

327 / 2  
1942



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა მ გ ე

ტომი III № 1

524/2

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ III № 1

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. III No 1

... 3

28

თბილისი 1942 ТБИЛИСИ  
TBILISSI



შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

A. K. Харалдзе. О тождестве Эйлера—Лагранжа и неравенстве Буяковского—Шварца . . . . . 1

\*ზ. ხარაძე. ეილერ—ლაგრანჟის იდენტობისა და ბუნიაკოვსკი—შვარცის უტოლობის შესახებ . . . . . 5

\*A. Khafadze. Sur l'identité d'Euler—Lagrange et de l'inégalité de Bouniakowski—Schwarz . . . . . 7

ი. ლაფაური. პარაბოლური ყადის დიფერენციალური განტოლების მიახლოებითი ამონხნის შესახებ . . . . . 9

\*И. Д. Лапури. К вопросу приближенного решения дифференциального уравнения параболического типа . . . . . 14

ასტრონომია—АСТРОНОМИЯ—ASTRONOMY

V. Hase. Peculiar changes in the shell spectrum of  $\gamma$  Cassiopeiae in 1940 . . . . . 15

\*ვ. ჰაზე.  $\gamma$  Cassiopeiae-ს გარსის სპექტრის ცვლებადობის შესახებ . . . . . 19

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

A. Д. Шакая. К вопросу построения местного годографа . . . . . 21

\*ა. ცხავაია. ადგილობრივი ჰოლოგრაფის აგების საკითხისათვის . . . . . 27

ბიჰია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

Г. В. Цицишвили. Влияние отталкивания и резонанса на кривую энергии молекулы водорода . . . . . 29

\*გ. ციციშვილი. განზიდვის და რეზონანსის გავლენა წყალბად მოლეკულის ენერჯის მრუდზე . . . . . 32

\*G. Zizishvili. Influence of repulsion and resonance on energy curve of hydrogen molecule . . . . . 33

Г. В. Цицишвили. Водородная связь и смещение частоты. Сообщение первое . 35

\*გ. ციციშვილი. წყალბადის კავშირი და სიჩქარის დაკლება. I. . . . . 38

\*G. Zizishvili. Hydrogen bond and shift of frequency. I. . . . . 38

\*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზუმეს ან თარგმანს.  
 \*Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу пре-  
 шествующей статьи.  
 \*A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა მ ბ ე

ტომი III

75

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ III

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. III



თბილისი 1942 ტბილისი  
TBILISSI

3901

სარედაქციო კოლეგია

აკად. ნ. მუსხელიშვილი (პასუხისმგებელი რედაქტორი), აკად. ს. ჯანაშია (პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე), პროფ. ლ. გოციელი (პასუხისმგებელი მდივანი).

Редакционная коллегия

Акад. Н. И. Мусхелишвили (ответственный редактор), акад. С. Н. Джанашиа (заместитель ответственного редактора), проф. Л. П. Гоциели (ответственный секретарь)



А. К. ХАРАДЗЕ

О ТОЖДЕСТВЕ ЭЙЛЕРА—ЛАГРАНЖА И НЕРАВЕНСТВЕ  
 БУНЯКОВСКОГО—ШВАРЦА

Как известно, неравенство Буняковского—Шварца можно непосредственно получить из следующего интегрального соотношения

$$\frac{1}{2} \int_a^b \int_a^b |f(x)f(y)|^2 dx dy = \left| \begin{array}{cc} \int_a^b f^2 dx, & \int_a^b f\varphi dx \\ \int_a^b \varphi f dx, & \int_a^b \varphi^2 dx \end{array} \right|, \quad (1)$$

имеющего место для любых двух непрерывных функций  $f(x)$  и  $\varphi(x)$ <sup>(1)</sup>.

Действительно, принимая во внимание, что детерминант Грама, стоящий в правой части, неотрицателен, находим:

$$\left( \int_a^b f\varphi dx \right)^2 \leq \int_a^b f^2 dx \int_a^b \varphi^2 dx. \quad (2)$$

Точно также, для двух векторов  $\overline{P}(a_1, a_2, \dots, a_n)$  и  $\overline{Q}(b_1, b_2, \dots, b_n)$  в  $n$ -мерном пространстве имеет место алгебраическое тождество Эйлера—Лагранжа

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n |a_k a_l| |b_k b_l|^2 = \sum_{r=1}^n a_r^2 \sum_{r=1}^n b_r^2 - \left( \sum_{r=1}^n a_r b_r \right)^2, \quad (3)$$

откуда непосредственно получается неравенство Коши

$$\left( \sum_{r=1}^n a_r b_r \right)^2 \leq \sum_{r=1}^n a_r^2 \sum_{r=1}^n b_r^2. \quad (4)$$

Известно также, что обобщение соотношения (1) для трех и большего числа функций достигается соответственным повышением—по числу функций—порядка детерминантов и кратности интеграла, стоящего

<sup>(1)</sup> Мы здесь ограничиваемся интегралами в смысле Коши, ибо для наших целей этого совершенно достаточно.

в левой части<sup>(1)</sup>. Так как детерминант Грама и в этом общем случае неотрицателен, то отсюда получаются также интегральные неравенства, аналогичные (2).

Однако необходимо отметить, что, хотя указанное обобщение соотношения (1) и кажется вполне естественным и целесообразным, тем не менее оно не является простейшим. Даже для трех и четырех функций получающиеся соотношения в раскрытом виде достаточно многочленны.

Точно также для трех и большего числа векторов, хотя и можно установить тождества и неравенства, аналогичные (3) и (4), если ввести в рассмотрение детерминанты высших порядков и кратные суммы, однако и в этом случае эти соотношения не отличаются простотой.

Между тем, можно показать—и в этом состоит цель настоящей заметки—что с увеличением числа функций (векторов) простейшее обобщение соотношений (1), (2), (3) и (4) достигается не повышением порядка детерминантов, а путем введения новых алгебраических выражений, называемых нами квазидетерминантами.

При этом обнаруживается, что для описания соотношений, аналогичных (1), (2), (3) и (4), в случае трех и большего числа функций (векторов), первичными, так сказать, алгебраическими образованиями являются не детерминанты высших порядков, а квазидетерминанты различных степеней.

Рассмотрим квадратную матрицу, состоящую из  $m^2$  элементов:

$$\begin{array}{c} a_1, a_2, \dots, a_m \\ b_1, b_2, \dots, b_m \\ \dots \dots \dots \\ l_1, l_2, \dots, l_m \\ k_1, k_2, \dots, k_m. \end{array}$$

Выпишем те  $m$  групп элементов, которые получаются из главной диагонали в результате последовательных круговых перестановок индексов:  $a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m$ ;  $a_2 b_3 \dots l_m k_1$ ; ...  $a_m b_1 \dots l_{m-2} k_{m-1}$ ; в каждом из этих соединений перемножим составляющие их элементы, а затем из этих  $m$  произведений составим алгебраическую сумму:

$$a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m + \omega_{(m)} a_2 b_3 \dots l_m k_1 + \dots + \omega_{(m)}^{m-1} a_m b_1 \dots l_{m-2} k_{m-1}, \quad (5)$$

где  $\omega_{(m)}$  означает примитивный корень уравнения  $\zeta^m - 1 = 0$ .

Выражение (5) назовем квазидетерминантом  $m$ -ой степени  $m$ -го порядка, для обозначения которого введем следующий символ:

<sup>(1)</sup> В численном множителе перед кратным интегралом знаменатель 2 заменяется факториалом.

$$\begin{bmatrix} a_1 a_2 \dots a_m \\ b_1 b_2 \dots b_m \\ \dots \\ k_1 k_2 \dots k_m \end{bmatrix}_{(m)}$$

или более сокращенно

$$[a_1 b_2 \dots k_m]_{(m)}.$$

Степень, к которой принадлежит квазидетерминант, соответствует степени того двучленного уравнения, с корнями которого он связан, а порядок, как обычно, соответствует числу строк и столбцов исходной матрицы.

Заметим тут же, что обыкновенный детерминант второго порядка можно рассматривать как квазидетерминант второй степени второго порядка, ибо выражение  $a_1 b_2 - a_2 b_1$  по своей алгебраической структуре таким же образом связано с корнями уравнения  $\chi^2 - 1 = 0$ , как и (5) — с корнями уравнения  $\chi^m - 1 = 0$ .

При  $m=3$  имеем:

$$[a_1 b_2 c_3]_{(3)} = a_1 b_2 c_3 + \omega_{(3)} a_2 b_3 c_1 + \omega_{(3)}^2 a_3 b_1 c_2. \quad (6)$$

Хотя в настоящей работе рассматриваются квазидетерминанты, у которых показатель порядка равен показателю степени  $n$ , следовательно, значек  $(m)$  в принятом символе можно и опустить, однако, вообще говоря, в пределах данной степени можно строить определенным образом квазидетерминанты высших порядков, подобно тому, как в пределах второй степени мы строим обыкновенные детерминанты различных порядков, приписывая членам детерминанта множители  $+1$  и  $-1$ , т. е. корни уравнения  $\chi^2 - 1 = 0$ . Но мы не будем здесь по этому поводу распространяться, так же как не будем излагать общих свойств квазидетерминантов — это мы сделаем в другом месте.

Рассмотрим теперь, для определенности, три вектора  $\bar{P}(a_1, a_2 \dots a_n)$ ,  $\bar{Q}(b_1, b_2 \dots b_n)$  и  $\bar{R}(c_1, c_2 \dots c_n)$  в  $n$ -мерном пространстве. Составим из компонент этих векторов всевозможные квазидетерминанты третьей степени третьего порядка

$$[a_i b_j c_k] = a_i b_j c_k + \omega_{(3)} a_j b_k c_i + \omega_{(3)}^2 a_k b_i c_j \quad (i, j, k = 1, 2 \dots n),$$

а затем просуммируем квадраты модулей этих квазидетерминантов, распространяя суммирование на все индексы  $i, j, k$  от 1 до  $n$ .

Можно показать, что эта тройная сумма преобразовывается в разность произведений простых сумм следующим образом:





$$\frac{1}{3} \sum_{i,j,k}^n |[a_i b_j c_k]|^2 = \sum_{r=1}^n a_r^2 \sum_{r=1}^n b_r^2 \sum_{r=1}^n c_r^2 - \sum_{r=1}^n a_r b_r \sum_{r=1}^n a_r c_r \sum_{r=1}^n b_r c_r, \quad (7)$$

что вполне аналогично тождеству (3) Эйлера—Лагранжа.

Для трех векторов в  $n$ -мерном пространстве тождество (7) представляет собою весьма простое соотношение, поскольку правая часть выражается двучленной разностью.

Доказательство этого тождества можно провести методом полной индукции, причем для  $n=3$  равенство проверяется элементарным вычислением.

Переходя к интегральному соотношению, получим для трех функций:

$$\frac{1}{3} \int_a^b \int_a^b \int_a^b |[f(x)\varphi(y)\psi(z)]|^2 dx dy dz = \int_a^b f^2 dx \int_a^b \varphi^2 dx \int_a^b \psi^2 dx - \int_a^b f \varphi dx \int_a^b f \psi dx \int_a^b \varphi \psi dx, \quad (8)$$

где символ  $|[f(x)\varphi(y)\psi(z)]|^2$  означает квадрат модуля квазидетерминанта  $f(x)\varphi(y)\psi(z) + \omega_{(a)} f(y)\varphi(z)\psi(x) + \omega_{(a)}^2 f(z)\varphi(x)\psi(y)$ .

Последнее равенство легко может быть получено, между прочим, непосредственным вычислением вне связи с тождеством (7).

Поскольку левые части формул (7) и (8) неотрицательны, мы можем установить неравенства, аналогичные неравенствам Коши и Буняковского—Шварца

$$\sum_{r=1}^n a_r b_r \sum_{r=1}^n a_r c_r \sum_{r=1}^n b_r c_r \equiv \sum_{r=1}^n a_r^2 \sum_{r=1}^n b_r^2 \sum_{r=1}^n c_r^2, \quad (9)$$

$$\int_a^b f \varphi dx \int_a^b f \psi dx \int_a^b \varphi \psi dx \equiv \int_a^b f^2 dx \int_a^b \varphi^2 dx \int_a^b \psi^2 dx. \quad (10)$$

При  $b_r = c_r$  ( $r=1, 2, \dots, n$ ) или в случае  $\varphi(x) \equiv \psi(x)$ , неравенства (9) и (10) приводятся соответственно к (4) и (2).

Заслуживает внимания то обстоятельство, что правая часть формулы (8) представляет собою квазидетерминант Грама, т. е. квазидетерминант, получающийся из матрицы

$$\begin{aligned} & \int_a^b f^2 dx \int_a^b f \varphi dx \int_a^b f \psi dx \\ & \int_a^b \varphi f dx \int_a^b \varphi^2 dx \int_a^b \varphi \psi dx \\ & \int_a^b \psi f dx \int_a^b \psi \varphi dx \int_a^b \psi^2 dx. \end{aligned}$$

Действительно, так как эта матрица симметрическая, то, как нетрудно видеть, в соответствующем квазидетерминанте множители, стоящие при  $\omega_{(a)}$



и  $\omega_{(a)}^2$  будут одинаковы, но ввиду того, что  $\omega_{(a)} + \omega_{(a)}^2 = -1$ , поэтому и получится разность, стоящая в правой части (8).

Что касается четырех векторов и четырех функций, то получающиеся аналогичные соотношения также отличаются простотой, как это видно из следующих равенств:

$$\frac{1}{4} \sum_{i,j,k,l}^n |[a_i b_j c_k d_l]|^2 = \sum_{r=1}^n a_r^2 \sum_{r=1}^n b_r^2 \sum_{r=1}^n c_r^2 \sum_{r=1}^n d_r^2 - \left( \sum_{r=1}^n a_r c_r \right)^2 \left( \sum_{r=1}^n b_r d_r \right)^2, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4} \int_a^b \int_a^b \int_a^b \int_a^b |[f(x)\varphi(y)\psi(\tau)\omega(t)]|^2 dx dy dz dt \\ & = \int_a^b f^2 dx \int_a^b \varphi^2 dx \int_a^b \psi^2 dx \int_a^b \omega^2 dx - \left( \int_a^b f\psi dx \right)^2 \left( \int_a^b \varphi\omega dx \right)^2. \end{aligned} \quad (12)$$

В левых частях этих равенств фигурируют квадраты модулей соответствующих квазидетерминантов четвертой степени четвертого порядка. Вытекающие отсюда неравенства являются уже следствием (4) и (2).

Наконец, заметим, что для трех компланарных векторов, параллельных координатной плоскости, формула (7) дает известное тождество

$$\cos^2 \gamma + \cos^2 \delta + \cos^2 (\gamma + \delta) - 2 \cos \gamma \cos \delta \cos (\gamma + \delta) = 1,$$

применяемое часто в геометрии плоского четырехугольника.

Предыдущие рассуждения легко распространяются на произвольное число векторов (функций) при посредстве квазидетерминантов высших степеней.

Тбилисский Государственный Университет  
имени Сталина

Кафедра математического анализа

(Поступило в редакцию 9.1.1942)

მათემატიკა

ბ. ხარაძე

მიღწერ — ლაბრანჟის იგივე მოხისა და ბუნიაკოვსკი — შვარცის  
უტოლობის შესახებ

რეზიუმე

როგორც ცნობილია, ბუნიაკოვსკი — შვარცის (2) უტოლობა უშუალოდ მიიღება (1) ფორმულიდან, რომელსაც ადგილი აქვს ორი ფუნქციისათვის.

ცნობილია აგრეთვე, რომ (1) ფორმულის განზოგადება სამი ან მეტი ფუნქციისათვის ხდება შემაჯავლი დეტერმინანტების რავისა და მარცხენა მხა-



რის ინტეგრალის ჯერადობის ამალღებით, ვინაიდან მარჯვენა მხარეზე მდგომი გრამის დეტერმინანტი, არაუარყოფითია, აქედან სხვათა შორის გამომდინარეობენ (2)-ის ანალოგიური ინტეგრალური უტოლობანიც.

იგივე შეეხება ეილერ—ლაგრანჟის (3) იგივეობას და კოშის (4) უტოლობას, რომელთაც ადვილი აქვთ ორი ვექტორისათვის და რომელთა განზოგადება სამი და მეტი ვექტორისათვის იმავე წესით ხდება.

ავტორი უჩვენებს, რომ ფუნქციითა (ვექტორთა) რიცხვის ზრდის დროს (1), (2), (3), (4) თანაფარდობათა უმარტივესი განზოგადების მიღწევა ხდება არა შემავალი დეტერმინანტის რიგის გაზრდით, არამედ ახალ ალგებრულ გამოსახულებათა შემოღებით, ე. წ. კვაზი დეტერმინანტების საშუალებით.

განვიხილოთ კვადრატული მატრიცი  $m^2$  ელემენტისაგან შედგენილი

$$\begin{matrix} a_1, a_2, \dots, a_m \\ b_1, b_2, \dots, b_m \\ \dots \\ l_1, l_2, \dots, l_m \\ k_1, k_2, \dots, k_m. \end{matrix}$$

ამოვწეროთ  $m$  ელემენტისაგან შემდგარი ყველა ის შეჯგუფება, რომელნიც მიიღებიან მთავარი დიაგონალიდან ინდექსთა წრიული გარდანაცვლებების საშუალებით:

$$a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m; a_2 b_3 \dots l_m k_1; \dots a_m b_1 \dots l_{m-2} k_{m-1}.$$

ყოველ ასეთ შეჯგუფებაში გადავამრავლოთ შემავალი ელემენტები დანამრავლთაგან შევადგინოთ შემდეგი ალგებრული ჯამი:

$$a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m + \omega_{(m)} a_2 b_3 \dots l_m k_1 + \dots + \omega_{(m)}^{m-1} a_m b_1 \dots l_{m-2} k_{m-1}.$$

სადაც  $\omega_{(m)}$  არის  $\zeta^m - 1 = 0$  განტოლების პრიმიტიული ფესვი. უკანასკნელ ჯამს ვუწოდოთ  $m$ -საფეხურისა და  $m$ -რიგის კვაზიდეტერმინანტი და აღვნიშნოთ სიმბოლოთი  $[a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m]$ .

