვნის მათ შორის, ეს კიდევ გამოკვლევის საგანს წარმოადგენს.

მილსი და ველსი, სახანოვი და ლუჩინსკი ბურღილის წყლებში სულფატების მოსპობის ერთ-ერთ მიზეზად ასახელებენ აგრეთვე სულფატიან წყლებში ისეთი წყლების შერევას, რომლებიც შეიცავენ ბარიუმისა და სტრონციუმის ხსნად მარილებს. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბურღილის წყლებში სულფატების არარსებობა, როგორც ეს ხშირად მიაჩნიათ, ყოველთვის არ ნიშნავს ნავთობის არსებობას.

ზემოთ მოყვანილი მასალებიდან ჩანს, რომ ნორიოს ბურღილის წყლები საკმაოდ კონცენტრირებულ ხსნარებს წარმოადგენენ. მათი მყარი ნაშთის რაოდენობა 1 ლიტრში 20 გრამს აღემატება და ზოგ შემთხვევაში 48 გრამამდე აღწევს. ისინი მარილების დაახლოებით 90⁰/₀-ს სუფრის მარილს შეადგენს.

გეოლოგების გამოკვლევით დადასტურდა, რომ წყალი ნორიოს ნავთობის საბადოებში დიდი რაოდენობით არის. უკანასკნელი გარემოება საშუალებას გვაძლევს დავაყენოთ საკითხი აღნიშნულ წყლებში იოდის, ბრომის და აგრეთვე სუფრის მარილის მიღების შესახებ. უკანასკნელს საქართველოს პირობებში საკმაო მნიშვნელობა აქვს, რადგან ჩვენში ჯერ სუფრის მარილის არცერთი მნიშვნელოვანი საბადო აღმოჩენილი არ არის. რასაკვირველია, სუფრის მარილის ამოღებაზე ლაპარაკი კი მხოლოდ მაშინ შეიძლება, როდესაც წყალს კომპლექსურად დავამუშავებთ, ე. ი. ჯერ ამოვიღებთ იოდს და ბრომს და შემდეგ კი, დიდი ხარჯების გაუწევლად, მივიღებთ სუფრის მარილსაც.

დასკვნა

1. ნორიოს წყლების უმრავლესობა ეკუთვნის პალმერის პირველ კლასის წყლების შედარებით მცირე ნაწილი ეკუთვნის მესამე კლასს.

2. პირველი კლასის წყლების დიდი უმრავლესობა იმყოფება ჩოკრაკის ფენებში. ჩოკრაკის ყველა სიღრმის წყლების მთავარ დამახასიათებლად უნდა ჩაითვალოს:

$$93,8 > S_1 > 52; \quad 9 > P_H > 8; \quad 54 > \frac{S_1}{A_1} > 3; \quad \frac{rNa^+}{rCl^-} > 1$$

მაღალი კარბონატობის 3 — 337 და სულფატიანობის 0,026 — 3,46 კოეფიციენტები.

3. მესამე კლასის წყლები უგამონაკლისოდ ეკუთვნიან ქვედა სარმატის ფენებს. ქვედა სარმატის ყველა სიღრმის წყლების მთავარ დამახასიათებლად უნდა ჩაითვალოს:

$$94 > S_1 > 90; \quad 4,6 > S_2 > 3; \quad \frac{rCl^- - r(Na^+ + K^+)}{rMg^{++}} < 1; \quad \frac{rNa^+}{rCl^-} < 1; \quad 7,4 > P_H > 7,$$

მცირე სულფატიანობის 0,02 — 0,9 და მაღალი კარბონატობის 2,9 — 182,2 კოეფიციენტებით.

4. დადასტურდა, რომ იოდის, ბრომის და მარილების მაქსიმალური კონცენტრაციები ჩოკრაკის და ქვედა სარმატის ჰორიზონტებში მდებარეობს.

5. დადგენილად უნდა ჩაითვალოს, რომ ნორიოს ბურღილის წყლები იოდისა და ბრომს (წყლების კომპლექსურად დამუშავების შემთხვევაში სუფრის მარილიც) სამრეწველო მნიშვნელობის რაოდენობით შეიცავენ. დადასტურდა, რომ ნორიოს ბურღილის წყლები იოდის, ბრომის და აგრეთვე სუფრის მარილის მიღების საკმაოდ მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს, ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მოეწყოს მათი კომპლექსურად დამუშავება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ქიმიის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 24.6.1943)

ХИМИЯ

П. В. ГОГОРИШВИЛИ, Н. Я. ЦЕРЕГЕЛИ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БУРОВЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОРИО

Резюме

1. По классификации Palmer'a большинство буровых вод месторождения Норио должно быть отнесено к I классу и сравнительно незначительное меньшинство к III классу.

2. Преобладающее большинство вод I класса находится в Чокракских слоях. Главными характеристиками для вод всех глубин Чокракского горизонта следует считать:

$$93,8 > S_1 > 52; \quad 9 > P_H > 8; \quad 54 > \frac{S_1}{A_1} > 3; \quad \frac{rNa^+}{rCl^-} > 1$$

и высокие коэффициенты карбонатности (3—337) и сульфатности (0,026 — 3,46).

3. Воды III класса все без исключения должны быть отнесены к нижне-Сарматским слоям.

Общими характеристиками нижне-Сарматских вод всех глубин следует считать:

$$94 > S_1 > 90; 4,6 > S_2 > 3; \frac{rCl' - r(Na' + K')}{rMg''} < 1;$$

$$\frac{rNa'}{rCl'} < 1; 7,4 > P_H > 7$$

и коэффициенты низкой сульфатности (0,02 — 0,9) и высокой карбонатности (2,9 — 182,2).

4. Установлено, что максимальные концентрации иода, брома и соли имеют место в Чокракском и нижне-Сарматском горизонтах.

5. Следует считать установленным, что буровые воды Норико содержат иод и бром (а в условиях их комплексной переработки также и поваренную соль) в количествах, имеющих промышленное значение, вследствие чего они представляют значительный интерес, как источник для получения иода, а также поваренной соли, и поэтому мы считаем целесообразным организацию их комплексной обработки.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический институт

საბიბლიოგრაფიო ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Г л е с п о н. Электрохимия растворов. 1936, стр. 64.
2. К. Л. М а л я р о в. Химический состав буровых вод Грозненского района. 1929.
3. И. Е. О р л о в. Методы анализа рапы, буровых вод и контроль производства иода и брома. 1939, 75.
4. В. А. С у л и н. Воды нефтяных месторождений СССР. 1935, 110.
5. А. Н. С а х а н о в и И. О. Л у ч и н с к и й. Буровые воды Грозненского района. Нефтяное и сланцевое хозяйство, 1, т. VI. 1924, 260.
6. А. Н. С а х а н о в и И. О. Л у ч и н с к и й. Буровые воды Грозненского района. Нефтяное и сланцевое хозяйство, 8, т. VII, 1924, 325.
7. Н. Л и н д т р о п. Буровые воды ново-Грозненского района. Нефтяное и сланцевое хозяйство, 6, т. VIII, 1925, 905.
8. В. И. В е р н а д с к и й. Очерки геохимии. 1934, 36.
9. Л. Е. Ф е р с м а н. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. 1939, 91.



3. გოგუაძე

ჩაის არომატზე β -ფენილეთილ ალკოჰოლის და მის წარმოებულთა
 გავლენის შესახებ

ჩაის არომატის გასაძლიერებლად ჩვეულებრივ მასში შეჰყავთ სხვადასხვა სურნელოვან ნაერთთა ბუნებრივი ნარევი, ე. წ. ეთერზეთები. ასეთი საშუალებით გაძლიერებული არომატი უკეთეს შემთხვევაში ემსგავსება ნატურალურ ჩაის არომატს, მაგრამ არცერთ შემთხვევაში ზუსტად არ ეთანადება მას.

არსებულ საშუალებათაგან განსხვავებით შესწავლილია ჩაის არომატზე ცალკეულ ნივთიერების გავლენა.

კვლევის საგანს წარმოადგენდა ჩაის ეთერზეთის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი, β -ფენილეთილ ალკოჰოლი და, გარდა ამისა, ავტორის მიერ აღწერილი ამ ნაერთის წარმოებულები [1, 2].

სინჯების მისაღებად წინასწარ მზადდებოდა ე. წ. კონცენტრატები, რომლებიც ყოველ 100 გ შავ ქართულ ჩაიზე 10 მგ საკვლევ ნივთიერებას შეიცავდა. შეყვანილ ნივთიერებათა ჩაიში თანაბრად განწილების მიზნით კონცენტრატი 60 დღის ხანდაზმას განიცდიდა. მიღებული კონცენტრატი ზავდებოდა გამოსავალ ჩაისთან, მის ყოველ 100 გრამში საკვლევ ნაერთის: 3,3; 2; 1 და 0,5 მგ შემცველობამდე. განზავებული ულუფები კვლავ 30 დღის დაყოვნებას განიცდიდნენ.

ცდები ჩვეულებრივ ოთახის პირობებში და მინის ჰერმეტიულად დაცულ ჭურჭლებში ტარდებოდა.

მიღებული ჭაშნიკების ტიტესტორულმა გასინჯვამ გამოავლინა:

ა) β -ფენილეთილ ალკოჰოლს და მის შემდეგი სახის წარმოებულებს: ცხიმოვანი რიგის ერთფუძოვან მეთაათა ($C_2 - C_8$) რთულ ეთერებს, მარტივ ეთერს, აცეტალს და ორთოეთერებს ზემოთ აღნიშნულ განზავების ფარგლებში უნარი შესწევთ ჩაის არომატი 0,25 ქულით გააძლიერონ.

ბ) სხენებული ნაერთები ჩაიში ყოველთვის ჰქმნიან დამატებით სურნელებას, რომელიც, ზოგ შემთხვევაში, შეესატყვისება მის ნატურალურ არომატს, მაგრამ მსგავსად ბუნებრივ ეთერზეთებისა, ამ შემთხვევებშიაც არასოდეს ზუსტად არ ეთანასწორება მას.

გ) ტეტრა β -ფენილეთილორთოკარბონატი განსაკუთრებული თვისების აღმოჩნდა. ის ხელსაყრელად განსხვავდება სხვა ყოველგვარ არომატიზატორისაგან იმით, რომ არა აქვს რა საკუთარი სუნი, ნატურალური სუფთა ჩაის არომატის საგრძნობ აღგზნებას (ე. წ. ექზალტაციას) იწვევს, რის გამო ჩაის ხარისხი 0,5 ქულით იზრდება. მისი ამდაგვარი ქმედება ჩაისთან წონითი ფარ-

დობის საკმაოდ ფართო ზღვრებში (3,3 მგ-დან 0,5 მგ-მდე 100 გ ჩაიზე) თანაბარი ძალისაა. ამასთანავე ჩაის არომატს ტეტრა β -ფენილეთილოროთოკარბონატი ალგზნების დროს არავითარი მოგვერდი ელფერი არ ემჩნევა. აღნიშნული მოვლენა მსგავსია ლ. რუჟიკას, მ. შტოლისა და ჰ. შინცის მიერ მიღებული [4] ეკზალტონის ქმედებისა მუსკუსის სუნის ძლიერებაზე.

დ) ყოველი შესასწავლი ნაერთთაგანი ჩაის არომატს, მისი ჩაისთან ზუსტად განსაზღვრულ წონითი ფარდობის დროს ალგზნებს. ამ ფარდობის გადაჭარბების შემთხვევაში ხსენებული არომატი კნინდება.

მუშაობის შემდეგ საფეხურზე გათვალისწინებულია იმის შესწავლა, თუ რა გავლენას ახდენს ჩაის ხარისხზე მასში საჭირო ნაერთის შეყვანის ილეთები და დაყოვნების ფაქტორი.

ჩაის არომატის გასაძლიერებლად ხელსაყრელი კაზმის შედგენა ავტორის კვლევის შემდგომ ეტაპს წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 27.7.1943)

ХИМИЯ

В. П. ГОГУАДЗЕ

О ВЛИЯНИИ β -ФЕНИЛЭТИЛОВОГО АЛКОГОЛЯ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА АРОМАТ ЧАЯ

Резюме

При изучении влияния β -фенилэтилового спирта и описанных в предыдущих статьях [1, 2] его производных на аромат грузинского черного чая, найдено, что:

а) β -фенилэтиловый спирт и некоторые его производные способны усилить аромат чая;

б) эти соединения в чае подобно естественным эфирным маслам неизменно создают дополнительный аромат, который в лучшем случае гармонирует с натуральным ароматом чая, но никогда точно не совпадает с ним;

в) производный β -фенилэтилового спирта, не обладающий собственным запахом, выгодно отличается от естественных эфирных масел тем, что в широких пределах весового соотношения к чаю равномерно экзальтирует натуральный чистый аромат чая, без каких-либо дополнительных оттенков к истинному аромату его;



г) каждое из исследованных соединений при улучшении качества чая имеет свой определенный предел весового соотношения к чаю; в случае превышения этого предела аромат чая искажается.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический институт

CHEMISTRY

ON THE INFLUENCE OF β -PHENILETHYLALCOHOL AND ITS DERIVATIVES UPON THE AROMA OF TEA

By V. P. GOGWADZE

Summary

As a contrast to the aromatisation of tea by means of natural mixtures of odoriferous substances, i. e.—of essential oils, the influence of one of the ingredients of the essential oil of tea, i. e. β -phenylethylalcohol and its derivatives, described by the author in previous communications [1, 2], on the aroma of tea, has been examined.

It was found that:

a) β -phenylethylalcohol and some of its derivatives can intensify the aroma of tea.

b) These compounds, as well as the natural essential oils, give to tea an additional aroma, which, at the best, harmonize with the natural aroma of tea, but never coincide with it exactly.

c) The derivative, having no scent of its own, had, in comparison with all other aromatisers, the advantage of uniformly exultating the natural pure aroma of the tea, without introducing any additional nuances, and this in a wide range of weight ratio of the aromatiser to the tea. Evidently it behaves like „exalton“ of Ruzicka [4].

d) When improving the quality of tea, the weight ratio of each of the examined ingredients to the tea must not exceed a definite limit, otherwise the aroma of the tea is altered.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
The Chemistry Institute
Tbilissi

ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. ვ. გოგუაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის თბილისის ქიმიის ინსტიტუტის შრომები. 1942, ტ. IV, გვ. 43—55.
2. В. П. Гогоуадзе. Сообщения Грузинского Филиала Академии Наук СССР, Тбилиси, 1940, т. I, № 7, стр. 513—518.
3. В. Е. Воронцов. Ароматизация чая. Тбилиси, 1939, стр. 38—63.
4. L. Ruzicka, M. Stoll und H. Schinz. *Helv. Chim. Acta*, 1926, 9, 249—64.



პეტროგრაფია

ბ. ძოწინიძე

კლასტური ქანები პორფირიტულ წყებაში

შუა იურული ვულკანოგენური „პორფირიტული“ წყება [1] ხასიათდება ლავური განფენების, ტუფების და ტუფბრექჩიების მორიგეობით ტუფოგენურ ან ნორმულ დანალექ ქანებთან.

პორფირიტული წყების პეტროგრაფიული ბუნება მხოლოდ უკანასკნელი წლების მანძილზე იქნა გარკვეული, როგორც წყებაში მოქცეული სასარგებლო ნამარხების, განსაკუთრებით ბარიტის, ძიებასთან დაკავშირებით, ისე სპეციალურად წყების შესასწავლად ჩატარებული მუშაობის შედეგად. მაგრამ, მკვლევართა უმეტესობა ყურადღებას მხოლოდ ლავებს აქცევდა, ხოლო ნამსხვრევი ქანები მეტ წილად ყურადღების გარეშე რჩებოდა და მათ, საერთოდ, ტუფოგენების სახელით ნათლავდნენ. ამის მიზეზი პეტროგრაფიის ძველი მიმართულების გავლენაში უნდა ვეძიოთ. ცნობილია, რომ დანალექ და ტუფოგენ ქანებს პეტროგრაფები არ აქცევდნენ ყურადღებას და პეტროგრაფიული კვლევის ღირსად არ სთვლიდნენ, ხოლო პეტროგრაფიული კვლევის ერთადერთ ობიექტს ლავები, და საერთოდ მაგმური ქანები, წარმოადგენდნენ.

ამიტომ დღემდე პორფირიტული წყების კლასტური ქანების შესახებ არ არსებობს ნათელი წარმოდგენა, და ერთი და იგივე ქანი ხშირად სხვადასხვა სახელით იწოდება სხვადასხვა გეოლოგიურ ნაშრომში.

ამ წერილის მიზანია უკანასკნელი წლების მანძილზე შესწავლილი მასალის საფუძველზე პორფირიტული წყების კლასტური ქანების ძირითადი ტიპების მოკლე დახასიათების მოცემა და ამით საკითხში ერთგვარი გარკვეულობის შეტანა.

პორფირიტულ წყებაში ლავებისა და კლასტური ქანების რაოდენობრივი შეფარდება ერთნაირი არ არის მისი გავრცელების ყველა რაიონში. ზოგან (მდ. ჯეჯორის ხეობა, მდ. ფაწის ხეობა, მდ. რიცეულის ხეობა, მდ. ცხენისწყლის ხეობა სოფ. ღვედიდან სოფ. ზუბამდე, მთა ქუთხაროს მიდამოები, მდ. ლუხუმის ხეობა) ლავები ან მთავარ როლს თამაშობენ, ან მნიშვნელოვან მონაწილეობას იღებენ წყების შემადგენლობაში, ხოლო ზოგან კი, პირიქით, ლავები ან უმნიშვნელო რაოდენობით, ან თითქმის სრულებით არ გვხვდებიან და წყება უმთავრესად კლასტოლითებისაგან შედგება. ასეთ ადგილებს ეკუთვნიან მდ. რიონის ხეობა სოფ. ტვიშიდან სოფ. ჟონეთამდე, ძირულის მასივის ჩრდილო პერიფერია—მდ. ძირულისა და მდ. კარტნაულის ხეობაში, მდ. ლალიძგის სათავეები, მდ. მოქვის ხეობა, მდ. ბზიბის ხეობა. როგორც ამ ჩამოთვლილდან ჩანს, ვულკანური აქტივობა ბაიოსურ დროში ერთნაირად ინტენსიური არ იყო სხვადასხვა ადგილას, შეიძლება ითქვას კიდევ, რომ ზოგ რაიონში ვულკანურ

ამონთხევას სრულებით არ ჰქონია ადგილი და მათ პირველ ჯგუფში ჩამოთვლილი რაიონების ვულკანური ცენტრები კვებავდნენ. ამგვარი დაშვება საესე-ბით ლოგიკურია, რადგან, უდავოა, ბაიოსური დროის მძლავრი ვულკანები პიროკლასტური მასალის გაფანტვის ფართო არით ხასიათდებოდნენ.

პორფირიტული წყების კლასტური ქანების შემადგენელი მასალა ძირითადად ორგვარი ხასიათისაა: 1. პიროკლასტური, ე. ი. ვულკანების მიერ ამოსროლილი ფხვიერი მასალა და 2. ტერიგენი, ე. ი. ხმელეთის გადარეცხვის პროდუქტები; უკანასკნელნი მასალის წყაროს თვალსაზრისით ორ, ერთმანეთისაგან მკაფიოდ განსხვავებულ, მკვებავ პროვინციაზე იყო დამოკიდებული. ერთი მხრივ გვქონდა საქართველოს ბელტი, რომელიც ჩრდილოეთისაკენ შედარებით უფრო შორს ვრცელდებოდა, ვიდრე ეხლანდელი ძირულის მასივი, და, რომელიც, უმთავრესად, მუხავე კრისტალური ან, ნაკლებად, ეფუზიური და სხვა ქანებით იყო აგებული, და მეორე მხრივ, ბაიოსურ ზღვაში მრავლად გავრცელებული ვულკანური კუნძულები, რომლების გადარეცხვა უხვ მასალას იძლეოდა ნალექების გასაჩენად.

მასალისავე მიხედვით პორფირიტულ წყებაში შეიძლება ძირითადად სამი ტიპის კლასტური ქანები გამოიყოს:

1. პიროკლასტოლითები ანუ საკუთრივ ტუფები.
2. ტერიგენი კლასტოლითები, წარმოდგენილი სხვადასხვაგვარი ქვიშაქვებით, და
3. ტუფოგენი ქანები, წარმოშობილი პირველი ორი ხასიათის მასალის შერევის შედეგად.

დავახსიათოთ თითოეული ამ ჯგუფის წარმომადგენელი ცალცალკე.

1) პიროკლასტოლითები, ანუ საკუთრივ ტუფები შემადგენელი ნატეხების ზომის მიხედვით ორ ჯგუფად უნდა გავყოთ: პელიტურ და პსამიტურ ტუფებად.

პელიტური ტუფები მაკროსკოპულად წარმოდგენილია ნაცრისფერი ან მოლურჯო-ნაცრისფერი, ზოგჯერ შავი, მკვრივი თიხების, არგილიტების, ან თიხა-ფიქლების მსგავსი ქანებით; ღია ნაცრისფერი სახეობა, ზოგჯერ შეიძლება, ველზე მერგელადაც ჩავთვალოთ, მაგრამ HCl-მ შეცდომას სწრაფად ამჟღავნებს. ზედაპირზე ზოგი შრე გამოფიტვის გამო რკინის ქანგის დაგროვების შედეგად ოდნავ მურა ფერისაა. მიკროსკოპში ქანები ამჟღავნებენ წვრილნამსხვრევ სტრუქტურას და შემდგარი არიან პლაგიოკლაზის და პიროქსენის უწყვილესი ნამსხვრევებისა და ქლორიტის ქერცლებისაგან. შემაცემენტებელი მასალა ძალიან წმინდაა—ფერფლის ხასიათისა. მასში ზოგჯერ შეიძლება ვიცნოთ ვულკანური მინის დამახასიათებელი ფორმის ნატეხები. ძალიან ხშირია პორფირიტულ წყებაში.

პსამიტური ტუფები წარმოდგენილია რამდენიმე სახესხვაობით:

ა) კრისტალური ტუფები შედგებიან პლაგიოკლაზისა და აგვიტის, ან მარტო პლაგიოკლაზის კუთხედი მარცვლებისაგან. ურევია უმნიშვნელო რაოდენობით პორფირიტების ძირითადი მასის ნამტვრევები. ნატეხების ზომა მერყეობს 0,1—1 მმ-ის ფარგლებში. მაკროსკოპულად მკვრივი, წვრილ და საშუა-

ლო მარცვლოვანი ქვიშის მსგავსი ქანებია პირველ ჯგუფთან შედარებით ნაჯ-
 ლებად გავრცელებული.

ბ) აგლომერატული ტუფები მაკროსკოპულად მკვრივი, გამო-
 ფიტვის შემთხვევაში ფხვიერი, მარცვლოვანი ქანებია; შედგებიან სხვადასხვა
 ფერის პორფირიტების კუთხედი ნატეხებისგან. კრისტალური ნატეხები უმნიშ-
 ვნელო რაოდენობით. ცემენტი—პელიტური ტუფური მასალაა, ზოგჯერ მგორა-
 დი კალციტით ჩანაცვლებული. ნატეხების ზომა არ სცილდება 2 მმ-ს, ე. ი.
 პსამიტური ქანების ფარგლებში რჩება. პორფირიტული წყების ტუფებს შორის
 ყველაზე გავრცელებული ტიპია.

გ) აგლომერატულ-კრისტალური ტუფები შედგებიან პორფი-
 რიტებისა და კრისტალების ნატეხებისაგან თითქმის თანაბარი რაოდენობით,
 ე. ი. წარმოადგენენ ორი წინა ტიპის ტუფის მასალის შერევის შედეგს. აგლო-
 მერატულ ტუფებთან ერთად თამაშობენ მთავარ როლს პორფირიტული წყე-
 ბის ტუფებს შორის.

დ) ვიტროკლასტური (ვიტროფირული, ან მინებრივი) ტუფები, შედ-
 გებიან ვულკანური მინის ხშირად დამახასიათებელი ფორმის ნატეხებისაგან,
 რომლებიც თითქმის ყოველთვის ქლორიტით არიან ჩანაცვლებული. პსამიტუ-
 რი ტუფებიდან ისინი ყველაზე წვრილ-მარცვლოვანი არიან და ნაკლები გავრ-
 ცელებით ხასიათდებიან. აღსანიშნავია, რომ ასეთი ტუფების მთელი შრე ზოგ-
 ჯერ ცეოლითისგან შედგება (მაგ., მდ. კარტნაულის ხეობაში, სადაც 15 სან-
 ტიმეტრის სიმძლავრის ორი შრე მთლიანად ცეოლითისგან შედგება), ან თიხის
 მინერალ ბეიდელიტისგან (პატარა სამამლია, ჟონეთის მახლობლად). ვულკანური
 მინის ამგვარი ჩანაცვლება მთელ შრეში თანაბრად გავრცელებული, უდავოდ,
 ვალმიროლიზის შედეგი უნდა იყოს.

ე) მინებრივ-კრისტალური (ვიტრო-კრისტალური) ტუფები შედ-
 გებიან ვულკანური მინის ნატეხებისა და პლაგიოკლაზისა და ავგიტის წვრი-
 ლი, კუთხედი ნატეხებისაგან.

2. ტერიგენი კლასტოლითები პოლიმიკტური ქვიშაქვების რამ-
 დენიმე სახესხვაობით არიან წარმოდგენილი:

ა) არკოზული ქვიშაქვები—მაკროსკოპიულად მკვრივი, მარცვლო-
 ვანი, მეტწილად ვარდისფერი ქანებია. მიკრ.—შედგება დაკუთხულ ან სუსტად
 ნაგორებ მარცვლებისაგან, რომლებიც წარმოდგენილი არიან კვარცით, პერტი-
 ტული მიკროკლინით ან ორთოკლაზით, ბიოტიტას ფურცლებით და ალბიტის,
 ოლიგოკლაზის ან, იშვიათად, ლაბრადორას რივის პლაგიოკლაზის ნატეხებ ით.
 ზოგჯერ მცირე რაოდენობით გვხვდება პორფირიტების წვრილა, ნაგორები
 ნატეხები. ასეთი ტიპის სუფთა არკოზები პორფირიტულ წყებაში არ არიან
 ფართოდ გავრცელებული. ისინი საქართველოს ბელტის კრისტალური ქანების
 გადარეცხვის ხარჯზე არიან წარმოშობილი.

ბ) გრაუვაკის ტიპის ქვიშაქვები მაკრ.—მარცვლოვანი ქანებია
 მწვანე, მუქი ნაცრისფერი ან შავი ფერისა. შედგებიან პორფირიტების მეტნაჯ-
 ლებად ნაგორები ნატეხებისაგან, უფრო იშვიათად კი ავგიტისა და პლაგიო-
 კლაზის ნატეხებისაგან. იშვიათად კვარცის მარცვლებიც გვხვდება.

არკოზებისაგან განსხვავებით, გრაუვაკები თითქმის სრულიად არ შეიცავენ, ან უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავენ, კრისტალური ქანების გადარეცხვის პროდუქტებს, და მხოლოდ პორფირიტული წყების ქანებისავე გადარეცხვის ხარჯზე წარმოშობილი მასალისაგან არიან შემდგარი. ისინი წყების შედგენილობაში არსებით როლს ასრულებენ.