ცხადია, რომ თუ  $m=2$ , მივიღებთ მეორე რიგის ჩვეულებრივ დეტერმინანტს  $a_1 b_2 - a_2 b_1$ -ეს იქნება მეორე საფეხურის კვაზიდეტერმინანტი, თუ  $m=3$ ,

გვექნება:  $a_1 b_2 c_3 + \omega_{(3)} a_2 b_3 c_1 + \omega_{(3)}^2 a_3 b_1 c_2$ , სადაც  $\omega_{(3)} = e^{2\frac{\pi}{3}}$ .

კვაზიდეტერმინანტების გამოყენებით ადვილად მიიღებიან თანაფარდობანი (8), (10), (7), (11), (9) რომელნიც სამი და ოთხი ფუნქციისათვის (ვექტორისათვის) წარმოადგენენ (1), (2), (3) და (4)-ის უმარტივეს განზოგადებას, მიღებულ ფორმულებში შემავალი სიმბოლოები  $[a_i b_j c_k]^2$  და სხვ. აღნიშნავენ სათანადო კვაზიდეტერმინანტების მოდულთა კვადრატებს.

საკიროა აღინიშნოს, რომ (8) და (12)-ის მარჯვენა მხარეზე მდგომი გამოსახულებანი წარმოადგენენ გრამის კვაზიდეტერმინანტს, ესე იგი კვაზიდეტერმინანტს მიღებულს გრამის მატრიციდან.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

SUR L'IDENTITÉ D'EULER—LAGRANGE ET DE L'INÉGALITÉ  
 DE BOUNIAKOWSKI—SCHWARZ

Par A. KHARADZÉ

Resumé

On sait que l'inégalité (2) Bouniakowski—Schwarz découle immédiatement de la relation (1) ayant lieu pour les deux fonctions.

Il est connu aussi, qu'à la généralisation de l'égalité (1) pour le nombre des fonctions supérieur à deux on aboutit par l'augmentation de l'ordre des déterminants et de la multiplicité de l'intégrale de la partie gauche. Puisque le déterminant de Gram, placé dans la partie droite, est positif ou nul, il s'ensuit aussi les inégalités intégrales analogues au (2).

Cela concerne l'identité connue (3) d'Euler—Lagrange, aussi bien que l'inégalité (4) de Cauchy, ayant lieu pour les deux vecteurs et admettant la généralisation analogue pour le nombre de vecteurs supérieur à deux.

Quoique la généralisation indiquée plus haut nous semble tout à fait naturelle, néanmoins elle n'apparaît pas comme la plus simple.

L'auteur se permet de démontrer, que conformément à l'augmentation du nombre des fonctions (vecteurs) on aboutit à la généralisation plus simple des relations (1), (2), (3) et (4) non pas par l'élévation d'ordre des déterminants, mais par l'introduction des expressions algébriques nouvelles appelées quasi-déterminants.

Considérons une matrice carrée, composée de  $m$  lignes et de  $m$  colonnes:

$$a_1, a_2, \dots, a_m$$

$$b_1, b_2, \dots, b_m$$

$$\dots \dots \dots$$

$$l_1, l_2, \dots, l_m$$

$$k_1, k_2, \dots, k_m.$$

Choisissons toutes les réunions de  $m$  éléments, reçues de la diagonale principale par les permutations circulaires des index:

$$a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m; a_2 b_3 \dots l_m k_1; \dots a_m b_1 \dots l_{m-2} k_{m-1}.$$

Multiplions les éléments de chaque réunion et composons ensuite avec ces produits la somme algébrique suivante:

$$a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m + \omega_{(m)} a_1 b_3 \dots l_m k_1 + \dots + \omega_{(m)}^{m-1} a_m b_1 \dots l_{m-2} k_{m-1},$$

où  $\omega_{(m)}$  désigne la racine primitive de l'équation binôme  $\zeta^m - 1 = 0$ . Nommons cette somme quasi-déterminant de degré  $m$  et d'ordre  $m$  et désignons la par le symbole  $[a_1 b_2 \dots l_{m-1} k_m]$ .

On voit que pour  $m=2$  nous recevons le déterminant ordinaire d'ordre deux  $a_1 b_2 - a_2 b_1$ . Pour  $m=3$  nous avons

$$a_1 b_2 c_3 + \omega_{(3)} a_2 b_3 c_1 + \omega_{(3)}^2 a_3 b_1 c_2,$$

où  $\omega_{(3)}$  est la racine primitive de l'équation  $\zeta^3 - 1 = 0$ .

En introduisant des quasi-déterminants on peut essentiellement simplifier les relations généralisant les formules (1), (2), (3), (4).

Par exemple, pour trois et quatre fonctions (vecteurs) nous avons (7), (8), (9), (10), (11), (12) où les symboles  $|[a_i b_j c_k]|^2$  etc. expriment les carrés des modules de quasi-déterminants correspondants.

Il faut marquer, que les expressions des parties droites de (8) et (12) sont les quasi-déterminants de Gram, c'est à dire les quasi-déterminants correspondant à la matrice de Gram.

Université Staline  
à Tbilissi





ი. ლაზაური

პარაბოლური ჟაილის დიფერენციალური განტოლების  
 მიახლოებითი ამონახსნის შესახებ

§ 1. განვიხილოთ დიფერენციალური განტოლება:

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = a(x, t) \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} + b(x, t) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} + c(x, t)u(x, t) + g(x, t), \quad (1)$$

სადაც  $a, b, c$  და  $g$  არიან  $x$  და  $t$ -ს ფუნქციები მოცემულნი სწორკუთხოვან  $A$  არეში:  $0 \leq x \leq L, 0 \leq t \leq T$ . უნდა ვიპოვოთ (1) განტოლების ამონახსნი  $u(x, t)$ , რომელიც აკმაყოფილებს შემდეგ საწყის

$$u(x, 0) = \varphi_0(x)$$

და სასაზღვრო

$$u(0, t) = f(t),$$

$$u(L, t) = \psi(t)$$

პირობებს.

დავყოთ  $(0, T)$  შუალედი  $m$  თანასწორ ნაწილად; აღვნიშნოთ  $\frac{T}{m} = h$  და

გავავლოთ წრფეები  $t = \lambda h$  ( $\lambda = 1, 2, \dots, m$ ).

ქვემოთ ჩვენ მოგვყავს მეთოდი, რომლის საშუალებით შეიძლება  $u(x, t)$  ფუნქციის მიახლოებით განსაზღვრა  $t = \lambda h$  წრფეზე, იმ პირობით, რომ იგი განზღვრულია  $t = (\lambda - 1)h$  წრფეზე. სიზუსტე გამოთვლების არის  $h^n$ <sup>(1)</sup>, თუ დატულია შემდეგი პირობები:

1.  $f(t)$  და  $\psi(t)$  უწყვეტი ფუნქციებია  $(0, T)$  შუალედში.

2.  $\varphi_0(x)$  უწყვეტია და უწყვეტად წარმოგებადი თავის პირველი  $2m(n-1)$  რიგის წარმოებულებით  $(0, L)$  შუალედში.

3.  $a, b, c$  და  $g$  ფუნქციებს აქვთ უწყვეტი და შემოსაზღვრული კერძო წარმოებულები პირველი  $n-1$  რიგის  $t$ -ს მიმართ და  $2m(n-1)$  რიგის  $x$ -ის მიმართ  $A$  სწორკუთხედში.

4. არსებობს (1) განტოლების ამონახსნი, რომელიც აკმაყოფილებს მოცემულ საწყის და სასაზღვრო პირობებს და რომელსაც  $A$  არეში აქვს უწყვეტი კერძო წარმოებულები პირველი  $n$  რიგის  $t$ -ს მიმართ და  $2(m-1)(n-1)$  რიგის  $x$ -ის მიმართ.

(1)  $n$  ნებისმიერი ნატურალური რიცხვია.

ვიპოვოთ  $u(x, t)$  ფუნქციის მიახლოებითი მნიშვნელობა  $t=h$  წრფეზე-  
 ამისათვის ვისარგებლოთ ტეილორის ფორმულით:

$$u(x, h) = u(x, 0) + \frac{h}{1!} \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} + \frac{h^2}{2!} \frac{\partial^2 u(x, 0)}{\partial t^2} + \dots + \frac{h^{n-1}}{(n-1)!} \frac{\partial^{n-1} u(x, 0)}{\partial t^{n-1}} + \frac{h^n}{n!} \frac{\partial^n u(x, \xi)}{\partial t^n}, \quad (2)$$

სადაც  $0 < \xi < h$ . მაგრამ  $u(x, 0) = \varphi_0(x)$  ცნობილი ფუნქციაა. ჩავსვათ (1) განტოლებაში  $t=0$  და მივიღოთ მხედველობაში, რომ

$$\frac{\partial u(x, 0)}{\partial x} = \varphi'_0(x), \quad \frac{\partial^2 u(x, 0)}{\partial x^2} = \varphi''_0(x),$$

მაშინ გვექნება:

$$\frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = a(x, 0)\varphi''_0(x) + b(x, 0)\varphi'_0(x) + c(x, 0)\varphi_0(x) + g(x, 0) = \varphi_1(x),$$

საიდანაც ჩანს, რომ  $\frac{\partial u(x, 0)}{\partial t}$ -ს ანუ  $\varphi_1(x)$ -ის გამოთვლა არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს.

თუ გავაწარმოებთ (1) განტოლებას  $t$ -ს მიმართ  $k-1$ -ჯერ და შედეგში ჩავსვათ მნიშვნელობას  $t=0$ , მივიღებთ:

$$\frac{\partial^k u(x, 0)}{\partial t^k} = \varphi_k(x) = \sum_{i=0}^{k-1} C_{k-1}^i \left[ \frac{\partial^i a(x, 0)}{\partial t^i} \varphi''_{k-i-1}(x) + \frac{\partial^i b(x, 0)}{\partial t^i} \varphi'_{k-i-1}(x) + \frac{\partial^i c(x, 0)}{\partial t^i} \varphi_{k-i-1}(x) \right] + \frac{\partial^{k-1} g(x, 0)}{\partial t^{k-1}}, \quad (3)$$

სადაც მარჯვენა მხარეზე მდგომი  $\varphi_{k-i-1}(x)$  ფუნქციები ( $i=0, 1, 2, \dots, k-1$ ) გამოითვლებიან თანდათანობითი გადასვლით  $\varphi_0(x)$ -დან  $\varphi_1(x)$ -ზე და ა. შ.  $\varphi_{k-1}(x)$ -ზე.

მივცეთ (3) ტოლობაში  $k$ -ს მნიშვნელობები:  $1, 2, \dots, n-1$  და მიღებული სიდიდეები შევიტანოთ (2) ტოლობაში, გვექნება:

$$u(x, h) = \Phi_0(x, h) + \frac{h^n}{n!} \frac{\partial^n u(x, \xi)}{\partial t^n}, \quad (4)$$

სადაც

$$\Phi_0(x, h) = \varphi_0(x) + \frac{h}{1!} \varphi_1(x) + \frac{h^2}{2!} \varphi_2(x) + \dots + \frac{h^{n-1}}{(n-1)!} \varphi_{n-1}(x). \quad (5)$$

თუ (4) ფორმულაში უკუვაგდებთ  $\frac{h^n}{n!} \frac{\partial^n u(x, \xi)}{\partial t^n}$  სიდიდეს, მივიღებთ  $u(x, h)$  ფუნქციის მიახლოებით მნიშვნელობას:

$$U_1(x, h) = \Phi_0(x, h), \quad (6)$$

რომელიც აკმაყოფილებს საწყის პირობას, ვინაიდან (5) და (6) ფორმულების ძალით შეგვიძლია დავწეროთ

$$U_1(x, 0) = \varphi_0(x) = \Phi_0(x, 0).$$

(4) და (6) ფორმულებიდან გამომდინარეობს:

$$|u(x, h) - U_1(x, h)| \leq \frac{h^n}{n!} M,$$

სადაც  $M = \max \left| \frac{\partial^n u(x, t)}{\partial t^n} \right|$  სწორკუთხედში

$$t=0, t=h, x=0, x=L.$$

ამრიგად ჩვენ ვიპოვეთ (1) განტოლების ინტეგრალის მიახლოებითი მნიშვნელობა  $t=h$  წრფეზე  $h^n$ -ის სიზუსტით, რომელიც აკმაყოფილებს მოცემულ საწყის პირობას.

ეხლა ვიპოვოთ ისეთი მიახლოებითი მნიშვნელობა, რომელიც დააკმაყოფილებს როგორც საწყის, ისე სასაზღვრო პირობებსაც. ამისათვის დაუშვათ, რომ

$$\frac{\partial^n u(x, \xi)}{\partial t^n} = Ax + B + R(x, \xi),$$

სადაც  $A$  და  $B$  ჯერჯერობით უცნობი მუდმივი სიდიდეებია; გვექნება:

$$u(x, h) = \Phi_0(x, h) + \frac{h^n}{n!}(Ax + B) + \frac{h^n}{n!}R(x, \xi), \quad (7)$$

სადაც

$$R(x, \xi) = \frac{\partial^n u(x, \xi)}{\partial t^n} - Ax - B. \quad (8)$$

თუ უკუვაგდებთ  $\frac{h^n}{n!}R(x, \xi)$  სიდიდეს (7) ფორმულაში, მივიღებთ  $u(x, h)$ -ის მიახლოებით მნიშვნელობას  $\tilde{u}_1(x, h)$ -ს, ე. ი.

$$\tilde{u}_1(x, h) = \Phi_0(x, h) + \frac{h^n}{n!}(Ax + B). \quad (9)$$

ცხადია,  $\tilde{u}_1(x, h)$  აკმაყოფილებს საწყის პირობას. ეხლა  $A$  და  $B$  სიდიდეები ისე შევარჩიოთ, რომ  $\tilde{u}_1(x, h)$  ფუნქციამ დააკმაყოფილოს აგრეთვე სასაზღვრო პირობებიც. ამისათვის საჭიროა:

$$f(h) = \Phi_0(0, h) + \frac{h^n}{n!}B, \quad \psi(h) = \Phi_0(L, h) + \frac{h^n}{n!}(AL + B), \quad (10)$$

საიდანაც მივიღებთ

$$B = \frac{n!}{h^n} [f(h) - \Phi_0(0, h)],$$

$$A = \frac{n!}{Lh^n} [\psi(h) - \Phi_0(L, h) - f(h) + \Phi_0(0, h)] \quad (11)$$

და რადგან  $u(0, h) = f(h)$ , ხოლო  $u(L, h) = \psi(h)$ , ამიტომ (4) ფორმულის ძალით შეგვიძლია დავწეროთ:

$$f(h) - \Phi_0(0, h) = \frac{h^n}{n!} \frac{\partial^n u(0, \xi)}{\partial t^n},$$

$$\psi(h) - \Phi_0(L, h) = \frac{h^n}{n!} \frac{\partial^n u(L, \xi)}{\partial t^n}.$$

თუ შევიტანთ ამ მნიშვნელობებს (11) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$A = \frac{\frac{\partial^n u(L, \xi)}{\partial t^n} - \frac{\partial^n u(0, \xi)}{\partial t^n}}{L}, \quad (12)$$

$$B = \frac{\partial^n u(0, \xi)}{\partial t^n},$$

საიდანაც ჩანს, რომ  $A$  და  $B$   $h$ -საგან დამოუკიდებელი სასრულო რიცხვებია.

(9) და (12) ფორმულების ძალით შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\tilde{u}_1(x, h) = \Phi_0(x, h) - \Phi_0(0, h) + f(h) + \frac{\psi(h) - f(h) + \Phi_0(0, h) - \Phi_0(L, h)}{L} \cdot x.$$

ესლა, თუ მივიღებთ მხედველობაში (8) და (12) ფორმულებს, გვექნება:

$$|R(x, \xi)| \cong \left| \frac{\partial^n u(x, \xi)}{\partial t^n} \right| + |A|L + |B| \cong 4M. \quad (13)$$

გარდა ამისა (7)-დან (9)-ის გამოკლებით მივიღებთ:

$$u(x, h) - \tilde{u}_1(x, h) = \frac{h^n}{n!} R(x, \xi)$$

და, მავსადამე, (13) უტოლობის ძალით შეგვიძლია დავწეროთ:

$$|u(x, h) - \tilde{u}_1(x, h)| \cong \frac{h^n}{n!} C,$$

სადაც

$$C = 4M = 4 \max \left| \frac{\partial^n u(x, t)}{\partial t^n} \right|.$$

მაშასადამე,  $\tilde{u}_1(x, h)$  ფუნქცია გვაძლევს  $u(x, t)$  ფუნქციის მიახლოებითი მნიშვნელობას  $t=h$  წრფეზე  $h^2$ -ის სიზუსტით და, გარდა ამისა,  $\tilde{u}_1(x, h)$  აკმაყოფილებს მოცემულ საწყის და სასაზღვრო პირობებს.

ანალოგიურად ჩვენ შეგვიძლია ვიპოვოთ  $u(x, t)$  ფუნქციის მიახლოებითი მნიშვნელობა  $t=2h$  და საზოგადოდ  $t=\lambda h$  წრფეზე თანდათანობით გადასვლით ერთი წრფიდან მეორეზე.

დასასრულ აღვნიშნავთ, რომ აღწერილი მეთოდი გამოსადგეია შემდეგი დიფერენციალური განტოლებების ამოსახსნელად:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u(x, y, t)}{\partial t} &= a(x, y, t) \frac{\partial^2 u(x, y, t)}{\partial x^2} + b(x, y, t) \frac{\partial^2 u(x, y, t)}{\partial y^2} + c(x, y, t) \frac{\partial u(x, y, t)}{\partial x} \\ &\quad + d(x, y, t) \frac{\partial u(x, y, t)}{\partial y} + k(x, y, t)u(x, y, t) + g(x, y, t), \\ \frac{\partial u(x, y, z, t)}{\partial t} &= a(x, y, z, t) \frac{\partial^2 u(x, y, z, t)}{\partial x^2} + b(x, y, z, t) \frac{\partial^2 u(x, y, z, t)}{\partial y^2} \\ &\quad + c(x, y, z, t) \frac{\partial^2 u(x, y, z, t)}{\partial z^2} + d(x, y, z, t) \frac{\partial u(x, y, z, t)}{\partial x} \\ &\quad + e(x, y, z, t) \frac{\partial u(x, y, z, t)}{\partial y} + f(x, y, z, t) \frac{\partial u(x, y, z, t)}{\partial z} \\ &\quad + k(x, y, z, t)u(x, y, z, t) + g(x, y, z, t), \end{aligned} \tag{14}$$

სათანადო საწყის და სასაზღვრო პირობების დაცვით.

მეთოდის ეფექტურობაში დასარწმუნებლად ჩვენ მიერ განხილული იყო სითბოგამტარებლობის განტოლება მოყვანილი პროფ. შ. მიქელაძის შრომაში [1]. ჩვენ ავიღეთ  $h=4,4$  და გამოვთვალეთ ზემოთაღწერილი მეთოდით  $u(x, t)$ -ს მნიშვნელობანი. საბოლოო შედეგი მივიღეთ ისეთივე, რაც [1] შრომაშია მოცემული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 28.8.1941)



И. Д. ЛАПАУРИ

## კ ვოპროსუ პრიბლიჟენოგო რეშენია დიფერენციალნოგო ურავნენია პარაბოლიჩესკოგო ტიპა

Резюме

Автор дает новый метод приближенного решения дифференциального уравнения (1) с начальными условиями

$$u(x, 0) = \varphi_0(x)$$

и граничными условиями

$$u(0, t) = f(t),$$

$$u(L, t) = \psi(t).$$

Идея метода, дающего точность  $h^n$ , где  $n$  произвольное положительное число, состоит в том, что выбираются в промежутке изменения аргумента  $t$  функции  $u(x, t)$ , ряд значений  $h, 2h, \dots, mh$  и с помощью формулы Тейлора строятся функции  $\Phi_\lambda(x, \lambda h)$  ( $\lambda = 1, 2, \dots, m$ ), обращающиеся при  $t = h, 2h, \dots, (m-1)h$  соответственно в  $u(x, h), u(x, 2h), \dots, u(x, (m-1)h)$  и удовлетворяющие граничным условиям.

Метод применим также для решения уравнений (14).

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Математический Институт

### ციტირვანია ლიტერატურა—ციტირვანია ლიტერატურა

1. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными. Изд. АН СССР, 1936, стр. 84—85.

ASTRONOMY

PECULIAR CHANGES IN THE SHELL SPECTRUM OF  $\gamma$  CASSIOPEIAE  
IN 1940

By V. HASE

The observations of  $\gamma$  Cassiopeiae done at the Simeis Observatory in 1940 revealed interesting changes in the structural details of the hydrogen and helium lines, indicating on the unstable state of the shell surrounding the star.

During the period from August 5 to November 20, 77 spectrograms were secured with the one prism spectrograph attached to the 40-inch reflector. The dispersion is 36 Å at  $H\gamma$ .

The spectrum shows prominent lines of hydrogen and helium, those of other elements being faint and difficult for measurement. The hydrogen lines are represented by the Balmer series from  $H_\alpha$  to  $H_{13}$ . The Balmer lines are of composite structure, resulting from the superposition of the sharp and strong shell spectrum on that of the reversing layer giving broad and diffuse absorption lines. With the exception of  $H_\alpha$ , consisting of a strong and broad emission line superposed upon still broader absorption, all Balmer lines show as their most prominent feature a deep and sharp absorption core bordered from both sides by faint and generally narrow emission lines, the violet component being stronger and sharper than the red one; the emission lines are followed by faint and narrow absorption lines, which look as separate components when seen with a magnification of 15–20 times, but which prove to be only dips on faint and shallow absorption wings, too weak to be detected by the eye and revealed only on microphotometer tracings. However, the reality of these faint absorption components leaves no doubt; moreover there are spectrograms on which second still fainter absorption components to the violet, as well as to the red, can be suspected. Generally the violet absorption component is stronger than the red one.

Helium is represented by the following lines in absorption:  $2^3P^0 - n^3D$ : 3819.61, 4026.19, 4471.48 and 5875.62;  $2^3P^0 - n^3S$ : 3867.46 and 4120.81;  $2^3S - 3^3P^0$ : 3888.65;  $2^1S - n^1P^0$ : 3964.73 and 5015.68;  $2^1P^0 - n^1D$ : 4009.27, 4143.77, 4387.93 and 4921.93. The lines belonging to the diffuse series  $2^3P^0 - n^3D$  are interesting because of their different character: 3819 appears broad and diffuse, while 4026 is narrow and sharp with wide wings; 4471 is sharp and



strong, sometimes equal to or slightly less intense than  $H_{\gamma}$ , and is sometimes accompanied by a very broad and diffuse emission of unknown origin from the red side. If ascribed to helium, it indicates an anomaly, as the lower member of that series 5876 has only very faint emission lines detected not always. The absorption at 5876 is very sharp, strong and narrow with faint emission components and traces of an absorption companion; it must be noticed that the dispersion here is low, about 100 Å.

The lines of the series  $2^3P^0-n^3S$  and  $2^1P^0-n^1D$  are always faint and diffuse and seen not everywhere.

The metastable line 3889, blended with  $H_{\zeta}$ , is the most prominent line in the whole spectrum, looking sharp and strong; structural details, similar to those of the hydrogen lines and apparently relating to  $H_{\zeta}$  are faint, the absorption components being weak and narrow and the emission lines observable not everywhere.

The metastable lines corresponding to the transitions  $2^1S-n^1P^0$ : 3965 and 5016 are sharp and of moderate intensity, 3965 seems to be sometimes accompanied by a faint emission line from the violet side.

Such was the general character of the hydrogen and helium lines on spectrograms taken on August 5, 20, 23, 26, 19 and September 4, although the helium lines  $2^3P^0-n^3D$  were slightly varying in intensity.

But on the next observation night September 7 the spectrum appeared strikingly different from that of the previous days. The hydrogen lines  $H_{\gamma}-H_{\beta}$  are diffuse and the structural details less distinctly seen than before: the central absorption cores become much fainter as well as the emission lines and the absorption components are broader than before.  $H_{\beta}$  is prominent in absorption and is apparently more free from the diffuseness so affecting the other hydrogen lines.  $H_{\alpha}$  remains strong in emission and shows a faint violet absorption.

As to the helium lines, they behave in a different manner: the lines belonging to the diffuse series are broadened, while the metastable lines 3889 and 5016 remain sharp and strong; 3965 is only fainter than before, but not diffuse.

On the next observation night September 10 the change in question is progressing, the diffuseness of the hydrogen lines appearing still stronger and the broad underlying absorption becoming still shallower.  $H_{\gamma}$  is much more diffuse than on Sept. 7. The emission components are very faint, these of shorter wave-length-broad, the red ones somewhat narrower.  $H_{\beta}$  is strikingly different from the previous days: for the first time it looks like a strong double emission line, while the central absorption core, dividing both components, is hardly seen. The emission  $H_{\alpha}$  is very strong.

The helium lines behave nearly as on Sept. 7, only the diffuseness of 4026 and 4471 is increased; the red emission component of 4471 is well seen. 5876

is much fainter than previously and has two rather doubtful emission components. The metastable line 5016, strong on Sept. 7, is faint, as well as 3965, and only 3889 remains apparently unaltered.

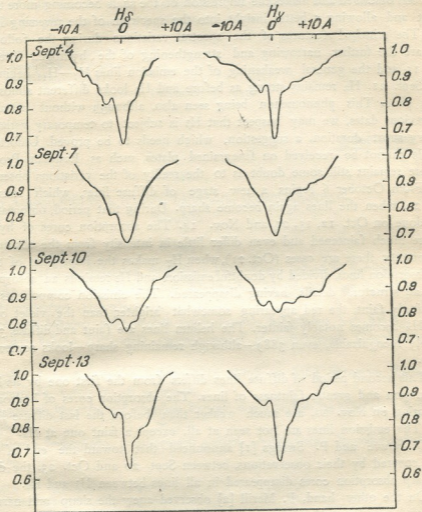
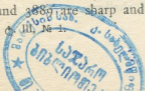


Fig. 1. Profiles of  $H\delta$  and  $H\gamma$ .

On Sept. 13 the spectrum again returns to the stage of narrow lines. The central absorption cores of the hydrogen lines become sharp and narrow and much stronger than they were during the diffuse lines stage. The violet emission lines are rather broad, the red ones very narrow. As before, the violet emission lines are stronger than the red ones. The lines of helium 3819, 4026 and 4471 are narrow, 4026 has faint wings and 4471 is nearly as strong as  $H\gamma$ ; 3965 and 3889 are sharp and strong.

2. „მთაბე“, ტ. III, № 1.



48224 3901



For the sake of illustration, profiles of  $H\beta$  and  $H\gamma$  for Sept. 4, 7, 10 and 13 are given on Fig. 1. The intensity is expressed in units of that of the continuous background. The inspection of these profiles shows distinctly the variations described and makes the impression of the shell becoming more transparent and allowing a better insight into the spectrum of the reversing layer.

The principal features of the spectral variations during the following days are the further narrowing and strengthening of the hydrogen cores on Sept. 15 and the general weakening of the emission lines  $H\gamma$ — $H_{13}$  beginning with Sept. 21.  $H\alpha$  remains strong as before and  $H\beta$  looks different almost on every plate. This phenomenon being seen also, although without certainty, on previous dates, we may suspect that  $H\beta$  is subject to temporary variations of very short duration, a suggestion, which needs to be proved. Unfortunately  $H\beta$  cannot be received on finegrained plates, such as Eastman Process, so there remains still some doubt as to the reality of the variations observed.

From October 6 begins a new stage of diffuse lines, which lasts till Nov. 20, when the lines again become sharp. During that period, observations were done on Oct. 12, 15, 21 and Nov. 14. The absorption cores of hydrogen are much faintened and even differ little in intensity from the absorption components; there are cases (Oct. 21), when  $H\gamma$  makes the impression of three faint absorption lines, divided by doubtful emission and  $H\beta$  reminds an absorption band, all structural details having disappeared. The emission components are vanishingly faint, the red appearing somewhat brighter than the violet ones. Even  $H\alpha$  becomes notably fainter. The helium lines are faint and diffuse, 3965 is barely recognizable, even 3889—although remaining sharp—looks somewhat fainter.

This second period of diffuse lines differs from the first one by its longer duration and greater faintness of lines. The absorption cores of hydrogen, reappearing on Nov. 20, are much weaker than before the last diffuse lines stage. The emission lines are not seen at all, except a faint one at  $H\alpha$ .

O. Struve and P. Swings [1] announced that toward the end of the period covered by their observations, between Sept. 20 and Oct. 23, the deep and sharp absorption cores disappeared in all lines between  $H\beta$  and  $H\epsilon$ .

On the other hand, P. Merrill [2] observed anew the sharp and narrow hydrogen cores from Nov. 21.

The Simeis observations, which were begun earlier, than those of Struve and Merrill, show, that in 1940 the diffuse and sharp lines stages were varying alternately in the spectrum of  $\gamma$  Cassiopeiae. The observations of Struve and Swings fall into a period of diffuse lines, those of Merrill begin just with the time of reappearing of the central cores. Merrill states, that these absorption cores are gradually faintening. It must be noticed that on spectrograms taken at Simeis in Summer 1941 the shell lines are not seen at all, the lines of hydrogen and helium being all broad and shallow.



The radial velocity curve of  $\gamma$  Cassiopeiae in 1940 is closely correlated with the variations in shape and intensity of lines, the diffuse lines stage being characterized by a sudden increase of negative velocity by about 15 km/sec. An analysis of this matter, as well as detailed photometric measurements of the lines will be given in further publication.

Academy of Sciences of the Georgian SSR  
 Abastumani Astrophysical Observatory  
 and Simeis Observatory

(Received December 13, 1941)

ასტრონომია

მ. ჰაზი

$\gamma$  CASSIOPEIAE-ს გარსის სპექტრის ცვალებადობის  
 შესახებ

რეზუმე

$\gamma$  Cassiopeiae-ს დაკვირვებამ, რომელიც 1940 წელს სიმეიზში წარმოებდა, გამოამჟღავნა ამ ვარსკვლავის გარსის სპექტრში წყალბადის და ჰელიუმის ხაზების სტრუქტურის ცვალებადობა.

წყალბადის ხაზების კონტურების ცვალებადობა ნაჩვენებია 1-ლ ნახ-ზე. ჰელიუმის ხაზები  $2^3P^0-n^3D$  ცვალებადობენ ერთდროულად წყალბადის ხაზებთან.

ჰელიუმის მეტასტაბილური ხაზები 5016, 3965 და 3889 მხოლოდ შესუსტებას განიცდიან, სახეს კი არ იცვლიან.

ვარსკვლავის სხივური სიჩქარეების მრუდი ახლო კავშირშია ხაზების სახის ცვლილებებთან.

აღწერილი მოვლენები ვარსკვლავის გარსის არამდგრადი მდგომარეობის მაჩვენებელია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აბასთუმანის ასტროფიზიკური ობსერვატორია  
 და სიმეიზის ობსერვატორია

REFERENCES—ციტირებული ლიტერატურა

1. O. Struve and P. Swings. Harv. Ann. Card 545, 1941.
2. P. Merrill. Publ. of the Asrt. Soc. of the Pacific 53, 125, 1941.



ГЕОФИЗИКА

А. Д. ЦХАКАЯ

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ МЕСТНОГО ГОДОГРАФА

Как известно, для построения годографов пользуются, главным образом, одним из двух способов.

Первый способ: изучают одно индивидуальное землетрясение, определяют его эпицентр и начальный момент в очаге или в эпицентре и по анализу собранных сейсмограмм от многих сейсмических станций строят годограф для этого землетрясения.

Второй способ—это метод статистической обработки материалов многих землетрясений с различными эпицентрами, опубликованными в бюллетенях разных сейсмических станций или в сводных сейсмических бюллетенях (напр. International Seismological Summery).

Применяемый нами в настоящей работе третий метод построения годографов отличается от двух предыдущих методов. Особенность этого метода заключается в том, что здесь за исходный пункт берется не эпицентр землетрясения, а место наблюдения—сейсмическая станция. По этому методу используют очаги различных землетрясений с различными эпицентрными расстояниями от фиксированной какой-нибудь одной сейсмической станции, где имеются записи этих землетрясений и строят годографы разности фаз по данным наблюдений этой же станции.

Впервые этот метод был применен в 1915 году Mainka [1]. Он составил таблицы разностей времени пробега различных волн, в том числе и для разности фаз S и P по записям сейсмической станции в Страсбурге.

Второй раз по этому способу были составлены графики разностей времени пробега для фаз близких землетрясений ( $\Delta$ —до 1500 км) С. W. Lutz'ом [2] в 1927 году по наблюдениям одной сейсмической станции в Мюнхене.

Самый приемлемый способ определения  $\Delta$ , когда еще неизвестны координаты эпицентра и по полученным свежим записям требуется немедленно определить  $\Delta$  (особенно до  $\Delta=80^\circ$ ), основывается на применении разности фаз S—P. При  $\Delta>80^\circ$  для его определения необходимо принять во внимание и другие фазы (SKS, PS, P' и др.).

Для облегчения предварительного анализа сейсмограмм, мы решили построить годограф S—P и использовать для этой цели материалы лишь одной сейсмической станции Тбилиси.

Упомянутые же нами выше методы, как первый, так и второй, имеют свои преимущества и недостатки.

При первом методе, когда исследованию подвергается только одно какое-нибудь землетрясение, материалами служат сейсмограммы различных сейсмических станций. Но не все станции оборудованы однотипными сейсмографами, что обуславливает неоднородность полученного материала. Например, коротко-периодические сейсмографы, установленные на некоторых станциях и предназначенные, главным образом, для регистрации близких землетрясений, не всегда достаточно ясно записывают фазы далеких землетрясений.

Не все регистривные аппараты имеют одинаковую длину минуты. Известно, что при ясном вступлении фазы точность отсчета зависит от длины минуты на сейсмограмме.

Определение поправки часов также не на всех сейсмических станциях ведется с достаточной точностью.

Даже одним и тем же прибором записанные землетрясения из одного и того же очага не всегда дают точно одинаковые результаты, так как выявление фаз зависит как от чувствительности прибора, так и от силы землетрясения. Иногда при слабом толчке выявляются не те фазы, которые резко выступают на сейсмограмме при более сильном землетрясении. Вследствие неодинаковой чувствительности сейсмографов на различных сейсмических станциях, получается не всегда ясная запись той или иной фазы, и при методе исследования одного землетрясения, ввиду ограниченности числа сейсмических станций, иногда приходится поневоле намечать фазы там, где это выступает не совсем ясно, и пользоваться ими.

При втором методе построения годографа материал берется из сводного бюллетеня I. S. S. Последний составляется на основе печатных бюллетеней различных сейсмических станций земного шара. Сейсмические же бюллетени составляются на основе анализа сейсмограмм разными сейсмологами, которые пользуются различными годографами, а эти последние могут влиять на расстановку фаз на сейсмограмме, чем и вводится субъективный элемент.

При анализе записи землетрясений имеются три неизвестных элемента: начальный момент, координаты эпицентра ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ) и глубина гипоцентра. Знание этих элементов необходимо для построения годографов. Но начальный момент и эпицентральное расстояние определяются, главным образом, при помощи существующих годографов. Таким образом, можно допустить ошибку как при определении начального момента, так и координат эпицентра, что в свою очередь послужит источником ошибок при построении новых годографов. Известно также, что не все землетрясения имеют одинаковую глубину залегания очага, и это, безусловно, может повлиять на продолжи-

тельность времени пробега упругих волн; это в свою очередь влияет на годографы.

При исследовании индивидуального землетрясения составляется годограф для одной определенной глубины, а поэтому полученный таким путем годограф, естественно, не совсем точно будет удовлетворять землетрясениям с другими глубинами.

Принимая во внимание возможность влияния на время пробега сейсмических волн особенностей геологического строения места сейсмической станции, с одной стороны, а с другой, считаясь с практической необходимостью определения эпицентрального расстояния лишь на основе свежеполученной записи землетрясения на данной станции, мы и решили построить годограф по данным одной станции Тбилиси. Разница с вышеуказанными двумя методами заключается в том, что там кривые пробега строятся, опираясь на записи одного землетрясения многими станциями, а здесь наоборот—одной станцией записаны многие землетрясения, которые имеют различные очаги и эпицентральные расстояния.