ამ ქანებს გეოლოგები და პეტროგრაფები აღნიშნავენ სხვადასხვა სახელწოდებით, როგორცაა, მაგ., ტუფები, ტუფოგენი ქვიშაქვები, მიკრობრექჩია ან გადანალექი ტუფები (намывные туфы). ნამდვილად, დასახელებული ქანები ნორმულ დანალექ ქანებს წარმოადგენენ და მათი თავისებური შედგენილობა მკვებავი წყაროს, ე. ი. პორფირიტული სერიის, პეტროგრაფიული შედგენილობით აიხსნება.

გ) არკოზულ-გრაუვაკური და გრაუვაკ-არკოზული ქვიშაქვები შედგებიან, ერთი მხრით, კვარცის და კალიშპატის ნატეხებისაგან და ბიოტიტის ფურცლებისაგან, ხოლო, მეორე მხრით, პორფირიტის, ავგიტის და პლაგიოკლასის მეტწილად ნაგორები ნატეხებისაგან, მასადაამე, ამ ქანების შექმნაში მონაწილეობს როგორც კრისტალური მასივის, ისე პორფირიტული წყების გადარეცხვის პროდუქტები. ცხადია, მათი როლი ყველა შემთხვევაში ერთგვარი არ არის: ჭარბობს ხან ერთი ტიპის, ხან კი მეორე ტიპის მასალა. ამიტომ საჭიროა ასეთი ქანები განვასხვაოთ ერთმანეთისაგან, რათა სათანადო ტერმინებს გარკვეული გენეტიკური აზრი ჰქონდეთ და გვიჩვენონ, თუ ხმელეთის რა ნაწილი განიცდიდა იმ აუზში უფრო ინტენსიურ გადარეცხვას. აკად. ალ. ჯანელიძის [1] მიერ ფაციესების ანალიზის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ბაიოსური ზღვის ჩრდილო ნაწილში, აწინდელი ზემო რაჰის ადგილას, ხმელეთი უნდა ყოფილიყო, რომელიც, ალბათ, პორფირიტული წყების მასალისაგან შემდგარი ვულკანური კუნძულებით იყო წარმოდგენილი. ეს მოსაზრება ჩვენ მიერ პორფირიტული წყების პეტროგრაფიული შესწავლით სათანადო საფუძველს პოულობს [2].

უდავოა, რომ პორფირიტული წყებისა და საქართველოს ბელტის კრისტალური ქანების გადარეცხვა ერთნაირი ინტენსივობით არ წარმოებდა. გარკვეულ პერიოდებში, როდესაც წმინდა არკოზები ჩნდებოდა, ადგილი ჰქონდა გრანიტული ქანების ინტენსიურ გადარეცხვას. მასივის სიახლოვე დალექვის აუზთან და გადარეცხვის პროდუქტების სიუხვე უზრუნველყოფდენ გადატანილი მასალის მინიმალურად გამოფიტვას, და, მართლაც, არკოზულ და გრაუვაკ-არკოზულ ქანებში ხშირად ვხვდებით საღი ბიოტიტის ფურცლებს. უკანასკნელი, როგორც ცნობილია, ქანმაშენ სილიკატებს შორის ყველაზე არაგამძლე მინერალია ქიმიური გამოფიტვის მიმართ, უდავოა, რომ გარკვეულ პერიოდში კრისტალური მასივის ასეთი ინტენსიური გადარეცხვა მის აწევას უნდა დაეუკავშიროთ. ჩვენს ხელთ არსებული მასალა ჯერჯერობით საშუალებას გვაძლევს აღვნიშნოთ ერთი მნიშვნელოვანი აწევა, რომელიც პორფირიტული წყების ე. წ. საწისქვილე ქვების ჰორიზონტის დალექვის პერიოდს შეესაბამება. მასალის დეტალური ანალიზი, ცხადია, მოგვცემს საშუალებას ეს საკითხი კიდევ უფრო ფართოდ გავაშუქოთ მომავალში.

პორფირიტული წყების გადარეცხვის პროდუქტები, განსაკუთრებით წყების ქვედა ჰორიზონტებში, მეტწილად სპილიტური ქანების ნაგორები მასალით არიან წარმოდგენილი. ეს ერთხელ კიდევ ადასტურებს, რომ შუა იურული ვულკანიზმის სპილიტური ფაზა ყველაზე ადრინდელი და ყველაზე მძლავრი ფაზა იყო.

დ) ტუფოგენი ქვიშაქვები შედგებიან ტუფური და ტერიგენი მასალისაგან, მხოლოდ ტუფურ მასალას არ ეტყობა გადამუშავების ნიშნები. ტერიგენი მასალა წარმოდგენილია კვარცით და სხვ. მარცვლებით და დამორჩილებულ როლს თამაშობს. ტუფური მასალა შედგება პლაგოკლაზის, პიროქსენის და პორფირიტების დაკუთხული ნატეხებისაგან. ტუფოგენი ქანი ანუ ტუფიტი რუსულ და უცხოურ პეტროგრაფიულ ლიტერატურაში [3, 4] უქველად გულისხმობს ტუფური და ტერიგენი მასალის შერევას. პორფირიტული წყების ტუფოგენი ქანები წარმოიშვენ წყალქვეშ, ზღვის ნაპირის ახლოს, ან ვულკანურ კუნძულებზე ამონთხევისას, როდესაც ვულკანიდან ამოსროლილი პიროკლასტური მასალა ზღვაში რჩებოდა და არ განიცდიდა საგრძნობ გადამუშავებას. ზღვის ფსკერზე პიროკლასტური მასალა ერეოდა ტერიგენ მასალას. ვულკანიდან პიროკლასტური მასალის უხვად ამოსროლა იწვევს მის სიჭარბეს ტერიგენ მასალასთან შედარებით. ჩვენი აზრით, მხოლოდ ასეთ პირობებში წარმოშობილ ქანებს შეიძლება ვუწოდოთ ტუფოგენი ქანები და მათი მიკროსკოპში გარჩევა მეტ შემთხვევაში სიძნელეს არ წარმოადგენს. სიძნელე მხოლოდ მაშინ გვექნება, როდესაც ტერიგენი მასალა წარმოდგენილია თვით პორფირიტული წყებისავე გადარეცხვის პროდუქტებით. ასეთ შემთხვევაში ქანის ტუფოგენი ხასიათი შეიძლება დადგენილ იქნას მასალის დამუშავების ხასიათის მიხედვით. თუ ქანის შედგენილობაში შედის როგორც ნაგორები ნატეხები პორფირიტებისა, ისე დაკუთხული, უდავოდ ტუფური მასალა ავეტიტისა და პლაგოკლაზის ხშირი ნამტვრევებით, ასეთი ქანი ტუფოგენ ქანად უნდა ჩაითვალოს.

ცხადია, შეგვხვდება შემთხვევები, როდესაც ძნელი იქნება ქანის შედგენილობაში ორი ხასიათის მასალის დადგენა, მაგრამ ასეთი მაგალითები ჩვენს პრაქტიკაში უმნიშვნელოა.

ჩვენ მიერ აღნიშნული ტუფოგენი ქანები პორფირიტულ წყებაში გაცილებით ნაკლები გავრცელებით სარგებლობენ, ვიდრე აქამდე ფიქრობდნენ. ისინი გავრცელებით ნამდვილი ტუფებისა და გრაუვაკურ ქვიშაქვების გვერდით შეიძლება დავაყენოთ.

ჩვენ ამ წერილში არ ვეხებით პორფირიტული წყების პსეფიტურ კლასტოლითებს, რომლებიც სხვადასხვა ზომის ნატეხებისაგან შემდგარ ტუფბრექჩიებით, ლაფური ბრეჩჩიებით და ტუფკონგლომერატებით არიან წარმოდგენილი. მათი ნომენკლატურის საკითხი არ არის ისე გაურკვეველი, როგორც ეს პსამიტური კლასტოლითების შესახებ ითქმის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 16.7.1943)



Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ

КЛАСТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ В ПОРФИРИТОВОЙ СЕРИИ

Резюме

В составе среднеюрской порфиритовой серии кластические породы играют важную роль и в большинстве случаев значительно преобладают над лавами. Они до последнего времени оставались почти совершенно неизученными. По характеру слагающего материала автор разделяет кластические породы на 1) пирокластиты, 2) терригенные кластиты и 3) туфогенные кластиты.

Среди пирокластитов различаются разновидности: пелитовые туфы, кристаллические, агломератные, агломератно-кристаллические, витрофировые и витрокристаллические псаммитовые туфы.

Терригенные кластиты представлены полимиктовыми песчаниками аркозового и грауваккового состава и их смешанными типами. Граувакковые песчаники слагаются из продуктов размыва и переотложения пород самой порфиритовой серии, обнаженной в виде вулканических островов в северной части байосского эпиконтинентального моря. Граувакковые песчаники порфиритовой серии ранее описывались под названием микробрекчий, намывных туфов, туфогенных песчаников и пр. Аркозовые песчаники образовались за счет размыва кристаллических пород грузинской глыбы; период интенсивного накопления аркозовых пород (горизонт мельничных камней в Жонети) указывает на максимальное поднятие глыбы за байосское время. Наличие смешанных аркозово-граувакковых пород указывает на периоды одновременного размыва грузинской глыбы на юге и вулканических пород порфиритовой серии на севере.

Туфогенные кластиты слагаются из туфового, не обработанного, материала и терригенного материала; последний может быть представлен как кварцем, ортоклазом и прочими минералами гранитных пород, так и окатанными обломками порфиритов; такие породы легко узнаются под микроскопом. Они в порфиритовой серии имеют меньшее распространение, чем до сих пор было принято думать.

Псефитовые кластиты, номенклатура которых не вызывает споров, автором не рассматриваются.

Академия Наук Грузинской ССР
 Институт геологии и минералогии

Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Джанелидзе. Геологические наблюдения в Окрибе. Изд. Груз. Филиала АН СССР, Тбилиси, 1942.
2. გ. ს. ძოწენიძე. მასალები პორფირიტული წყების პეტროგრაფიისათვის. საქ. გეოლოგ. ინ-ტის მოამბე, ტ. III, ნაკვ. 3, თბილისი, 1938.
3. Г. Розенбуш. Описательная петрография. Перевод под редакцией В. Н. Лодочникова. Горгеонефтеиздат, 1934.
4. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и Э. А. Струве. Петрографический словарь. ОНТИ, Ленинград-Москва, 1937.



თ. სულაკაძე

შაქრების ხსნარების გაჟინვის წინასწარი შესწავლა მათი
მცენარეულ დაცვითი მოქმედებასთან დაკავშირებით

მცენარეთა ყინვის წინააღმდეგ გამძლეობაზე თანამედროვე წარმოდგენას საფუძვლად უდევს (წყალდამკერი ძალის განხილვასთან ერთად) სწივლება და ცვითი ნივთიერებებზე, რომლებიც გროვდებიან უჯრედში წლის ცივი პერიოდის განმავლობაში.

დაცვითი ნივთიერებებს მიეკუთვნება ყველა ის ქიმიური ნაერთი, რომლებსაც დაბალი ევთექტიკური პუნქტი ახასიათებს [5, 6]. ამ ნივთიერებებიდან მცენარეები, მათი გამობრძმედის პროცესში, უფრო ხშირად, შაქრებს აგროვებენ [1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11]. ერთწლეულ მცენარეებში შაქრების გამომუშავება ხდება გამობრძმედის პროცესში, მრავალწლეულებში კი ჯერ სახამებელი გროვდება, რომელიც შემდეგ ჰიდროლიზის გზით გადადის შაქრებში; ეს პროცესი მიმდინარეობს 3—4 კვირის მანძილზე დაბალი t° -ის პირობებში [11].

შაქრების დაცვითი მოქმედება პირველად ლიდფორსმა [4] შეისწავლა. მის მიერ შემჩნეული იყო, რომ მოზამთრე მცენარეებში მომარაგებული სახამებლის ჰიდროლიზის შედეგად გროვდება შაქრების დიდი რაოდენობა. აქედან მან დაასკვნა, რომ შაქრები წარმოადგენენ სპეციფიკურ დაცვითი ნივთიერებებს.

მაქსიმოვის [5, 6] მიერ დადგენილია რომ: 1) დაცვითი თვისებები, შაქრების გარდა, ახასიათებს მრავალ სხვა ნივთიერებას დაბალი ევთექტიკური პუნქტით, 2) ამ ნივთიერებათა დაცვითი მოქმედება აიხსნება იმით, რომ პროტოპლაზმის გარშემო მყოფი ხსნარები იცავენ მას ყინულის წნევისაგან და 3) რომ დაცვითი მოქმედება მკლავდება ხსნარების მიერ ევთექტიკური პუნქტის მიღწევამდე, რომლის შემდეგ იგი სწრაფად ქრება.

ხსნადი შაქრებიდან მცენარეებში უფრო ხშირად შემჩნეულია გლუკოზას და სახაროზას დაგროვება. ზოგის შეხედულებით [1] დაცვითი თვისება მხოლოდ გლუკოზას ახასიათებს; სხვების დაკვირვებით [6, 8] ორივე ამ შაქარს თანაბარი დაცვითი მოქმედება ახასიათებს. რიხტერის [9] თანახმად სახაროზას გლუკოზაში გადასვლას მნიშვნელობა აქვს დაცვითი ნივთიერებათა კონცენტრაციის გადიდების თვალსაზრისით.

მცენარეზე შაქრების დაცვითი მოქმედების შესწავლისათვის ჩვენ საჭიროდ მიგვაჩნდა წინასწარ გამოგვეკვლია სხვადასხვა კონცენტრაციის შაქრების წმინდა ხსნარებისა და მათი ნარევების გაყინვის ხასიათი და იმ ყინულის რა-

ოდენობის განსაზღვრა, რომელიც წარმოიშობა ხსნარებში სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში შაქრების დაცვითი მოქმედებასთან დაპირისპირების მიზნით. ასეთი ცნობები ლიტერატურაში არ შეგვხვედრია.

გლუკოზას, სახაროზას და მათი ნარეგების (0,25; 0,50; 1,00; 2,00 მოლარობის) ხსნარები გაყინული იყო $-5,5^{\circ}$ -დან 27° -დე ტემპერატურის პირობებში. ხსნარებში ყინულის რაოდენობის განსაზღვრა ჩატარებული იყო კალორიმეტრიული მეთოდით. ცდების შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 1, 2, 3, 4.

ყინულის რაოდენობა გლუკოზას ხსნარებში სხვადასხვა კონცენტრაციის და ტემპერატურის პირობებში პროცენტობით წყლის მთელი რაოდენობიდან

ცხრილი 1

გაყინვის t°	კონცენტრაცია „მოლებში“			
	2,00	1,00	0,50	0,25
— 5,0 ^o	32	62	77	85
— 8,0	51	72	85	86
— 11,0	59	81	86	—
— 12,0	67	83	—	90
— 15,0	72	80	88	94
— 17,0	76	82	—	95
— 18,0	73	83	91	96
— 20,0	78	—	—	—
— 26,0	79	83	—	—

ყინულის რაოდენობა სახაროზას ხსნარებში სხვადასხვა კონცენტრაციის და ტემპერატურის პირობებში პროცენტობით წყლის მთელი რაოდენობიდან

ცხრილი 2

გაყინვის t°	კონცენტრაცია „მოლებში“			
	2,00	1,00	0,50	0,25
— 5,5	21	56	65	80
— 8,0	42	65	70	84
— 11,0	58	71	81	—
— 12,0	62	—	—	—
— 14,0	72	73	85	—
— 15,0	71	—	86	—
— 17,0	73	73	85	—
— 17,5	74	76	88	90
— 20,0	76	—	89	91
— 20,5	79	81	88	90
— 26,0	73	78	85	91

ყინულის რაოდენობა გლუქოზას და სახაროზას ნარევის ხსნარებში პროცენტობით წყლის მთელი რაოდენობიდან

ცხრილი 3

გაყინვის t°	2,00 სახაროზა	1,00 სახაროზა	0,50 სახაროზა	0,25 სახაროზა
	+ 2,00 გლუქოზა	+ 1,00 გლუქოზა	+ 0,50 გლუქოზა	+ 0,25 გლუქოზა
— 5,5	33	61	80	85
— 8,0	45	64	—	87
— 11,5	59	77	87	93
— 12,5	65	80	86	—
— 16,0	71	78	86	94
— 17,0	77	82	89	—
— 20,0	77	82	88	—

ძნელად გასაყინი წყლის რაოდენობა გლუქოზას, სახაროზას და მათი ნარევების ხსნარებში

ცხრილი 4

კონცენტრაცია „მოლებ-ში“	გლუქოზა		სახაროზა		გლუქოზა + სახაროზა	
	ძნელად გასაყინი წყლის რაოდენობა პროცენტობ.	ტემპერატურა- რაზე	ძნელად გასაყინი წყლის რაოდენობა პროცენტობ.	ტემპერატურა- რაზე	ძნელად გასაყინი წყლის რაოდენობა პროცენტობ.	ტემპერატურა- რაზე
	2,00	24—21	—17°—26°	27—28	—14° —26°	29—23
1,00	17—19	—11 —26	29—22	—11,5 —26	20—18	—11,5 —20
0,50	9—15	— 8 —18	15—19	—11 —26	13—12	—11,5 —20
0,25	10—4	—12 —18	16—9	— 8 —26	7—6	—11,5 —16

ცხრილებიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარები განსხვავდებოდნენ როგორც ყინულის რაოდენობით, ისე ტემპერატურით, რომლის პირობებში მიღებული იყო ძნელად გასაყინი წყალი (ან ყინულის მაქსიმალური რაოდენობა). ასეთ მოვლენას ადგილი ჰქონდა, როგორც გლუქოზას და სახაროზას წმინდა ხსნარებში, ისე მათ ნარევათა გაყინვის შემთხვევაში, ე. ი. შემჩნეული იყო ერთი და იგივე კანონზომიერება. უნდა აღინიშნოს (ცხრ. 4), რომ გლუქოზას მაჩვენებელი რიცხვები ცოტად უფრო ნაკლებია, ვიდრე სახაროზას მაჩვენებელი რიცხვები და შემცირებაც უფრო თანაზომიერია. რადგან გლუქოზას ხსნადობა ორჯერ ნაკლებია ვიდრე სახაროზასი, გაუყინავი წყლის რაოდენობა კი ნაკლებია მხოლოდ ოდნავ, ამიტომ დასაშვებია მეტად ჭარბდომილი ხსნარების არსებობა დაბალი ტემპერატურის პირობებში.

სახაროზას 2% ხსნარში ყინულის რაოდენობა დაწყებული —13°—14°-დან სუსტად იზრდება, ამავე დროს გაუყინავი კიდეც რჩება წყლის მთელი რაოდენობის 1/4. საშუალოდ ყინულის რაოდენობა უდრიდა 74%. ნორმალურ ხსნარში ყინული ამ რაოდენობას აღწევდა უკვე —11° პირობებში; უფრო დაბალ

ტემპერატურისას იგი ნაკლებ მატულობდა; 0,5^o—ყინულის აღნიშნული რაოდენობა მიღებული იყო —8^o პირობებში, —11^o-ზე დაბლა ყინულის რაოდენობა საშუალოდ მატულობდა 10^o/_o-ზე მეტს, ვიდრე მაგარ ხსნარებში (საშუალოდ 86^o/_o); 0,25^o ხსნარში უკვე —5,5^o ყინულის რაოდენობა აღწევდა 50^o/_o, უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში ყინულის რაოდენობა სუსტად მატულობდა და აღწევდა 90^o/_o. ეს რაოდენობა ყინულის მაქსიმუმია სახაროზას ხსნარებში (სუსტშიც კი)—26^o-დე. გლუკოზას და სახაროზას ნარევათა გაყინვა ამ შაქრების ცალკეულად გაყინვის საშუალოა.

მოყვანილი მასალის საფუძველზე შეიძლება წინასწარ დავასკვნათ, რომ: გლუკოზას, სახაროზას და მათ ნარევათა (0,25, 0,50, 1,00, 2,00 ნორმალბობის) ხსნარებში ყინულის რაოდენობის კალორიმეტრით განსაზღვრამ ტემპერატურის —5,5^o-დან—27^o-დე გვიჩვენა, რომ შაქრების ხსნარებში ყინულის რაოდენობა იზრდება ტემპერატურის დაწვევასთან ერთად და ხსნარების კონცენტრაციის შემცირებასთან დაკავშირებით. განსაკუთრებით დიდია განსხვავება ყინულის რაოდენობაში სახაროზას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებში სუსტი ყინვის პირობებში.

სუსტ ხსნარებში უკვე მცირე ყინვების პირობებში წარმოიშობა ყინულის დიდი რაოდენობა; ტემპერატურის შემდეგი დაწვევისას ყინულის რაოდენობა შედარებით მცირედ იზრდება. მაღალი კონცენტრაციის ხსნარებში ყინულის რაოდენობა მატულობს უფრო ნელა, თუმცა აქაც ძირითადი მასა წარმოიშობა, დაახლოებით, —12^o—14^o ტემპერატურისას, ტემპერატურის შემდეგი დაწვევით ყინულის რაოდენობა სუსტად იზრდება და ისეთი დაბალი ტემპერატურის დროსაც კი, როგორცაა—26^o, 25^o/_o-მდე გაუყინავი წყალი რჩება. გლუკოზას და სახაროზას თანაბარი მოლარობის ხსნარებში სხვაობა ყინულის რაოდენობის მხრივ უმნიშვნელოა. შეიძლება აღინიშნოს, რომ გლუკოზას ხსნარში ერთი და იმავე ტემპერატურის პირობებში ყინულის მეტი რაოდენობა წარმოიშობა, ვიდრე სახაროზაში. მიუხედავად მაღალი ევთექტიკური პუნქტისა, შაქრების ხსნარებს ახასიათებს ძლიერი და ხანგრძლივი გადამეტცივების უნარიანობა, ისინი რჩებიან თხევად მდგომარეობაში თავის ევთექტიკის გაცილებით უფრო ქვემოთ, ჩვენს ცდებში —26^o—27^o-მდე.

მუშაობა ჩატარებულია საკავშირო მეცნიერების ინსტიტუტის მცენარეთა ფიზიოლოგიის განყოფილების ლაბორატორიაში. ლაბორატორიის გამგეს ი. ტუმანოვს მადლობას ვუძღვნი იმ რჩევისათვის, რომლითაც ვსარგებლობდი მუშაობის შესრულების დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი
 ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

(შემოვიდა რედაქციაში 5.11.1942)



Т. С. СУЛАКАДЗЕ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАМЕРЗАНИЯ САХАРНЫХ РАСТВОРОВ В СВЯЗИ С ИХ ЗАЩИТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ КЛЕТКИ

В основе современных представлений об устойчивости растений к морозам (наряду с рассмотрением водоудерживающей силы) лежит учение о защитных веществах, которые накапливаются в клетках в холодный период года. Из защитных веществ при закаливании многих растений накапливаются, главным образом, растворимые сахара [1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11]; причем, одни исследователи [11] защитное свойство приписывают только глюкозе, другие [6, 8] считают, что как глюкоза, так и сахароза проявляют одинаковое защитное влияние на растительные ткани. Максимов [6] установил, что 1) защитными свойствами кроме сахаров обладают и другие вещества с низким эвтектическим пунктом, независимо от их химической природы, 2) защитное действие веществ объясняется тем, что, растворы, окружая протоплазму, предохраняют ее от давления льда, 3) защитное действие растворов сохраняется до достижения ими эвтектического пункта [5, 6].

Так как действие защитных растворов при их полном замерзании прекращается, представлялось необходимым прежде всего изучить замерзание чистых сахарных растворов разной концентрации с определением льда, образовавшегося в них при разных низких t° , для последующего сопоставления защитных свойств с количеством льда в растворах.

Растворы глюкозы, сахарозы и их смеси в молярных концентрациях 0,25; 0,50; 1,00; 2,00 замораживались при t° от $-5,5$ до -27° ; количество льда в растворах определялось калориметрическим методом.

Результаты опытов приводятся в таблицах 1, 2, 3, 4.

Количество льда в растворах глюкозы при разных температурах и концентрациях в процентах от всей воды

Таблица 1

Температура замораживания	Концентрация в молях			
	2,00	1,00	0,50	0,25
- 5,0	32	62	77	85
- 8,0	51	72	85	86
- 11,0	59	81	86	—
- 12,0	67	83	—	90
- 15,0	72	80	88	94
- 17,0	76	82	—	95
- 18,0	73	83	91	96
- 20,0	78	—	—	—
- 26,0	79	83	—	—

Количество льда в растворах сахарозы при разных температурах
и концентрациях в процентах от всей воды

Таблица 2

Температуры замораживания	Концентрация в молях			
	2,00	1,00	0,50	.0,25
— 5,5°	21	56	65	80
— 8,0	42	65	70	84
—11,0	58	71	81	—
—12,0	62	—	—	—
—14,0	72	73	85	—
—15,0	71	—	86	—
—17,0	73	73	85	—
—17,5	74	76	88	90
—20,0	76	—	89	91
—20,5	79	81	88	90
—26,0	—	78	88	91

Количество льда в растворах смеси глюкозы и сахарозы при разных
концентрациях и температурах в процентах от всей воды

Таблица 3

Температура замораживания	Концентрация в молях			
	2,0 сахарозы	1,0 сахарозы	0,5 сахарозы	0,25 сахарозы
	+2,0 глюкозы	+1,0 глюкозы	+0,5 глюкозы	+0,25 глюкозы
— 5,5	33	61	80	85
— 8,0	45	64	—	87
—11,5	59	77	87	93
—12,5	65	80	86	—
—16,0	71	78	86	94
—17,0	77	82	89	—
—20,0	77	82	88	—

Из этих таблиц видно, что растворы разной крепости отличались как по количеству льда, так и по температуре, при которой получалась труднотаянущая вода (или максимальное количество льда).

Такое явление наблюдалось как в чистых растворах глюкозы и сахарозы, так и в случае замораживания смесей этих сахаров, т. е. наблюдалась одна и та же закономерность. Надо отметить, что в случае глюкозы цифры получаются немногим меньше, чем в случае сахарозы и уменьшение наблюдается более закономерное. Так как растворимость глюкозы более чем вдвое ниже, чем сахарозы, а количество незамерзшей воды получается лишь немного меньше, следует предполагать существование при низких температурах сильно пересыщенных растворов.

Количество труднозамерзающей воды в растворах глюкозы, сахарозы и их смеси

Таблица 4

Концент- рация в молях	Глюкоза		Сахароза		Смесь глюкозы и сахарозы	
	Количество трудноза- мерзающей воды в процентах	При t°	Количество трудноза- мерзающей воды в процентах	При t°	Количество трудноза- мерзающей воды в процентах	При t°
2,00	24—21	—17°—26°	27—28	—14°—26°	29—23	—16° —20°
1,00	17—19	—11 —26	29—22	—11 —26	20—18	—11,5°—20
0,50	9—15	— 8 —18	15—19	—11 —26	13—12	—11,5 —20
0,25	10—4	—12 —18	16—9	— 8 —26	7—6	—11,5 —16

Количество льда в 2^н растворе сахарозы слабо увеличивается, начиная с —13°—14°, при этом остается еще незамерзшей около четверти всей воды. В среднем количество льда равнялось 74%. В нормальном растворе это количество льда достигается уже при —11°; при более низких температурах оно увеличивается очень слабо. В 0,5^н—указанное количество льда получалось при —8°; при температуре ниже —11° количество льда в этом растворе примерно на 10% больше, чем в крепких растворах (в среднем 86%). В 0,25^н растворе 50% льда получается уже при —5,5°, при более низких температурах количество льда слегка увеличивается и достигает 90%. Это количество представляет максимум льда в растворах (даже слабых) сахарозы, при температуре до —26°.