Ввиду того, что мы берем разность фаз  $S-P$ , источник ошибок, вызванных от неточности определения начального момента и поправки часов, в нашем случае исключается. Здесь ошибку может вызвать лишь неточность определения местоположения эпицентра, так как это влечет ошибку в определении эпицентрального расстояния, а последняя—ошибку в построении годографа.

Ошибки могут получиться также и при отсчете фаз. Фаза  $P$  часто начинается слабо и при наличии микросейсмов теряется в них. Еще труднее обстоит дело с фазой  $S$ . Она начинается еще тогда, когда сейсмограф продолжает записывать предыдущие продольные волны и, если фаза  $S$  нерезко выражена, то легко можно ошибиться при ее отсчете. Известно также, что насчитывается множество разновидностей фаз  $P$  и  $S$ , которые отстоят друг от друга на несколько секунд [3, 4]. На разных расстояниях от эпицентра ясно выявляются те или другие разновидности как фазы  $P$ , так и фазы  $S$ . Принимая все это во внимание, Gutenberg и Richter говорят: «Для практических целей желательно составление таблицы для  $S-P$ . Это не может быть сделано удовлетворительно на основании вышеуказанных данных для  $P$  и  $S$ , так как благодаря множественности их всегда возникает вопрос о том, какая именно фаза наблюдается в данном случае. Ввиду того, что это зависит в большей степени от характера применяемых инструментов, то практическая таблица может быть лучше составлена на базе многократных наблюдений отдельных станций».

За фазу  $P$  и  $S$  мы принимаем первое ясное вступление на сейсмограмме соответствующих продольных и поперечных волн. В зависимости от различных эпицентральных расстояний первыми выявляются отчетливо раз-

ные  $P$  и  $S$  и, естественно, в этом промежутке функциональная зависимость одинаково должна сохраниться между  $S-P$  и  $\Delta$ .

Все вышеперечисленные источники ошибок по мере возможности приняты нами во внимание при выполнении настоящей работы. Этому способствовал большой выбор обильного инструментального материала, имеющегося в нашем распоряжении.

Материалом для настоящей работы послужили записи 207 землетрясений с нормальными очагами за период 1927 по 1932 гг., полученные на Центральной Тбилисской Сейсмической станции Института физики и геофизики Академии Наук Грузинской ССР. Для выполнения этой работы нами были отобраны сейсмограммы с ясными и резкими вступлениями фаз  $P$  и  $S$  от трех составляющих  $N-S$ ,  $E-W$  и  $Z$ .

Для однородности материала координаты эпицентров землетрясений нами взяты из I. S. S. При этом мы, главным образом, пользовались землетрясениями с хорошо определенными эпицентрами, которые в I. S. S. обозначались символами  $N.1$  или  $R.1$  и, в редких случаях,  $N.2$  и  $R.2$  [5].

Как при вычислении координат эпицентра и сейсмической станции, так и эпицентрального расстояния мы пользовались географическими координатами, а не геоцентрическими. Поправка времени пробега волны, вызванная эллиптической формой земли для голографа  $S-P$ , незначительна и поэтому не введена нами.

Влияние азимута на время пробега волн может происходить как от эллиптической формы земли, так и от особенностей ее внутреннего строения. Имеет значение различие условий прохождения сейсмических волн по континенту и по дну океанов, что может вызвать расхождения во времени пробега, но для выяснения этого вопроса требуется наличие большого количества наблюдательного материала по разным азимутам. Использованный же в настоящей работе материал не дает нам возможности решить этот вопрос.

Взятые из сейсмограммы значения  $S-P$  в зависимости от  $\Delta$  нами обработаны по способу наименьших квадратов. График времени пробега для волн  $P$  и  $S$ , а также и для  $S-P$  имеет вид параболы. Поэтому, для аналитического выражения голографов обыкновенно берут уравнение параболы. Принимая это во внимание, для установления эмпирической функции  $S-P=f(\Delta)$ , мы составили условные уравнения третьей степени с четырьмя неизвестными следующего вида:

$$T = x + y\Delta + z\Delta^2 + t\Delta^3.$$

Неопределенные коэффициенты  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$  нами были определены по известной схеме Гаусса, причем мы получили эмпирическую формулу  $S-P=f(\Delta)$  в окончательном виде:

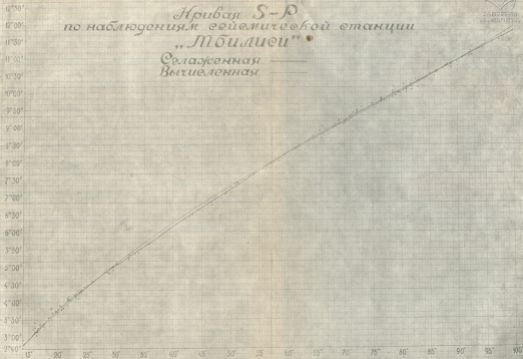
$$S-P = 13,743 + 12,1483\Delta - 0,09540\Delta^2 + 0,00044241\Delta^3.$$





Кривая S-ρ  
 по наблюдениям сейсмической станции  
 „Тбилиси“

Сглаженная ———  
 Вычеленная ———



Насколько эта функция представляет уравнение годографа, видно из чертежа 1, где проведенная тонкой линией кривая изображает график этой функции, а нанесенные точки—наблюдаемые значения  $S-P$ , полученные непосредственно из сейсмограмм.

Легко заметить, что эта кривая, представляющая параболу третьей степени, не совсем точно удовлетворяет требованиям, предъявляемым годографам, а поэтому необходимо провести сглаживание наблюдаемых значений  $S-P$  графически.

Эта сглаженная кривая изображена жирной линией на этом же чертеже и на ее основе составлены таблицы  $S-P$  через каждый градус от  $14^\circ$  до  $100^\circ$ .

Как показывает чертеж 1, отклонения—«сглаженная минус вычисленная по формуле»—имеют положительные значения, начиная с  $15^\circ$  до  $28^\circ$ , после чего до  $57^\circ$  принимают отрицательные значения, от  $58^\circ$  до  $90^\circ$  имеют снова положительные—и дальше опять отрицательные значения. Отмеченная тенденция хода сглаженной кривой, в сравнении с полученной по формуле, указывает на наличие более сложной зависимости, чем параболы третьей степени.

Особенности строения земной коры района расположения сейсмической станции, по мнению многих авторов, влияют на время пробега волн, следовательно, и на разность фаз  $S-P$ , посредством которых предварительно определяется эпицентрального расстояние.

Исходя из этого, было бы целесообразно для точного определения эпицентрального расстояния составить таблицы значения  $S-P$  для каждой сейсмической станции отдельно по инструментальным наблюдениям этой же станции. При этом будут учитываться также индивидуальные свойства аппаратов станции.

На чертеже 2 представлено сопоставление нашей кривой  $S-P$  с кривыми других авторов, применяемыми в настоящее время на разных сейсмических станциях при определении эпицентрального расстояния.

Для сравнения за основную нулевую линию принято значение  $S-P$  по нашей таблице, а по оси ординат отложены разницы между значениями  $S-P$ , полученными нами, и таковыми же, полученными другими авторами. Обозначения кривых буквами Z-T, M, H, G. L и J соответствует кривым Zoerpritz-Turner'a [6], стр. 119), Macelwan'a [7], Hodgson'a [8], Gutenberg'a [9], Lee [10] и Jeffreys'a ([11], стр. 426).

Все эти кривые получены в результате исследования индивидуальных землетрясений, записанных на разных станциях, или же многих землетрясений, с различными эпицентрами и различной глубиной фокуса, записанных также на различных сейсмических станциях, данные которых осреднены.

Наша же осредненная кривая  $S-P$ , в отличие от других, получена на основе изучения многих землетрясений, записанных на одной сейсмической станции Тбилиси.

Ввиду того, что не все землетрясения имеют одинаковую глубину фокуса и их эпицентры расположены в различных точках поверхности земли и при предварительном анализе сейсмограмм в каждом отдельном случае неизвестны ни глубина фокуса и ни координаты эпицентра, то в таких случаях применение осредненного годографа для определения эпицентрального расстояния является естественным и целесообразным.

Все эти годографы  $S-P$ , как видно из сопоставления кривых (черт. 2), расходятся между собой и расположены по обоим сторонам от нашей кривой, которая проходит почти посередине этих кривых. За редкими исключениями, приведенные кривые лежат в зоне  $\pm 4$  секунды от нашей кривой.

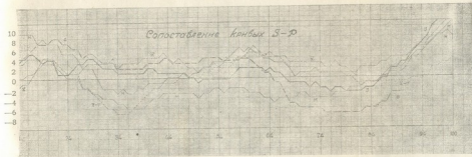
Несмотря на то, что приведенные для сравнения таблицы Jeffreys'a вычислены для континентальных очагов, расположенных на поверхности земли, а наша выведена для очагов средней нормальной глубины, все же она лучше других согласуется с нашей кривой, в пределах 1—2-х секунд, что не выходит из рамок допустимой погрешности вычислений.

Эти обстоятельства указывают на то, что полученный нами осредненный годограф  $S-P$ , предназначенный специально для определения эпицентрального расстояния на сейсмической станции Тбилиси, с успехом можно применить и на других станциях.

Однако, нельзя не отметить намечающегося систематического хода кривых  $S-P$  по отношению к нашей кривой. Почти все они имеют вначале ( $\Delta$  равное около  $20^\circ$ ) максимум и при  $\Delta=34^\circ$  минимум, затем намечается максимум около  $\Delta=60^\circ$  и минимум при  $\Delta=78^\circ$ , а после  $90^\circ$  все кривые резко идут вверх, за исключением Zwerpritz-Turner'a, которая на конце почти совпадает с нашей кривой.

Известно, что, начиная от расстояния  $80^\circ$  фазы  $S$  предшествуют другие фазы ( $SKS$ ,  $SKKS$ ,  $PS$ ,  $PPS$  и др.). Поэтому, очень легко ошибиться в отождествлении фазы  $S$  после  $80^\circ$ . Но резкое поднятие всех кривых, начиная с  $\Delta=90^\circ$ , нельзя объяснить ошибкой выявления фазы  $S$  нашей кривой. Этот систематический ход кривых, возможно, зависит от особенностей местных условий района расположения сейсмической станции Тбилиси. На это же, повидимому, указывает также ход кривой Zwerpritz'a, которая имеет максимумы и минимумы так же, как и другие кривые до  $90^\circ$ , а после совпадает с нашей кривой.

Такое совпадение концов нашей кривой и кривой Zwerpritz'a можно объяснить тем обстоятельством, что при составлении таблицы Zwerpritz'a для последнего самой отдаленной станцией была Тбилисская сейсмическая станция ( $\Delta=110^\circ$ ), которая дала возможность интерполировать годографы до  $\Delta=13000$  км и поэтому на этом участке местные условия могли иметь влияние на ход годографов.



Черт. 2.

Вопрос этот требует дальнейшего изучения. Для его разрешения было бы желательно подобным образом построить годографы и для других сейсмических станций и сопоставить их с вышеупомянутыми кривыми.

Академия Наук Грузинской ССР  
 Институт физики и геофизики  
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 25.12.1941)

გეოფიზიკა

ბ. ცხატანი

აღვილობრივი ჰოდოგრაფის აგების საკითხისათვის

რეზუმე

ამ შრომაში განხილულია ჰოდოგრაფის აგების მეთოდები და თითოეული სეისმური სადგურისათვის ჰოდოგრაფის აგების საკითხი.

თბილისის ცენტრალური სეისმური სადგურის 1927—1932 წლების ინსტრუმენტალურ დაკვირვებათა საფუძველზე (207 მიწისძვრა) შედგენილია ჰოდოგრაფი S—P.

აღნიშნული მასალა დამუშავებულია უმცირეს კვადრატების წესით და რადგანაც P, S და S—P მრუდებს პარაბოლის სახე აქვთ, ამიტომ სიხუსტის გასადიდებლად მიღებულია მესამე ხარისხის ოთხუცნობიანი შემდეგი სახის განტოლება:

$$T = x + y\Delta + z\Delta^2 + t\Delta^3.$$

განუზღვრელი კოეფიციენტები x, y, z და t გამოანგარიშებულია გაუსის ცნობილი სქემის მიხედვით. განივი და სივრცითი ტალღების ფაზათა სხვაობის ეპიცენტრალურ მანძილთან S—P=f(Δ) ფუნქციალური დამოკიდებულების გამო-სახატავად საბოლოოდ მიღებულია ასეთი ემპირიული ფორმულა:

$$S—P = 13,743 + 12,1483\Delta - 0,09540\Delta^2 + 0,00044241\Delta^3.$$

თანდართულ ნახ. 1-ზე წვრილი მრუდით მოცემულია ზემოთმოყვანილი ფუნქციის გრაფიკი, ხოლო დასმული წერტილები კი დაკვირვებიდან მიღებულ S—P-ებს აღნიშნავენ. როგორც აქედან ჩანს, ხსენებული ფუნქცია საკმაო სიხუსტით ვერ გამოხატავს დამოკიდებულებას ფაზათა სხვაობასა და ეპიცენტრალურ მანძილს შორის, ამიტომ ხელით იქნა გაყვანილი დახვეწილი სახის ახალი მრუდი, რომელიც იმავე ნახაზ 1-ზე მსხვილი ხაზითაა აღნიშნული.

ნახაზ მე-2-ზე კი 0 სწორი ხაზის სახით გამოხატულ ჩვენს მრუდთან შესადა-რებლად მოცემულია სხვადასხვა ავტორის მიერ სხვადასხვა მეთოდით მიღე-ბული მრუდები, რომლებიც ხმარებაშია დღესდღეობით. ნახაზი უჩვენებს, რომ ყველა აქ მოყვანილი მრუდის გადახრები ჩვენი მრუდიდან არ აღემატება ±4 სეკ. აქედან ცხადია, რომ ჩვენი მრუდი, რომელიც მხოლოდ თბილისის სეისმური სადგურის საკითხისათვის იყო გამოანგარიშებული, საკმაო სიხუ-სტით შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვა სადგურებზეც.

შაქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
 თბილისი



## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. C. Mainka. Über Zeitdifferenzen... G. Beitr. z. Geoph. XIV, pp. 39—84.
2. C. Lutz. Ortsgültige Laufzeitkurven. Zeitsch. f. Geophys. III, 1927.
3. A. Mohorovicic. Das Beben 8.X.1909. Jahrb. Meteor. Obs. Agram. IX.
4. Gutenberg and Richter. On Seismic Waves. G. Beitr. z. Geophys. XLIII, 1934.
5. J. S. Hughes. Introduction to the International Seismological Summary for 1930. Oxford, 1935.
6. H. Jeffreys. The Earth... Cambr. Univers. Press., 1929.
7. J. B. Macelwane. A preliminary Table... 10°—180°. St. Louis Univ., 1933.
8. E. A. Hodgson. Tabulation of the P-curve... Tango Earthquake. Dom., Ottawa.
9. Gutenberg. Theorie der Erdbebenwellen. Handb. d. Geoph. IV.
10. A. M. Lee. The Travel-Times... Geophys. Memoirs No 76. London, 1938.
11. H. Jeffreys. Further Correction... M. Not. R. Astr. Soc., Geoph. Suppl. IV, 1937.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ОТТАЛКИВАНИЯ И РЕЗОНАНСА НА КРИВУЮ ЭНЕРГИИ  
 МОЛЕКУЛЫ ВОДОРОДА

В этой работе я поставил себе задачу исследовать изменение кривой энергии молекулы водорода в результате взаимодействия последней с атомом водорода.

Как известно, на средних и больших расстояниях энергия отталкивания между химической связью и несвязанным электроном выражается половиной обменного интеграла [1]. Если обозначить энергию молекулы водорода через  $V_{ab}$ , а половину суммы обменных интегралов между несвязанными атомами водорода через  $\frac{1}{2} \sum_{ik} A_{ik}$ , то энергия молекулы водорода  $V_0$  (в результате отталкивания) выразится:

$$V_0 = V_{ab} - \frac{1}{2} \sum_{ik} A_{ik}.$$

Энергия молекулы водорода (как функция расстояния между ядрами  $a$  и  $b$ ) была характеризована функцией Морзе. Обменные интегралы рассчитывались по методу Эйринга—Поляни [2].

Был рассчитан линейный случай, т. е. 3 атома водорода были расположены на линии; расстояние между ближайшими химически несвязанными атомами ( $b$  и  $c$ ) водорода равнялось  $1,25 \text{ \AA}$ .

Результаты расчета сведены в таблицу 1.

Таблица 1

$R_{ab} \text{ \AA}$ . . . . .	0,65	0,75	0,85	1,00
$V_0$ вольт . . . . .	3,07	3,10	2,77	1,95

На рисунке 1 изображены кривая энергии молекулы водорода ( $ab$ ) и кривая энергии, полученная в результате отталкивания ( $ab+c$ ).

Из рисунка видно, что в результате отталкивания кривая  $ab$  перемещается и происходит изменение формы кривой энергии. Если идти от минимума вправо, то разность между энергией, соответствующей минимуму

( $R_{ab} = 0,65 \text{ \AA}$ ) и энергией, соответствующей  $R_{ab} = 0,85 \text{ \AA}$  для невозмущенной молекулы водорода (кривая  $ab$ ), составляет  $\Delta V = 0,15$  вольт.

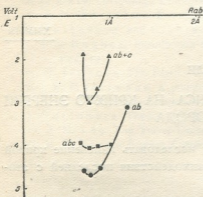


Рис. 1.

В случае отталкивания разность (кривая  $ab+c$ )  $\Delta V_0 = 0,33$  вольт. Вблизи от равновесия (минимума на кривой энергии) справедливо следующее соотношение:

$$\frac{\Delta V}{\Delta V_0} = \frac{K}{K_0},$$

где  $K$  и  $K_0$  — постоянные Гука, характеризующие частоту колебаний ядер и наклон кривой энергии.

Исходя из полученных нами данных видно, что

$$K_0 > K, V_0 > V.$$

Наряду с кванто-механическим отталкиванием, необходимо учесть электронный резонанс.