Данные замораживания смесей глюкозы и сахарозы представляют собой среднее между данными этих сахаров в отдельности.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы предварительного характера.

Калориметрические определения количества льда в растворах сахарозы, глюкозы и их смесей при температурах от —5,5° до —27° при концентрации в молях: 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 показали, что количество льда в сахарных растворах вырастает по мере понижения температуры и уменьшения концентрации растворов. Особенно велики различия в количестве льда в растворах сахаров при слабых морозах.

В слабых растворах уже при небольших морозах получается огромное количество льда, при дальнейшем понижении температуры количество льда увеличивается незначительно.

В крепких растворах количество льда нарастает медленнее, хотя и здесь основная масса образуется, примерно, при температуре до —12—14°; с дальнейшим понижением температуры количество льда слегка увеличи-

essential mass also forms here at temperatures up to about -12 , -14° ; with further lowering of the temperature, the quantity of ice slightly increases, and at such a low temperature as -26° there remains nevertheless about 25% of unfrozen water.

Differences in the amounts of ice in molarly equal sucrose and glucose solutions are insignificant. It may be pointed out that more ice is formed in glucose solutions than in sucrose.

Notwithstanding their comparatively high eutectic point, sugar solutions are capable of strong and continued undercooling, remaining liquid, considerably lower than their eutecticity, in our tests up to -26° , -27° .

Academy of Sciences of Georgian SSR
Botanical Institute
Tbilissi

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Akerman. Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen nebst Untersuchungen über die Winterfestigkeit des Weizens. Berlinska Boktryckeriet, Lund, 1—232, 1927.
2. W. H. Chandler. The killing of plant tissue by low temperature. Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 8, 143—309, 1913.
3. W. H. Chandler and A. C. Hildreth. Evidence as to how freezing kills plant tissue. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 32, 27—35, 1936.
4. B. Lidforss. Die wintergrüne Flora. Eine biologische Untersuchung. Lunds Universitets Arsskrift, N. F. 2, Aft. 2, No. 13, 1—78, 1907.
5. Н. А. Максимов. Химическая защита растений от вымерзания. Ж. оп. агр., 13, стр. 4—26, 497—525, 1912.
6. Н. А. Максимов. О вымерзании и холодостойкости растений. Изв. Лесного Инст., 25, 1—330, 1913.
7. R. Newton. A comparative study of winter wheat varieties with especial reference to winter killing. Jour. Agr. Sci., 12, 1—19, 1922.
8. W. Newton and W. R. Brown. Seasonal changes in the composition of winter wheat plants in relation to frost resistance. Jour. Agr. Res., v. 16, No. 4, 522—538, 1926.
9. А. А. Рихтер. Исследования над холодостойкостью растений. 1. Динамика растворимых углеводов у пшеницы и ржи в течение зимнего периода. Журн. оп. агр. юго-востока, т. 4, в. 2, 326—344, 1927.
10. И. И. Туманов. Закаливание озимых растений к низким температурам. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 25, 69—109; 1931.
11. И. И. Туманов. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, 1940.

ბ. მათემატიკა

PHASEOLUS VULGARIS (L.) SAVI-ის სახელწოდებანი საქართველოში

Phaseolus vulgaris (L.) Savi-ის სახეობის თანამედროვე ლიტერატურულ სახელწოდებად საქართველოში მიღებულია ლობიო. ეს სახელწოდება ფართოდაა გავრცელებული ქართლსა, კახეთსა და იმერეთში⁽¹⁾. მაგრამ ქართული ენის და სხვა ქართველური ენების კილოებზე და საქართველოს მიწა-წყალზე მოსახლე ხალხთა ენებზე ლობიოს აღსანიშნავად შემდეგი სახელწოდებანი გვხვდება:

ა) ქართული ენის კილოები:

- 1) ქართლური, კახური და იმერული—ლობიო;
- 2) გურული—ლობიე, ლობია;
- 3) აჭარული—ლობია. აჭარლები თურქულად ლაპარაკის დროს იყენებენ ტერმინს „ფასულა“;
- 4) მთხვური—ლებიო;
- 5) ქიზიყური—ლებუა.

ბ) სხვა ქართველური ენების კილოები:

- 1) სვანური—ლებიო (ბალს-ხემოური კილო), ლებია (ბალს-ქვემოური კილო) და ლობიო (ღენტეხური და ლაშხური კილოები);
- 2) ზანური—ლებია და ლობია (მეგრული კილო), ლობია (ჭანური კილოს ხოფური კილოცავე), ლობია (ჭანური კილოს ვიწურ-არქაბული კილოცავე) და ლობჯა (ჭანური კილოს ათინური კილოცავე)⁽²⁾.

გ) კავკასიური ენები:

- 1) აფხაზური—აყუდ;
- 2) წოვა-თუშური (ბაცხური)—ლობიე, ლებიე;
- 3) ქისტური—ლჷებიე, ლჷებიეშ;
- 4) ხუნძური (ავარული)—ჰულა⁽³⁾.

⁽¹⁾ დ. პრიანიშნიკოვისა და ი. იაკუშკინის სახელმძღვანელოში: „Растения полевой культуры“ (1938 წლის გამოცემა, გვ. 285) მოხსენებულია, რომ: „в Грузии взамен фасоли возделывается лобия, представляющая разновидность коровьего гороха (*Vigna Catjang*)“.
ამ ფრიად სერიოზულ სახელმძღვანელოში ასეთი უმართებულო განმარტება სრულიად გაუგებარი რჩება.

⁽²⁾ [5, 111²⁴].

⁽³⁾ ცნობა მომავლად თბილისში მცხოვრებმა ხუნძურებმა (ღუნბის რაიონიდან). მსგავსი სახელწოდება ავარულ ენაზე მოჰყავს უსლარს [16] *Pisum sativum*-სათქის (holბ).

დ) საქართველოში მცხოვრებ დანარჩენ ხალხთა ენები:

- 1) ოსური—ყადურ (1, ლობია;
- 2) ქურთული—ლობია;
- 3) სომხური—ლობია;
- 4) თურქული (თურქები და აგრეთვე ბერძნები, რომლებიც თურქულად ლაპარაკობენ)—ფასულა;
- 5) რუსული—ლობია, фасоль;
- 6) ესტონური—უბა.

ლიტერატურული წყაროების მიხედვით საქართველოში გვხვდება *Phaseolus vulgaris*-ის შემდეგი სახელწოდებანი.

საბა-სულხან ორბელიანს [3] XVII საუკუნის დამლევისა და XVIII საუკუნის დასაწყისისათვის მოჰყავს საერთოდ საქართველოსათვის სახელწოდება—ლობია (ლობია).

ერისთავის [17] მოკლე ქართულ-რუსულ-ლათინურ ლექსიკონში გვხვდება *Phaseolus vulgaris*-ის ზოგიერთი სახელწოდება, სახელდობრ: ქართლური, კახური და იმერული—ლობია; მეგრული—ლებია და გურული—ლობიე.

გიულდენშტედტს [18] 1771—1772 წელს საერთოდ საქართველოსათვის ლობიოს ქართულ სახელწოდებად „Lobio“ მოჰყავს.

კოხს [20] 1843—1844 წელს ლობიოს ქართულ სახელწოდებად „Lobijio“, ხოლო კანურ „Lobia (Hatschi)“ მოჰყავს.

დეკაბრელების [9], გვ. 145) მიხედვით (1925 წ.): „в Грузии и в остальном Закавказье фасоль известна под названием „лобио“ и „лобия“ (ლობია)“.

ივანოვს [15] ლობიოს ქართულ სახელწოდებად მოჰყავს უცნაური „ტუ-ოტი“, რომელიც საერთოდ საქართველოში არ არსებობს.

სამუხუხაროდ, ივ. ჯავახიშვილის [7] შრომაში, სადაც ჯიშთა სახელწოდებებს საერთოდ დიდი ყურადღება ექცევა, სრულებით არა გვხვდება ლობიოს (როგორც კულტურის) სახელწოდებანი და მათი ლინგვისტური ანალიზი.

ზემლხსენებულ სახელწოდებათა მეტ ნაწილს, ესტონური „უბა“-ს ჩათვლით, აქვთ ერთი და იგივე ფუძე და, ალბათ, ერთი და იგივე წარმოშობაც.

თურქული სახელწოდება „ფასულა“ (რაც ჟუკოვსკის [14] მიხედვით თანამედროვე თურქეთშიც იხმარება) და რუსული სახელწოდება „фасоль“, ცხადია, ბერძნული წარმოშობისაა⁽²⁾.

აფხაზური „აყუდ“-ის, ხუნძური „ჰულო“-ს, ოსური „ყადურ“-ის სახელწოდებათა წარმოშობა ჩვენთვის გამოურკვეველი დარჩა. ამ ტერმინების ლინგვისტური ანალიზი კი არ იქნებოდა ინტერესს მოკლებული.

მაგრამ, უფრო საინტერესოა ქართული სახელწოდების „ლობია“-ს წარ-

(1) ლიტერატურაში მიღებული სახელწოდება.

(2) როგორც მიგვითითებს დიტმერი ([13], გვ. 341), ძველი ბერძნებისა და რომაელებისათვის *phaselos*, *phaselus*, *faseolus*, *fasiolos*, *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl. აღსანიშნავად იხმარებოდა და ამ სახელწოდებიდან წარმოიშვა ლობიოს ლათინური სახელწოდება „*Phaseolus*“.

მოშობის გამორკვევა. დეკაპრელევიჩის აზრით ([9], გვ. 158) ქართული სახელწოდება „ლობიო“ წარმოიშვა, ალბათ, ინდოსტანური „ლობა“-საგან, მაგრამ ამავე დროს მას მოჰყავს G. Watt-ის აზრი, რომლის მიხედვითაც სიტყვა „Lobya“ ირანული წარმოშობისაა და ინდოეთში იგი ირანიდანაა შეტანილი. დეკაპრელევიჩი იქვე აღნიშნავს, რომ ყოველივე ეს არ ნიშნავს იმას, რომ ლობიო საქართველოში ინდოეთიდანაა შემოტანილი, არამედ: „Могло случиться, что под этим названием было известно какое-либо другое бобовое растение; с распространением же фасоли это название могло быть перенесено и на фасоль“.

ივ. ჯავახიშვილი [7] მიუთითებს იმაზე, რომ თანამედროვე ქართული სიტყვა „ლობიო“ ძალიან ჰგავს ირანულ—„ლუბია“-ს. ამავე დროს ის აღნიშნავს, რომ საქართველოს ყველა წერილობითი წყაროს დაწვრილებითმა შესწავლამ, დაწყებული უძველესიდან და გათავებული XVII საუკუნით, გვიჩვენა, რომ „ლობიო“ ან მისი მსგავსი სიტყვა არსად არ გვხვდება.

მაგრამ სიტყვა „ლობიო“-ს ჩვენ ვხვდებით ძველ ქართულ საექიმო წიგნებში, რომლებიც 1936 წლიდან გამოქვეყნებულია ექიმ ლ. კოტეტიშვილის მიერ. ასე, მაგალითად, „უსწორო კარაბადინში“, საქართველოს წერილობით წყაროში, რომელიც მიეკუთვნება XI საუკუნის დასაწყისს, ჩვენ ვხვდებით „წითელი ლობიო“-ს სახელწოდებას [4].

მეორე ქართულ წერილობით წყაროში, როგორცაა „წიგნი სააქიმოჲ“, რომელიც XIII საუკუნის დასაწყისს ეკუთვნის, ჩვენ აგრეთვე ვხვდებთ სახელწოდება „წითელი ლობიო“ [6].

„იადიგარ დაუდ“-ში [1], რომელიც მიეკუთვნება XVI საუკუნის მეორე ნახევარს (დაახლოებით 1580 წლ.) ვხვდებთ სიტყვა „ლობიო“ და ამასთან ერთად ამ ნაშრომის ერთ ადგილას ჩვენ ვხვდებით ასეთ განმარტებას: „ბოგრიჯა, ვითამცა და თეთრი წურბილი ლობიო“.

მეტად საინტერესო ცნობები ამ საკითხის ირგვლივ მოჰყავს დიტმერს ([13], გვ. 342), სახელდობრ: „Обозначения фасоли в юго-западной Азии, северо-восточной Африке и восточном средиземноморье (Лобия—в Армении, Кахетии, Хиве; Lubiā—кустовая форма в современной Греции; Loubion—на средне-греческом; Loubia—у древних арабских писателей; Lubiā или Lubie—карликовая форма в северной Африке; Lubié—в верхней Нубии; Loba—в восточной Индии) явились производными от другого древнего названия ее: Lobia, плод Диоскоридова *Smilax keraea*; Loboī—Галена, переведенного Quintus Serenius Samonius-ом (около 200 лет нашей эры) на латинский язык под названием: „Siliqua Lobion Aätius’a“.

დიტმერი აღნიშნავს აგრეთვე, რომ გალენის ცნობებით „Loboī“ მოჰყავდათ კარიის ბაღებში (ე. ი. მცირე აზიაში) და რომ Loboī-ს კულტურა შეითვისა არაბეთმა ჩ. წ. ა. I საუკუნეში, და სახელწოდება „Loboī“ „Loubiā“-დ გადააკეთეს. ეს სახელწოდება (ლუბია, ლუბიე) აფრიკიდან და მცირე აზიიდან გავრცელდა ჩრდილოეთით (ამიერ-კავკასია და შუა აზია), აღმოსავლეთით (ინდოეთი) და დასავლეთით (აფრიკიდან სარაცილების მიერ ჩ. წ. ა. 700-იან წლებ-

ში იგი გადატანილი იყო ესპანეთში, სადაც, როგორც დიტმერი აღნიშნავს, ჩვენ ვხვდებით სახელწოდებას „Alubias“ და „Jubias“⁽¹⁾.

როგორც დამტკიცებულია მრავალი გამოკვლევით, ხსენებული სახელწოდება ყველა თავისი ვარიანტით იხმარებოდა *Vigna*-სი და *Dolichos*-ის სახეობების აღსანიშნავად და დღესაც ამ მნიშვნელობითაა შერჩენილი.

საქართველოში *Vigna*-ს ან *Dolichos*-ის კულტურის არსებობის შესახებ ხსენებულ პერიოდში ლიტერატურული მონაცემები საკმაო ნათელ სურათს ვერ გვაძლევენ. მაგრამ, როგორც მთელ რიგ გამოკვლევებიდანაა ცნობილი, სახეობანი *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl. და *Dolichos lablab* L. წარმოშობით დაკავშირებული არიან აღმოსავლეთი აფრიკის დიდი ტბების რაიონთან, სადაც ისინი უძველეს დროიდანვეა ცნობილი კულტურაში. აქედან ეს კულტურები გავრცელდა არაბეთსა, მცირე აზიასა და უფრო შორს ჩრდილოეთისა, აღმოსავლეთისა და დასავლეთისაკენ. მცირე აზიიდან ისინი საქართველოშიაც უნდა შემოსულიყვნენ.

დეკაპრელევიჩის [10] აზრით *Vigna* საქართველოსათვის წარმოდგენს აბორიგენულ კულტურას, რომელიც უძველეს დროიდანვე მოჰყავთ. თავის შრომაში [11], იგივე ავტორი უძველეს პარკოსან კულტურებად, რომლებიც ძველადვე, ამერიკის აღმოჩენამდეც იყვნენ მოშენებული დასავლეთ საქართველოში, სოვლის შემდეგ: *Vicia faba* L. (ცერცვი), *Lathyrus sativus* L. (ცულისპირა), *Lens esculenta* Moench. (ოსპი), *Pisum sativum* L. sensu ampl. (ბარდა) და *Cicer arietinum* L. (მუხუდო). მათ შორის, როგორც ვხედავთ, არ ჩანს *Vigna* და *Dolichos*. თავის ნაშრომში [12] დეკაპრელევიჩი აღნიშნავს, რომ შოფა რუსთაველის ეპოქაში, ე. ი. XII საუკუნეში, სამარცვლე პარკოსან კულტურებს შორის საქართველოში მოჰყავდათ ცერცვი, ბარდა, ოსპი, მუხუდო, ცულისპირა და ცერცველა და რომ მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა პირველ სამ კულტურას ენიჭებოდა. აქაც არ ჩანს არაფერი *Vigna*-ს კულტურის საქართველოში არსებობის შესახებ.

ვერც ივ. ჯავახიშვილს [7] უნახავს საქართველოს წერილობით წყაროებში ზუსტი დამამტკიცებელი საბუთები *Vigna*-ს არსებობის შესახებ საქართველოში XVII—XVIII საუკუნემდე.

მაგრამ „უსწორო კარაბადინში“ (XI საუკუნე) ჩვენ ვხედავთ შემდეგ პარკოსან კულტურებს, რომლებიც კარგად იყვნენ ცნობილი საქართველოში და რომლებიც, ალბათ, ადგილობრივადვე მოჰყავდათ. ასეთებია მაგალითად:

1. მუხუდო (თეთრი, წითელი, შავი), ე. ი. *Cicer arietinum* L.⁽²⁾
2. ბაკლა⁽³⁾, ე. ი. *Vicia faba* L.

(1) ესპანური სახელწოდება „Jubias“ ძალიან მოგვაგონებს ჩვენ მიერ მოყვანილ ესტონურ დასახელებას „უბა“, თუმცა, ესტონური სახელწოდება „Ubbä“ Hehn-ის [19] მიერ მოყვანილია *Vicia faba* L.-ს აღსანიშნავად.

(2) ქართული სახელწოდებების ლათინური განმარტება ჩვენია.

(3) დეკაპრელევიჩის [10], და მის გამოკვლევებზე დამყარებით ივ. ჯავახიშვილს [7], მოჰყავთ ეს სახელწოდება *Phaseolus multiflorus* Willd.-სათვის, რაც სწორი არ არის. როგორც ჩანს, ჟუკოვსკის ნაშრომიდან [14], ახლანდელ თურქეთში *Vicia faba* L. „ბაკლა“-ს სახელწოდებითაა

3. ოსპი, ე. ი. *Lens esculenta* Moench.
4. „ლობიო, რომე აცამეცა ჰქვიან“ (გვ. 437), ე. ი. ?
5. ლობიო წითელი, ე. ი. *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl.
6. „ერთი სხვა არის ლობიოს გავს, მას მაში ჰქვიან“ (გვ. 438), ე. ი. *Phaseolus aureus* (Roxb.) Piper.
7. „სხული ცერცვი“, ე. ი. ერთ-ერთი *Vicia faba* L.-ს ფორმათაგანი.

წიგნში „წიგნი სააქიმოა“ (XIII საუკუნე) მოყვანილია შემდეგი პარკოსანი კულტურები:

1. ოსპი, ე. ი. *Lens esculenta* Moench.
2. მაშა, ე. ი. *Phaseolus aureus* (Roxb.) Piper.
3. მუხუდო, ე. ი. *Cicer arietinum* L.
4. ბაკლა, ე. ი. *Vicia faba* L.
5. ლობიო, ე. ი. *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl.

დაბოლოს, „იადიგარ დაუდ“-ში (XVI საუკუნე) მოხსენებულია შემდეგი პარკოსანი კულტურები:

1. ოსპი, ე. ი. *Lens esculenta* Moench.
2. ბაკლა ცერცვი, ე. ი. *Vicia faba* L.
3. მუხუდო, ე. ი. *Cicer arietinum* L.
4. მურდუმაქი, ე. ი. *Lathyrus sativus* L.⁽¹⁾
5. ბოგრიჯა (ბოგრუჯა) ან წვრილი თეთრი ლობიო, ე. ი. *Vigna sinensis* (Stickm.)

Endl.⁽²⁾

როგორც ვხედავთ, ძირითად პარკოსან კულტურებად, რომლებიც კი მოჰყავდათ საქართველოში ძველადანვე, ითვლებოდა არა ცერცვი, ბარდა და ოსპი, როგორც ფიქრობს დეკაპრელევიჩი [12], არამედ მუხუდო, ოსპი, ძაძა, ცერცვი, მაშა და, ალბათ, ბარდაც⁽³⁾.

ცნობილი. ა. მაცაშვილის ცნობებით [2], ეს მცენარე დღესაცაა ამ სახელწოდებით ჯავახეთში ცნობილი. მსგავსი სახელწოდება მოჰყავს ვაილოვს [8] ავღანისტანისათვის („ნიკაი“ და „ნიგ-ლი“).

⁽¹⁾ წიგნი „იადიგარ დაუდი“ დაწერილია სტამბოლში და თურქეთის დიდი გავლენა ეტყობა. კერძოდ ამ წიგნში მოყვანილი სახელწოდება „მურდუმაქი“ ძალიან მოგვაგონებს შუკოვსკის მიერ [14] მოყვანილი ოსპის ახლანდელ თურქულ სახელწოდებას „მერჯუმეჟ“. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ „იადიგარ დაუდი“-ში ხსენებული „მურდუმაქი“ არის ჩვეულებრივი ოსპი. მაგრამ ორი მოსაზრება გვიკარნახებს, რომ აქ ლაპარაკია არა ჩვეულებრივ ოსპზე, არამედ ცულისპირას შესახებ. ერთი ის, რომ „იადიგარ დაუდი“-ში მოყვანილ პარკოსან მცენარეთა სიაში „მურდუმაქის“ გარდა მოხსენებულია აგრეთვე „ოსპი“, მეორე—ტექსტში აღნიშნულია, რომ „მურდუმაქი ვითამცადა ცულისპირას ცერცვიო“.

კულტურულ მცენარეთა ქართული სახელწოდებების ასეთი არევა აიხსნება უცხოელთა—რომაელების, ბერძნების, არაბების, თურქების, სპარსელების და ბოლოს რუსების გავლენით.

⁽²⁾ „იადიგარ დაუდი“-ში მოხსენებული სახელწოდება „ბოგრიჯა“ ანუ „ბოგრუჯა“ ძალიან მოგვაგონებს შუკოვსკის [14] მიერ მოყვანილ ახლანდელ თურქულ *Vigna*-ს სახელწოდებას „ბერუღჯა“ (Берульжа).

⁽³⁾ გაუგებრობის ასაცილებლად, როგორც ვფიქრობთ, უნდა მივიღოთ შემდეგი სახელწოდებანი: „ძაძა“—*Vigna sinensis*-სათვის და „მაშა(ი)“—*Ph. aureus*-სათვის.

როგორც ვხედავთ, უკვე XI საუკუნეში საქართველოში კარგად არჩევენ ლობიოს სხვადასხვა სახეობას და ზემოაღნიშნული სახელწოდება „წითელი ლობიო“ წარმოადგენს *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl.-ს წითელ-მარცვლიან ფორმას, რომელიც ჩვენ შეგვხვდა ბორჩალოსა და ჭიათურის რაიონებში „მაშა ლობიოს“ სახელწოდებით. ამის გარდა, ამჟამად *Vigna* საქართველოში შემდეგი სახელწოდებითაა ცნობილი: „მამა(ი)-კალია“, „მიწის ლობიო“, „შავკუჭა ლობიო“, „ცი-ლობიე“, „დიხაში ლებია“.

დეკაპრელევიჩის [10] და მის გამოკვლევებზე დამყარებით ივ. ჯავახიშვილს [7] „ცი-ლობიოს“ და „მაშა-ლობიოს“ სახელწოდება მოჰყავთ არა *Vigna*-ს მათუწყებლად, არამედ *Phaseolus aureus* (Roxb.) Piper-სა. *Vigna*-სათვის დეკაპრელევიჩის [10] მოჰყავს შემდეგი სახელწოდებანი: აღმოსავლეთ საქართველოსათვის „მაშ“ ანუ „მაშა“, ხოლო დასავლეთისათვის — „ძაძა“.

სახელწოდებანი „მიწის ლობიო“ და „მამაკალია“ მოყვანილია ერისთავის [17] ლექსიკონში. სახელწოდება „მამა-კალია“ მათუწყებლად ჯავახიშვილი *Phaseolus aureus* (Roxb.) Piper-ს სთვლის იმ საბუთით, რომ ეს სახელწოდებანი ერისთავის ლექსიკონში სინონიმებს წარმოადგენენ. მაგრამ ერისთავს ეს სახელწოდებანი მოყვანილი აქვს, ალბათ, არა *Phaseolus aureus*, არამედ *Vigna sinensis* აღსანიშნავად. ამიტომ ამ საკითხში ჩვენ ივ. ჯავახიშვილს ვერ დავეთანხმებით.

მცენარეების სახელწოდებათა ამისთანა არეგ-დარევა და მათი აღნიშვნა ერთი და იმავე სახელწოდებით ხშირი შემთხვევაა განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ხშირად იცვლება უცხოელთა გავლენის ხასიათი.

ყველა ზემოხსენებულის თანახმად ირკვევა, რომ „ლობიო“ ან და მისი მსგავსი სახელწოდება შემოტანილი იყო საქართველოში არა უგვიანეს X—XI საუკუნისა მცირე აზიიდან და არა ინდოეთიდან, როგორც ამას გულისხმობს დეკაპრელევიჩი (ფაქტიურად, ალბათ, ბევრად უფრო ადრეც). ეს სახელწოდება უსათუოდ შემოჰყვა *Vigna sinensis*-ს კულტურას (შეიძლება *Dolichos lablab*-საც).

იმის სასარგებლოდ, რომ ეს სახელწოდება შემოვიდა საქართველოში უძველეს დროშივე, მოწმობს ის გარემოება, რომ მთელ რიგ ქართულ წერილობით წყაროებში ისე, როგორც „ცერცვის“ სახელწოდება, იხმარებოდა მოსახლეობის მიერ უცნობი პარკოსანი მცენარეების აღსანიშნავად („მაშა-ლობიო“, „ბაკლა-ცერცვი“, „ცულის-პირას ცერცვი“, „ლობიოს გავს, მას მაში ჰქვიან“ და ასე შემდეგ).

XVI საუკუნეში საქართველოში ამერიკული მცენარის *Phaseolus vulgaris*-ს შემოტანისას ამ უკანასკნელზე „ლობიოს“ სახელწოდება იყო გადატანილი⁽¹⁾.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 24.7.1943)

(1) იმის საილუსტრაციოდ, თუ როგორ ხდებოდა ერთი მცენარის სახელწოდების გადატანა მსგავს მცენარეზე შეიძლება მრავალი მაგალითის მოყვანა. ამ მხრივ მშვენიერ მაგალითს წარმოადგენს სოია, რომელიც შემოვიდა საქართველოში ამ უკანასკნელი 70 წლის წინათ. ამ

Г. Н. МАТВЕЕВ

НАИМЕНОВАНИЯ *PHASEOLUS VULGARIS* (L.) SAVI В ГРУЗИИ

Резюме

Современное литературное наименование фасоли [*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi] в Грузии — „лобио“ (ლობო). Это наименование широко распространено в Карталинии, Кахетии и Имеретии⁽¹⁾. На различных грузинских диалектах, картвельских языках и языках народов, населяющих Грузию, мы встречаем в настоящее время следующие наименования фасоли:

а) Диалекты грузинского языка:

1. карталинское, кахетинское и имеретинское—лобио (ლობო);
2. гурийское—лобие (ლობიე), лобия (ლობია);
3. аджарское—лобия (ლობია); аджарцы, при разговоре на турецком языке, употребляют термин — „фасуля“ (ფასულა);
4. мохевское—лебио (ლებიო);
5. кизикское—лебѳа (ლებჳა).

ბ) Диалекты других картвельских языков:

1. сванское—лебио (ლებიო, верхне-бальский диалект), лебиа (ლებია, нижне-бальский диалект) и лоббио (ლობიო, лентехский и лашский диалекты);
2. занское—лебия и лобиа (ლებია и ლობია, мегрельский диалект), лобия (ლობია, хопский говор чанского диалекта), лобѳа (ლობჳა), вицско-архавский говор чанского диалекта) и лобджа (ლობჯა, атинский говор чанского диалекта).

в) Кавказские языки:

1. абхазское—ақуд (აყუდ);
2. цова-тушинское—лобив (ლობივ), лебив (ლებივ);
3. кистинское—лебие (ლჳებიე), лебиеш (ლჳებიეშ);
4. аварское—хуло (ჰულო)⁽²⁾.

ახალმა კულტურამ რამდენიმე სახელწოდება მიიღო: მუხუდო, ძაძა, იპაონის ლობიო და სხვა, ე. ი., იმ მცენარეთა სახელწოდება, რომლებიც ჰგავდნენ სოიას და მოსახლეობისათვის კარგად იყვნენ ცნობილი. ამ სახელწოდებათა გადატანამ მცენარიდან მცენარეზე დიდი არეგ-დარეგა შეიტანა ტერმინოლოგიაში და გააძნელა ჩვენი ზოგიერთი კულტურული მცენარის წარმოშობასთან დაკავშირებული საკითხების გამოკვლევა.

⁽¹⁾ В учебнике Д. Н. Прянишникова и И. В. Якушкина „Растения полевой культуры“ (изд. 1938 г., стр. 285) указано, что: „в Грузии взамен фасоли возделывается лобия, представляющая разновидность коровьего гороха (*Vigna Catjang*)“. Для такого солидного учебника такое искажение совершенно непонятно.

⁽²⁾ Близкое название на аварском языке (*holo'*) приводит Ус'ар [16] для *Pisum sativum*.

г) На языках других народов, населяющих Грузию:

1. осетинское—кадур (ყადურ) (1), лобия (ლობია);
2. курдское—лобия;
3. армянское—лоби;
4. турецкое (у турок и греков, говорящих на турецком языке)—фасуля;
5. русское—лобия, фасоль;
6. эстонское—уба.

В литературе мы встречаем следующие наименования фасоли в Грузии. Саба-Сулхан Орбелиани [3] для конца XVII—начала XVIII века приводит вообще для Грузии название—лобио (лобия).

В кратком грузино-русско-латинском словаре Эристави [17] мы встречаем некоторые наименования фасоли, а именно: ლობიო (лобио)—груз., имер.; ლებობ (лебия)—мингрел. и ლობობო (лобиеи)—гурийское. Гюльденштедт [18] в 1771-1772 г. вообще для Грузии приводит грузинское название фасоли „Lobio“. Кох [20] в 1843-1844 году приводит для фасоли грузинское название „Lobijo“ и лазское (чанское) „Lobia (Hatschi)“. Декапрелевич ([9], стр. 149) в 1925 г. указывает, что „в Грузии и в остальном Закавказье фасоль известна под названием „лобио“ и „лобия“ (ლობია)“. Иванов [15] в 1926 г. приводит для Грузии несуществующее название фасоли „туоти“.

Большинство вышеприведенных наименований, включая и эстонское „уба“, имеют один и тот же корень и, очевидно, одно и то же происхождение. Турецкое название „фасуля“ (то же самое название Жуковский [14] указывает и для современной Турции) и русское название „фасоль“, — греческого происхождения. Происхождение абхазского названия „акуд“, аварского „хуло“ и осетинского „кадур“ нам неизвестно. Был бы безусловно интересным лингвистический разбор этих терминов.

Наиболее интересным, однако, является выяснение происхождения грузинского слова „лобио“. Декапрелевич [9] указывает, что грузинское название фасоли „лобио“ происходит, повидимому, от индостанского „лоба“. Джавахишвили [7] отмечает, что современное грузинское слово „лобио“ очень походит на иранское слово „лубия“ (ლუბია). При этом он указывает, что тщательное изучение всех письменных грузинских источников, начиная с самых древних вплоть до XVII столетия, показало, что нигде в них не встречается слово „лобио“ или похожее на него.

Слово „лобио“, однако, мы находим в древних грузинских медицинских книгах, опубликованных начиная с 1936 г. врачом Л. Котетишвили. Так, в „Усцоро Карабадини“, грузинском письменном источнике, относящемся к началу XI века, мы встречаем наименование „Цители лоблио“ [4]. В другом грузинском письменном источнике „Цигни Саакимой“, относя-

(1) Наименование литературное.

шемся к началу XIII века, мы также встречаем название „Цители лобио“ [6]. В „Иадигар Дауди“ [1], относящемся ко второй половине XVI века (около 1580 г.), мы встречаем слово „лобио“, причем в одном месте этого труда дается следующее пояснение: „ბოგრიჯა, ვითამცადა თეთრი წურილი ლობიო“.

Очень интересные сведения по затронутому вопросу приводит Дитмер ([13], стр. 342).

Как доказано целым рядом исследований, названия „лобио“, „лубиа“, „лубие“ и все остальные его варианты были присущи в древности видам *Vigna S.* и *Dolichos L.*, у каковых они сохранились и по настоящий день. Эти названия (лубиа, лубие и т. д.) из Африки и Малой Азии распространились на север (Закавказье и Средняя Азия), на восток (Индия) и на запад (из Африки они были занесены сарацинами в 700-х годах нашей эры в Испанию, где, как указывает Дитмер, мы встречаем названия: „*Alubias*“ и „*Jubias*“) (1).

Относительно наличия в Грузии культуры *Vigna S.* или *Dolichos L.* в рассматриваемый нами период имеющиеся литературные данные, однако, не дают ясной картины. Виды: *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl. и *Dolichos lablab L.*, как доказано рядом исследований, происходят из района больших озер восточной Африки, где они вошли в очень давние времена в культуру. Отсюда эти культуры перешли в Аравию, Малую Азию и дальше на север, восток и запад. Из Малой Азии они должны были проникнуть и в Грузию.

Декапрелевич [10] указывает, что, повидимому, вигна для Грузии является аборигенной культурой, возделываемой издавна. В более поздних трудах этого же автора [11, 12] в списках бобовых культур, однако, мы вигны не находим.

Точно так же Джавахишвили [7] не нашел в грузинских письменных источниках точных доказательств наличия в Грузии вигны ранее XVII—XVIII столетия.

В вышеуказанных грузинских медицинских книгах [4, 6, 1] мы находим упоминание о целом ряде бобовых культур, хорошо знакомых в Грузии и, по всей вероятности, возделывавшихся на месте, причем основными бобовыми культурами, возделывавшимися в Грузии, издавна были не бобы, горох и чечевица, как предполагает Декапрелевич [12], а нут, чечевица, вигна, бобы, маш и, по всей вероятности, горох.

Мы видим также, что уже в XI веке в Грузии хорошо различали различные виды „лобио“, причем „წითელი ლობიო“ есть не что иное, как краснозерная форма *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl.

Подводя итоги всему вышесказанному, мы приходим к заключению,

(1) Испанское название „*Jubias*“ очень напоминает приводимое нами эстонское наименование „уба“. Эстонское название „*ubba*“ V. Hehn [19] приводит, однако, для *Vicia faba L.*

что название „лобио“ или близкое к нему другое название проникло в Грузию не позднее X—XI столетия (фактически, очевидно, много ранее) из Малой Азии, но не из Индии, как это предполагает Декапрелевич. Это название, по всей вероятности, проникло одновременно с культурой *Vigna sinensis* (Stickm.) Endl. (возможно и *Dolichos lablab*. L.).

В дальнейшем с проникновением в Грузию в XVI веке американского вида фасоли [*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi] на последний было перенесено название „лобио“.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Ботанический институт

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. იადიგარ დაუდი. თბილისი, 1938.
2. ა. მაყაშვილი. სასოფლო-სამეურნეო ტერმინოლოგია. I. მემცენარეობა, თბილისი, 1938.
3. საბა-სულხან ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი (ი. ყიფშიძის და ა. შანიძის რედაქციით). თფილისი, 1928.
4. ქანანელი. უსწორო კარაბადინი. თბილისი, 1940.
5. არბ. ჩიქობავა. ჭანჭურის გრამატიკული ანალიზი. მეორე ნაწილი (ტექსტები). 1936.
6. წიგნი სააქიმოე. თბილისი, 1936.
7. ი. ა. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია. წიგნი II. თბილისი, 1934.
8. Н. И. Вавилов и Д. Л. Букинич. Земледельческий Афганистан. 1929.
9. Л. Л. Декапрелевич. Сорта фасоли (*Phaseolus vulgaris* Savi), возделываемые в Грузии. Зап. научно-прикл. отд. Тифл. Бот. сада, вып. IV, 1925.
10. Л. Л. Декапрелевич. Материалы по изучению зерновых бобовых Грузии. Зап. научно-прикл. отд. Тифл. Бот. сада, вып. V, 1926.
11. Л. Л. Декапрелевич и В. Л. Менабде. К изучению полевых культур западной Грузии. Зап. научно-прикл. отд. Тифл. Бот. сада, вып. VI, 1929.
12. Л. Л. Декапрелевич. Главнейшие полевые культуры эпохи Шота Руставели. შოთა რუსთაველის ეპოქის მატერიალური კულტურა. თბილისი, 1938.
13. Э. Э. Дитмер. К вопросу о происхождении культурных фасолей. Отд. отт. из Трудов по прикл. бот., ген. и сел., т. 23, Ленинград, 1931.
14. П. М. Жуковский. Земледельческая Турция. Ленинград, 1933.
15. Н. Р. Иванов. Фасоль. Изд. Всес. Инст. прикл. бот. и нов. культ., 1926.
16. П. К. Услар. Этнография Кавказа. Языкознание. III, Аварский язык, 1889.
17. Р. Д. Эристов. Краткий грузино-русско-латинский словарь из трех естественных царств природы. Тифлис, 1884.
18. J. G ü l d e n s t ä d t. Reisen durch Russland und im Kaukasischen Gebirge, 1787.
19. V. N e h n. Kulturpflanzen und Haustiere in Jhrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien sowie in das übrige Europa. Berlin, 1883.
20. Karl Koch. Wanderungen im Oriente. Bd. II, III; 1846—1847.

გენეტიკა

დ. მელაძე, ბ. ჯორჯიძე, ზ. ბოლქვაძე

DROSOPHILA MELANOGASTER-ის პოპულაციის გენეტიკური
ანალიზის ზოგიერთი შედეგი

I. შესავალი

ჩ. დარვინის ევოლუციური მოძღვრების განვითარებასა და გაღრმავებასთან დაკავშირებით ბუნებრივი პოპულაციათა გენეტიკურ-ექსპერიმენტული შესწავლა ერთ-ერთი მნიშვნელოვან საკითხთაგანია. კვლევის ეს მიმართულება საშუალებას გვაძლევს გამოვარკვიოთ არამარტო უკვე განვლილი ევოლუციური გარდაქმნები, არამედ შევისწავლოთ, ჯერ ერთი, ევოლუციური პროცესის მიმდინარეობა ბუნებაში მის პირველად, ჩვეულებრივი დაკვირვებისათვის მიუწვდომელ, გამოვლენათა ფორმებში და, მეორე, ვცხადყოთ დარვინული ევოლუციის მამოძრავებელ ძალთა თავისებურებანი სახეობათა ევოლუციაში (С. С. Четвериков, Н. П. Дубинин, А. Н. Sturtevant, Th. Dobzhansky, С. Gordon და სხვ.).

წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს საქართველოში არსებული მდიდარი ბუნებრივი მასალის გენეტიკურ-ექსპერიმენტული შესწავლის იმ პირველ ცდას, რომლის შემდეგი დამუშავება ლაბორატორიის უქონლობის გამო, სამწუხაროდ, შეწყვეტილ იქნა.

II. მასალა და მეთოდი

ბუნებრივ პოპულაციებში ეკოგენოტიპთა აგებულობისა და დინამიკის სრულ შესწავლაში შედარებითი ანალიზის მეტი უპირატესობის გამო (Н. П. Дубинин и др., 1934) ჩვენ მიერ იმთავითვე აღებული იყო ორი პოპულაცია—ქუთაისისა და სოხუმის. წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია მხოლოდ ქუთაისის პოპულაციის 1935—36 წლების შესწავლის ძირითადი შედეგები.

მასალას ვიღებდით ქუთაისის საკონსერვო ქარხანაში წლის განმავლობაში ორჯერ, სახელდობრ: ზაფხულის მიწურულსა და გვიან შემოდგომაზე.

გენეტიკური ანალიზისათვის გამოყენებული იყო ანალიზატორი $\frac{Cy}{L} \frac{DSb}{CIII}$

სიგნალიზატორული გენები და ლეტალი ინვერსიით. სასქესო ქრომოსომებში ლეტალი გენების ანალიზის უფრო სრულყოფისათვის შემდეგში ვიხმარეთ აგრეთვე Sc^B სიგნალიზატორი, ხოლო CII ინვერსიის გავრცელების გამოწარკვევად მივმართეთ სანერწყვე ჯირკვლების ციტოლოგიურ ანალიზს პაინტერის (Painter) მეთოდით.

III. ექსპერიმენტული ნაწილი

Ia სერია. F₁-ში, ე. ი. სასქესო ქრომოსომთა მუტაციებზე, შესწავლილი იყო 198 ბუნებითი დედლის თაობები, მგრამ სქესთან დაკავშირებული ხილული და ლეტალი მუტაცია ვერ იქნა ნაპოვნი.

F₂-ში შესწავლილ 43 ინდივიდის თაობებში აღმოჩნდა შემდეგი მუტაციები:

1. უხეში თვალი II ქრომ.—1 შემთ. 3. ამოჭრ. ფრთა III ქრომ.—2 შემთ.
2. მუტაცია sooty III „ —1 „ 4. უფრთ. (შემც. საბზ.) IV „ —1 „

ამ უფრთო მუტაციის ლოკალიზაცია მისივე უფრთობის გამო ვერ გამოვარკვეთ, ხოლო სიცოცხლის უნარიანობისა და განაყოფიერების შემცირების გამო ვერ მოვაშენეთ ჰომოზიგოტ ხაზად.

აგრეთვე მრავლად აღმოჩნდა მუტაცია comma და „დამატებითი ჯაგრები“, რომელთა კონცენტრაცია აღწევდა 32,50%-ს, ე. ი. გვხვდებოდა იგივე წესზომიერებითა და რაოდენობით, როგორც ეს სხვათა მიერ სხვა პოპულაციების ანალიზის დროს იყო დადგენილი. ამ მუტაციათა სპეციალური ანალიზი ჩვენ მომდევნო სერიებში არ ჩავატარებთ, რისთვისაც ისინი არც ერთი სერიის მონაცემთა საერთო კონცენტრაციაში არ აგვირიცხია.

ლეტალი II ქრომოსომში აღმოჩნდა 6 შემთხვევა.

ამრიგად, comma და „დამატებითი ჯაგრები“-ს გარდა აღმოჩენილ მუტაციათა კონცენტრაცია შესწავლილი ინდივიდების მიმართ იქნება: ხილული მუტაციების—11,63%; ლეტალის II ქრომ.—13,95%; სულ—25,58%.

Ib სერია. F₁-ში ანალიზებულ იქნა 304 ბუნებითი დედლის თაობები და აღმოჩნდა შემდეგი მუტაციები:

1. Vermilion—3 შემთხ.
2. დამატებითი გარდიგარდმო ძარღვი-
ცალ ფრთაზე—1 შემ.

ამრიგად, სქესთან დაკავშირებული ხილული მუტაციების კონცენტრაცია შესწავლილი ინდივიდების მიმართ = 1,32%.

ლეტალი საბოლოოდ არც ამ სერიაში იქნა დადასტურებული.

F₂-ში ანალიზებულ 138 ინდივიდის თაობებში დადგენილ იქნა შემდეგი მუტაციები:

1. უხეში, ზოგჯერ გაორებული თვა-
ლი II ქრომ.—1 შემთხ.
2. ამოჭრილი ფრთა II ქრომ.—1 შემთხ.
3. მუტაცია sepia—2 შემთხ.

ლეტალი II ქრომოსომში აღმოჩნდა 6 შემთხვევა.

ამრიგად, აუტოსომებში ნაპოვნ მუტაციათა კონცენტრაცია შესწავლილი ინდივიდების მიმართ უდრის: ხილული მუტაციებისა—2,90%; ლეტალის II ქრომ.—4,35%; სულ—7,25%.

IIa სერია. ვიდრე ამ სერიის მასალას შევავაროვებდით და ანალიზს შეეუდგებოდით, ბუნებაში ხილულად არსებულ სასქესო ქრომოსომთა მუტაციების აღმოჩენის მიზნით, ორი კვირით ადრე შეგროვილ და ბინოკულარის ქვეშ გასინჯული იყო 1884 ბუნებითი მამალი და აღმოჩენილ იქნა შემდეგი მუტაციები:

1. მუტაცია vermilion—2 შემთხ. 2. მუტაცია yellow—1 შემთხ.

ხოლო ამ სერიის მორიგ მასალაზე ჩატარებულ გენეტიკური ანალიზით F₁-ში შესწავლილი იყო 598 ბუნებითი დედლის თაობები და აღმოჩნდა შემდეგი მუტაციები:

1. უხეში თვალი—1 შემთხ. 2. ამოჭრილი ფრთა—2 შემთხ.

აღსანიშნავია ის მეტად საგულისხმო ფაქტი, რომ ამ ორ უკანასკნელ მუტაციათა გამოვლენა, როგორც ეს მათგან ხახების გამოყვანის დროს დავადასტურეთ, არ აღმოჩნდა სრული.

ლეტალი ანალიზებულ 598 ინდივიდის სასქესო ქრომოსომებში აღმოჩნდა 5 შემთხვევა, თუმცა ზოგიერთის მიმართ ვადაჭრით თქმა ცოტა არ იყოს საეჭვოა, რადგან ლეტალს ვადგენდით ჩვეულებრივი მეთოდით.

F₃-ში შესწავლილ 259 ინდივიდის თაობებში აღმოჩნდა შემდეგი მუტაციები:

II ქრომოსომში

- | | | | |
|-------------------------|-----------|--|-----------|
| 1. ამოჭრილი ფრთა | —2 შემთხ. | 7. გაუშლელი ფრთა არასრული გამოვლენით | —1 შემთხ. |
| 2. გვერდზე შეჭრილი ფრთა | —1 „ | 8. მუტაცია ebony | —1 „ |
| 3. ორად შეჭრილი ფრთა | —1 „ | 9. ცალი ფრთა გაწვდილი | —1 „ |
| 4. დამოკლებული ფრთა | —3 „ | 10. ბოლოში ორად შეჭრილი ფრთა გაწვეტილი ძარღვით | —1 შემთხ. |
| 5. დატოტვილი ფრთა | —1 „ | | |
| 6. ოდნავ მუქი თვალი | —1 „ | | |

სულ 10 მუტაცია—13 შემთხ.

III ქრომოსომში

- | | | | |
|---------------------|-----------|---|-----------|
| 1. ამოჭრილი ფრთა | —4 შემთხ. | 5. ფრთის ცალი გვერდი ამოჭრილი და ბოლო შეჭრილი | —1 შემთხ. |
| 2. მუტაცია sepia | —5 „ | 6. უხეში თვალი და ამოჭრილი ფრთა | —1 „ |
| 3. უხეში თვალი | —1 „ | | |
| 4. მუტაცია extended | —1 „ | | |

სულ 6 მუტაცია—13 შემთხ.

ლეტალი II ქრომოსომში აღმოჩნდა 7 შემთხვევა.

ამრიგად, აუტოსომებში დადგენილ მუტაციათა კონცენტრაცია შესწავლილი ინდივიდების მიმართ იქნება: ხილულებისა—10,04%; ლეტალის II ქრომ.—2,70%; სულ—12,74%.

Iib სერია. F₁-ში შესწავლილი იყო 1104 ბუნებითი დედლის თაობები და აღმოჩნდა შემდეგი მუტაციები:

- | | | |
|----------------------|------------|---|
| 1. მუტაცია vermilion | — 5 შემთხ. | (ერთ შემთხვევაში მუტაცია vermilion და yellow თავმოყრილი იყვნენ ერთ ქრომოსომში). |
| 2. მუტაცია yellow | — 4 „ | |
| 3. ოდნავ მუქი სხეული | — 1 „ | |

სულ 3 მუტაცია—10 შემთხ.

ჩამოთვლილ მუტაციათა კონცენტრაცია შესწავლილი ინდივიდების მიმართ = 0,90%.

ლეტალის უცილოდ დადგენის მიზნით ამ სერიაში გამოყენებულ იქნა აგრეთვე Sc⁹¹B სიგნალიზატორი და ლეტალი დადასტურდა 5 ინდივიდის მიმართ, რომლის კონცენტრაციაც = 0,45%/.

ამრიგად, სასქესო ქრომოსომებში ნაპოვნ ხილულ და ლეტალ მუტაციათა საერთო კონცენტრაცია = 1,35%/.

F₂-ში ანალიზებული იყო 402 ინდივიდის თაობები და აღმოჩენილ იქნა შემდეგი მუტაციები:

II ქრომოსომში

1. ამოჭრილი ფრთა	—3 შემთხ.	7. უხეში თვალი	— 1 შემთხ.
2. შეჭრა ფრთის ბოლოს ან მის შიდა მხარეს არასრული გამოვლენით	—1 შემთხ.	8. ოდნავ გაწვდილი ფრთა	— 1 "
3. უწესრიგოდ დატოტვილი ძარღვები არასრული გამოვლენით, ფრთა მუქი	—2 შემთხ.	9. უხეში თვალი	— 2 "
4. ცალი ფრთა მოკლე და განიერი, მეორე შეჭრილი არასრული გამოვლენით	—1 შემთხ.	10. გაწვდილი ფრთა	— 3 "
5. მუტაცია ebony	—1 "	11. ფრთის შიგა მხარეს ძლიერი შეჭრა არასრული გამოვლენით	— 1 "
6. ორივე ფრთა დაჭუჭენილი	—1 "	12. სხეული, ფრთები და თვალები შემცირებული, სხეული ოდნავ მუქი და თვალები კი უხეში	— 1 "
		— სულ 12 მუტაცია	—18 შემთხ.

III ქრომოსომში

1. მუტაცია sepia	—2 შემთხ.	5. ოდნავ მუქი თვალი	— 1 შემთხ.
2. შემცირებული და უხეში თვალი	—2 "	6. უხეში თვალი	— 1 "
3. ქვემოთ დახრილი ფრთა	—3 "	7. უხეში თვალი არასრული გამოვლენით	— 1 "
4. ორივე ფრთა დაჭუჭენ.	—1 "	— სულ 7 მუტაცია	—11 შემთხ.

და უფრო —1 შემთხ.—ლოკალიზაცია იხ. Ia სერია.

ლეტალი II ქრომოსომში აღმოჩნდა 19 შემთხვევა.

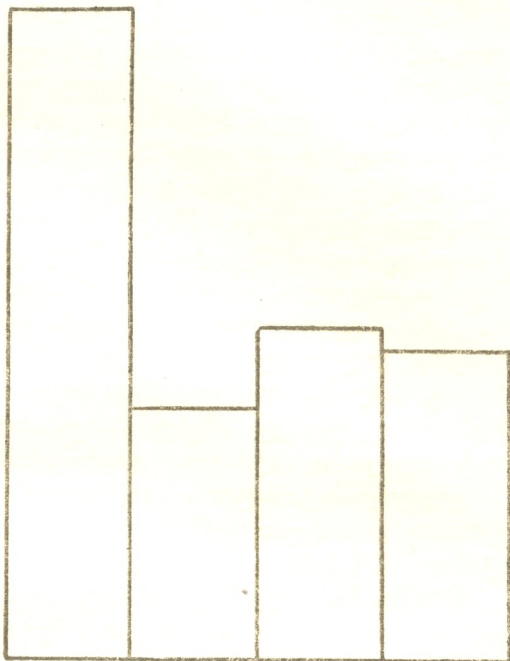
ამრიგად, ამ სერიის აუტოსომურ მუტაციათა კონცენტრაცია შესწავლილი ინდივიდების მიმართ: ხილულთა = 7,21%/; ლეტალის II ქრომ. = 4,73%/; სულ = 11,94%/.

აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა სხვადასხვა მუტაციის თავმოყრას ერთ ინდივიდში.

ამ სერიაში, გარდა გენეტიკური ანალიზისა, ჩავატარეთ აგრეთვე ციტოლოგიური ანალიზი ქუთაისის პოპულაციაში ფართოდ გავრცელებულ ინვერსია CII-ის კონცენტრაციის გამოსარკვევად. ამ მიზნით შესწავლილ 2939 ბუნებითი დედალში აღმოჩენილ იქნა ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში მყოფი CII ინვერსიის 325 შემთხვევა, ე. ი. 11,06%/ (ჰომოზიგოტ მდგომარეობაში მყოფი CII ინვერსია შესწავლილი არ ყოფილა).

ექსპერიმენტული შედეგების მიმოხილვა

ჩატარებულმა მუშაობამ კიდევ ერთხელ ცხადყო, რომ თუმცა ბუნებაში გავრცელებული *Dr. melanogaster*-ის პოპულაციები ხასიათდებიან დიდი ფენოტიპური ერთფეროვნებით, მაგრამ ამ ერთფეროვანი ფენოტიპური საფარველის ქვეშ იმალება მათი არანაკლებ დიდი გენეტიკური მრავალფეროვნება (С. С. Четвериков, 1927 და სხვ.). პოპულაციებში ჰეტეროზიგოტად გავრცელებულია მთელი რიგი რეცესიული მუტაციები, რომელნიც ხშირად საგრძნობ კონცენტრაციას აღწევენ. გენთა ამ კონცენტრაციებს პროცენტებში, შესწავლილი პოპულაციის ყველა სერიის ინდივიდების მიმართ, განასახიერებს 1 ნახაზი.



სარ. Ia სარ. Ib სარ. IIa სარ. IIb
(cep. Ia) (cep. Ib) (cep. IIa) (cep. IIb)

ნახ. 1.

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ ჩატარებული ანალიზის დროს ყურადღება არ ექცეოდა ფართოდ გავრცელებულ მუტაცია *comma*-ს და „დამატებითი ჯაგრები“-ს კონცენტრაციას, არ იყო შესწავლილი საერთოდ პოპულაციებში დიდი რაოდენობით გავრცელებული მცირე მუტაციები, და აგრეთვე შერჩეული ანალიზატორი

საშუალებას არ გვაძლევდა IV ქრომოსომის მუტაციებისა და III ქრომოსომის ლეტალ გენთა აღმოჩენისას, მაშინ მუტაციათა კონცენტრაციები ბევრად უფრო მეტად წარმოგვიდგება.