Расчет электронного резонанса сводится к учету двух резонансных структур I и II.



Рис. 2.

Согласно Вейлю [3], энергия такой системы может быть выражена как сумма кулоновской и обменной энергии:

$$V_p = Q_{abc} + A_{abc}.$$

Кулоновская энергия представлена в виде:

$$Q_{abc} = Q_{ab} + Q_{ac} + Q_{bc},$$

где  $Q_{ab}$ ,  $Q_{ac}$  и  $Q_{bc}$  — кулоновские энергии отдельных связей. Обменная энергия выразится через обменные интегралы ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ) между соответствующими атомами:

$$A_{abc} = V \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - \alpha\beta - \alpha\gamma - \beta\gamma}.$$

Кривая  $abc$  построена на основании учета электронного резонанса.

Как видно из кривой  $abc$ , учет резонанса уменьшает отталкивание, а кроме этого изменяет форму кривой энергии. Если обратиться к известному для нас соотношению:

$$\frac{\Delta V}{\Delta V_p} = \frac{K}{K_p},$$

то нетрудно заметить, что в результате резонанса

$$K > K_p, V > V_p.$$

Результат вышеприведенного расчета показывает, что для линейного случая отталкивание увеличивает наклон кривой и частоту колебаний, а электронный резонанс уменьшает отталкивание и одновременно ведет к снижению частоты.

Интересно было рассмотреть кроме линейного также треугольный случай. Из соответствующего расчета, когда молекула водорода повернута на  $45^\circ$  относительно линии  $MN$  (рис. 3), видно, что отталкивание и резонанс приводят к вышеозначенному эффекту.

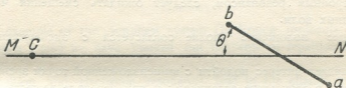


Рис. 3.

Для полноты были рассмотрены возможные значения угла  $\theta$  и соответствующие им энергии молекулы водорода.

Результаты сведены в таблицу 2, где  $V_0(0,75)$ ,  $V_0(0,85)$  и  $V_p(0,75)$ ,  $V_p(0,85)$  — энергии молекулы водорода в двух точках области равновесия при учете отталкивания и электронного резонанса.

Таблица 2

$\theta$	0	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$	$180^\circ$	$225^\circ$	$270^\circ$	$315^\circ$	$360^\circ$
$V_0(0,75)$ вольт . . . . .	3,10	3,26	3,43	3,26	3,10	3,26	3,43	3,26	3,10
$V_0(0,85)$ вольт . . . . .	2,77	3,05	3,32	3,05	2,77	3,05	3,32	3,05	2,77
$V_0(0,75) - V_0(0,85)$ . . .	0,33	0,21	0,11	0,21	0,33	0,21	0,11	0,21	0,33
$V_p(0,75)$ вольт . . . . .	4,09	3,91	3,85	3,91	4,09	3,91	3,85	3,91	4,09
$V_p(0,85)$ вольт . . . . .	4,05	3,78	3,76	3,78	4,05	3,78	3,76	3,78	4,05
$V_p(0,75) - V_p(0,85)$ . . .	0,04	0,13	0,09	0,13	0,04	0,13	0,09	0,13	0,04

Как видно из таблицы 2, в среднем отталкивание увеличивает, а электронный резонанс уменьшает частоту колебаний.

Ввиду того, что всякое межмолекулярное взаимодействие стабилизуется электронным резонансом [4], следует ожидать смещение частоты колебаний (в область длинных волн) в результате межмолекулярного взаимодействия.

Последнее положение находится в полном согласии с опытными данными.

### Выводы

1. На примере простейшей системы (молекула водорода, возмущенная атомом водорода) выявлена роль отталкивания и электронного резонанса.

Как отталкивание, так и электронный резонанс ведут к изменению формы кривой энергии, а следовательно и частоты колебаний молекулы водорода.

Отталкивание ведет к увеличению, а резонанс — к уменьшению частоты.

2. Ввиду того, что всякое межмолекулярное взаимодействие стабилизуется электронным резонансом, следует ожидать смещения частоты в область длинных волн.

Последнее положение вполне согласуется с экспериментальными данными.

Представляет интерес подойти с вышеизложенной точки зрения к смещению частоты в результате ассоциации и при переходе вещества из газообразной в жидкую фазу.

Первый вопрос был исследован автором [5], а над вторым ведется работа.

Академия Наук Грузинской ССР

Тбилисский Химический Институт

Лаборатория физических методов исследования

(Поступило в редакцию 6.12.1941)

ჰიზია

### ბ. ციციშვილი

განხილვის და რეზონანსის გავლენა წყალბად მოლეკულის ენერჯის მრუდზე

რეზუმე

1. მარტივი სისტემის მაგალითზე (წყალბადის მოლეკულა აღზნებული წყალბადის ატომით) განხილულია განხილვისა და ელექტრონული რეზონანსის როლი.

როგორც განხილვა ისევე ელექტრონული რეზონანსი იწვევენ ენერჯის მრუდის ფორმისა და სახელდობრ წყალბადის მოლეკულის რხევის სიხშირის შეცვლას.

განხილვა იწვევს სიხშირის ზრდას, ხოლო რეზონანსი მის შემცირებას.



2. ვინაიდან ყველა შიდამოლეკულური ურთიერთქმედობა ელექტრონული რეზონანსით სტაბილიზდება, ამიტომ მოსალოდნელია სიხშირის დაკლება.

უკანასკნელი შედეგი სავსებით ეთანხმება ექსპერიმენტალურ მონაცემებს. საინტერესოა აგრეთვე განვიხილოთ ზემოთმოყვანილი მიდგომით სიხშირის შეცვლა ასოციაციის და გაზურ ფაზიდან თხიერ ფაზაში გადასვლის შედეგად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი  
ფიზიკური მეთოდებით კვლევის ლაბორატორია

CHEMISTRY

INFLUENCE OF REPELTION AND RESONANCE ON ENERGY CURVE  
OF HYDROGEN MOLEKULE

By G. ZIZISHVILI

Summary

For exemple of the simplest system (hydrogen molecule is perturbed by hydrogen atom) we have marked out the role of repeltion and electronic resonance.

Repeltion and electronic resonance lead to the change of the energy curve and also they lead to the change of frequency of vibration of hydrogen molecule.

In view of the fact that every intermolecular interection is stabilized by electronic resonance we expect that frequency will reduce.

The last position entirely agrees with the experimental data.

It is very interesting to come up with the highertelling point of view to the change of frequency in the result of association and during transition of substance from gaseous phase to liquidity.

Academy of Sciences of the Georgian SSR  
Chemical Institute  
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა—REFERENCES

1. London. Z. Electrochem., 35, 552, 1929.
2. Eiring und Polany. Z. Phys. Chem. B. 12, 279, 1931.
3. Пенне, Ван-Флек и Шермен. Квантовая теория валентности.
4. Дяткина, Жуховицкий и Сырцин. Успехи химии, IX, стр. 1038, 1940.
5. შიციშვილი. Теория водородной связи. Диссертация. Москва, 1940.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ

## ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ И СМЕЩЕНИЕ ЧАСТОТЫ

Сообщение первое

Среди методов исследования водородной связи, спектральный метод занимает почетное место. Исследованием инфракрасных спектров поглощения (Коллинс, Эллис, Фрайман и другие) было установлено, что при ассоциации через водород<sup>(1)</sup> характер спектра весьма существенно меняется. Это изменение выражается в

- 1) изменении положения максимума поглощения (инфра-красный спектр) или смещении спектральной линии (Раман-спектр) в область больших длин волн,
- 2) расширении полосы поглощения или Раман-линии,
- 3) увеличении интенсивности в инфракрасном спектре и ослаблении интенсивности в Раман-спектре.

Расширение полосы, как указал автор [4] в критике электростатической теории водородной связи, может быть легко понято на основании теории Эррера и Зека. Увеличение интенсивности в инфракрасном спектре есть результат увеличения ионного характера связи (дипольного момента — большое участие ионного состояния) при осуществлении водородной связи.

Теоретическая разработка данных вопросов была выполнена Волькенштейном [1], а также Кроссом, Бургемом и Лейтенем [2]. Бухгейм [3] рассмотрел влияние электростатического поля на спектр, исходя из чисто классических предпосылок.

Волькенштейн считает, что при межмолекулярном взаимодействии на мелкулу действуют более сильные, чем во время эксперимента, электростатические поля<sup>(2)</sup>. Учитывая связь молекулы с другими, Волькенштейн рассчитал расширения при ориентационном, индукционном и дисперсионном взаимодействии. Как указывает сам автор, грубый расчет позволяет сделать качественный вывод, что только ориентационное взаимодействие может оцу-

<sup>(1)</sup> Ассоциация через водород есть результат осуществления межмолекулярной водородной связи.

<sup>(2)</sup> Экспериментальные исследования влияния электростатического поля на спектр показали, что даже при полях от 15000 до 25000 вольт/см происходят незначительные изменения степени диполяризации линий, явление, аналогичное эффекту Штарка, наблюдать не удается.

тимо влиять на изменение Раман-спектра. Этот вывод по существу сводит изменение спектра к электростатическому взаимодействию. Г. Цицишвили [4] было показано, что данное толкование не может привести к пониманию скачкообразного изменения спектра с температурой. Кросс, Бургем и Лайтон [2] исследовали Раман-спектры льда и воды. Экспериментальные данные были интерпретированы на основании моделей, содержащих связанные осцилляторы, возмущенные различно в зависимости от координации. Возмущающими силами, как указывают авторы, являются силы водородной связи. Как было показано Г. Цицишвили [4], попытка выразить возмущающие силы, которая была предпринята вышеозначенными авторами, находится в противоречии с основными положениями квантовой химии, и поэтому ставит теоретическую обработку экспериментальных данных под сомнение.

В предыдущей работе [5] Г. Цицишвили показал, к чему должно привести возмущение молекулярной системы<sup>1</sup>.

В данной работе мы перешли к более сложной системе взаимодействия двух молекул спирта и попытались подойти к вопросу смещения частоты использованным методом [5].

Рассмотрим взаимодействие двух молекул спирта как взаимодействие двух ОН-связей. На больших расстояниях на ОН-связь будут действовать отталкивательные силы, которые могут быть рассчитаны как половинки обменных интегралов между несвязанными атомами. В результате действия отталкивания кривая Морзе, соответствующая связи ОН, претерпевает изменение; это изменение выражается в

- 1) смещении в сторону более высоких энергий,
- 2) изменении характера кривой Морзе.

Исходя из модели Захарясена—Гарвея [6] для метилового спирта, получим

$$K_{\text{воз.}} = 1,34K, \quad \nu_{\text{воз.}} = 1,16 \nu,$$

где  $K$  и  $\nu$ —постоянная Гука и частота связи ОН, а  $K_{\text{воз.}}$  и  $\nu_{\text{воз.}}$ —постоянная Гука и частота связи ОН, измененные взаимодействием.

Если учесть электростатическое и дисперсионное взаимодействие, то возмущенные взаимодействием (отталкивание, электростатическое и дисперсионное взаимодействие) постоянная Гука и частота принимают следующие значения:

$$K_{\text{воз.}} = 1,15K, \quad \nu_{\text{воз.}} = 1,08 \nu.$$

Как видно из вышеприведенного, учтенные нами межмолекулярные силы не могут привести к пониманию смещения частоты в область длинных волн.

Ввиду того, что каждое межмолекулярное взаимодействие стабилизуется электронным резонансом, рассмотрим взаимодействие молекул спирта с этой точки зрения.

<sup>1</sup> В качестве системы была рассмотрена молекула водорола, возмущенная атомом водорола.

Наша задача в первом приближении сведется к четырехэлектронной проблеме или к расчету резонанса следующих структур (рис. 1):

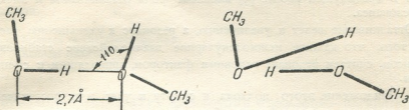


Рис. 1.

В результате расчета получим:

$$K_{\text{воз.}} = K, \quad \nu_{\text{воз.}} = \nu,$$

т. е. в результате резонанса произошло смещение частоты (в области длинных волн) по сравнению с частотой, соответствующей учету только отталкивания.

При учете электростатического и дисперсионного взаимодействия получим:

$$K_{\text{воз.}} = 0,83K, \quad \nu_{\text{воз.}} = 0,91\nu.$$

Сравним теоретически рассчитанное значение смещенной и экспериментально измеренной частоты:

$$\nu_{\text{воз. теор.}} = 3312 \text{ см}^{-1}, \quad \nu_{\text{воз. экс.}} = 3340 \text{ см}^{-1}.$$

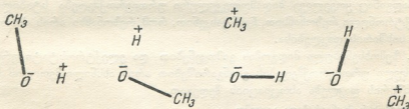


Рис. 2.

Хорошее совпадение между рассчитанными и опытными данными смещенной частоты позволяют думать, что электронный резонанс является основным фактором, приводящим к смещению частоты в область длинных волн.

Здесь же надо указать, что рассчитанный нами электронный резонанс является не полным. В резонансе принимают участие также ионные структуры (рис. 2).

Участие в резонансе ионных структур подтверждается химическими свойствами метилового спирта.

Выражаю глубокую благодарность проф. А. А. Жуховицкому и проф. Я. К. Сыркину за ценные советы и указания.

## В ы в о д ы

1. В предыдущей работе [5] выяснена роль отталкивания и электронного резонанса.

Отталкивание ведет к увеличению, а резонанс к уменьшению частоты. Ввиду того, что каждое межмолекулярное взаимодействие стабилизуется резонансом, считаем резонанс основным фактором, приводящим к смещению частоты.

2. Приложение этого подхода к спирту и учет электростатического и дисперсионного взаимодействия объясняет смещение частоты в результате ассоциации.

Академия Наук Грузинской ССР

Тбилисский Химический Институт

Лаборатория физических методов исследования

(Поступило в редакцию 6.12.1941)

კიბია

### გ. ციციშვილი

### წყალბადის კავშირი და სიხშირის დაკლება

#### I

#### რეზუმე

1. წინა შრომაში [5] იყო გამოკვეთული განზიდვის და ელექტრონული რეზონანსის როლი.

განზიდვა იწვევს სიხშირის ზრდას და რეზონანსი კი მის დაკლებას.

რადგანაც ყოველივე შიდამოლეკულური ურთიერთქმედება სტაბილიზდება ელექტრონული რეზონანსით, ჩვენ ვასკენით, რომ რეზონანსი არის ძირითადი მიზეზი სიხშირის დაკლებისა.

2. ზემოხსენებული მიდგომის გამოყენებით და ელექტროსტატიკური და დისპერსული ურთიერთქმედების გაანგარიშებით არის ახსნილი მეთილის სპირტის სიხშირის დაკლება ასოციაციის შედეგად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი

ფიზიკური მეთოდებით კვლევის ლაბორატორია

CHEMISTRY

## HYDROGEN BOND AND SHIFT OF FREQUENCY

### I

By G. ZIZISHVILI

Summary

1. The role of repelion and electronic resonance has found out it the preceding work.

Repelion leads to increase of frequency, resonance leads to shift of frequency. Resonance is the chief factor which leads to shift of frequency, because every intermolecular interaction is stabilized by resonance.



2. Application of the giving manner to methyl alcohol and calculation of electrostatic and London's interaction explain shift of frequency in the result of association.

Academy of Sciences of the Georgian SSR  
Chemical Institute  
Tbilissi

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—სიტყვების წიგნი—REFERENCES

1. Волькенштейн. Успехи физич. наук. 18, 153, 1937.
2. Cross, Burnham and Leighton. J. Am. Ch. Soc. 59, 1134, 1937.
3. Buchheim. Z. Phys. 36, 694, 1935.
4. Цицишвили. Теория водородной связи. Диссертация. Москва, 1940.
5. Цицишвили. Влияние отталкивания и резонанса на кривую энергии молекулы водорода. Сообщения АН ГССР, т. III, № 1, 1942, стр. 29—33.
6. Zachariassen. J. Chem. Phys. 3, 158, 1938; Harvey. J. Chem. Phys. 6, 111, 1938.

Г. И. АТАБЕКОВ

### УЧЕТ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО СТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ К АНАЛИЗУ УСТАНОВЛИВАЮЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ

При решении практических задач, связанных с анализом устанавливающихся процессов, в частности при исследованиях переходных процессов в электрических цепях, часто возникает необходимость учета стационарного режима, предшествовавшего действию возмущающих сил.

Применение операционного исчисления, с соблюдением начальных условий, отвечающих предшествующему режиму, значительно облегчает и ускоряет решение подобных задач. В этих случаях, однако, переход от дифференциальных уравнений, описывающих искомый устанавливающийся процесс, к уравнениям в операторной форме, должен производиться при помощи формул, связывающих изображения функций с их оригиналами с учетом предшествующих режимов. С этой точки зрения обычные формулы замены

$$\frac{df(t)}{dt} \div pF(p), \quad (1)$$

$$\int f(t)dt \div \frac{1}{p}F(p), \quad (2)$$

где

$$f(t) \div F(p), \quad (3)$$

не дают непосредственного ответа на поставленный вопрос, так как они не учитывают предшествующего режима и являются справедливыми при условии, что для всех значений  $t \geq 0$ ,  $f(t) = 0$ .

В случае, когда функция  $f(t)$  и ее производные отличны от нуля при  $t = 0$ , символическое изображение производной  $n$ -го порядка имеет вид:<sup>(1)</sup>

$$\frac{d^n f(t)}{dt^n} \div p^n \left[ F(p) - f(0) - \frac{f'(0)}{p} - \dots - \frac{f^{(n-1)}(0)}{p^{n-1}} \right]. \quad (4)$$

<sup>(1)</sup> Доказательство этого положения см. в [1].

Полагая в (4)  $n=1$ , получаем для первой производной связь оригинала с изображением:

$$\frac{df(t)}{dt} \doteq p[F(p) - f(0)]; \quad (5)$$

здесь  $f(0) = \lim_{h \rightarrow 0} f(0-h) = \lim_{h \rightarrow 0} f(0+h)$  может быть определено как значение функции  $f(t)$  в момент, непосредственно предшествующий действию рассматриваемых возмущающих сил.

Покажем теперь, что при учете условий предшествующего стационарного режима связь между изображением интеграла и его оригиналом может быть представлена в виде

$$\int f(t) dt \doteq \frac{1}{p} F(p) + \left[ \int f(t) dt \right]_{t=0}. \quad (6)$$

Действительно, полагая

$$\psi(t) = \int f(t) dt \doteq \Psi(p), \quad (7)$$

имеем, на основании (5),

$$\frac{d}{dt} \int f(t) dt = f(t) \doteq p[\Psi(p) - \psi(0)],$$

или, с учетом (3),

$$p[\Psi(p) - \psi(0)] = F(p),$$

откуда

$$\Psi(p) = \frac{1}{p} F(p) + \psi(0). \quad (8)$$

Поскольку по условию задачи переходному режиму при  $t < 0$  должен предшествовать стационарный режим, то величина  $\psi(0) = \lim_{h \rightarrow 0} \psi(0-h) = \lim_{h \rightarrow 0} \psi(0+h)$ , представляющая собой значение функции  $\psi(t)$  непосредственно в начале переходного процесса, или, что тоже, в конечный момент стационарного режима, определяется из выражения

$$\psi(0) = \left[ \int f(t) dt \right]_{t=0}. \quad (9)$$

Подстановка (8) в (7), с учетом (9), дает (6)<sup>1</sup>.

В том случае, когда в период стационарного режима ( $t < 0$ )  $f(t)$  представляет гармоническую функцию

$$I(t) = I_0 e^{j(\omega t - \varphi)}, \quad (10)$$

формула (6), с соблюдением начальных условий, переписывается следующим образом:

$$\int I(t) dt \doteq \frac{1}{p} I(p) + \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega}. \quad (11)$$

<sup>1</sup> Формула (6) может быть также получена из интегрального уравнения Карсона.

При этом (3) и (5) принимают вид:

$$I(p) \doteq J(p), \quad (12)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} \doteq p[J(p) - I_0 e^{-j\varphi}]. \quad (13)$$

Если  $I(t)$  означает ток, то выражение

$$\left[ \int I(t) dt \right]_{t=0} = \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega} = CU_{(t=0)} \quad (14)$$

представляет собой произведение емкости конденсатора на напряжение, имевшееся на зажимах данного конденсатора в самый последний момент стационарного режима, предшествовавшего переходному, т. е. равно заряду конденсатора в указанный момент времени.

Покажем, что выражения (11), (12) и (13) непосредственно вытекают из принципа суперпозиции.

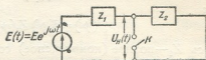
Рассмотрим случай внезапного изменения параметров линейной цепи<sup>1)</sup> переменного тока шунтированием сопротивления  $Z_2$  рубильником  $K$  (фиг. 1).

Заменяя по методу Shetzline расчетную схему фиг. 1 (при замкнутом рубильнике  $K$ ) эквивалентной схемой фиг. 2, сводим решение задачи к наложению токораспределения предшествующего стационарного режима (фиг. 3) на токораспределение фиг. 4.

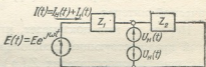
При рассмотрении переходного процесса токи в схеме фиг. 3 и э. д. с. и сопротивления в схеме фиг. 4 должны быть взяты в операторной форме. В результате

$$J(p) = J_H(p) + \frac{u_H(p)}{Z_1(p)}. \quad (15)$$

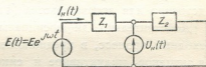
<sup>1)</sup> Предполагается, что явления в данной цепи могут быть математически описаны при помощи линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.



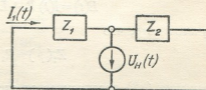
Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Здесь  $J_H(p)$  и  $u_H(p)$  означают ток в цепи и напряжение на рубильнике при начальном стационарном режиме, выраженные в операторной форме. Ввиду того, что

$$U_H(t) = E(t) - I_H(t) \dot{Z}_1,$$

имеем:

$$u_H(p) = \mathcal{E}(p) - J_H(p) \dot{Z}_1. \quad (16)$$

Подстановка (16) в (15) дает

$$K(p) = \frac{\mathcal{E}(p)}{Z_1(p)} + J_H(p) \frac{[Z_1(p) - \dot{Z}_1]}{Z_1(p)}, \quad (17)$$

или

$$\mathcal{E}(p) = K(p) Z_1(p) - J_H(p) [Z_1(p) - \dot{Z}_1]. \quad (18)$$

Здесь  $\dot{Z}_1$  — полное (комплексное) сопротивление первого участка рассматриваемой цепи при стационарном режиме.

Полученные выражения (17) и (18) представляют практический и теоретический интерес.

Первое из них показывает, что ток переходного процесса, обусловленный предшествующим стационарным режимом, пропорционален разности операторного сопротивления  $Z_1(p)$  и полного сопротивления при стационарном процессе  $\dot{Z}_1$ . Второе выражение может быть использовано непосредственно для доказательства (11), (12) и (13).

Действительно, дифференциальное уравнение, выражающее исследуемый переходный процесс, в предположении, что сопротивление  $Z_1$  включает в себя активное, индуктивное и емкостное сопротивления, соединенные последовательно, имеет вид:

$$E(t) = I(t) R_1 + L_1 \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C_1} \int I(t) dt. \quad (19)$$

С учетом того, что

$$Z_1(p) = R_1 + pL_1 + \frac{1}{pC_1},$$

выражение (18) переписывается следующим образом:

$$\mathcal{E}(p) = K(p) \left[ R_1 + pL_1 + \frac{1}{pC_1} \right] - J_H(p) \left[ pL_1 + \frac{1}{pC_1} - \left( j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) \right]. \quad (20)$$

Сопоставляя (19) с (20), приходим к выводу, что

$$I(t) \div K(p), \quad (21)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} \div p \left[ K(p) - J_H(p) \frac{p - j\omega}{p} \right], \quad (22)$$

$$\int I(t) dt \div \frac{1}{p} K(p) - J_H(p) \frac{j\omega - p}{pj\omega}. \quad (23)$$



Далее, имея в виду, что

$$I_H(t) = I_0 e^{j(\omega t - \varphi)} \div I_0 e^{-j\varphi} \frac{p}{p - j\omega} = J_H(p),$$

находим, на основании (22) и (23):

$$\frac{dK(t)}{dt} \div p[J(p) - I_0 e^{-j\varphi}], \quad (24)$$

$$\int I(t) dt \div \frac{1}{p} J(p) + \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega}, \quad (25)$$

т. е. приходим к выражениям (11) и (13).

В качестве примера разберем следующий случай: пусть  $Z_1$  (фиг. 1) состоит из активного сопротивления  $R_1$  и емкости  $C_1$  (включенных последовательно). Требуется найти устанавливающийся ток в цепи  $R_1$  и  $C_1$  в случае шунтирования  $Z_2$ .

Имеем дифференциальное уравнение

$$E(t) = I(t) R_1 + \frac{1}{C_1} \int I(t) dt. \quad (26)$$

Применяя замены (11) и (12), получаем операторное уравнение:

$$\mathcal{E}(p) = J(p) R_1 + \frac{1}{C_1} \left[ \frac{1}{p} J(p) + \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega} \right].$$

Кроме того, имея в виду, что при

$$E(t) = E e^{j\omega t}, \quad \mathcal{E}(p) = E \frac{p}{p - j\omega},$$

находим:

$$J(p) = \frac{E \frac{p}{p - j\omega} - \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{p C_1}}. \quad (27)$$

Тот же результат вытекает непосредственно из формулы (17). Переписываем (27) в следующем виде:

$$J(p) = \frac{E p^2}{R_1 \left( p + \frac{1}{R_1 C_1} \right) (p - j\omega)} - \frac{I_0 e^{-j\varphi} p}{j\omega C_1 R_1 \left( p + \frac{1}{R_1 C_1} \right)}.$$

Как известно,

$$\frac{p^2}{(p + \alpha)(p + \beta)} \div \frac{1}{\alpha - \beta} (\alpha e^{-\alpha t} - \beta e^{-\beta t}),$$

$$\frac{p}{p + \alpha} \div e^{-\alpha t}.$$

Следовательно,

$$I(t) = \frac{E}{1+j\omega C_1 R_1} \left[ \frac{1}{R_1} e^{-\frac{1}{R_1 C_1} t} + j\omega C_1 e^{j\omega t} \right] - \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega C_1 R_1} e^{-\frac{1}{R_1 C_1} t}. \quad (28)$$

Можно показать, что при  $t=0$  условие (14) соблюдается. На основании (26)

$$U_{(t=0)} = \left[ \frac{1}{C_1} \int I(t) dt \right]_{t=0} = E(0) - I(0) R_1.$$

Кроме того, согласно (28),

$$I(0) = \frac{E(0)}{R_1} - \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega C_1 R_1}.$$

Следовательно,

$$U_{(t=0)} = \frac{I_0 e^{-j\varphi}}{j\omega C_1}.$$

Разобранный выше метод учета предшествующего стационарного режима при анализах переходных процессов может быть также применен и в других случаях внезапного изменения параметров цепи, например, при дещунтировании отдельных элементов цепи и т. д., а также может быть распространен на другие области техники.

Академия Наук Грузинской ССР

Энергетический сектор

Тбилиси

(Поступило в редакцию 14.12.1941)

ბმენიკა

### 8. ათაბეკოვი

წინა სტატიაში აღწერილი რეჟიმის გათვალისწინება ოპერაციული აღრიცხვის გამოყენების დროს დამდგარებადი პროცესების ანალიზისათვის

#### რეზიუმე

პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნის დროს, რომლებიც დაკავშირებულია დამდგარებადი პროცესების ანალიზთან, კერძოდ, გარდამავალი პროცესების გამოკვლევისას ელექტროწრედებში, ხშირად საჭირო ხდება გათვალისწინება სტაციონარული რეჟიმისა, რომელიც წინ უსწრებს შემრყევი ძალების მოქმედებას.

ფორმულები (1)–(3), რომლებიც ოპერაციულ აღრიცხვაში გამოიყენება და რომლებიც დაკავშირებენ ფუნქციების ასახვებს მათ ორიგინალთან, სამართლიანი არიან იმ პირობით, რომ ყველა მნიშვნელობათათვის  $t \geq 0$ ,  $f(t) = 0$ .

შრომაში ნაჩვენებია, რომ წინა სტაციონარული რეჟიმის პირობების გათვალისწინებით კავშირი ინტეგრალის ასახვასა და მის ორიგინალს შორის გამოისახება ფორმულით (6). თუ  $t < 0$ -თვის  $f(t)$  წარმოადგენს ჰარმონიულ ფუნქციას (10), მაშინ (6) გარდაისახება (11)-ში.

გადასვლის ფორმულები დიფერენციალურ განტოლებებიდან ოპერაციულზე საწყისი პირობების გათვალისწინებით, შრომაში გამოყვანილია მათემატიკური ანალიზის გზით და სუპერპოზიციის პრინციპის საშუალებით. ბოლოს განხილულია პრაქტიკული ამოცანა ელექტროტექნიკიდან. შრომაში მოყვანილი მეთოდი შეიძლება გავრცელებული იყოს ტექნიკის სხვა დარგებზეც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენერგეტიკული სექტორი  
თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. А. И. Лурье. Операционное исчисление в приложении к задачам механики. ОНТИ, 1938, стр. 7.



გეოლოგია

აკადემიკოსი პლ. ჯანელიძე

საქართველოს ბელტის პრობლემა

I

ამჟამად წარმოებს საქართველოს ტერიტორიის მთლიანი გეოლოგიური რუკის შედგენა მეორასათასედიანი მაშტაბით. ეს მუშაობა დღემდე ჩატარებულ კვლევათა შეჯამებას წარმოადგენს და მთელ რიგ პრობლემებს ჩვენს წინაშე ახლად ან ახლურად აყენებს. ერთი ასეთი პრობლემათაგანი არის კავკასიის დანაწილება გეოტექტონიკურ ერთეულებად.

მას შემდეგ, რაც თბილისის უნივერსიტეტში კავკასიის გეოლოგიის კურსი იკითხება, ჩვენ ვეყრდნობოდით შემდეგ სქემას: ჩრდილო კავკასიის ფილაქანი, კავკასიონის დანაოქებული ზოლი, ამიერ-კავკასიის ბელტები (საქართველოსი და აზერბაიჯანის) და ანატოლია-სომხეთის დანაოქებული ზოლი. ცხადია, ეს არის მხოლოდ საშუალო ჰიპოთეზი, მაგრამ ჰიპოთეზი, რომელიც სამაოდ ნაყოფიერი აღმოჩნდა და უქველ ტენდენციას იჩენს კავკასიის გეოლოგიური აგებულების გაგების მტკიცე საფუძველი გახდეს. მიუხედავად ამისა ჰიპოთეზში წარმოდგენილი ცნებები საკირო დახვეწილობისაგან ჯერ კიდევ შორს არიან და მათი შინაარსი საგრძნობლად იცვლება ახალი მასალის დაგროვებასთან ერთად. ამჟამად მე მინდა მკითხველის ყურადღება შევაჩერო საკუთრივ საქართველოს ბელტის საკითხზე.

როგორც ქვემოთ დაერწმუნდებით, კავკასიის ზემოხსენებული დანაწილება, ზოგადად გაგებული, მოულოდნელს არაფერს წარმოადგენს და პუნებრივად გამომდინარეობს სამხრეთ ევროპისა და აზიის ალპური ოროგენის შესწავლის მთელი ისტორიიდან. მიუხედავად ამისა, საბჭოთა გეოლოგების მეტი წილი ამ საკითხში სხვა პოზიციას ადგას, ზოგ ნაწილში დიამეტრულად საწინააღმდეგოსაც კი.

უფრო ახლო არის ხსენებულ სქემასთან ვ. რენგარტენის შეხედულებანი. კავკასიის გეოლოგიის ეს ავტორიტეტული მკოდნე თავის პირვანდელ შრომებში [37, 38]<sup>(1)</sup> ამიერ-კავკასიაში, კავკასიონისა და სომხეთის ნაოქა ზონებს შორის ჰგულისხმობდა ერთ ფილაქანს (плита), რომელსაც სამად ჰყოფდა: რიონის, მტკვრის და აზერბაიჯანის ფილაქნები.

(1) ლიტერატურის სია იხ. შრომის II ნაწილში.

მტკვრისა და რიონის ფილაქნების საზღვარს ძირულის კრისტალურ მასივზე ატარებდა. უკვე ეს მიუღებელი იყო, რადგან ძირულის მასივი მხოლოდ მორფოლოგიურად წარმოადგენს მიჯნას, ხოლო გეოლოგიურად იგი, პირიქით, დამაკავშირებელი ნაკვეთი არის. მეორე მხრივ, ამიერ-კავკასიის მთლიანი ფილაქნის წარმოდგენა თრიალეთის გეოსინკლინური ზოლის უგულვებელყოფაზედ იყო აგებული: თუმცა თრიალეთის ზოლის გეოსინკლინური ბუნება იმ დროს უკვე საკმაოდ ცნობილი იყო, რენგარტენი მას აზერბაიჯანის ფილაქანზე ათავსებდა. დასასრულს; აღსანიშნავია ისიც, რომ ამიერ-კავკასიის ფილაქანში აეტორი რუსეთის ბაქნის ანალოგს და მის ჩამონატებს ხედავდა და თვით ტერმინითაც (плита) ამას აღნიშნავდა.

უქანასწელად რენგარტენმა ამ სქემაში სათანადო შესწორებები შეიტანა [39]: იგი ტერმინ ფილაქანს ამიერ-კავკასიისთვის უკვე აღარ ხმარობს; თრიალეთის ქედიც ახალ სქემაში მართებულ გამოხატულებას ჰპოულობს და ამის გამო ამიერ-კავკასიის ბელტი ბუნებრივად ორად იყოფა და საზღვარი ძირულის მასივზე კი აღარ არის, არამედ თბილისის მერიდიანის აღმოსავლეთით: მაგრამ ახლა სხვა გაუგებრობა იჩენს თავს: სრულიად მოულოდნელად რენგარტენი ამიერ-კავკასიის ზოლს (пологоскладчатая зона) გეოანტიკლინს უწოდებს. გეოანტიკლინის ცნება ტექტონისტებისათვის კარგად არის ცნობილი, ალპების განვითარების ისტორია ამ მხრივ ბევრს საგულისხმოს იძლევა [2], და საჭიროც კი არ არის მტკიცება, რომ საქართველოს და აზერბაიჯანის ბელტები არაერთად შემთხვევაში არ შეიძლება გეოანტიკლინებად ვიგულისხმოთ. გეოანტიკლინი დანაოკების ინტენსივობის მაქსიმუმთან არის ხოლმე დაკავშირებული და მისი ბუნება დიამეტრულად ეწინააღმდეგება იმას, რასაც ამიერ-კავკასიის ბელტებზე ვხედავთ.

რაც შეეხება სხვა გეოლოგებს, ზოგნი ამიერ-კავკასიას, ჩვენს ბელტებს და მათ სამხრეთით მდებარე დანაოკებულ ზოლს, ერთ ზონად სთვლიან (ნალიკინი, მაზაროვიჩი) და ყირიმს უკავშირებენ (ვარდანიანცი), ხოლო სხვები საქართველოს ბელტზე გეოსინკლინს ათავსებენ და იქეთ-აქეთ, ჩრდილოეთისკენ და სამხრეთისკენ, გეოანტიკლინებს ჰგულისხმობენ (ბელოუსოვი); კიდევ სხვები გეოსინკლინს ხედავენ საქართველოს ბელტის აღმოსავლეთ ნაწილში (ვარენცივი). დასასრულს, სისრულისთვის თუ მოვიხსენიებ მ. ტეტიაევის სრულიად მოულოდნელსა და დაუსაბუთებელ შეხედულებათ [46].

აზრთა ასეთი სხვადასხვაობა ნაწილობრივ ჩვენი მხარის გეოლოგიის არცოდნით არის გამოწვეული, ხოლო უფრო ხშირად მეთოდოლოგიურ შეცდომათა შედეგს წარმოადგენს. მეტ შემთხვევაში აეტორები მართოდენ ფაციესების შესწავლას ემყარებიან და მიღებული შედეგები უშუალოდ გეოტექტონიკაზე გადააქვთ. სწორედ ამან გამოიწვია შენიშვნა<sup>1)</sup>, რომ გეოტექტონიკური დანაწილება არ შეიძლება ერთი ნიშნის მიხედვით ხდებოდეს. იგი ნიშანთა ერთობლივობის გათვალისწინების შედეგი უნდა იყოსო.