ბუნებრივ პოპულაციებში როგორც ხილულ, ისე ლეტალ მუტაციურ გენთა ესოდენ დიდი კონცენტრაცია, რომელიც ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში ყოფნით დამალულია სახის ნორმალური ფენოტიპის ქვეშ, ბევრად აღემატება ბუნებაში წარმოშობილ თვით მუტაციური პროცესის სიჩქარეს. აქედან გამომდინარეობს ის, რომ პოპულაციათა მთელი ეს მრავალფეროვნება არ წარმოადგენს მუტაციური პროცესის მიმდინარეობის პირდაპირ ანარეკლს, არამედ ის დაგროვილია ისტორიულად სახეობის განვითარების მთელი ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. მაგრამ იმისათვის, რომ ახლად წარმოშობილი მუტაცია შევიდეს პოპულაციის ფონდში, რომ ბუნებრივმა გადაჩვევამ მასზე საგრძნობი გავლენა მოახდინოს, საჭიროა დროის ხანგრძლივი პერიოდი. მუტა-

ციის წარმოშობის მომენტიდან ამ პერიოდამდე, ე. ი. იმ პერიოდამდე, როდესაც ბუნებრივი გადარჩევა აქტიურად წარმართავს წარმოშობილი მუტაციის ბედ-იღბალს, მოქმედებენ მთელი რიგი პროცესები, რომელთაც გენეტიკო-ავტომატურ პროცესებს უწოდებენ და რომელნიც მკვეთრად აღიღებენ, ამცირებენ ან სრულიად გამოირიცხავენ ახლად წარმოშობილ მუტაციას (H. P. Дынин, S. Wright, R. A. Fisher). განსაკუთრებული მნიშვნელობა გენეტიკო-ავტომატურ პროცესებს არაადაპტულ გენთა კონცენტრაციის ზრდისათვის უნდა ჰქონდეთ, რადგან ბუნებრივი გადარჩევით ასეთი გენები ან სრულიად უნდა გამოირიცხონ, ან კიდევ მათი კონცენტრაციები უნდა გადავიდნენ ისეთ დაბალ დონეზე, რომ ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედება პრაქტიკულად უმნიშვნელო იყოს შედარებით ხანმოკლე პერიოდში. ასეთი პროცესები მიმდინარეობენ თაობიდან თაობამდე და მათი საშუალებით პოპულაცია მდიდრდება არამარტო სასარგებლო, არამედ ყოველნაირი და მათ შორის აშკარა მავნე გენებითაც კი. ამ უკანასკნელთა გამრავლება შეიძლება იმდენად ინტენსიურიც იყოს, რომ სახის პოლიმორფიზმის გამოვლენამდე მივიდეს აღნიშნულ გენთა მიმართ. ამრიგად, სახეობის განვითარების მთელი ისტორიის მანძილზე მიმდინარეობენ ეს პროცესები და იწვევენ სახეობისათვის დამახასიათებელ მრავალფეროვან მუტაციათა ისტორიულ დაგროვებას.

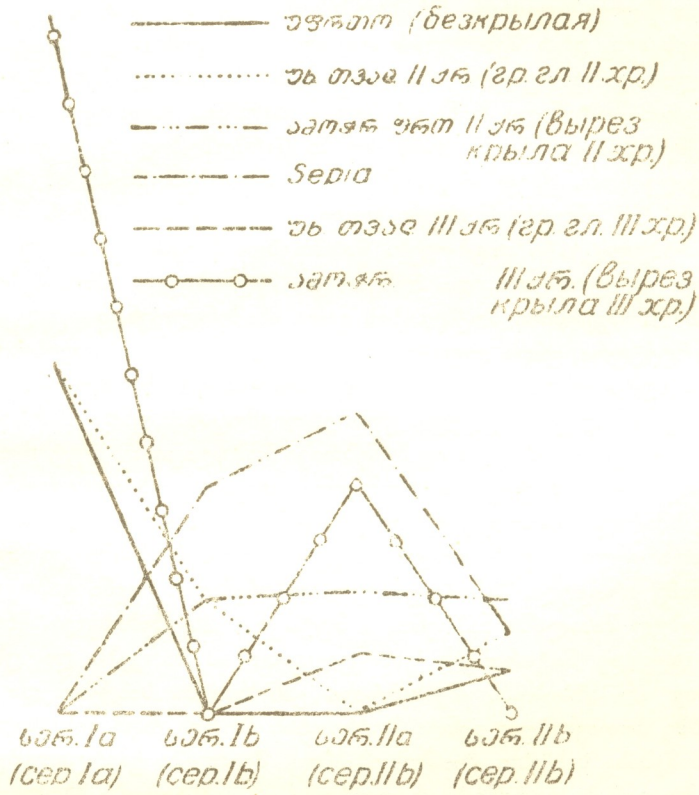
გენეტიკო-ავტომატური პროცესების მოქმედების ილუსტრაციისათვის საკმარისია გავარჩიოთ ჩვენ მიერ მიღებული შედეგებიდან შედგენილი ქვემოთ მოტანილი 2 ნახაზი.

ნახაზზე წარმოდგენილი 6 მუტაციის კონცენტრაციიდან პროცენტებში, მაგალითისათვის გავარჩიოთ უფროთა მუტაციის კონცენტრაცია სხვადასხვა სერიის მიხედვით. Ia სერიაში ეს მუტაცია გვხვდება საკმარისად მაღალი—2,32% კონცენტრაციით, შემდეგ Ib და IIa სერიებში ამ მუტაციის კონცენტრაცია უდრის 0%-ს, ხოლო IIb სერიაში ეს მუტაცია კვლავ იჩენს თავს 0,25% კონცენტრაციით. თუ არა გენეტიკო-ავტომატური პროცესების მოქმედება, ეს მუტაცია Ia და IIb სერიებში ასეთი კონცენტრაციით არ შეგვხვდებოდა, რადგან იგი ბუნებაში ვერ გაუძლებდა თავის ბევრად უფრო სრულყოფილ მეტოქეთა კონკურენციას და ბუნებრივი გადარჩევა მას, როგორც Ib და IIa სერიაში ნაჩვენებია, ერთი ხელის მოსმით გაანადგურებდა. იგივე ითქმის მე-2 ნახაზზე მოცემულ სხვადასხვა ხასიათისა და სხვადასხვა ქრომოსომის გენების მიმართაც, რომელთა კონცენტრაციების მოძრაობაც სერიებისდა მიხედვით ცვალებადობს. აღნიშნულ გენთა კონცენტრაციების ასეთი შემთხვევითი მოძრაობა უმთავრესად გენეტიკო-ავტომატური პროცესების შედეგი უნდა იყოს. ამ გენთა კონცენტრაციები ხან მატულობენ, ხან კლებულობენ, ხან ისევ იმატებენ და ამ ცვალებადობაში მათ „სარგებლიანობას“ ორგანიზმისათვის, როგორც ჩანს, ნაკლები მნიშვნელობა აქვს და მთავარი როლი გენეტიკო-ავტომატურ პროცესებს მიენიჭებათ. ეს ალბათ ის კონცენტრაციებია, რომლის ფარგლებშიც ბუნებრივი გადარჩევა ჯერ კიდევ ვერ მოქმედებს თავისი სრული ძალით, რადგანაც მას თავისი მოქმედების რეალიზაციისათვის დროის ძალიან გრძელი მონაკვეთები სჭირდება, მაშინ, როდესაც გენეტიკო-ავტომატური პროცესები ერთი

დაკვირვებით ზრდის და ხან ამცირებს წარმოქმნილ გენთა კონცენტრაციებს ყოველგვარი ადაპტაციის გარეშე.

შესწავლილი CII ინვერსიის კონცენტრაცია, როგორც აღნიშნულია, დადგინეთ 11,06%-ად. ვინაიდან ეს ინვერსია წარმოადგენს კროსინგოვერის ჩამკეტს, ამიტომ ბუნებრივი პოპულაციაში მისი ესოდენ დიდი პროცენტით გავრცელება მთელ რიგ მეტად საინტერესო საკითხებს აყენებს.

მაგრამ, უწინარეს ყოვლისა, გამოსარკვევია CII-ის ასეთი დიდი გავრცელება შემთხვევითია, შედეგია გენეტიკო-ავტომატური პროცესების მოქმედები-



ნახ. 2

სა თუ ის მართლა ფართოდ გავრცელებული და ამ შემთხვევაში გამოწვეულია ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით, ე. ი. როგორია ამ ნიშანთვისების ადაპტიურობის ხასიათი? მართალია, საკითხის უცილო პასუხისათვის სასურველია ამ ინვერსიის კონცენტრაციის შესწავლა ბუნებაში მომდევნო წლებშიაც, მაგრამ თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ მისი დაახლოებით ასეთივე დიდი კონცენტრაციით გავრცელება ამავე პოპულაციაში ერთხელ უკვე დადგენილი იყო (Dubinin, Sokolov, Tiniakov, 1935), მაშინ ადვილად შეგვიძლია დავასკვნათ,

რომ CII ინვერსიის ასეთი კონცენტრაცია არაა შემთხვევითი და მის ამ შედარებით სტაბილურ გავრცელებას ის ბუნებრივ-ისტორიული პირობები უწყობენ ხელს, რომელსაც ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედება ეწოდება. და თუ ეს ასეა, მაშინ ამ ჩამკეტი CII ინვერსიის ბუნებრივ პოპულაციაში ესოდენ დიდმა გავრცელებამ უნდა გამოიწვიოს II ქრომოსომში წარმოშობილ მუტაციათა გარკვეული კონდენსაცია. ამ საკმარისად დიდი ინტერესის მქონე საკითხს IIb სერიაში მიღებული მონაცემები დადებით პასუხს აძლევენ. 402 ბუნებითი დედლის თაობების ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ II ქრომოსომში ნაპოვნი მუტაციათა 18 შემთხვევიდან 12 გაფანტულია სხვადასხვა ქრომოსომში, დანარჩენი 6 კი თავმოყრილია წყვილ-წყვილად. III ქრომოსომში კი ნაპოვნი მუტაციების გენთა თავმოყრის არც ერთ შემთხვევას ადგილი არ ჰქონია.

მართალია, გამორიცხული არაა ამ საკითხის საბოლოოდ სხვა მეთოდით გადაჭრა, მაგრამ მოტანილი მონაცემებიც საკმარისია იმისათვის, რომ CII ინვერსიის მოქმედების ფაქტი II ქრომოსომში წარმოშობილ მუტაციათა კონდენსაციაზე დავადგინოთ. ეს კი თავის მხრით ადასტურებს ჩვენს იმ პირველ დებულებას, რომ CII ინვერსიის ასეთი დიდი გავრცელება არ არის შემთხვევითი და მისი ამ პოპულაციაში დაგროვება წარმოებდა წლების განმავლობაში განსაკუთრებული ეკოლოგიური და ბუნებრივი ისტორიული პირობებით. დაბოლოს, რადგან CII ინვერსიის მოქმედების გამო მნიშვნელოვნად იცვლება II ქრომოსომის სტრუქტურა, უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს გარემოება თავისებურ გავლენას იქონიებს მუტაციური პროცესის მიმდინარეობაზე II ქრომოსომში. ამ საკითხის გადაჭრა კი მომდევნო კვლევის ერთ-ერთ ამოცანას უნდა წარმოადგენდეს.

აქამდე შესწავლილ მთელ რიგ ბუნებრივი პოპულაციათა აუტოსომებში აღმოჩენილია სხვადასხვა მუტაციები, რომელნიც, თავისი ფიზიოლოგიური ბუნების მიუხედავად, ხშირად საკმაოდ მაღალი კონცენტრაციით მოიპოვებიან სახეობის ნორმალის საფარველის ქვეშ, ხოლო სასქესო ქრომოსომებში კი მუტაციების სულ რამდენიმე ერთეული შემთხვევა იყო აღმოჩენილი. ჩვენი გამოკვლევა, სადაც ანალიზებულ მასალაში ნაპოვნია 9 მუტაციის 20 შემთხვევა, მნიშვნელოვნად აესებს დღემდე ჩატარებულ გამოკვლევათა ამ ხარვეზს და ცხადჰყოფს, რომ ამ მხრივ არ არსებობს თვისებრივი განსხვავება სასქესო და სომატურ ქრომოსომებში მოთავსებულ გენტა მოძრაობის შორის, რომ მსგავსად სომატური ქრომოსომებისა სასქესო ქრომოსომებშიც შეიძლება გავრცელებული იყოს სხვადასხვა მუტაციის საგრძნობი რაოდენობა. აქ განსხვავება მხოლოდ რაოდენობრივ მხარეშია; უკანასკნელი გამოიხატება იმაში, რომ, როგორც ნაპოვნი მუტაციათა რაოდენობა, ისე მეტწილად მათი კონცენტრაციაც სასქესო ქრომოსომებში ნაკლებია, ვიდრე აუტოსომებში. ეს რაოდენობრივი განსხვავება სასქესო ქრომოსომთა იმ თავისებურებით უნდა აიხსნას, რომ ყოველი შთამომავლობის ნახევარს (♂♂) მხოლოდ ერთი X ქრომოსომი აქვს, რის გამოც წარმოშობილი რეცესიული მუტაცია ფენოტიპურად ვლინდება და უშუალოდ ექვემდებარება ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას; და მხოლოდ X ქრომოსომის მუტაციათა $\frac{2}{3}$ -ს (♀♀) შეუძლია დაიზღვიოს თავი ნორმალის ფენოტიპური საფარველის ქვეშ ბუნებრივი გადარჩევის უშუალო მოქმედებისაგან.



ამის გამო გენეტიკო-ავტომატურ პროცესებს სასქესო ქრომოსომებში წარმოქმნილი რეცესიული მუტაციების კონცენტრაციისათვის უფრო ნაკლები მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეთ, ვიდრე აუტოსომებში წარმოქმნილთა მიმართ.

აღსანიშნავია, რომ სასქესო ქრომოსომებში ნაპოვნი მუტაციები ან არასრული გამოვლენის მქონენი (უხეში თვალი, ამოჭრილი ფრთა), ან კიდევ ისეთი ბუნებისანი არიან, რომელთაც აგრეთვე არ უნდა ახასიათებდეს მნიშვნელოვანი უარყოფითი ფიზიოლოგიური მოქმედება (vermilion, yellow). არასრული გამოვლენების მქონე სქესთან დაკავშირებული რეცესიული მუტაციები არ აძლევენ შესაძლებლობას შეცვლილ გენს სრულიად გამოვლინდეს და შემთხვევათა მნიშვნელოვან ნაწილში ♂♂ ინდივიდების ჩათვლითაც ეს მუტაცია დაზღვეულია ხოლმე ბუნებრივი გადარჩევის უშუალო მოქმედებისაგან. ამიტომ გენეტიკო-ავტომატურ პროცესებს აუტოსომებში წარმოქმნილ რეცესიული მუტაციების მსგავსად შესაძლებლობა ეძლევათ იმოქმედონ მათზე და ზოგჯერ გაზარდონ მათი კონცენტრაციაც. რაც შეეხება vermilion და yellow მუტაციებს, ისინი, ჯერ ერთი, საგრძნობი კონცენტრაციით ხვდებიან და, მეორე მუტაცია vermilion-ის კონცენტრაცია შესწავლილ სერიებში დაახლოებით ერთი და იგივე აღმოჩნდა. ეს ფაქტიც იმის დამმოწმებელია, რომ მათი ასეთი კონცენტრაციით შეხვედრა ვერ აიხსნება მარტო შემთხვევითი პროცესებით და რომ აქ უფრო მეტად ბუნებრივი გადარჩევის მიზანშეწონილი მოქმედება უნდა ვიგულოვოთ. საფიქრებელია, რომ ეს მუტაციები პოპულაციებში უთუოდ წარმოშობილ და შემდეგ ბუნებრივი გადარჩევის გამო დაღუპულ სხვა ასეთივე მუტაციებისაგან განსხვავდებიან იმით, რომ მათი ფიზიოლოგიური მოქმედება მოცემულ ეკოლოგიური პირობებში არ უნდა იყოს უარყოფითი. წინააღმდეგ შემთხვევაში ბუნებრივი გადარჩევა მათ დაგროვებაში მნიშვნელოვან როლს ვერ შეასრულებდა.

ამრიგად, უნდა ვიფიქროთ, რომ სასქესო (X) ქრომოსომებში, წარმოშობილ მუტაციათა მიმართ გენეტიკო-ავტომატური პროცესების თავისებური მოქმედების გამო, რაც თვით X ქრომოსომის მომდევნო თაობაში აუტოსომებისაგან განსხვავებული განაწილებით არის გამოწვეული, შეგვიძლია ვიპოვოთ საგრძნობი კონცენტრაციით მხოლოდ ზოგიერთი კატეგორიის (როგორც, მაგ., არასრული გამოვლენების, არა მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური მოქმედების და სხვა მსგავსი) მუტაციები.

ლეტალი საბოლოოდ ბუნებრივი პოპულაციათა სასქესო ქრომოსომში, მიუხედავად იმისა, რომ მათი წარმოქმნის ტემპი საკმაოდ დიდია, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ აღმოჩენილ ორ შემთხვევას (Timofeeff—Ressovsky, 1927), რომლებიც მეთოდის ნაკლები სიზუსტის გამო არადამაჯერებელია, ჩვენს ამ გამოკვლევამდე არ ყოფილა ნაპოვნი. ჩვენ მიერ ანალიზებული მასალა მნიშვნელოვნად აესებს ამ ხარვეზსაც, IIb სერიაში საკონტროლო მეთოდის გამოყენებით დადგენილი იყო ლეტალის კონცენტრაცია შესწავლილ ინდივიდთა მიმართ, როგორც 0,45%, რაც ძლიერ უახლოვდება ბუნებაში მათი წარმოქმნისათვის გამოანგარიშებულ სიჩქარეს (B. П. Эфрويمсон, Н. П. Дубинин). ეს გარემოება ადვილად გასაგები ხდება, თუ გავითვალისწინებთ, რომ სასქესო ქრომოსომებში წარმოქმნილი ლეტალი ზემოთ გარჩეული ხილული მუტაციების მსგავ-

სად უფრო მეტად ექვემდებარება ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას, ვიდრე აუტოსომებში და ამის გამო თითქმის ყოველთვის სწრაფად გამოვარდება ხოლმე პოპულაციიდან. ანალიზის დროს უმეტეს შემთხვევაში მხოლოდ ახლად წარმოქმნილი ლეტალის აღმოჩენა ხდება შესაძლებელი.

ამგვარად, სასქესო ქრომოსომებში წარმოქმნილ მუტაციათა ბედი პრინციპულად არ განსხვავდება აუტოსომურ მუტაციათა ბედისაგან. აქაც, აუტოსომების მსგავსად, ჩვენ ვხვდებით როგორც ხილულ მუტაციათა საგრძნობ კონცენტრაციას, ისე ლეტალსაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

და განსახკომის ყოფილი ზოობიოლოგიური სადგური

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 1.7.1943)

ГЕНЕТИКА

Д. Д. МЕЛАДЗЕ, Г. Г. ДЖОРДЖИКИЯ, П. Д. БОЛКВАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОПУЛЯЦИИ *DRQSOPHILA MELANOGASTER*

Резюме

На основании анализа Кутаисской популяции *Dr. melanogaster*, проведенного в 1935—36 г.г., авторы приходят к выводу, что в изученной популяции накоплено большое количество мутационных изменений (рис. 1), которые скрываются под покровом нормального фенотипа вида. Эти мутации, после их возникновения, подвергаются генетико-автоматическим процессам и естественному отбору, вследствие чего происходят изменения их концентрации в популяциях. Генетико-автоматические процессы дают возможность повышать свои концентрации как полезным, так и явно вредным мутационным изменениям, включая летали (рис. 2) и, таким образом, создают возможность интенсивного действия естественного отбора. Все это еще раз подтверждает результаты авторов ранее проведенных исследований.

Инверсия С II в Кутаисской популяции, в гетерозотном состоянии, достигает 11,06%.

Во II хромосоме, в отличие от III хромосомы, встречаются случаи накопления мутационных генов в одних и тех же индивидах (6 случаев из найденных 18 случаев), что объясняется влиянием инверсии С II. Высказано предположение о воздействии этой С II инверсии на мутационный процесс во II хромосоме.

В отличие от ранее проведенных исследований, в половых хромосомах найдена значительная концентрация видимых мутаций (1,32%—сер. Ib; 0,5%—сер. Па; 0,9%—сер. Ib и 0,16% гомозиготов при просмотре ♂♂ из природы) и также леталей (0,83%—сер. Па; 0,45%—сер. Ib), концентрация которых приближается к скорости их возникновения. Судьба этих мутационных изменений принципиально не отличается от судьбы аутомных мутаций.

Академия Наук Грузинской ССР

Зоологический институт и

№6. Зооботаническая станция Наркомпроса Гр. ССР

Тбилиси



მ. ნათაძე

ზოგადიერი მონაცემი შავი ზღვის პელაგური ნემს-თევზის
ბიოლოგიისათვის

თევზების ბიო-ეკოლოგიის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხი—კვების საკითხი (საერთოდ *Syngnathidae*-თა და კერძოდ პელაგური ფორმების მიმართ) ლიტერატურაში სრულებით არ არის გაშუქებული. პროფ. ვ. ნიკიტინის რჩევით და მისივე ხელმძღვანელობით ჩვენ შევუდექით შავი ზღვის პელაგური ნემს-თევზის ბიოლოგიის შესწავლას. ჩვენი მიზანი იყო გამოვეჩვენებინა ამ თევზების საკვების შემადგენლობის როგორც საერთო, აგრეთვე საკვების კომპონენტების რიცხვობრივი შეფარდება. გარდა ამისა, ჩვენ გვინტერესებდა ნემს-თევზის ნაყოფიერების საკითხი. დამუშავების დროს მასალაში აღმოჩნდა პელაგური ნემს-თევზის ორი, თუმცა მეტად მსგავსი, მაგრამ მაინც დამოუკიდებელი, ფორმა [1]; ეს ფორმები ცალ-ცალკე იქნა განხილული.

მასალის დამუშავების დროს ჩვენ შევხვდით ძნელად გასაგებ ფაქტს. წელიწადის სხვადასხვა დროსა და შავი ზღვის სხვადასხვა რაიონში დაჭერილ 200 ეგზემპლარიდან 196 თევზის კუჭ-ნაწლავი სრულიად ცარიელი აღმოჩნდა და მხოლოდ 4 თევზს აღმოაჩნდა საკვები. საინტერესოა, რომ ოთხივე ეგზემპლარის საკვებში მხოლოდამხოლოდ *Copepoda* იქნა აღმოჩენილი. ამათგან საკვებში უმთავრესად გვხვდებოდა ახალგაზრდა *Paracalanus parvus* (Claus.) და *Pseudocalanus elongatus* Boeck. გვხვდებოდა აგრეთვე ახალგაზრდა *Acartia clausi* Giesbr. და ზრდადასრულებული, მცირე ზომის *Oithona nana* Giesbr. და *Oithona similis* Claus. არავითარი სხვა ფორმები, არც ფიტო და არც ზოოპლანქტონიდან, ნემს-თევზის კუჭ-ნაწლავში არ შეგვხვედრია.

თუმცა მასალის სიმცირე საშუალებას არ გვაძლევს საკმაოდ დასაბუთებული დასკვნა გამოვიტანოთ, მაგრამ ის ფაქტი, რომ *Copepoda*-თა გარდა საკვებში პლანქტონის არც ერთი სხვა ორგანიზმი არ იქნა აღნიშნული, თითქოს იმაზე მიგვიჩვენებს, რომ პელაგური ნემს-თევზის კვების დროს ირგვლივ მყოფი ორგანიზმების პასიური დაჭერა კი არ ხდება, არამედ საკვების აქტიური შერჩევა. რაც შეეხება საკვების რაოდენობისა და ამისთან დაკავშირებით ნემს-თევზის კვების ინტენსივობის საკითხს, მასალის აღნიშნული სიმცირე საშუალებას არ გვაძლევს ამ მხრივ რაიმე დასკვნა გამოვიტანოთ.

პელაგური ნემს-თევზის საკვების შემადგენლობის გამორკვევის გარდა ჩვენ გვინტერესებდა ამ თევზის ნაყოფიერების საკითხიც. ჯგუფი *Lophobranchii*, რომელსაც ნემს-თევზებიც ეკუთვნიან, მეტად თავისებური გამრავლებით ხასიათდება. განსაკუთრებული ქვირითი მოთავსებულია მამალ ნემს-თევზის მუცლის

მხარეზე და დაფარულია კანის ორი ნაოჭით. ეს ნაოჭები ზოგჯერ შეზრდილია და ქმნიან პარკს (ზღვის ცხენის—*Hippocampus* შემთხვევაში), ზოგჯერ კი ქვირითი სულ არ არის დაფარული ნაოჭებით (ზღვის მახათი—*Nerophis*). ქვირითი ვითარდება აქ დამოუკიდებელი მოძრაობისა და კვების უნარის მქონე ლიფსიტას სტადიამდე. გამრავლების ეს თავისებური ხასიათი საშუალებას გვაძლევს ნემს-თევზა მივაკუთნოთ „ცოცხალმშობ“ თევზებს, რადგანაც მამალი თევზი, გარდა იმისა, რომ ქვირითს ატარებს ლიფსიტების გამოსვლამდე, ჩანასახს კვებავს კიდევ. კვება ხდება კვერცხში მყოფი ყვითრის ხარჯზე და სხეულის იმ წვენების საშუალებით, რომლებიც აღწევენ ჩანასახს თევზის მუცლის მხარეზე არსებულ ღრუბლისებურ ქსოვილში (რომელზეც მიმაგრებულია ქვირითი) განვითარებული სისხლის ძარღვების საშუალებით. იმ ღრუში, რომელიც მამალ ნემს-თევზას მუცლის კედელსა და ნაოჭებს შორის რჩება და სადაც მოთავსებულია ქვირითი, არსებობს სითხე, რომლის ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შესახებ საინტერესო ცნობებს იძლევა Leiner-ი [2]. ეს სითხე მნიშვნელოვნად განსხვავდება თავისი თვისებებით ზღვის წყლისაგან. ის ხასიათდება ნაკლები მარილიანობით, რკინის მეტი რაოდენობით, ნაკლები pH-ით, ანტისეპტიკური თვისებებით, მისი ოსმოტური წნევა უდრის, ან ცოტა მეტია, მშობლების სისხლის ოსმოტურ წნევაზე. ამ სითხის შემადგენლობა და თვისებები რამდენიმედ იცვლება ემბრიონის ზრდასთან ერთად. რადგანაც ზღვის ნემს-თევზას და კერძოდ ჩვენ მიერ განხილული ფორმების ქვირითი მოთავსებულია მამალი თევზის მუცლის მხარეზე ორი პარალელური რიგის სახით, ამიტომ შესაძლებელი იყო გვეფიქრა, რომ ქვირითის რაოდენობა, ე. ი. ნაყოფიერება, უშუალოდ არის დაკავშირებული თევზის სხეულის სიგრძესთან. დაკვირვებების შედეგები მოყვანილია შემდეგ ცხრილში.

ცხრილი 1

სხეულის საშუალო სიგრძე mm	სხეულის სიგრძის მერყეობის საზღვრები	ქვირითის რაოდენობის საშუალო რიცხვი	სხეულის სიგრძისა და ქვირითის რაოდენობის შეფარდება
61,5	57—66	38	$70^{\circ} : 61,5^2 = 53 : 38 = 1,3 : 1,4$
70	66—74	53	$90^{\circ} : 70^2 = 90 : 53 = 2,55 : 1,7$
90	80—100	90	$11,5^2 : 90^2 = 135 : 90 = 1,53 : 1,5$
111,5	100—123	135	

ცხრილიდან ჩანს, რომ პელაგური ნემს-თევზას ნაყოფიერება მეტად მცირეა, რაც მის „ცოცხალმშობიარობასთან“ უნდა იყოს დაკავშირებული. აღმოჩნდა, რომ ქვირითის რაოდენობა მართლაც იზრდება თევზის სხეულის სიგრძის ზრდასთან ერთად. ამასთანავე აქ მიიღება შემდეგი პროპორცია (იხ. ცხრილი), რომელზეც ჯერ კიდევ კისელევიჩი მიუთითებდა ქაშაპისა და ზოგიერთი



სხვა თევზების მიმართ: ქვირილის რაოდენობა, ე. ი. ნაყოფიერება იზრდება თევზის სხეულის სიგრძის კვადრატის პროპორციულად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 20.6.1943)

ЗООЛОГИЯ

М. Г. НАТАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОЛОГИИ ПЕЛАГИЧЕСКОЙ
ИГЛЫ-РЫБЫ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Резюме

При просмотре кишечного тракта пелагических игол (*Syngnathidae*) Черного моря оказалось, что питание этих рыб носит характер активного отбора пищи, так как в их кишечнике были найдены исключительно или мелкие или молодые формы *Copepoda* (*Paracalanus parvus* Claus., *Pseudocalanus elongatus* Boeck., *Acartia-clausi* Giesbr., *Oithona nana* Giesbr. и *Oithona similis* Claus.). Никаких других форм ни фито, ни зоопланктона в кишечниках не оказалось.

В связи с довольно своеобразным способом размножения (икринки, до стадии малька помещаются на брюшной стороне самца и прикрыты складками кожи), плодовитость *Syngnathidae*, как и всех „живородящих“ рыб, небольшая. Оказалось, что количество икринок, т. е. плодовитость игол, возрастает пропорционально квадрату линейной длины тела рыбы.

Академия Наук Грузинской ССР

Зоологический институт

Тбилиси

ZOOLOGY

SOME DATA ON THE BIOLOGY OF PELAGIC NEEDLE-FISH IN THE
BLACK SEA

By M. NATADZE

Summary

The investigation of the intestinal tract of pelagic needle-fishes (*Syngnathidae*) of the Black sea showed that active selection of food is characteristic of their

feeding, for in their intestines were found only small or young forms of *Copepoda* (*Paracalanus parvus* Claus., *Pseudocalanus elongatus* Boeck., *Acartia clausi* Giesbr., *Oithona nana* Giesbr. and *Oithona similis* Claus.).

No other forms of the phyto or zooplankton were present in the intestines.

In connection with the somewhat peculiar way of spawning (the eggs before hatching are located on the abdominal side of the male, being protected by the folds of the skin), the fecundity of *Syngnathidae*, like that of all „viviparous“ fishes, is not great. It was found that the number of eggs or the fecundity of needle fishes increases in proportion to the square of the length of body of the fish.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
 Zoological Institute
 Tbilissi

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. ვ. ნ. ნიკიტინი და მ. გ. ნათაძე. შავი ზღვის პელაგურ *Syngnathidae*-თა სისტემატიკისათვის (ხელნაწერი).
2. M. L e i n e r. Die physiologischen Grundlagen der Nachkommenfürsorge beiden Seena-deln. Zeitschr. f. vergl. Physiologie, XXIII, 1936.

6. ბერძენიშვილი

წყალტუბოს ისტორიისათვის

უძველესი წერილობითი ცნობა აწინდელი წყალტუბოს სამკურნალო წყლის შესახებ XIII საუკუნიდან მოგვეპოვება⁽¹⁾.

გელათის მონასტრის დეკანოზი იაკობი⁽²⁾ ხახულის ღმრთისმობლის ხატი-სათვის შეწირულობის წიგნში ასწერს თავის სამეურნეო მოღვაწეობას ამ შეწირულობასთან დაკავშირებით და სხვათა შორის ამბობს: „გავაჩინე ესე:... მამული ჩემი მკუიდრი, პატრონთაგან ბოდებული, მალლაკს აბანოისა სახლი პირველცა სადეკანოზოდ შემექნა, თხუთმეტითა ლიტრითა ზეთითა ხახულისა ღთისმობლისათვის შემეწირა და აწცა, ვითა მომიქსენებია, განლამც ჰაგრევე მას ჰმსახურებდეს. მისსა სახლს აქით ქიჯგუსძე: ა:, ვაშაბერისძე: ა:, ფარსმანყანეც ხაკოსძე: ა:“⁽³⁾ მათითა მიწა-წყლითა, ტყითა, ველითა, სანადიროთა, საგმართა და უცმართა ყოვლითა სამნი პარტახნი, რომელთაგან გამოსავალნია: გუჯაბაური, დერუცული, ქორაული, ჯისალაური“. ქვეით დეკანოზი იაკობ ჩამოთვლის გლეხებს, ხახულის ღმრთისმობელს რომ შესწირა მან ხარათს, ზენასკანდეს, ტყირბულს, რაჭას და გადაკვეთით აღნიშნავს ყველა ამ გლეხის ბეგარა-გადასახადს მონასტრის სასარგებლოდ: „ამათ ყუელათა გლეხთაგან სხუასა ბეგარასა აქით ოცდაოთხი ლიტრა ცუილი გამოვალს; ხარათელთა გლეხთა გამოჰვალს მონასტრულითა დიდითა კოკითა თურამეტი კოკიი ღუინი და: ა: გრივი ქურამი; მალლაკელითა და ფარსმანყანეველთა გლეხთაგან გამოვალს სამი ურემი ღუინი უპარტახტოდ და ტყისაგან მოდი რაიცლა მოვალს, იფქლი, ფეტვი და ღომი და ამათ ჯუმლათა ოთხ-ოთხი თეთრი საყაჭობოი ზედა აც“⁽⁴⁾.

ჩვენ გუმანი ავიღეთ (მას შემდეგ კარგა ხანია), რომ მოტანილ ამონაწერში მოხსენებულ „აბანოისა სახლში“ წყალტუბოს აბანო იგულისხმება. ერთის

⁽¹⁾ ამ საბუთის გამომცემლის, თ. ჟორდანიას, საამისო თარიღი (1246—1250 წწ.) შესაძლებელია მცირე შესწორებას მოითხოვდეს, მაგრამ მაინც უდავოა, რომ ეს ძეგლი XIII საუკუნეში არის დაწერილი.

⁽²⁾ თ. ჟორდანიას აზრით ეს იაკობი და 1202 წელს თამარ მეფის სიგლის დამწერი სეფე მწიგნობარი იაკობ აწერელისძე ერთი და იგივე პირია. იხ. ([1], გვ. 128). სამწუხაროდ, მკვლევარის საამისო საბუთიანობა სავსებით საკმარისი არა ჩანს.

⁽³⁾ ძეგლს გამომცემელი აქ ანის ნაცვლად ი-ნსა სწერს, თუმცა ეჭვობს, რომ აქ ა-ნი უნდა იკითხებოდეს. ჩვენც ვფიქრობთ, რომ აქ დაწერილი უნდა ყოფილიყო ა-ნი, ე. ი. ერთი გლეხი. ამას უნდა მოწმობდეს აქვე ქვემოთ აღნიშნული მალლაკელ და ფარსმანყანეველ გლეხთა ღვინის გადასახადის ჯუმალი: „სამი ურემი ღუინი“.

⁽⁴⁾ ამჟამად ამ საბუთის დედნის გასინჯვის საშუალება ჩვენ არა გვაქვს. გამომცემლის ტექსტს ჩვენ, რა თქმა უნდა, უცვლელად ვიცავთ. იხ. ([1], გვ. 128—129).

შეხედვით ამ მოსახრებას ის გარემოება ეწინააღმდეგება, რომ მოტანილი მოწმობის „აბანოისა სახლი“ დასახელებულია „მალლაკს“, ხოლო დღეს ამ სახელის სოფელი (მალლაკი) დაშორებულია წყალტუბოს აბანოს. ამიტომ ბუნებრივია და მართებული ამ ჩვენი მოწმობის აბანო უპირველეს ყოვლისა აწინდელი მალლაკის საზღვრებში ვეძიოთ. მაგრამ აწინდელი მალლაკის საზღვრებში მინერალური აბანო დამოწმებული არაა, ხოლო ამ ჩვენს მოწმობაში რომ მინერალური აბანო იგულისხმება, ეს ჩვენ უდავოდ მიგვაჩნია⁽¹⁾. ამავე დროს, არ არის გადაულახველი ის დაბრკოლება, რომ დღეს მალლაკი კიდევან არის წყალტუბოს მინერალური წყლებიდან. არაერთ სოფელს ჟამთა ვითარებაში შესცვლია საზღვრები; ზოგი სოფელი შემცირებულა, ზოგი გადიდებულა, ზოგსაც სულ გამოუცვლია ძველი ადგილი და ახალი მიწა-წყალზე გაშლილა (ასეთ შემთხვევათა მიზეზების მოყვანა და მაგალითების დასახელება ადვილი საქმეა). ამიტომ ჩვენ ვერაფერი შეგვიშლის ხელს, რომ აწინდელი მალლაკის საზღვრები არ შევიწყნაროთ ძველი ვითარების აღმნიშვნელად (თვით სახელწოდება „მალლაკი“, თუ ეს ცნება „მალალს“ უკავშირდება, შეიძლება იმის მოწმობადაც გამოდგეს, რომ ძველად ამ სოფლის „ცენტრი“, ე. ი. ის ნაწილი, საიდანაც მთელმა სოფელმა სახელწოდება მიიღო, აწინდელი მალლაკის გარეთ სადღაც ზეგანში იყო).

წყალტუბოსა და მალლაკის ურთიერთ შორის მდებარეობის შესახებ ერთგვარ ცნობას გვაწვდის XVI საუკუნის ერთი საბუთი⁽²⁾. იმერეთის მეფე გიორგიმ 1586 წელს თავად წულუკიძეს ხონში „ხოსროსეული სასახლე“ უწყალობა და „ამას გარეთ“ გიწყალობეთო, ნათქვამია საამისო წყალობის წიგნში, — „ჩვენი სახასო სანადიროები და სასახუნდროები წყალტუბოს გაღმა ბოლო-მალლაკის საზღვრამდის“. აქედან ის მაინც ცხადია, რომ XVI საუკუნეში „წყალტუბოს გაღმა“ (აქ არა ადგილი წყალტუბო, არამედ მდინარე წყალტუბო იგულისხმება) მეფის სანადირო-სასახუნდროები იყო და ეს ადგილები ბოლო-მალლაკს უშუალოდ ესაზღვრებოდა, რომ, მაშასადამე, მალლაკსა და მდინარე წყალტუბოს შორის სოფელი რაიმე იმ დროს ჯერ კიდევ არ ყოფილა. არაფერია შეუძლებელი იმაში, რომ ეს ცარიელი (თუ დაცარიელებული?) ადგილები მდინარე წყალტუბომდის და, მაშასადამე, აწინდელი აბანოების ტერიტორიის მარცხენა ნაწილი უფრო ძველად თვით მალლაკის საზღვრებში ყოფილიყოს.

XIII საუკუნის საბუთიდან ჩანს, რომ „აბანოისა სახლი“ ძველად სამეფო ქონება ყოფილა. ამას მოწმობს გამოთქმა „მამული ჩემი მკუიდრი, პატრონთაგან ბოძებული“. იაკობ დეკანოზის ეს გამოთქმა ნიშნავს, რომ „აბანოისა სახლი“ მას მამისაგან ჰქონდა მიღებული („მამული“), რომ ეს ქონება მამა მისს, შეიძლება, პაპასაც კი, მეფისაგან ჰქონდა ნაწყალობევი („პატრონთაგან ბოძებული“) საშვილიშვილოდ („მკუიდრი“). ასე რომ, ისე როგორც სამეფო სანადირო-სასახუნდროები ბოლო-მალლაკის საზღვრად XVI საუკუნეში, „აბანოისა

(1) საერთოდ, ძველი წყაროები, ზეპირი თუ წერილობითი, სოფლად, — უკეთ, არა ქალაქად, — აბანოს დასახელებისას მხოლოდ მინერალურ სამკურნალო წყალს ჰგულისხმობენ. იხ. [2].

(2) საქ. მუხ. ხელნაწ. განყ. 2270 dh.



სახლი“ სადღაც XII საუკუნეში სამეფო ქონებიდან კერძო მფლობელობაში გადასულა. და აი ეს „აბანოსის სახლი“ იაკობ დეკანოზის მეფე დავით რუსუდანის ძის ნებართვით („მეფეთმეფისა წყალობითა“) ხახულის ღმრთისმშობლის ხატისათვის შეუწირავს იმ პირობით, რომ ამიერიდან ამ „ხატის მამულის“, ე. ი. „აბანოსის სახლის“ მოურავი-მმართველი გელათის მონასტრის დეკანოზი იქნება („პირველცა სადეკანოზოდ შემექნა“).

შემწირველ იაკობს თავისი შენაწირისათვის ყოველწლიური გადასახადიც გადაუკვეთია ხატის სასარგებლოდ („განადამც ჰაგრევე მას ჰმსახურებდეს“) — 15 ლიტრა ზეთი.

საინტერესოა „აბანოსის სახლის“ გადასახადის სახეობა—ზეთი. იაკობ დეკანოზმა, როგორც ზემოთ საბუთის მოტანისას აღვნიშნეთ, გლეხები „მოიგო“ და ხახულის ღმრთისმშობელს შესწირა იმავე მაღლაკს, ფარსმანყანევს, ზარათს, ზენასკანდეს, მუხურს, ტყირბულს, რაჭას და ყველა ამათი გადასახადიც გადაწყვიტა: ცვილი, ღვინო, ქვრიმი, ფეტვი, ღომი და თეთრი საყაჭობო, ე. ი. ფული¹. არსად, როგორც ვხედავთ, გადასახადის სახეობად ზეთი არ ჩანს და ის მხოლოდ „აბანოსის სახლს“ მართებს. ეს გარემოება, ვფიქრობთ, ჩვენი მიზნისათვის განსაკუთრებით საყურადღებოა. უპირველეს ყოვლისა ეს გარემოება იმის უდავო მოწმობაა, რომ აბანოსის სახლის მეურნეობა არსებითად განსხვავდება ახლობელ თუ შორეულ გლეხთა მეურნეობისაგან. ცნობილი ამბავია, რომ ამა თუ იმ პირის გადასახადის სახეობათა განსაზღვრა მისი მეურნეობის სახეობაზე იყო დამოკიდებული. ასე იყო ყველგან ნატურალური მეურნეობის პირობებში, ასე იყო ჩვენშიაც. ამავე დროს არაა საფიქრებელი, რომ მხოლოდ „მაღლაკს აბანოსის სახლი“ ეწეოდა მეზეთეობას, მაშინ როცა იქვე მაღლაკს და სხვა სოფლებში ასეთ მეურნეობას სხვა არ მისდევდა.

მაგრამ შეიძლება „აბანოსის სახლი“-ში „აბანო“ გლეხის საკუთარი სახელია და „მაღლაკს აბანოსის სახლი“ საგლეხო კომლის აღნიშვნაა ისევე, როგორც, ვთქვათ, ამავე საბუთში დასახელებული „ზარათს... არსენისძის სახლი“? ვფიქრობთ, არა. ჯერ ერთი, აბანო აღამიანის სახელად ჩვენ არსად შეგვხვედრია²; გარდა ამისა, თუ აბანო გლეხის სახელია, მოსალოდნელი იყო, რომ შემწირველი მასაც მამისძეობით დაასახელებდა ისევე, როგორც იქვე, მაღლაკს, ასახელებს ორ გლეხს: „ქიჯგუს ძე: ა:, ვაშაბერის-ძე: ა:“; შემდეგ, ამ „აბანოსის სახლის“ აღნიშვნისას შემწირველი არ ასახელებს კომლის რაოდენობას, მაშინ როცა იქვე ქიჯგუს-ძეს და ვაშაბერის-ძეს კომლობით იხსენიებს; შემდეგ, იაკობ დეკანოზის მიერ ყველა შეწირულ გლეხს ბეგარა-გადასახადის მრავალსახეობა ახასიათებს, მაშინ როცა „აბანოსის სახლს“ მხოლოდ ზეთით „სამსახური“

¹ თავისთავად მეტად ძვირფასი ცნობა იმის შესახებ, რომ ყაჭი სოფელში ფულის შესვლის ერთ-ერთი ყველაზედ მნიშვნელოვანი წყარო იყო, რომ ყაჭობას, ე. ი. აბრეშუმის მოყვანისას, სოფელს ფულიანობა ახასიათებდა, რომ, მაშასადამე, ამ დროს ხდებოდა ყაჭის შესყიდვა ვაჭრების მიერ მეაბრეშუმე გლეხთაგან, რომ „ყაჭობა“ „თეთრის“ მეურნეობად იყო ცნობილი, რომ სწორედ აქედან იწყება სულადი გადასახადის ფულადით შეცვლა (კომუტაცია).

² გვაგონდება ებანოძე, *ებანოს-ძე. „აბანო“-სთან კავშირი რაიმე მას არ უნდა ჰქონდეს.

მართებს; შემდეგ, როგორც ზემოთ შევნიშნეთ, „აბანოსის სახლს“ ახასიათებს გადასახადის სახეობის სრული განსხვავებულობა; დაბოლოს, თვით შემწირველი გამორიცხავს „აბანოსის სახლს“ მის მიერვე შეწირულ გლეხთა რიცხვიდან. იაკობ დეკანოზი ჩამოთვლის მის შეწირულ გლეხებს მათი სადაურობის ჩვენებით: იწყებს მალლაკით, რომელსაც მიჰყვება ფარსმანყანევი, ზარათი, არგვეთს ზენასკანდე, ტყირბული, რაჭას ქორთა, მუხური და სწერს: „ამათ ყუელათა გლეხთაგან სხუასა ბეგარას აქაით ოცდა-ოთხი ლიტრა ცული გამოვალს. ზარათელთა გლეხთა გამოჰვალს მონასტრულითა დიდითა კოკითა თურამეტი კოკაი ღუინი და: ა: გრივი ქურამი, მალლაკელთა და ფარსმანყანეველთა გლეხთაგან გამოვალს სამი ურემი ღუინი უპარტახოდ და ტყისაგან მოდი, რაიცლა მოვალს, იფქლი, ფეტვი და ღომი და ამათ ჯუმლათა ოთხ-ოთხი თეთრი საყაქობოი ზედა აც“. ჩვენ ვიცით, რომ „აბანოსის სახლს“ გადაკვეთილი ჰქონდა შემწირველის მიერ ერთი სახეობის გადასახადი—15 ლიტრა ზეთი. სხვა მას არა მართებს რა. ასე რომ ეს გადასახადები, „ამათ ყუელათა გლეხთაგან სხუასა ბეგარას აქაით“ რომ „გამოჰვალს“ ან კიდევ „სამი ურემი ღუინი, ტყისაგან მოდი, რაიცლა მოვალს, იფქლი, ფეტვი და ღომი და... ოთხ-ოთხი თეთრი საყაქობოი“, მალლაკელთა და ფარსმანყანეველთა გლეხთაგან“ რომ „გამოვალს“,— არც ერთი „აბანოსის სახლს“ არ შეეხებოდა. მაშასადამე, შემწირველი იაკობ დეკანოზი თვით გამორიცხავს „აბანოსის სახლს“ როგორც „მალლაკელთა და ფარსმანყანეველთა გლეხთაგან“, ისე „ამა ყუელათა გლეხთაგანაც“.

მაგრამ ხომ არ შეიძლება, რომ იაკობ დეკანოზი გამოთქმაში „მალლაკს აბანოსის სახლი“ ჰგულისხმობდეს მხოლოდ შენობას, სახლს, რომელიც აბანოს ეკუთვნოდა და მასთან სხვა რაიმე ურთიერთობაში არ იყო? არა, არ შეიძლება. სხვა სიძნელეებს გარდა, ასეთი გაგებისას აუხსნელი შეიქნებოდა ამ სახლის „სამსახური“ „თხუთმეტითა ლიტრითა ზეთითა“. ასე რომ „აბანოსის სახლი“ უეჭველად კავშირშია თვით აბანოს ექსპლოატაციასთან. ამიტომ, და არა იურიდიული კუთვნილების საფუძველზე, ეწოდება მას „აბანოსის სახლი“. ასეთი „სახლის“ „სამსახური“ „თხუთმეტითა ლიტრითა ზეთითა“ წარმოსადგენია მხოლოდ ისე, რომ ეს „სახლი“ არის კომპლექსი, ორგანიზაცია შენობით (შეიძლება, შენობებით) და სხვა საქონებელით, მათ შორის, უეჭველია, აბანოს წყაროთი. „სამსახური“ სრულდება, რა თქმა უნდა, პირის მიერ, მაგრამ ამ პირის დაუსახელებლობა იურიდიულ დოკუმენტში იმის საბუთი უნდა იყოს, რომ ასეთი პირი აქ შემთხვევითია, რომ ის შეწირულობაში არ იგულისხმება, რომ ამ სამეურნეო ორგანიზაციასთან ის მუდმივ კავშირში არ იმყოფება, რომ „სამსახური“ მართებს, მაშასადამე, „აბანოსის სახლს“ და არა პირს, ხოლო მატერიალურად ამ „სამსახურს“ ასრულებს ის პირი, ვის ხელშიაც (ვის სარგებლობაშიაც) ამა თუ იმ დროს ეს სახლი იმყოფება.

„აბანოსის სახლში“ აბანოს შენობა (თუ შენობები), უეჭველია, იგულისხმება. თვით ტერმინის—„აბანოსის სახლი“—ს წარმოშობისათვის მას, შეიძლება, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდა, მაგრამ იაკობ დეკანოზის ენაზე ის გარემოება ჩანს ხაზგასმული, რომ აქ უმთავრესია არა სახლი—შენობა, არამედ აბანოს ექსპლოატაციის ორგანიზაცია, რომელიც ამ სახლში (და, შეიძლება, სხვა

ასეთივე სახლშია(ც) მოწყობილა, ან უკეთ, ორგანიზაცია, რომელშიაც ეს შენობა-სახლიც, როგორც ნაწილი, შედის.

ყველაფერი ეს, ვფიქრობთ, იმის საკმაო საბუთია, რომ „მალლაკს აბანო-სა სახლში“ საგლეხო ფუძე ან შენობა-სახლი კი არ იგულისხმება, არამედ დაწესებულება, აბანო, სამეურნეო და საგადასახადო ერთეული, ისევე, ვთქვათ, როგორც შეიძლებოდა ყოფილიყო საბაჟოსა, საფეიქროისა, სამღებროისა და სხვა „სახლი“¹.

ამრიგად, „მალლაკს აბანოისა სახლი“ არის საგადასახადო ერთეული, რომელშიც ყოველწლიურად 15 ლიტრა ზეთი უნდა მიართვას გელათის დეკანოზს. ამავე დროს, ჩვენ ეს უკვე შევნიშნეთ, არაა საფიქრებელი, რომ ეს „აბანოისა სახლი“ მეზეთობას მისდევდა. ასეთ პირობებში ერთადერთი სწორი ის მოსახზრება შეიძლება იყოს, რომ „აბანოისა სახლს“ ფულადი შემოსავალი ჰქონდა, რომლითაც მას უნდა ყოველწლიურად 15 ლიტრა ზეთი ეყიდა და მონასტრის დეკანოზისათვის მიერთმია.

ასე რომ ჩვენ მივიღეთ: XIII საუკუნეში „აბანოისა სახლი“ მალლაკის საზღვრებშია; ეს სახლი ამ დროს წარმოქმნილი კი არაა, — ძველი ჩანს; „აბანოისა სახლი“ სასოფლო მეურნეობას არ ეწევა და შემოსავალი კი აქვს; მისი შემოსავალი ფულადია; „აბანოისა სახლი“ სამეურნეო და საგადასახადო ერთეულია.

ამის შემდეგ, ადვილია, ვფიქრობთ, პასუხი კითხვაზე, თუ რას უნდა ნიშნავდეს ეს უცნაური გამოთქმა: „აბანოისა სახლი“? ეს არის აბანო (სადაც შეიძლება იყოს არაერთი შენობა-სახლი), რომელსაც აქვს ფულადი შემოსავალი. რაღა საეჭვოა, რომ ასეთი შემოსავალი ამ აბანოს ექსპლოატაციის შედეგია (სამწუხაროდ, ჩვენს საბუთს იმის პირდაპირი ჩვენება არ შემოუწინახავს, თუ ვინ და როგორ ეწეოდა აბანოს ექსპლოატაციას, მაგრამ ზემომოტანილ ცნობაზე დაკვირვებით შეიძლება თითქო დავასკვნათ, რომ აბანოს ექსპლოატაცია საიჯარო წესით ხდებოდა).

ეხლა, როცა, ამრიგად დავადგინეთ „მალლაკს“ ისეთი აბანო, რომელიც დიდი ხანია არსებობდა, ფართოდ განთქმული იყო თავისი სამეურნეო თვისებებით (რომ ასე არ ყოფილიყო, მას მუდმივი შემოსავალიც არ ექნებოდა, ხოლო ასეთი გადაკვეთილი გადასახადი შესაძლებელი იყო მას დაკისრებოდა მას შემდეგ, რაც მრავალი წლის საამისო გამოცდილება მიღებული ჰქონდათ), საექსპლოატაციოდ იჯარით გაიცემოდა და კარგი შემოსავლის წყარო იყო, — კიდევ მეტის დაჯერებით შეგვიძლია მივიღოთ ჩვენ მიერ აღებული გუმანი, რომ „მალლაკს აბანოისა სახლი“ - ში იგულისხმება აწინდელი წყალტუბოს მინერალური წყალი და მისი იმდროინდელი საექსპლოატაციო ორგანიზაცია.

მაგრამ აქედან ჩვენ ის არ უნდა დავასკვნათ, თითქო XIII საუკუნეში სახელი „წყალტუბო“ არ არსებულებოდა, თითქო ის ამის შემდეგ ხანებში, სად-

¹ ჩვენს საკითხისაგან დამოუკიდებლად განსაკუთრებით აღნიშვნის ღირსად მიგვაჩნია: XIII საუკუნეში „სახლი“, ამრიგად, სამეურნეო ორგანიზაციის მნიშვნელობითაც იხმარებოდა (ამისი მოწმობა ამ დროდან სხვაც მოიპოვება).

ლაც XIII—XVI საუკუნეთა შორის გაჩენილიყოს. არა, თვით სახელწოდება „წყალტუბო“ (—წყალთბილა) გვარწმუნებს, რომ ის IX—VIII საუკუნეებზე უფრო ადრე წარმოშობისაა, როცა ამ ადგილებში მეგრული ენა ჯერ კიდევ ბატონობდა. ჩვენი დაკვირვებიდან მხოლოდ ისა ჩანს, რომ წყალტუბო, უფრო ზუსტად, შეიძლება აწინდელი წყალტუბოს ნაწილი, ე. ი. მდინარე წყალტუბოს მარცხენა სანაპირო, XIII საუკუნეში ჯერ კიდევ მალლაკის საზღვრებში ითვლებოდა და რომ XVI საუკუნისათვის ეს მდგომარეობა შეცვლილია, რომ მალლაკის საზღვრები შემცირებულა და წყალტუბო უკვე მის გარეთ იგულისხმება⁽¹⁾.

ზემოთ მითხრული დაკვირვებიდან ჩვენ ვერც იმას დავასკვნით, რომ XIII საუკუნის საბუთით დადასტურებული „მალლაკს აბანოისა სახლი“ ერთადერთი იყო და წყალტუბოში იმ დროს სხვა ასეთივე „აბანოისა სახლი“ არ არსებობდა.