(<sup>1</sup> ვ. ხანის მოხსენება საქ. გეოლოგიური საზოგადოების საჯარო სხდომაზე 1940 წ. XII.



უკანასკნელი დებულება თითქო ყოველივე დავას გარე უნდა იყოს. მაგრამ, თუ საკითხს ჩაუფიქრდებით, ადვილად დაერწმუნდებით საწინააღმდეგოში. მივმართოთ ამისათვის უფრო გარკვეულ მაგალითს. ერთ დროს მცენარეთა კლასიფიკაციას სწორედ „ნიშანთა ერთობლივობის“ მიხედვით აწარმოებდნენ და ამგვარად წარმოიშვა დაყოფა ხეებად, ბუჩქებად და ბალახებად. ამგვარად მოხვდა ცერცვი და ეკლის ხე (Robinia) სხედასხვა ჯგუფში, ხოლო ნაძვმა, პალმამ და მუხამ ერთად მოიყარეს თავი. მცენარეების აწინდელი კლასიფიკაცია უკვე ყველა ნიშნის გათვალისწინებას კი აღარ მისდევს, მარტო რეპროდუქციის ორგანოების მსგავსება-განსხვავებას ეყრდნობა. ამ გზით გამოჰყოფენ ბოტანიკოსები ჯგუფებს, რომელნიც შეუდარებლად უფრო ბუნებრივი არიან. ისე როგორც, რომ ერთი ნიშნის მიხედვით გამოყოფილი ჯგუფები დანარჩენი ნიშნების მიმართ შემთხვევითი და არაბუნებრივი იყვნენ. პირიქით, ნიშანთა ერთობლივობა სავსებით ადასტურებს დანაწილებას, მხოლოდ შემთხვევითის და არსებობის მართებული გარჩევა ხერხდება და, საზოგადოდ, თუ კლასიფიკაცია ერთი, მაგრამ კარგად შერჩეული ნიშნის მიხედვით ჩავატარეთ, დანარჩენი ნიშნებიც ბუნებრივ დაჯგუფებას ჰპოულობენ. ამის მიზეზი არის ნიშანთა ცნობილი კოორდინაცია და სუბორდინაცია. კუფიე, რომელმაც ეს მოვლენა აღმოაჩინა, სავსებით სამართლიანად ამბობდა: ნიშნები კი არ უნდა ვითვალთ, უნდა აესწონოთ.

თუ ახლა ჩვენს პრობლემას დაეფიქრებდით, უნდა აღვნიშნოთ, რომ გეოტექტონიკური კლასიფიკაციის გამოსავალი ნალექების შესწავლა, ფაციესის იქნება თუ სისქის, არ შეიძლება იყოს. თუმცა ერთსაც და მეორესაც უქვევლად დიდი მნიშვნელობა აქვს და ბევრჯერ შეგვიძლია გამოვიყენოთ როგორც დამხმარე ხერხი, მაგრამ ძირითადი არის ლაბილობის და სტაბილობის ის თვისებები, რომელნიც ტექტონიკურ განვითარებას განსაზღვრავენ და უშუალოდ მხოლოდ ტექტონიკურ სტრუქტურებში მქალაქდებიან. სხვა ნიშნები მათ ექვემდებარებიან. ამიტომ გეოტექტონიკური დარაიონება უცილობლად ტექტონიკურ ანალიზს უნდა ეყრდნობოდეს.

ცხადია, ეს დმას არ ნიშნავს, რომ ფაციესებს, ნალექების სისქეს, გეოლოგიურ ისტორიას და სხვას ანგარიში არ გავუწიოთ. პირიქით, როგორც დაერწმუნდებით, თუ დანაწილებას ტექტონიკურ ნიშანზე ავაგებთ, დანარჩენი ნიშნებიც ბუნებრივად იმავე ჩარჩოებში მოთავსდებიან. მხოლოდ, როგორც უკვე ვსთქვით, შემთხვევითი გამიჯნული იქნება არსებობისაგან.

თავიდან უნდა ავიცილოთ აგრეთვე მეორე, არა ნაკლებ სახიფათო მეთოდოლოგიური შეცდომა, რომელიც საკვლევი ობიექტის სიდიდეთა რიგის უგულებელყოფაში მდგომარეობს. მეცნიერებიც ხშირად ადგებიან მამია გურიელის გზას და ზოგი კლასიფიკაცია დიდად არ განსხვავდება ამ პოეტის ცნობილი გამოთქმისგან: „კაცი, ქალი, გინდ ვასათხოვარი“...

საქართველოს ბელტი არ არის ფილაქანი იმგვარად, როგორც რუსეთის ვაკე. რუსეთის ფილაქანი და აღმოსავლეთ ევროპის ფარი მთლიანად ალპურ ოროგენს უპირისპირდება, ხოლო საქართველოს ბელტი ამ ოროგენის შიგ-

ნით არის მოთავსებული, მის ნაწილს წარმოადგენს და განხილული უნდა იქნეს როგორც ასეთი.

ალპური ოროგენის პირველი სქემა ე. ზუსმა მოგვცა თავის გრანდიოზულ სინთეზში [43]. იქ მკაფიოდ ჩანს, რომ კავკასიონის დანაოკებული ზოლი დაშორებულია ანტიკავკასიონის ზოლისგან და მათ შუა რჩება ამიერ-კავკასიის დებრესია და შავი ზღვა ერთი მხრით, ამიერ-კავკასიის დებრესია და კასპიური ზღვა მეორით. იგივე მეორდება ოვის სქემაზე [20], რომელიც ზუსის სქემისაგან მხოლოდ იმით განსხვავდება არსებითად, რომ ყველა კანონოზოური მთები ერთ სისტემაში თავსდებიან.

ჩვენს დროში ზუსის სინთეზი კობერმა [23—25] გადასინჯა. აქაც იმავე კონცეპციას ვხედავთ, ისევე როგორც არგანის [3] და შტაუბის [4] სინთეზში. ერთი-მეორის გვერდით მდებარეობს ორი ინტენსიურად და, ზოგადად, ერთდროულად დანაოკებული ზოლი. ამიერ-კავკასიის შუა ნაწილში ისინი ერთი მეორეს უახლოვდებიან ან ეხებიან კიდევ, მაგრამ შემდეგ ნაკვლად იმისა, რომ კიდევ მეტად დაახლოვდნენ თანდათან შორდებიან ერთმანეთს, თითქო რაღაც დაბრკოლებას გარს უვლიან, რომ შემდეგ ისევე თავი მოიყარონ. შუამდებარე მხარე, რომელზედაც იგივე ძალები მოქმედებდნენ, არსებითად დაუნაოკებელი დარჩენილა.

ამრიგად ალპური ოროგენის ყველა ტექტონიკური სქემა ამიერ-კავკასიის ბელტების არსებობას ჰგულისხმობს. თანაც ჩვენი „საქართველოს ბელტი“ მხოლოდ ნაწილი არის უფრო დიდი სხეულისა, რომელსაც შავი ზღვის სამხრეთი, უდიდესი ნაწილი უჭირავს. ეს არის შტაუბის Walacho-pontische Masse.

ამ ფაქტების მნიშვნელობა უდავო არის. ალპური ოროგენის აგებულების ყველა ცნობილი კონცეპცია საქართველოს ბელტის არსებობას ადასტურებს და ამ ბელტის ჩრდილოეთით და სამხრეთით ატარებს დანაოკების ზოლებს, რომელთა გავრცელება შორს სცილდება კავკასიის ფარგლებს. მაგრამ მე არ მინდა ეს საბუთი ბოროტად გამოვიყენო. გადამწყვეტი მაინც პირველადი დაკვირვებები უნდა იქნენ და არა საერთო სქემები, რომელნიც იმავე მასალის სინთეზს წარმოადგენენ და ხშირად მოძველებულ ან ნაკლებ დოკუმენტაციაზე არიან დაყრდნობილი.

როგორია მდგომარეობა ამ მხრივ?

გეოლოგიური რუკის<sup>(1)</sup> ერთი გადახედვა საკმაოა, რათა დავეინახოთ დიდი განსხვავება ერთი მხრით კავკასიონისა და აჭარა-თრიალეთის ზოლებსა და მეორე მხრით მათ შუა მდებარე მხარეს შორის: იქ—დანაოკებული მხარეებისათვის დამახასიათებელი ზოლური გამოსავლები, აქ—ნალექების ყოველმხრივი გავრცელება; იქ—სქელი მეზოზოური და პალეოგენი, აქ—ნეოგენი და თითქმის უშუალოდ მის ქვეშ ძირულის მასივში გაშიშვლებული დანაოკებული პალეოზოური ფუძე; იქ—ახალგაზრდა მთების, აქ—ძველი ბაქნის მორფოლოგია.

მაგრამ გავეცნოთ საკითხს უფრო ახლოს. დავიწყებ აჭარა-თრიალეთის

(1) შავ. Геологическая карта Кавказа. Масшт. 1:1 000 000. ИГК, Ленинград, 1929.

ზოლით. უკვე სიმონოვიჩი და სოროკინი აღნიშნავენ ამ ზოლის ინტენსიურ დანაოკებას და ძირულის მასივზე ჩრდილოეთისკენ გადაწოლილ ნაოკებს [40]. ეს დაკვირვება დაადასტურა გამყრელიძემ, რომელმაც აგვიწერა ახალციხის მთების ნაოკები, ძირულის მასივზე გადაწოლილი, გაწყვეტილი და შეცოცებული [16].

ფურნიემ [15] ასწერა თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთისკენ გადაწოლილი ნაოკები მცხეთასთან, რაც ახალმა დაკვირვებებმა სავსებით დაადასტურა [14, 22, 18]. აქაც ნაოკების გადაწოლა შესხლეტებით არის გართულებული. იგივე სურათი გვიჩვენა გურიის ნავთიანი რაიონის შესწავლამ (ილინი).

მეფერტმა და ს. კუხნეცოვმა [32—34, 28, 29] მთელი აპარა-თრიალეთის ზოლი ასევე აგებულად წარმოგვიდგინეს. მაგრამ განსაკუთრებით აღსანიშნავია ამ მხრივ გამყრელიძის და ედილაშვილის უკანასკნელი გამოკვლევები [18].

თრიალეთის ქედის უფრო დეტალურმა შესწავლამ მათ საშუალება მისცა ძირითადად შეეცვალათ წინა მკვლევარების მიერ მოცემული წარმოდგენები ამ ზოლის გეოლოგიის შესახებ. კერძოდ, ამ ავტორების მიერ შედგენილი ნაოკთა ლერძების რუკა მშვენივრად გვიჩვენებს, რომ თრიალეთის სისტემის ნაოკები ქვემო-ქართლის დაბლობზე (საქართველოს ბელტის აღმოსავლეთი ნაწილი) არ გადადიან. უკანასკნელი ისე მოქმედობს, როგორც უდრეკი დაბრკოლება, რომლის კიდეზე როგორც პალეოგენური, ისე ნეოგენური ნაოკები ჯერ მიმართულებას იცვლიან და შემდეგ სწრაფად ჰჭრებიან კიდეც.

დღეს უდავოდ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ აპარა-თრიალეთის დანაოკებული ზოლი ტექტონიკურადაც ისევე მკაფიოდ განირჩევა წინ მდებარე დებრესისაგან, როგორც მორფოლოგიურად, და მთელ სივრცეზე ჩრდილოეთისკენ არის გადაწოლილი უდრეკ წინა მხარეზე (Vorland-ზე). დასავლეთისკენ ეს ნაოკები ზღვას კი არ. მიაწყდებიან მიმართულების უცვლელად, არამედ სამხრეთ-დასავლეთისკენ უხვევენ იმავე დაბრკოლების გავლენით.

გადავიდეთ ახლა კავკასიონის ზოლზე, ბელტის ჩრდილოეთით. მკაფიო ტექტონიკური საზღვარი კავკასიონის ინტენსიურად დანაოკებულ ზოლსა და ამიერ-კავკასიის დებრესიას შორის დიდი ხანია ცნობილი არის, ყოველ შემთხვევაში საქართველოს ბელტის ფარგლებში. უკვე აბიხი [1] აღნიშნავდა ასეთ საზღვარს ოდიშის ჩრდილო კირქვიანი ზოლის (მკაფიო მუხლი ცარცულ კირქვებში, ზოგჯერ სამხრეთისაკენ გადმობრუნებაც), რაქა-ლენჩუმის სინკლინის ჩრდილო ფრთასა და იმ დიდი შეცოცების ხაზის გასწვრივ, რომელიც ჯეჯორის ხეობიდან დუშეთის მიდამომდე და იორამდე მიდის. ამჟამად უფრო ზუსტ და ფართო ხასიათის დაკვირვებებზე შეიძლება ვილაპარაკოთ.

გასული წლის მუშაობის შედეგად მე საშუალება მომეცა ნათელმეყო ასხის მთის კომპლექსის და მის აღმოსავლეთით მდებარე შუა ლენჩუმის ტექტონიკის ბელტური ხასიათი [11, 12]. ამ ბელტების საწყისი ყოველ შემთხვევაში კიმერიულზე გვიანი არ არის. შესაძლებელია, რომის პაწია ბელტიც ამავე ზოლს ეკუთვნოდეს, თუმცა წინათ მე მის უფრო ახალგაზრდა ასაკს ვგულისხმობდი [10]. ეს არის საქართველოს ბელტის კიდური ზოლი.

იმავე მუშაობამ ნათელყო ოდიშში ტიპიური ზეწრული ნაოქები [13] და ამრიგად გადაწყვეტილ იქნა ძველი დავა: ფურნიე ოდიშსა [15] და ლეჩხუმ-ოკრიბაში გუმბათურ ტექტონიკას აღნიშნავდა და, მამასადამე, თანამედროვე წარმოდგენით აქ ბელტი უნდა ყოფილიყო. უფრო სამხრეთით რაიონის ალუვიურ დაბლობში სინკლინური დებრესია ივლისსხმებოდა. მეფერტი, პირიქით, სამხრეთით ფილაქანს (PLIHTA) ჰგულისხმობდა, ხოლო ოდიშში სინკლინს [31]. ახლა შეიძლება ითქვას, რომ ორივე ეს ზოლი ბელტს ეკუთვნის. ბელტის ჩრდილო საზღვარი შეიძლება პირობითად რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინს გაეყოლოთ (სინკლინის ძირში ბელტის ჩამონაწყვეტებია).

მე უკვე მქონდა შემთხვევა აღმენიშნა, თუ როგორ თამაშობს რაქის სინკლინი ბუფერის როლს კავკასიურ და ანტიკავკასიურ მოძრაობათა შორის [10]. უკანასკნელთა გამტარს საქართველოს ბელტი წარმოადგენს. ამასთან დაკავშირებით ზედმეტი არ იქნება ყურადღება მივაქციოთ შემდეგ ვარაუდებს. რაჭა-იმერეთის ქედი საჩხერესა და ონს შუა დღეს მალა არის აწეული. იგი 2000 მ სიმალიდან დაჰყურებს ყვირილის შესამეულ აუზს. მაგრამ ჯერ კიდევ ოლიგოცენში ყვირილის ხეობა უეჭველად რაჭა-იმერეთის ქედზე მალა მდებარეობდა, რადგან შქმერის მიდამოს კვარცის ქვიშა ოლიგოცენის ძირში ძირულის მასივიდან არის მოტანილი. ქედის აწევა შემდეგ მომხდარა. ეს მოძრაობა არ შეიძლება კავკასიონისას დაეუკავშიროთ, რადგან ქედს ჩრდილოეთით რაქის სინკლინი (ბუფერი) საზღვრავს და ახალგაზრდა მოძრაობა ჩრდილოეთისკენ არის მიმართული. მოძრაობა ანტიკავკასიონიდან მოდის და ძაბვის გადამცემი ბელტი არის. ასეთ პირობებში რაჭა-იმერეთის ქედის მძლავრი აწევა ბელტს ზევით ბელტის, ამ შემთხვევაში ძირულის მასივის, ჩრდილო პერიფერიის მოკლე ქვეშეცოცებით უნდა ახსნას.

რამდენადმე ანალოგიურ მოვლენას ვხედავთ აფხაზეთშიც, რომელიც ჩხოტუხსა და აუროჩინის მიერ არის შესწავლილი [26, 44]. აქაც სამხრეთ ზოლში ჩრდილოეთისკენ მიმართულ შეცოცებებს აღნიშნავენ. ამ ზონის ჩრდილოეთით მდებარეობს სინკლინური აუზი, რომლის ანალოგია რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინთან ჩხოტუხს მიერ იქნა შემჩნეული და ხასგასმით აღნიშნული. როგორც ჩანს, ანალოგია უფრო შორს მიდის. სინკლინი აქაც ბუფერის როლს თამაშობს: მის სამხრეთით ანტიკავკასიური მოძრაობა არის გაბატონებული, ჩრდილოეთით — კავკასიური.

აქ საჭიროა განმარტება. კობერის თანახმად მიღებული არის, რომ, როდესაც ბელტი დანაოქებულ ზოლს საზღვრავს, ნაოქები ბელტზე უნდა იყოს გადმოწოლილი. ამ წესის გამარტივებულმა ვაგებამ ტეტიაევი იქამდეც კი მიიყვანა, რომ იგი, ცხადი სინამდვილის წინააღმდეგ, ჩრდილო კავკასიაში კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის სიმეტრიულს, ჩრდილოეთისკენ გადაწოლილ ზოლს ჰგულისხმობს [45]. ეს ზოლი ვადარეცხილი და ახალგაზრდა ნალექებით დაფარული უნდა იყოს.

პირიქით, ის, რაც მე რაჭა-იმერეთის ქედისა და აფხაზეთის შესახებ ვსთქვი, კობერის დებულებას ცხადად ეწინააღმდეგება.



ამის გამო უნდა მოვიგონოთ კობერის ცნობილი სქემა ოროგენის განვითარებისა (loc. cit.). პირველი, რაც მის შესახებ უნდა ითქვას, იქნება, რომ იგი უკიდურესად გამარტივებული არის. ორ ფარს შორის აღებულია სრულიად ერთგვაროვანი გეოსინკლინური ზოლი: ერთგვარი სისქე, ერთგვარი ლაბილობა. დღეს ყველამ იცის, რომ ასეთი რამ არა თუ წესად, გამონაკლისადაც კი ძნელი დასაშვებია.

მეორე მხრივ, ნაოქების ფარზე გადმოწოლა მაშინ, როდესაც ოროგენის ცენტრული ნაწილი უფრო დაბალ დებრესიას წარმოადგენს, საყოველთაო დაკვირვებას და თეორიულ მოსალოდნელობასაც ეწინააღმდეგება. ფარზე გადმოწოლა მას შემდეგ უნდა დაიწყოს, რაც ოროგენის დანაოქება ბოლომდე მივა და მთელი ზოლი საკმაოდ მაღლა აიწეეს.

დასასრულ, თუ ფარიდან გეოსინკლინისაკენ გადასვლა ნალექების სისქისა და სიმტკიცის მხრით თანდათანია, მაშინაც გადაწოლა უკანასკნელის მიმართულებით უნდა მოხდეს, რადგან წინააღმდეგობა აქეთვე კლებულობს თანდათანობით.

ამიტომ არაფერს გასაკვირალს არ წარმოადგენს კავკასიონის ცალმხრული გადმოწოლა სამხრეთისაკენ და არც ზემოთაღნიშნული მოვლენები საქართველოს ბელტის ჩრდილო პერიფერიაზე.

მით უმეტეს, რომ ნაოქების გადაწოლა სინკლინური დებრესიისაკენ თავისთავად კარგად ცნობილი მოვლენა არის.

ძირულის მასივის აღმოსავლეთით ბელტის გამოსახულებას ქართლის დაბლობი წარმოადგენს. ეს დაბლობი ჰყოფს სამხრეთით გადმოწოლილ კავკასიონს ჩრდილოეთისკენ გადაწოლილი თრიალეთის ნაოქებისაგან. ამ ორი ზოლის თავისთავადი არსებობის აუცილებელი პირობა არის მათ შუა ბელტის არსებობა. მაგრამ თუ ბელტი ნათლად ჩანს, ნაკლებად ნათელი არის მისი საზღვარი კავკასიონის ნაოქების პირისპირ. აქ დეტალური კვლევა არის საჭირო. ამიხის მიერ შემჩნეული და შემდეგ დადასტურებული წყვეტის ხაზი, ზემოთ რომ მოვიხსენიეთ, რაჰის სინკლინის ფაქციებსთან არის დაკავშირებული (ზედა იურული). საკუთრივ ბელტი მის სამხრეთით უნდა მდებარეობდეს.

ყოველ შემთხვევაში აღმოსავლეთისაკენ ბელტი თანდათან ვიწროვდება და იმავე დროს და იმავე მიზეზის გამო მეტ ლაბილობას იჩენს. აქ იბადება საკითხი ბელტის აღმოსავლეთისაკენ გაგრძელების შესახებ.

წინათ, როგორც ვიცით, ამიერ-კავკასიის ბელტს ერთ სხეულად წარმოდგენდნენ შავი ზღვიდან კასპიურამდე. შუაში იგი ვიწროვდება, მაგრამ არ კი წყდება. საქართველოს ბელტის კონცეპცია, პირიქით, გაწყვეტას ჰგულისხმობს. ამიტომ არის, რომ ქვემო ქართლის ვაკე ძირულის მასივს და კოლხეთს უკავშირდება.

ამ შეხედულებას სავსებით ადასტურებს თრიალეთის ქედის შესწავლა და განსაკუთრებით მოხდენილად კი კავკასიონის და ანტიკავკასიონის ნაოქების შეხვედრა თბილისის მერიდიანის აღმოსავლეთით. როგორც უკვე თუთხმეტიოდ წლის წინათ აღვნიშნე [9, 14], მტკვარ-არაგვის ხეობის მარცხნივ კავკასი-



ონის ნაოჭები თრიალეთისას უშუალოდ ეხებიან და უკანასკნელნი იძულებულნი არიან პირველთა მიმართულება გაიზიარონ. რაკი ნაოჭები უკვე განვითარებული არიან, ხდება მათი ღერძის უეცარი გადატეხა და შემდეგ შრეების სამხრეთისაკენ გადაბრუნებაც. ასე რომ ავკალასთან, მაგალითად, მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე დიღმის სინკლინის ჩრდილო ფრთა სამხრეთისკენ არის დაქანებული 20—25°-ით, ხოლო მარცხენა ნაპირზე იგივე შრეები ჩრდილოეთისკენ არიან დაქანებული და მათი მიმართებაც 15-ოდე გრადუსით სამხრეთისაკენ გადახრილი.

ეს მოვლენა, რომელიც დეტალებში ჯერ კიდევ შესასწავლია, ნათლად გვიჩვენებს, რომ კავკასიონის და თრიალეთის ზოლის გამყოფი ბელტი დაბოლოვდა. ისევე როგორც მანამდე ამ ორი ზოლის დაშორება ბელტის არსებობის მაჩვენებელი იყო, ახლა მათი დამთხვევა ბელტის გამოსოლვას მოწმობს.

ამით მაინც იმის თქმა არ მინდა, რომ ბელტი მუხრანის ველით თავდებოდეს. შევიწროვებული და თანდათან უფრო ღრმად დაძირული, იგი ერთხანს, მოსალოდნელია, კიდევ გრძელდებოდეს ნაოჭებს ქვეშ.

ზოგნი ქართლის დებრესიაში გეოსინკლინის ჰხედავენ [47]. ამის საბუთად მიაჩნიათ ნალექების დიდი სისქე და რამდენადმე დანაოჭებაც.

უნდა ითქვას, რომ აქ საკუთრივ ბელტის ფარგლებში მხოლოდ ნეოგენი არის ცნობილი. უფრო ძველ ნალექებზე მხოლოდ არაპირდაპირი საბუთების მიხედვით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ. რაც შეეხება ნეოგენს, მის ნამდვილ სისქეს მეტად აზვიადებენ ტექტონიკის გაუთვალისწინებლობის გამო: ანგარიშს არ უწევს იმას, რომ ეს ფორმაცია, რომელსაც დიდი ტანგენსური წნევა განუტღია და ჩაუდევს სალაქებს შეიცავს, ეპიგენეტურად არის გასქელებული.

მაინც, მცხეთის მერიდიანზე ნაცხორის წყებისა და მიო-პლიოცენის კონგლომერატების სისქე ზთას მეტრობით იზომება. ნეოგენის მანძილზე ბელტი აქ ძლიერ ღრმად უნდა დაძირულიყო. მაგრამ გვაძლევს ეს უფლებას, რომ გეოსინკლინზე ვილაპარაკოთ? რა თქმა უნდა, არა. ჯერ ერთი, რომ ნალექების სისქე დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ მატულობს და ძირულის მასივი გეოსინკლინური ზოლის გავლებას დაუძლეველ დაბრკოლებას უქმნის; შემდეგ, ნალექები კონტინენტური ხასიათის არიან და, დასასრულ, რაც უმოთაგრესია, დაძირვა კავკასიონის და ანტიკავკასიონის აზეგების პასიური შედეგი არის, იზოსტაზისით განსაზღვრული, რასაც მიო-პლიოცენის ტექტონიკური გასქელება ცხადად გვიჩვენებს. გეოსინკლინისათვის კი დამახასიათებელი არის პირველ რიგში ფსკერის თავისთავადი დაძირვა.

ყველა ამ ნიშნის მიხედვით ქვემო ქართლის დებრესია ტიპიურ მოლასურ წინადაბლობს წარმოადგენს.

მაინც უნდა აღვნიშნოთ, რომ ბელტის ღრმა დაძირვა და საფარის მიერ განცდილი ინტენსიური ტექტონიკური ზეგავლენა (ჩაჭდებული სალაქები) თითქმის ნაკლებ ეგუება ჩვენს წარმოდგენას უდრეკი ფარის შესახებ. მაგრამ არ უნდა დავივიწყოთ, რომ აქ არავითარ ფარზე ან ფილაქანზე (плита) ლაპარაკი

არც შეიძლება, არ უნდა დაევიწყოთ სიდიდეთა რიგი, რომელთანაც საქმე გვაქვს.

როგორც უკვე ვსთქვით, ფარი სხვა კლასის ერთეულია. მას ჩვენ ვუპირისპირებთ ოროგენს მთლიანად. საქართველოს ბელტი კი ოროგენის შიგნით გამოყოფილი ერთეულია. ეს არის მთათაშუეთი (Zwischengebirge), მაგრამ არა კობერის მიხედვით, რომლისთვისაც მთათაშუეთი გეოსინკლინის ჯერდუნაოქებელი უბანი არის, არამედ შტაუზის თანახმად. ე. ი. ვერდანაოქებულის უბანი. როგორც ოროგენის ნაწილი, მთათაშუეთი იზიარებს ოროგენის საერთო ბედს, ტექტონიკური ძალების მოქმედება მაზედაც აღიბეჭდება, თუმცა მეტ-ნაკლებად შემცირებული ინტენსივობით. მთათაშუეთის ვიწრო ნაწილებს ეს, რასაკვირველია, მეტად დაეტყობა. იგივე ითქმის მთათაშუეთის კიდეების შესახებაც, როგორც ასხის კომპლექსისა და ლენჩხუმის მაგალითზე ვხედავთ. ამ მხრივ ხომ თვით კონტინენტური ფარების კიდეებიც იმავე წესს ემორჩილებიან, რასაც ბუზნოვი განსაკუთრებული ყურადღებით აღნიშნავს [3].

ამრიგად ტექტონიკური ანალიზი სრულიად გარკვევით ასაბუთებს საქართველოს ბელტის ცნებას. ფაქციებს ჩვენ მხედველობაში არ მიგვიღია, მაგრამ აღვნიშნეთ, რომ, რაც ტექტონიკის მიხედვით დადგენილია, ფაქციების შესწავლამაც უნდა დაადასტუროს. ენახოთ ახლა ამ მხრივაც, როგორია მდგომარეობა.

საქართველოს ბელტსა და კავკასიონის ზოლს შორის ფაქციების ძირითად სხვადასხვაობას ყველა აღიარებს, თუმცა, ჩემის აზრით, განსხვავება მეტი როდია, ვიდრე აპარა-თრიალეთის ზოლის პირისპირ.

ბელტი		კავკასიონი
კონტინენტური ტუფიტები და კირქვები, რამდენიმე ათეული მეტრიდან ორიოდე ასეულამდე.	ლიასი	ძირითადი ფიქლები, რამდენიმე ათასი მეტრი
პორფირიტული წყება და ნახშირიანი კონტინენტური ნალექები.	ფურა	ზღვიური ფიქლები დიბაზური ზეწრებით.
ზარევი	ფა	კარბონატული ფიქლები
კვარცის ქვიშა, კირქვები, მათ შორის ურგონული, გლავკონითიანი ქვიშაქვები, ვულკანოგენური ფაქციები (თხელი).	ცარცი	ფლიში
კარბონატული ეოცენი. მაიკოპური თიხები	პალეო-გენი	დენუდაცია ან ფლიში
მოლასური ნალექები	მენი	დენუდაცია

აპარა-თრიალეთის ზოლში სენომანურის უძველესი ნალექები ჯერჯერობით უცნობია და ამიტომ შედარებაც აქედან უნდა დაევიწყოთ.

## ბელტი

## თრიალეთის ქედი

ვულკანოტიანი ქვიშაქვა, ვულკანოგენური ფაციესი, შრებრივი კირქვები, სულ რამდენიმე ასი მეტრი

ზოგენური მერგელები და კირქვები, 100-ოდ მეტრი

კირქვები, 100 მეტრამდე

ქვიშაქვები და მაიკოპური თიხები რამდენიმე ათეული მეტრიდან ორიოდ ასულამდე.

მოლასური ნალექები

პალეო-ბ. კარცი  
 ცენი  
 ეოცენი  
 ოლიგოც.  
 ნეოგენი

ვულკანოგენური წყება 1500 m შრებრივი კირქვები

ფლიში, 1—2000 m

ქვიშაქვებო, თიხები და ვულკანოგენური წყება, 3500 m

ქვიშაქვები და თიხები, 1500 m

დენუდაცია

შედარება ნათლად გვიჩვენებს, რომ ბელტზე ნალექებს ბაქნური ხასიათი აქვს და მათი სისქე მცირეა. კავკასიონისა და თრიალეთის ზოლში ფაციესებიც და სისქეებიც გეოსინკლინურია. ნეოგენში ბელტზე მოლასური ნალექები გროვდება, ჩრდილოეთისკენ ახლად წარმოშობილი მთების ხარჯზე, — ესეც იმავე ბუნების განსხვავებაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 23.11.1941)

ГЕОЛОГИЯ

Академик А. И. Джанелидзе

ПРОБЛЕМА ГРУЗИНСКОЙ ГЛЫБЫ

I

Резюме

Касаясь проблемы геотектонического районирования Кавказа, автор останавливается на вопросе Грузинской глыбы. Под этим названием понимается сравнительно жесткое тело (Zwischengebirge), заключенное между складчатými зонами Большого Кавказа и Аджаро-Триалетского хребта. Его наличие устанавливается данными тектонического анализа и полностью подтверждается изучением фаций и мощностей осадков.

Академия Наук Грузинской ССР  
 Институт Минералогии и Геологии  
 Тбилиси



ИДА МАНДЕНОВА

О НЕКОТОРЫХ АСТРАГАЛАХ МЕСХЕТИИ

Настоящая заметка является результатом обработки астрагалов, собранных нами летом 1936 г. в возглавляемой профессором Д. И. Сосновским экспедиции в Ахалцихский район. В этом флористически мало исследованном районе, экспедицией были собраны астрагалы, неизвестные до сих пор для флоры Грузии, кроме того, выявилось наличие нового вида, описание которого мы помещаем ниже.

1. *Astragalus meskheticus* sp. nova

(sect. *Onobrychium* Boiss.)

Perennis. Caules e rhizomate pluricipiti numerosi, adscendentes ad 40 cm alti, ob pilos mediofixos (malpighiaceos) canescenti-virides. Stipula inter se connata, triangularia, membranacea, adpresse pilosa. Folia ambitu lanceolata 5—8 juga, foliolis lineari-lanceolatis ad 1 cm longis, 2 cm latis supra viridibus sparsissime pilosis, subtus glaucescentibus, sat dense pilosis. Racemi folia valde superantia, florendi tempore sat densi, ovales, fructificatione elongati laxiores. Bracteae triangulari-lanceolatae, dense pubescentes pedicellos aequantes. Calyx 5 mm longus, tubulosus pilis albis nigrisque intermixtis numerosis obsitus. Dentes calycini brevissimi pilis nigris numerosioribus obsiti, corolla rubescens. Vexillum tubo calycino triplo longior. Legumen tubo calycino 3—4-plo longior subincurvatus pilis albis nigrisque sparsis intermixtis dense obsitus; legumena matura saepissime oblique recurva, interdum subhorizontalia rarissime erecta.

Georgia. Meskhetia Distr. Aspindza. Inter pp. Chertvissi et Margistan 14.VIII.36 fl. fr. leg. D. Sosnowsky, L. Kemularia-Nathadze, I. Mandenova.

Многолетник. Стебли из многоглавого корневища многочисленные, приподымающиеся, до 40 см выс. серовато-зеленые от густо сидящих мальпигиевых волосков. Прилистники сросшиеся, треугольные, пленчатые, прижато-опушенные. Листья в очертании ланцетные состоят из 5—8 пар линейно-ланцетных листочков; листочки до 1 см дл. и 2 мм шир., с верхней стороны зеленые, очень рассеянно усаженные мальпигиевыми волосками, с нижней стороны сизоватые, довольно густо опушенные. Кисти значительно длиннее листьев, при цветах довольно густые, овальной формы, при плодах

удлиненные, более рыхлые. Прицветники треугольно-ланцетные густо опушенные, равны цветоножкам. Чашечка 5 мм дл., трубчатая, покрытая многочисленными прижатыми белыми и редкими черными волосками; зубцы чашечки очень короткие с более многочисленными черными волосками, венчик красноватый. Флаг в три раза длиннее чашечки. Боб 1,5 см дл., слегка изогнутый, густо усаженный белыми волосками с примесью редких черных; зрелые бобы, как правило, косо вниз направлены, в некоторых случаях они почти горизонтальные, очень редко бобы направлены вверх.

Грузия. Месхетия. Аспиндзский район. Между сел. Хертвиси и Маргистан 14.VIII.1936 (цв. пл.). Собр. Д. Сосновский, Л. Кемулария-Натадзе, И. Манденова.

Описываемый вид был собран нами в большом количестве экземпляров, как в цветах, так и в плодах, что дало возможность сравнить это растение с двумя близкими видами—*Astragalus lunatus* Pall. и *Astragalus Kozlovskiyi* Grossh.

Наш вид хорошо отличается от *Astragalus lunatus* Pall. прежде всего формой флага. Флаг у *Astragalus lunatus* Pall. к основанию сильно суженный, в средней части ромбический, в верхней трети продолговатый, у *Astragalus meskheticus* флаг ромбической формы. Помимо формы флага, можно указать также ряд других отличительных признаков, как-то: соотношение между бобом и чашечкой, характер опушения. У *Astragalus lunatus* Pall. боб в 2 $\frac{1}{2}$ , изредка в 3 раза превышает чашечку, у нашего вида боб в 3—4 раза превышает чашечку. Чашечка и боб у *Astragalus lunatus* Pall. усажены прижатыми черными волосками с редкой примесью белых волосков, у *Astragalus meskheticus* наблюдается обратное соотношение, чашечка и, в особенности, боб усажены прижатыми белыми волосками с редкой примесью черных волосков. *Astragalus lunatus* Pall.—вид, описанный из Ирапа, на Кавказе встречается только в Шемахинском районе близ с. Алты-Агач. *Astragalus meskheticus* пока найден только в Месхетии. Таким образом, эти два вида обладают самостоятельными, хорошо разграниченными ареалами. Значительно более резкая габитуальная и морфологическая разница наблюдается между нашим видом и *Astragalus