ამის შემდეგ წყალტუბოს აბანოს ხსენებას ჩვენ ვერა ვხვდებით XVII საუკუნემდის. რასაკვირველია, ეს გარემოება მხოლოდ იმით აიხსნება, რომ წერილობითი საისტორიო მასალები დასავლეთ საქართველოდან, სამწუხაროდ, მეტად მცირე გვაქვს⁽²⁾. მაინც წყალტუბოს აბანოს შესახებ ამ ხანებში ერთი რამ მტკიცედ ვიცით. „აბანოისა სახლი“ XVI საუკუნის შემდეგ, თუ აქამდისაც არა, გელათის მონასტერს უკვე დაჰკარგვია. ჩვენ მოგვებოვება წერილობითი ცნობები XVII—XVIII საუკუნისა გელათის მონასტრის ქონების შესახებ და იქ აბანო (წყალტუბო თუ მალლაკი) არსადა ვხვდებთ. ჩანს, გელათისათვის წაუერთმევიათ შემოსავლიანი აბანო (სწორედ რომ წაუერთმევიათ, რადგან ეკლესიისათვის შეწირულის გასხვისება, რა სახითაც არ უნდა იყოს, არავისგან შეიძლებოდა).

ამას გარდა მოიპოვება ერთი საბუთი XVII საუკუნისა⁽³⁾, სადაც წყალტუბო თითქო იგულისხმება. აზნაურ ეზია იოსელიანისთვის ბოძებულ წყალობის წიგნში იმერეთის მეფე ალექსანდრე სწერს: „გბოძე ჩემი საკვიდრო მამული და სოფელი გუშტიბი და იქ მოსახლენი ორი შვანგირაძე, ორი ჩაფჩიძე და ერთი მელაძე და იმ სოფლის მიწაწყალი გუბის-წყალის გამოღმა გუბის ფონს ზეით ყენის (?) წყალის ჩასართავამდის ჩუნეშისა სასაზღურის დაბლა,—ამა ზღუ-

(1) შეიძლება სწორედ ამ „აბანოისა სახლის“ დიდმნიშვნელობა იყო იმის მიზეზი, რომ ის თანდათან, ბუნებრივად, გამოეყო მალლაკს? მაგრამ ასეთი ვარაუდისას ჩვენ ისიც უნდა დავგვეშვა, რომ აბანოს ასეთი მნიშვნელობა მხოლოდ XII საუკუნის ახლო დროიდან დაწყებულია, რაც მეტად საეჭვოდ მიგვაჩნია. ჩვენი აზრით, ამ აბანოს დიდი მნიშვნელობა უფრო ადრე ხანადან უნდა იწყებოდეს. ამიტომ მალლაკიდან წყალტუბოს, „აბანოისა სახლის“, გამოყოფის მიზეზად სხვა საფუძველია სავარაუდებელი.

(2) ჩვენი გაუფრთხილებლობა-უგულისყურობის გამო ასეთი დოკუმენტები, მას შემდეგ კარგა ხანია, დიდი რაოდენობით სამუდამოდ დაგვეღუპა, სხვები კიდევ აქამდის შეუგროვებელია და მეცნიერებისათვის ხელმიუწვდომელი.

(3) სამწუხაროდ, ეს საბუთი დედანი არაა. მისი დოკუმენტური სრული შესწავლა სხვა საამისო მასალების სიმცირის გამო ვერ ხერხდება. ამავე დროს ეს საბუთი იძლევა ეჭვის საფუძველს, რომ ის ნატყუარი შეიძლება აღმოჩნდეს, თუმცა მისი ნატყუარობის გადაჭრით მტკიცებისათვისაც დამატებითი არგუმენტაცია იქნებოდა საჭირო. ამის გამო ამ საბუთზე აგებული ჩვენი მსჯელობაც რამდენადმე პირობითი იქნება. იხ. [3].

რების შვა შენტვის გვიბოძებია მიწითა, წყლითა, საყანითა, სანადიროთა, ტყე და ველითა, ყოვლის მისის შესავალითა და გასავალითა, საფლავ სამარხითა“... ამ მოწმობიდან ჩანს, რომ „გუბის წყალის გამოღმა“, ე. ი. გუბის-წყლის მარცხენა სანაპირო, —სოფელი გუშტიბი და „იმ სოფლის მიწაწყალი“ XVII საუკუნის სამოციან წლებამდის მეფის „სამკვიდრო მამული“ ყოფილა. მაგრამ გუშტიბის „მიწა-წყალში“ წყალტუბოც იგულისხმება: ის სწორედ „გუბის-წყალის გამოღმა“ გუბის ფონსა და „ჩუნეშის სასახლურის შორის“ იმყოფებოდა. ასე რომ, ამ მოწმობით ჩვენ შემდეგი მოვიპოვეთ: მიწა-ადგილი წყალტუბო, მაინცდამაინც მდინარე წყალტუბოს მარჯვენა სანაპირო (მოტიანილი საბუთი გუშტიბის მიწა-წყლის აღმოსავლეთის საზღვარს არ უჩვენებს. ჩვენ ვფიქრობთ, ზემოთ გიორგი მეფის წყალობის წიგნის ჩვენებათა გათვალისწინებით, რომ გუშტიბის მიწა-წყლის აღმოსავლეთის საზღვარი მდინარე წყალტუბო უნდა ყოფილიყო) XVII საუკუნის 60-იან წლებამდე სამეფო ქონება იყო.

მაშასადამე, გამოდის: აწინდელი წყალტუბოს მიწა-ადგილის ერთი ნაწილი, ე. ი. წყალტუბოს მარცხენა სანაპირო XVI საუკუნის მიწურულს გიორგი მეფემ უწყალობა წულუკიძეს, ხოლო წყალტუბოს მიწა-ადგილის მეორე ნაწილი, ე. ი. მდინარე წყალტუბოს მარჯვენა სანაპირო ალექსანდრე მეფემ აზნაურ იოსელიანს უწყალობა XVII საუკუნის 60-იან წლებში. ამ ხანებში, რაღა თქმა უნდა, გელათის მონასტერს აქ აღარა ესაქმება რა. ჩანს, იაკობ დეკანოზის მიერ შეწირული „აბანოსა სახლი“ რომელიღაც მეფეს მიუთვისებია საღვთადაც XIII—XVI საუკუნეებს შორის.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ჩვენ არ მოგვეპოვება რაიმე ცნობა წყალტუბოს მინერალური წყლებით სარგებლობისა ან მისი საექსპლოატაციო ორგანიზაციის შესახებ დასახელებულ ხანაში. არაა, რა თქმა უნდა, სავარაუდებელი, რომ ეს აბანო ამ ხანებში მთლად მივიწყებული იყო და ამ სამკურნალო წყლით აღარავინ სარგებლობდა. თუმცა გიორგი და ალექსანდრე მეფეთა წყალობის წიგნებში წყალტუბოს აბანოს მოუხსენებლობა იმის მაჩვენებლად მაინც შესაძლებელია გამოდგეს, რომ ხსენებულ ხანაში ამ სამკურნალო წყლით სარგებლობა მეტისმეტად შემცირებული უნდა ყოფილიყო (და ეს ვასაგებიც იქნებოდა: ქვეყნის ფეოდალურ დაშლილობა-დანაწილებულობისას, მეფე-მთავრებსა და თავადებს შორის ბოლომოუღებელი ქიშპისა და ომისას მოიშალა პირობები ამ სამკურნალო წყლებით მშვიდობიანი სარგებლობისათვის. ასეთ ვითარებაში წყალტუბოს აბანო მხოლოდ უახლოესი სოფლების მცხოვრებთათვის თუ იქნებოდა ხელმისაწვდომი. ვასაგებია, რომ ამ ხანებში მოიშლებოდა „აბანოსა სახლი“ და თავისი დროის შესაფერისი კულტურული მეურნეობა ისევ გაველურდებოდა). მაინც, თუ ვახუშტი ბატონიშვილი საქართველოს „აღწერაში“ აბანოს ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა ადგილას მრავლად უჩვენებს და ამავე დროს წყალტუბოს არ იხსენიებს, —ეს მხოლოდ იმით აიხსნება, რომ ვახუშტი დასავლეთ საქართველოს მცირედ ეხება. მეცნიერ ბატონიშვილს ის ქვეყანა პირადად არ მოუვლია, და მისი აღწერა უმთავრესად აღმოსავლეთ საქართველოს შეიცავს.

როგორც ზემოთ შევნიშნეთ, წყალტუბოს აბანოს მოხსენიება XVIII საუკუნიდან მოგვეპოვება. ჩვენ ხელთაა ერთი ხელნაწერი ახალციხელ ნაზარაშვი-

ლისა. საწირავთა დღიურში, — ეს ახალციხელი ნაზარაშვილი კათოლიკე მღვდელია, — ავტორის ხშირად მოჰყავს თავისი დროის მეტად საინტერესო ცნობები. როგორც ამ ხელნაწერიდან ჩანს, მისი ავტორი XVIII საუკუნის 70—80-იან წლებში ქუთაისში მოღვაწეობს. აი ამ ხანებში თავის დღიურში ის სამჯერ იხსენიებს წყალტუბოს აბანოს.

1772 წელი, 18 მარტი, კვირა. „წყალტუბოს მაიორმან და სხვებმან ძალით ქალები დაიჭირეს საავოდ“.

1772 წელი, 14 აგვისტო, სამშაბათი. „რუსის დოქტორი ქუთაისიდან წავიდა წყალტუბოს“.

1775 წელი, 16 ივნისი, ორშაბათი. „ჩვენი ვაჟები დედაგით წყალტუბოს აბანოზედან წავიდნენ“.

პირველი ცნობა მოწმობს, რომ წყალტუბოს აბანოზე მკურნალობა ამ დროს ჩვეულებრივი ამბავი იყო. მესამე ცნობიდან ამას გარდა ირკვევა, რომ XVIII ს. 80-იან წლებში წყალტუბოს აბანოზე ქუთათურებიც დადიან სამკურნალოდ, რომ, მაშასადამე, ამ აბანოთ მოსარგებლეთა არეალი ამ დროს საკმაოდ ვრცელია.

მეორე ცნობა კიდევ უფრო საინტერესოა. ჩანს, რომ ამ ხანებში იმერეთის საზოგადოება დაინტერესებულია წყალტუბოს სამკურნალო წყლის თვისებებით. ამით აიხსნება, რომ ამ აბანოს სანახავად მიჰყავთ აკადემიკოსი გვლდენშტეტი, რუსეთის აკადემიის მიერ კავკასიაში სამეცნიერო მიზნებით მოვლინებული. „რუსის დოქტორი“, ეს აკადემიკოსი გვლდენშტეტია, რომლის შესახებ ერეკლე მეფის კარზე მყოფი კაპიტანი ლვოვი 1772 წელს, 29 სექტემბერს მოხსენებით ატყობინებდა პეტერბურგში კანცლერ პანინს: „Профессор Гюльденштет, осмотра владения царя Соломона земли, на сих днях для забрания своего экипажа поехал в местечко Ахалгори, откуда вскоре обратно в Россию отправиться намерен“ [4]. სამწუხაროდ, ჩვენ ამხელად საშუალება არა გვაქვს გვლდენშტეტის თხზულება ამ მიზნით გადავათვალიეროთ. საფიქრბელია, მეცნიერი მკვლევარი საინტერესო შენიშვნებს მიუძღვნიდა ამ შესანიშნავ ობიექტს.

ჩვენ ხელთ არსებული ძველი ცნობები წყალტუბოს სამკურნალო წყლის შესახებ ამით ამოიწურება. ასეთი ცნობები სხვაც არის მოსალოდნელი ამ რაიონის შესახებ ძველ საბუთებში (ლოლაბერიძეთა, ლორთქიფანიძეთა, წულუკიძეთა, იოსელიანთა და სხვათა ოჯახებიდან). საჭიროა ამ საბუთების შეგროვება, სანამ ისინი სამუდამოდ არ დაღუპულან, შესწავლა...

კიდევ უფრო მეტი ცნობების მოგროვება შეიძლება XIX საუკუნიდან.

აგრეთვე სრულად (შედარებით) შეიძლება იმის აღდგენა, თუ როგორი იყო XIX საუკუნეში ამ შესანიშნავი წყლებით მკურნალობა (ხალხური და მეცნიერული). ამისთვის საჭიროა სათანადო წერილობითი თუ ზეპირი ცნობების გულდასმით შეკრება და ამ მასალის მეცნიერული გააზრება. საჭიროა და დროც არის ეს საქმე შეასრულონ ჩვენმა მკურნალ-სპეციალისტ-კურორტოლოგებმა და ყოველად არასასურველია აწინდელი ვითარება, როცა საამისოდ მოწოდებული (მაგრამ, სამწუხაროდ, მოუშზადებელი) ზოგიერთი პირი არა მარტო იმას არ

ამბობს, თუ როგორ იყო ძველ დროს ამ წყლებით მკურნალობა, არა მარტო მეცნიერულ მოკრძალებით არ სდუმს, როცა არ იცის, თუ როგორ იყო ეს მკურნალობა, არამედ საქმის მკოდნის ავტორიტეტული პრეტენზიით აწვდის დაინტერესებულ მსმენელებს (ასეთი საუბრები სამკურნალოდ მოსულ საზოგადოებასთან ხდება ხოლმე) ზღაპრისა და ზედაპირული დაკვირვების უილაჯო ნარევს.

* *

რა გამოირკვა ჩვენი ამ მცირე დაკვირვებიდან?

წყალტუბო ძველიდანვე ცნობილი იყო, როგორც სამკურნალო წყალი. XII საუკუნეში წყალტუბოს აბანო ფართოდ სახელგანთქმული სამკურნალო პუნქტია. წყალტუბო ამ დროს სამეფო ქონებაა; XII საუკუნის მიწურულს თუ XIII საუკუნის დასაწყისს „აბანოისა სახლი“ (ერთ-ერთი აბანო?) მეფემ კერძო პირს უწყალობა;

XIII საუკუნეში იაკობ დეკანოზმა მეფის მიერ ნაწყალობევი „აბანოისა სახლი“ მისი შემოსავლით გელათის მონასტერში ხახულის ღმრთისმშობლის ხატს შესწირა;

XIII—XVI საუკუნეებს შორის წყალტუბო ისევ სამეფო ქონება გახდა;

XIII—XVI საუკუნეებში არახელისშემწყობ საზოგადოებრივ-პოლიტიკური პირობების შექმნის გამო წყალტუბოს სამკურნალო წყლებით სარგებლობა თანდათან შემცირდა, მისი საექსპლოატაციო ორგანიზაცია მოიშალა;

XVI—XVII საუკუნეებში წყალტუბოს აბანოს ტერიტორია მეფეთა წყალობით სათავად-აზნაურო საკუთრება გახდა;

XVI—XVII საუკუნეებში წყალტუბოს სამკურნალო წყლებით მხოლოდ უახლოესი სოფლების მცხოვრებნი სარგებლობდნენ;

XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში წყალტუბოს სამკურნალო წყლებით ფართოდ სარგებლობის საზოგადოებრივი პირობები გაუმჯობესდა და აქედან მოკიდებული მისი სახალხო მნიშვნელობა განუხრელად იზრდება XIX საუკუნის მთელ მანძილზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ისტორიის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 13.9.1943)

ИСТОРИЯ

Н. БЕРДЗЕНИШВИЛИ

К ИСТОРИИ ЦХАЛТУБО

Резюме

Лечебные свойства цхалтубских источников известны издавна. В XII веке цхалтубские источники пользовались широкой популярностью

სტუ. В это время Цхалтубо—царская собственность; эксплуатируются источники через откупщиков-арендаторов.

В конце XII в. или же в самом начале XIII в. это „банное (точнее, лечебное) сооружение“ (а может быть, одно из таких сооружений?) царь пожаловал частному лицу.

В XIII веке декан гелатского монастыря пожертвовал это пожалование иконе Хахульской божьей матери в Гелати.

Между XIII и XVI вв. Цхалтубо опять стало царской собственностью. В эту же эпоху, вследствие создавшихся неблагоприятных общественно-политических условий, пользование цхалтубскими источниками все уменьшалось, упразднилась и организация для эксплуатации источников.

В XVI—XVII вв. имеретинские цари пожаловали Цхалтубо частным владельцам-феодалам. В это время цхалтубскими лечебными источниками пользовались лишь жители ближайших сел.

Со второй половины XVIII века общественно-политические условия для широкого пользования цхалтубскими лечебными источниками улучшаются и народное значение названных источников с этих пор неуклонно растет на протяжении всего XIX века.

В 1772 году цхалтубские минеральные источники посетил академик Гюльденштет.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт истории

Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. თ. ქორდანია. ქრონიკები II.
2. ივ. ჯავახიშვილი. ბალნეოლოგიური და ინჰოლაციური მკურნალობა საქართველოში. ტფილისი, 1935.
3. დოკუმენტები საქართველოს სოციალური ისტორიიდან, I, გვ. 473.
4. А. Цагарели. Грамоты. I, стр. 363.

პოეტ. ლომთათიძე

„ადამიანის“ აღნიშვნელი აოჯ სიტყვა აფხაზურში

მიღებულია ხსენებული სიტყვის გადმოცემა ჩვეულებრივ აოჯ ფორმით. პ. უსლარი განიხილავდა მას და იგი ერთადერთ ისეთ მაგალითად მიაჩნდა, რომელშიაც **ო** ხმოვანი დასტურდებოდა. ამ შემთხვევაში **ო** ხმოვნის პირვანდელ სახეობად აღიარების გამო უსლარმავე ხსენებული სიტყვის მრავლობითი ფორმა ატაა „ხალხი“ ანომალიურ წარმოებად გამოაცხადა ([1], გვ. 8).

აფხაზურს ენაში, როგორც შემდეგ გამოიჩვენა, **ო** ხმოვანი (ფონემა) არ უნდა არსებულებოდა და, შეიძლება ითქვას, არც დღეს არსებობს. **ო** ბგერა კი მიღებულია ასიმილაციის ნიადაგზე გარკვეულ კომპლექსთაგან. მისი ისტორიული სახე დღესაც ხშირად დასტურდება. ასევე „ადამიან“ სიტყვის შემთხვევაშიაც აოჯ-ს გვერდით გვხვდება ატოჯ || — ატაჯ. და ეს უკანასკნელი ფორმა სწორედ ამოსავალი. ამის შემდეგ სრულიად გასაგებია მისი მრავლობითი ფორმა—ატაა და არავითარ ანომალიურს წარმოებასთან არ უნდა გვეკონდეს საქმე. პირიქით, მრავლობითის ფორმა უფრო ზუსტად იცავს ამ სიტყვის ძირს.

ა-ატაჯ სიტყვის ფუძე -ატაჯ, თუ შეიძლება ასე ითქვას, ორი თანაბარი მნიშვნელობის მქონე ნაწილისაგან შედგება: ატა-ჯგ. ამ ფუძის პირველი ნაწილი, ძირი, მეორდება მრავლობითს რიცხვშიაც, მაგრამ ვინაიდან მრავლობითში ატა-სთან მეზობლობაში ორმა ა-მ მოიყარა თავი, ამის გამო თავიდან აცილებულ იქნა ატა—კომპლექსში ა-ს ო-დ ასიმილაცია ([6], გვ. 193). ამრიგად, მრავლობითმა ფორმამ შემოგვინახა შედარებით ძველი სახე ამ სიტყვის ძირისა: ატა. ა-ატა-ჯგ სიტყვის მეორე ნაწილი -ჯგ ცნობილი სიტყვაწარმოებითი ელემენტია სახელებში.

როგორც სამართლიანად აღნიშნავს დიუმეზილი, ჯ შესატყვისია ყაბარდ. ყტა-სი და ქვემო-ადილ. კტა-სი, რაც „ძეს“ „შვილს“ აღნიშნავს ([2], გვ. 126). -ჯგ-ს აფხაზურში ეკისრება „ადამიანობის“ გადმოცემა. იგი ადამიანთა კლასის გამომხატველი სუფიქსია, მაგ., რიცხვითს სახელებში შდრ. ფშ-ბა „ოთხი რამ“, მაგრამ ფშ-ჯგ „ოთხი ვინმე“. ასევე იგი აწარმოებს მოქმედების სახელს, მაგ., აყაწა-ჯგ „მკეთებელი (ადამიანი)“ აშყუჯგ-ჯგ „მწერალი“ (=წიგნის მწერალი ადამიანი). ამავე ფუნქციით გვევლინება იგი ატა-ჯგ—სიტყვაში, სადაც თვით ძირი ატა იმავე „ადამიანს“, „ძეს“, „შვილს“ უნდა ნიშნავდეს. ამ მხრივ საყურადღებოა ტაპანთური დიალექტის ჩვენება, სადაც „ადამიან“, „კაც“ სიტყვისათვის ატაჟიგ-ს გვერდით (=გადმოღმ. დიალექტ. -ატაჯგ-ს)¹ არ-

¹ ტაპანთური დიალექტის ში იგივე ფონემაა, რაც გადმოღმური აფხაზური დიალექტების ჯ, ოღონდ უფრო კარგადაა მასში დაცული სპირანტული ელემენტი.

სებობს და უფრო გავრცელებულიცაა ა-ჭიგ (resp., გადმოღმური აფხაზ. დიალექტების—ჯგ). ჩვეულებრივია ეს სახეობა ანდაზებში:

„ამუშო-გუშმა ბზიხაბთა აჭიგ-გუშმა დაგზზიხარგ“ [7].

„ცული-დღე გა(მო)კეთდება და ცული კაცი (ადამიანი) არ გა(მო)კეთდება“.

„აუხსა-მლაგა ურფესლარკუშენ უფგქუ არტატიტ, აჭი-გუშმა დღურფსლარკუშენ უფგქუ დჰასუაშით“ [7].

„გამხდარი ცხვარი რომ გაასუქო, ტუჩს დაგირბილებს (გაგისუქებს). ცული კაცი (ადამიანი) რომ გაასუქო, ტუჩზე დაგარტყამს“.

კომპოზიტებშიაც მხოლოდ ამ სახით გვხვდება იქ ეს სიტყვა. შდრ. ტაპ. აჭიგწიჭიგს და გადმოღმ. აფხაზ. დიალექტების აჭოვგტოვგჯსა „ადამიანი“.

გიულდენშტედტი და კლაპროთიცი „ადამიან“ სიტყვისათვის მხოლოდ ჭიგ-ს აღნიშნავენ (იმითან არის: ვუ).

ასე რომ, ა-ჭა-ჯგ ისეთი აგებულების სიტყვად უნდა ვცნოთ, როგორც ქართ. ადამიანი(ს)-შვილი, ძე-კაცი. აფხაზურში ხსენებულ ელემენტთა იგივეობის თვალსაზრისით ძალზე საყურადღებოა, რომ გამოყენების მიხედვით ისინი თითქმის ფარავენ ერთმანეთს. ასე, მაგალითად, „ადამიან“ სიტყვის ძირი ჭა || უა გამოყენებულია ეთნიკის საწარმოებლად: აფს-უა „აფხაზი“, აქგრთ-უა „ქართველი“, აგრ-უა „მეგრელი“ (ეგრ-ელი), და სხვ. აქ იგულისხმება აფხაზი ადამიანი, კაცი; ქართველი კაცი და სხვ. ეს წარმოება თავისი აგებულებით უნდა უდრიდეს ქართულში (მაინცადამაინც მის დიალექტებში) არსებულ წარმოებას ეთნიკისას: ხევსურიშვილი (ხევსურთშვილები), თუშიშვილები, ქართლიშვილები და სხვ. ([3], გვ. 187). ეგვე ეთნიკის მაწარმოებელი ჭა || უა, მომდინარე აფხაზური „ადამიან“ სიტყვის ძირიდან, უნდა გვეკონდეს მეგრული გვარების წარმოებაშიც: ცანა-ვა, ჭითანა-ვა და სხვ. მრავ. „ადამიანი“, „ძე“, „შვილი“-ს მნიშვნელობით.

ნ. მარიცი მეგრული გვარების -ვა- *ვარ დაბოლოებას აფხაზური წარმოშობისად მიიჩნევდა ([4], გვ. 5), მაგრამ მისთვის ამოსავალი იყო ამ შემთხვევაში აფხ. ბა- *ბარ- „ძე“. ამიტომ სამართლიანი იყო ს. ჯანაშიას საყვედური: „არ არის ნაჩვენები ნაგულისხმევი გადასვლის ფონეტიკური კანონზომიერებაო“ ([3], გვ. 214).

აფხაზური -ბა „ძე“, „შვილი“ საერთო უნდა იყოს მართლაც მეგრულ გვარებში შემორჩენილ ჭა-სთან, მაგრამ მათი ურთიერთმიმართება სხვანაირად წარმოგვიდგება. მეგრულა გვარების წარმოებაში ვადარჩენილი ვა || — ჭა აფხაზური წარმოშობისაა. აფხაზურ ნიადაგზე მოეპოება მას ახსნა. იგი „ადამიან“ სიტყვის ა-ჭა-ჯგ-ს ძირს წარმოადგენს: ისე რომ, გვარები, რომლებიც აშკარად მეგრული გვარების შთაბეჭდილებას ახდენს თავისი წარმოებით, აფხაზურადაა გაფორმებული. კერძოდ, იგი აფხაზურის გარკვეული დიალექტური ერთეულის კუთვნილება უნდა ყოფილიყო. ბა კი, უკვე აფხაზური გვარების წარმოებაში დაცული, მისივე სხვა დიალექტურ სახეობას უნდა წარმოადგენდეს: ადელ-ბა, ამჰ-ბა, აში-ბა, აგრ-ბა. შდრ. ეს უკანასკნელი აგრ-უა-სთან „მეგრელი“ სიტყ-

ვა-სიტყვით „მეგრელიშვილი“ (ან: „ეგრი(ს)-შვილი“). აგრ-ბა იგივე „მეგრელიშვილია“ და სხვა დიალექტურს მონაცემში უნდა ემთხვეოდეს აგრ-უა-ს⁽¹⁾.

შემდეგ ეს ბა უნდა იყოს ცვლილი დაყრუებით ფა-დ, რომელიც ცალკე სიტყვადაც გვხვდება ა-ფა „ძე“, „შვილის“ მნიშვნელობით. ასეთი დაყრუების პირობა აფჰა „ქალიშვილი“ სიტყვის არსებობა უნდა ყოფილიყო (იხ. ქვემოთ). ეგვე ფა შემდეგ გამოყენებულია გვარების საწარმოებლად ბა-ს ადგილას, მაგ., ინალიფა, ძაფშიფა და სხვ.

ბა-ვე ასიმილაციის გზით შეიძლება გვარებში შა-დაც წარმოგვიდგეს, მაგალითად: გვარი პატეჰა. ოლონდ -ფა და -შა დართულ გვარებს ახასიათებს აღწერილობითი წარმოება. ასეთ შემთხვევაში ყოველთვის კუთვნილებითი ნაწილაკიცაა წარმოდგენილი გვარში. შდრ. იგივე ინალ-ი-ფა „ინალ-მისი-შვილი (ძე)“, რაც შედარებით ახალ წარმოებაზე უნდა მიუთითებდეს.

ბა „ძის“ გამომხატველია გვარებში. ასულისათვის იმავე გვარებში გამოიყენება ფჰა-*ბჰა-საგან, მაგ., იგივე გვარები ქალთათვის იძლევა ფორმებს ამჰ-ფჰა, აგრ-ფჰა და სხვა, რომელიც თავის მხრივაც აფხაზურიდანვე შემოვიდა ქართულში, გურულს დიალექტში დაცული -ფხე-სა და მეგრულში -*ფხე-ხე-ს სახით. ამ უკანასკნელში (ა-ფჰა — „ქალიშვილი“, „ასული“) მდებრობითობის გამომხატველ ელემენტად თითქოს ჰ ივარაუდება, რითაც იგი სხვაგვარაა ა-ფა (-*ა-ბა) „შვილ“, „ვაჟიშვილ“-სიტყვისაგან (შდრ. მისი ლაბიალური სახე სიტყვაში ააა-ჰი-შა — „და“. აააშა — „ძმა“).

აქვე საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ -ბა „შვილის“, „ძის“ გამომხატველი შეიძლება ქალ-სიტყვის ფუძესთანაც იყოს გამოყენებული, მაგალითად, აფჰიგ-ბა = აფჰიგ („ქალი“) ბა („შვილი“), „ქალიშვილი“, „ყმაწვილი ქალი“ (შდრ. არფეს, არფეს-ბა — „ვაჟი“, „ყმაწვილი“, „ვაჟი-შვილი“). აჰ-ბა-ს უნდაოდ აქვს საერთოდ „შვილის“, „პატარას“ მნიშვნელობა, რაც ძალზე საყურადღებო უნდა იყოს ბა-ს პირვანდელი მნიშვნელობისა და ფა, ფჰა-ს ისტორიის თვალსაზრისით.

ასე რომ, ადიღური ყჰა, კჰა-ს ერთი შესატყვისი -ჰა, როგორც „ადამიან“ სიტყვის ძირი, აფხაზურმა ცალკე სიტყვადაც შემოგვინახა, მისი საშუალებით აწარმოებს ეთნიკურს ტერმინებს, მისი საშუალებითვე გარკვეულს დიალექტურს ერთეულში გვარები უნდა ყოფილიყო ნაწარმოები, რაც დღეს-დღეობით დაცულია მეგრული გვარების წარმოებისას. მის სხვა დიალექტურ ვარიანტს -ბა წარმოადგენს, რომელიც შედარებით უფრო ვიწრო მნიშვნელობით გამოიყენება ძირითადად აფხაზურ გვართა წარმოებისას.

მესამე სახეობა ამავე მნიშვნელობის ჰვ (-ჰი) ელემენტისა უფრო დამახასიათებელი უნდა ყოფილიყო გარკვეული დიალექტებისათვის. ამჟამად ამის კვალი აბაზურ დიალექტებში ჩანს, სადაც მას დამოუკიდებლად შეუძლია გადმოსცეს იგივე „ადამიან“ სიტყვა (იხ. ზემოთ) და რომელიც საერთოდ მთელს

⁽¹⁾ ამ მხრივ საყურადღებო შეიძლება იყოს, რომ აშხარუა, რომელიც გადმოღმურს აფხაზურს დიალექტებში გვარად გვხვდება, ერთ-ერთი აბაზა ტომის სახელწოდებაა.

აფხაზურში სახელთა სიტყვაწარმოებაში **ადამიანთა** კლასზე მიუთითებს და მისუდაო ადილეთურ შესატყვისში „ზეილ“, „ძე“ მნიშვნელობას ვარაუდობს.

ძალზე საყურადღებოა ატაჯ- სიტყვის მრავლობითი ფორმა. როგორც ცნობილია, დღეს აფხაზური ძირითადად განასხვავებს კლასებს სახელთა მრავლობითის წარმოებაში. არა-ადამიანთა კლასს **-ქტა** სუფიქსი ახასიათებს, ადამიანთა კლასს მეტ-წილად — **-ცაა**. გვხვდება აგრეთვე კრებითი მრავლობითი **-რათი** ნაწარმოები. ატაჯ სიტყვა მრავლობითის საწარმოებლად არც ერთ ამ სუფიქსს არ იყენებს. მისი მრავლობითია **ატაა**. აქ **ტა** ძირეული მასალაა, მრავლობითის მაწარმოებლად თითქოს **-ა** გამოდის, მაგრამ ეს ერთი შეხედვით. აქ ორი, ან გრძელი **ა** ივარაუდება. მაშ **ატაა-აა** (**ატაა+ა**), მაგრამ რაკი თვით ძირს ჰქონდა **ა**, მივიღეთ ერთიანი ფორმა **ატაა**. აფხაზურში ორი ან გრძელი **ა** შეიძლება მივიღოთ ყელის სპირანტის დაკარგვის ნიადაგზე. მაგალითად, ბზიფ. დიალექტ. ახტჰახუთრა, აბჟ. ახტჰახუთრა „ვაჭრობა“; ბზიფ. ათაჰცა, აბჟ. ათაჰცა, „ოჯახი“; მდინ. ღალიძგა, აფხ. **ააღძგა** და სხვ. როგორც აფხაზურის გადამღერ დიალექტთა შედარებაში გვიჩვენა, მეტ-წილ შემთხვევაში იქ, სადაც გადამღერს აფხაზურში **ა(ა)** გვაქვს, ტაბანურში **ჰ(ა)** სპირანტია სვარაუდებელი, მაგ., ტაბ. შაბრა, გადმოღმ. აფხ. ააბრა — „მოსელა“; ტაბ. **ჰაჰბიტ**, გადმოღმ. აფხაზ. **ააბოაბტ** — „ვხედავთ“ და სხვა. აქაც, მაშ, **ჰა** უნდა გვევარაუდნა და სწორედ ტაბანთურში „ადამიან“ სიტყვის მრავლობითს რიცხვში დასტურდება ფორმა **ა-ატაჰა** — „ხალხი“. მრავლობითის ასეთი **ჰა** მაწარმოებელი შეიძლება რაიმე კავშირში იყოს აფხაზურისავე სხვა მრავლობითის მაწარმოებლებთან (ეს საკითხი სპეციალურ ძიებას მოითხოვს), მაგრამ იგი უშუალოდ უფრო ადილეთურ ენობრივ სამყაროს უნდა უკავშირდებოდეს.

საგულისხმოა, რომ „ადამიან“-სიტყვის მხოლოდობითს ფორმაში არსებული **ჯ** (resp. **ჰი**) მრავლობითში აღარ გადაყვება: მხ. **ატაა-ჯჯ**, მრ. **ატაა** — **ატაა-ჰა**. ეს მოვლენა საერთოდ დამახასიათებელია **-ჯ**, **-ტა**, **-ბა** ელემენტთათვის ისე, როგორც ადილეთურს ენებში **ყტა**, **კტა**-სთვის. ისინი მხოლოდობითს რიცხვს ახასიათებენ. მაგ., მხ. **ჰაშაარჯცაჯ** — „მონადირე“, მრავლ. **აშაარჯცა-ცაა** — „მონადირეები“ და სხვა (ზოგ ახალ წარმოებას თუ შერჩება იგი მრავლობითშიც. მაგ., არწაჯ „მასწავლებელი“, მრ. არწაჯცაა — „მასწავლებლები“). ეგევე ახასიათებს გვარებსაც მრავლობითში. გვარის წარმოებაში არსებული **-ბა**, **-ფა...** ჩამოშორდება ხოლმე მრავლობითში. **აგრბა**-სგან იქნება **აგრაა**, **აშობა**-სგან იქნება **აშობაა**, **ძაფშიფა**-სგან — **ძაფშაა** და სხვა. გვართა მრავლობითის მაწარმოებელ აფიქსად იგივე **აა** გვხვდება, რაც „ადამიან“ სიტყვის მრავლობითს ახასიათებდა. **აა** მრავლობითის საწარმოებლად გვხვდება გვარებში, საკუთარ სახელებში, ან როცა ეთნიკის წარმოებასთან გვაქვს საქმე. საკუთარ სახელებთან იგი კრებით-მრავლობით ფორმას **დართული** გვხვდება. მაგ., ციციანა-რ-აა — *ციციანა-რ(ა)-აა. = „ციციანანი“, ე. ი. „ციციანო და მისი მსგავსნი, ტოლნი, ამხანაგები“, ამ მხრივ საყურადღებოა მიმართვის ფორმა **დად-რაა!** — უფროსი მიმართავს უმცროსებს ასე — (ასე მიმართავენ კრების დროსაც) — „**ზეილებო!**“ (**დად** — „**ჰაჰა**“).

გადმოღმურს აფხაზურს დიალექტებში გვარებშიაც ასეთი ორმაგი წარმოება (კრებითი-მრავლობითის **რა+ჰა**) არის დამახასიათებელი. მაგ., შოგენ-რჰა — შოგენები, შოგენანი, გააჩ-რჰა — „გააჩები“ გააჩანი და სხვ. ისიც საყურად

დებოა, რომ იქ ბა-ზე დაბოლოება გვარებისა არ იციან. საერთოდ გვარებს არ აფორმებენ. მხოლოდობითში არის: ჰაპატ, ჯგუთ, ააშა, ნაფსა, ჰიგკატ, ყლგჩ და სხვა. იგივე გადმოღმური აფხაზური ლაციგშაბა და აძგნბა... იქ გამოითქმის: ლაციგშა, აძინ და სხვა. ისიც ძალზე საყურადღებოა, რომ თუ იქ ბა-ზე დაბოლოებული გვარი შეგხვდათ, მაშინვე შენიშნავენ: „ესენი აფხაზები არიან“-ო.

აფხაზურში ეთნიკის წარმოებისას მრავლობითში შესაძლოა აა-ც იქნეს შენარჩუნებული და აა-ც დაერთოს მას, აგრუაა—„მეგრელები“ და სხვ. აბსოლუტურად შეუძლებელი ეს არც გვარების წარმოებაშია, მაგ., გვარი აფშგს-ბა მრავლობითში ბზიფურს დიალექტში ჩვენ აფშგს/აა-დაც გვაქვს ჩაწერილი და აფშგს/ბა-ქუა-დაც [7]. ამის პარალელურად არსებობს -აა—ჩამოცლილი წარმოებაც, ოღონდ მაშინ მრავლობითი, ჩვეულებრივ, სხვა სუფიქსებითაა ნაწარმოები, მაგალითად, აგრკაა. || აგრცაა—„მეგრელები“. აქგრთქუა || აქგრთცაა „ქართველები“ და სხვა. პირველს შემთხვევაში (აგრუაა)-აა შეიძლებოდა უშუალოდ ააჯგ სიტყვის მრავლობით ფორმადაც გვეცნო. მაშინ აგრუაა—იქნებოდა „მეგრელი ხალხი“, „მეგრელები“.

ს. ჯანაშია განიხილავს მეგრულ -ია-სა და -ვა-ზე დაბოლოებულ გვარებს და მათ წინა სახეობად -იან-ს და -ვან-ს მიიჩნევს, რომელშიც -ან ელემენტის შესახებ წერს: „ნამდვილად... აქ საერთო ქართველური ფორმანტია, რომელიც, სხვათა შორის, საფიქრებელია აფხაზურშიც იჩენს თავს, გვარის სახელთა კრებითობის ფორმის აფიქსში -აა (თუ: ა), მაგ., კოზმაა (კოზმავები), ჟენიაა (ჟვა-ნიები), მარშანაა (მარშანიები) და სხვა“ ([3], გვ. 215).

უნდა ჭირდეს ამ ფაქტთა გაიგივება. როგორც აღვნიშნეთ, მეგრულის -ვა-ზე დაბოლოებული გვარები იხსნება აფხაზურ ნიადაგზე. ხოლო რაც შეეხება აფხაზურში მრავლობითი რიცხვის აა ფორმანტს გვარის სახელებში, ის რომ ან-ამდე ავკვეყანა, აუხსნელი დაგვრჩებოდა იგივე აა „ადამიან“ სიტყვის მრავლობითს ფორმაში არსებული. მაშინ ეს უკანასკნელები ერთმანეთისაგან უნდა გაგვეთიშა. თანაც გაძნელებოდა აფხაზურისათვის იმის გათვალისწინება, თუ როგორ გამოიწვია ნ-ს დაკარგვამ ხმოვნის გავრძელება ან გაორკეცება. ეს, როგორც უკვე გვქონდა აღნიშნული, შესაძლებელია მხოლოდ უკანაენისმიერი სპირანტების დაკარგვის შედეგად. საწინააღმდეგო ახსნას ის გარემოებაც შეუშლიდა ხელს, რომ ტაპანთურში დასტურდება როგორც „ადამიან“-სიტყვის მრავლობითს ფორმაში, ისე გვარის სახელებში ხსენებული აა-ს უფრო ძველი ჰა სახეობა.

ამიტომვე არ უნდა შეეფერებოდეს სინამდვილეს ნ. მარის მოსაზრება აა-აა ფორმაში მრავლობითის მაწარმოებლად -არ (|| -რა)-ს ვარაუდის შესახებ ([5], გვ. 310).

ეს გარკვეულ სიტყვათა კატეგორიაში არსებული მრავლობითობის -ჰა (—აა) სუფიქსი უნდა იყოს შესატყვისი ადიღური ენების მრავლობითობის „-ხა“ მაწარმოებლისა (გამოითქმის უფრო მაგარ სასასთან ნაწარმოები ჰ- ბგერით). ერთი შეხედვით თითქოს აქ არსებითად განსხვავებული ბგერები გვაქვს, მაგრამ მათი ასეთი დამოკიდებულება გაუგებარი შეიძლება არ იქნეს, თუ იმას

გავითვალისწინებთ, რომ, მაგ., ბასლენურს დიალექტში 'ხწ' გამოითქმის ჰა-დ და რომ აფხ. ჰა შესატყვისად მქლერის გვერდით ადილეურს ენებში ხშირად, ფშვინვიერსა და მკვეთრ სპირანტსაც კი გვაგვარაუდებინებს. ასე რომ, აფხაზ. -ჰა → -აა ადილეურ ენათა 'ხწ'-ს ფონეტიკური შესატყვისი, მორფოლოგიურად ც იგივე აფიქსია. ჰა → აა-ს მხოლოდ ადამიანთა კლასში გამოყენება იმის მაუწყებელი არ უნდა იყოს, რომ იგი იმთავითვე და საერთოდაც გარკვეული კლასის მრავლობითის მაწარმოებელი ყოფილიყოს. გარკვეული კლასის მრავლობითის ის აფხაზურში შემდეგ დაუკავშირდა.

მოყვანილი მასალის საფუძველზე აფხაზურში მრავლობითობის -ქჷა, -ცაა, -რა მაწარმოებელთა გვერდით დასტურდება მეოთხე -აა ← ჰა მაწარმოებელიც, რომელთა გამოყენებაში დიალექტურ დაყოფას გადამწყვეტი როლი უნდა ეთამაშა. ეს კი დამოუკიდებელი ძიების საგანია და აქ მას არ გამოუვადგებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 21.7.1943)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

К. В. ЛОМТАТИДЗЕ

АБХАЗСКОЕ СЛОВО აოჷჳ აოააა — „ЧЕЛОВЕК“

Резюме

В статье на основе диалектальных данных абхазского языка устанавливается, что слово აოჷჳ აოააა — აჷაჳჳ ააააა состоит из двух элементов: ჷა wa и ჳგ ააა, каждый из которых в отдельности должен был обозначать „дитя“ resp. „человек“. Засвидетельствованный в мегрельских фамильных образованиях суффикс -ჷა -wa заимствован из абхазского и увязывается с элементом ჷა wa слова აჷაჳჳ ააააა. Диалектным вариантом этого элемента ჷა wa является ბა wa (|| ფა pa || ჰა pa), выявляемый в самом абхазском языке, также в фамильных именах.

Во множественном числе второй элемент ჳგ ააა опускается; добавляется аффикс множественности აა აა — ჰა აა, который восходит к показателю множественности 'ხწ' 'х' в адыгейских языках.

Академия Наук Грузинской ССР
 Институт языка имени акад. Н. Я. Марра

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. У с л а р. Абхазский язык. Этнография Кавказа, ტ. I ტფილისი, 1887.
2. G. Dumézil. Etudes Comparatives sur les langues Caucasiennes du Nord-Ouest (Morphologie). Paris, 1932.
3. ს. ჯ ა ნ ა შ ი ა. თუბალ-თაბალ, ტიბარენი, იბერი. ენიშკის შოამბე, ტ. I, 1937.
4. Н. М а р р К вопросу о положении абхазского языка среди яфетических. 1912.
5. Н. М а р р. Русский „человек“ абхазское аоша. Язык и история абхазов. 1938.
6. ქ. ლ ო მ თ ა თ ი ძ ე. ძირითად დროთა წარმოებისათვის აფხაზურში. ენიშკის შოამბე, ტ. II, 1938.
7. დიალექტოლოგიური ტექსტები შვკრებილი ქ. ლ ო მ თ ა თ ი ძ ი ს მიერ (გამოუქვეყნებელი):



ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

I

Письмо в редакцию

В Сообщениях АН ГССР, т. IV, № 4 за 1943 г., напечатана статья И. Н. Векуа «О некоторых основных свойствах метагармонических функций». На стр. 287 И. Н. Векуа пишет:

«Попытки решения задачи С для любого λ^2 в случаях $p=2, 3$, имеющиеся в работах [10, 11, 12] В. Д. Купрадзе, не являются удачными. В частности, в работе [12], в которой, по утверждению автора, исправляются неточности предыдущих его работ [10, 11], допущены еще более существенные ошибки, чем в этих последних. Например, главный результат работы [12] заключается в утверждении, что внешние задачи Дирихле и Неймана для уравнения $\Delta U + k^2 U = 0$ разрешимы во всех случаях соответственно в потенциалах двойного и простого слоев (см. [12], стр. 12, форм. (18) и стр. 14, форм. (26)). Однако потенциалы, построенные автором, как и следовало ожидать, не решают задачи, ибо они существенно неограничены вблизи некоторых точек границы».

Эти замечания И. Н. Векуа искажают факты и являются плодом недоразумения. В статье [10] вовсе нет речи о задаче С, ибо эта статья посвящена другому вопросу⁽¹⁾. В статье [11] дано полное решение задачи С в случае простого полюса резольвенты; наконец, в статье [12], представляющей развитие предыдущей работы, дано полное решение задачи С в случае кратного полюса резольвенты.

Прежде, в работе [12] имеются ряд опечаток и неудачных выражений, которые, при поверхностном ознакомлении со статьей и чрезвычайной сжатости изложения, могут привести к заблуждениям; приводим исправление этих опечаток:

1. В формуле (4₃), в правой части, напечатано $K(M, N)$; должно быть $K_2(M, N)$, где K_2 —второе итерированное ядро.

2. В формуле (17) напечатано $K(P, N_k)$; должно быть $K^*(P, N_k)$, где

$$K^*(P, N_k) = W^*(P, N_k) + V(P, N_k),$$

$$V(P, N_k) = \sum_{i=1}^n \gamma_{i,1}^{(2)}(N_k) \int_{\Gamma_i} \gamma_{i,p_s}^{(2)}(R) \frac{e^{-ikr}}{r(PR)} dS_R$$

и $W^*(P, N_k)$ —потенциал двойного слоя⁽²⁾.

⁽¹⁾ В работе [10] дано первое, не вполне строгое, доказательство так называемого «принципа излучения». Строгое доказательство более общего предложения о «принципе излучения» дано мною в 1938 г в статье [13].

⁽²⁾ $W^*(P, N) = \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} \mu^*(R, N) K(P, R) dS_R$; $\mu^*(M, N)$ есть решение уравнения $\mu^*(M, N) + \int \mu^*(R, N) K(M, R) dS_R = K_2(M, N) - V(M, N)$, разрешимость которого легко проверяется на основании формул биортогональности (стр. 10, ст. [12]).



3. Функция, определенная формулой (18), названа потенциалом двойного слоя; на самом деле, как легко видеть, она представляет комбинацию потенциалов двойного и простого слоев. Аналогичные исправления, с очевидными изменениями, должны быть сделаны и в отношении формулы (26).

Из характера этих исправлений видно, что «существенных ошибок» в статье [12] нет, что метод и выводы ее правильны, что в ней полностью решена задача С.

Таким образом, главный результат статьи И. Н. Векуа—решение задач Дирихле и Неймана для метагармонического уравнения—есть повторение для $p > 3$ моих результатов, установленных в 1934 и 1939 г.г. в статьях [11, 12]⁴. Впрочем, и другой результат И. Н. Векуа (теорема единственности)—был получен задолго до него рядом других авторов для случая $p=2, 3$ [13, 14, 15].

Читатель легко заметит, что обобщение Векуа ($p > 3$) носит тривиальный характер.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

10. В. Д. Купрадзе. О принципе излучения А. Зоммерфельда. ДАН СССР, 1934, № 2.
11. В. Д. Купрадзе. Метод интегральных уравнений в теории дифракции. Матем. Сб., 1935, т. 41: 4.
12. В. Д. Купрадзе. Некоторые новые приложения теории револьвенты в граничных задачах теории потенциала. ДАН СССР, 1939, т. XXII, № 1.
13. V. Kupradze. Zur Frage der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in einem inhomogenen ebenen Medium. Comp. Math., 1938, Vol. 6, F. 2.
14. H. Freudenthal. Über ein Beugungsproblem aus der elektromagnetischen Lichttheorie. Comp. Math., 1938, V. 6, F. 2.
15. Д. З. Авазшвили. Теорема единственности решения электромагнитных уравнений Максвелла в неоднородной бесконечной среде. Тр. Тбил. Мат. Инст., т. VIII, 1940.

В. Д. Купрадзе.

28.VIII 43 г.

⁴ Пользуюсь случаем указать некоторые важные обобщения теорем 1 и 2 статьи [12]:

1. Главные функции уравнения (D_0^0) суть контурные значения потенциалов простых слоев с плотностями, равными главным функциям союзного уравнения (N_0^0).

2. Главные функции уравнения (N_0^0) суть контурные значения нормальных производных потенциалов двойных слоев, плотностями которых служат главные функции союзного уравнения (D_0^0).

Из этих теорем непосредственно следует решение задачи С.

II

Редактору «Сообщений Академии Наук СССР»

Ознакомившись по Вашему предложению с «Письмом в редакцию» проф. В. Д. Купрадзе, в котором он пытается отвести мои замечания⁽¹⁾ по поводу ошибок, допущенных им в работах [10, 11, 12]⁽²⁾, я считаю необходимым заявить следующее: правильность моих указаний относительно ошибок В. Д. Купрадзе столь очевидна, а его возражения — столь несостоятельны, что я считаю излишним вступать с ним в полемику по существу вопроса.

В. Д. Купрадзе сам не отрицает, что в его работах действительно имеются погрешности; он старается лишь убедить читателя в том, что эти погрешности являются, якобы, результатом ряда «опечаток» и «неудачных выражений». Однако, нет сомнения, что всякий мало-мальски сведущий читатель легко увидит, хотя бы из предлагаемого самим В. Д. Купрадзе «исправления опечаток», что в работе [12] мы имеем дело с весьма существенными ошибками⁽³⁾. Исправления, предлагаемые В. Д. Купрадзе в его письме представляют собой набросок нового решения задачи, которым он хочет заменить ошибочное решение его статьи; о правильности нового решения нельзя судить, не имея его в развернутом виде⁽⁴⁾.

Далее В. Д. Купрадзе утверждает, что главный результат моей статьи является повторением для $p > 3$ результатов, установленных им в 1934 и 1939 гг. в статьях [11, 12]. Спрашивается: как случилось, что повторением ошибочных результатов В. Д. Купрадзе (см., напр., его работу [12]) я пришел к правильным результатам? Кстати отмечу,

⁽¹⁾ См. И. Векуа, «Сообщения АН СССР», т. IV, № 4, прим. на стр. 287.

⁽²⁾ Нумерация относится к списку литературы, в конце «Письма в редакцию» В. Д. Купрадзе.

⁽³⁾ Это совершенно очевидно, даже для читателей, не видевших статьи В. Д. Купрадзе [12], в отношении исправления под номером 2 «Письма в редакцию» В. Д. Купрадзе, которым одно выражение заменяется другим, новым и сложным выражением, причем потенциал двойного слоя превращается в комбинацию потенциалов двойного и простого слоев. Для этих же читателей (не видевших статьи [12]) добавлю еще следующее: им может показаться, что в исправлении за номером 1 речь действительно идет об опечатке; но дело в том, что в статье В. Д. Купрадзе [12] второе итерированное ядро нигде не упоминается и поэтому замена ядра K вторым итерированным ядром K_2 является весьма существенным изменением. Что же касается исправления за номером 3, то функция, определенная формулой (18) статьи [12] и дающая, по мнению автора, решение задачи Дирихле, есть действительно потенциал двойного слоя, как она явно и названа автором; она обращается в комбинацию потенциалов двойного и простого слоев только после исправления за номером 2 «Письма в редакцию». Обращаем внимание еще на то, что совершенно аналогичные ошибки повторяются и в другой части статьи [12] (дающей, по мнению автора, решение задачи Неймана), как это, впрочем, ясно и из самого «Письма в редакцию».

⁽⁴⁾ Акад. С. Л. Соболев, представивший статью В. Д. Купрадзе [12] в «Доклады АН СССР», подтверждает, в своем письме от 2.10.1943 г. на имя редактора «Сообщений», правильность указаний И. Н. Векуа относительно существенных ошибок, допущенных В. Д. Купрадзе, касающихся основного его результата, и выражает сожаление, что эти ошибки не были им (С. Л. Соболевым) своевременно замечены (Примеч. Редакции).

что задача, решенная мною в самом общем случае буквально на трех печатных страницах, путем незначительного видоизменения обычных приемов математической физики, была предметом ряда работ В. Д. Купрадзе, начиная с 1934 г., причем ни в одной из них задача не была решена до конца, вследствие допущенных автором существенных ошибок.

Добавлю еще следующее: 1) В своем «Письме в редакцию» В. Д. Купрадзе говорит, что «в статье [10] вовсе нет речи о задаче С, ибо эта статья посвящена другому вопросу». Это утверждение по меньшей мере странно, ибо статья [10] посвящена доказательству теоремы единственности для задачи С. 2) Относительно моего доказательства этой теоремы единственности В. Д. Купрадзе замечает, что оно было получено задолго до меня рядом авторов и что мое обобщение является тривиальным. Это замечание также представляется странным, ибо я сам, в примечании на стр. 285 моей статьи, указываю, что первое строгое доказательство принадлежит Фройденталу, но что мое доказательство несколько отлично от Фройдентальского. Теперь же добавлю, что предложенный мною способ доказательства, как мне кажется, является более простым и естественным, чем способ Фройдентала. Повидимому, для В. Д. Купрадзе простота доказательства является признаком его тривиальности.

18.10.1943.

И. Веква

От редакции

Редакция считает вопрос об ошибках, имеющихся в названных выше работах В. Д. Купрадзе, достаточно выясненным и прекращает всякую полемику по этому вопросу на страницах «Сообщений».

შეჩვენებული შეცდომათა ბასწორება

	დაბეჭდილია	უნდა იყოს
657 გვ. შენიშვნა ¹	1 და 3 სტრ. apparatus	apparatuses ²
	3 " de-Kolong	of de-Kolong
	3 " which	which circumstance
	4 " these	the latter

Ответственный редактор акад. Н. И. Мухелишвили

Подписана к печати последняя форма 2.12.1943. Объем 8 печ. лист. Авторск. лист. 10,5
 Колич. тип. зн. в 1 печ. листе 52.000. УЭ 9775. Заказ № 675. Тираж 600 экз.

Типография Академии Наук Грузинской ССР, Тбилиси, улица А. Церетели, 7.

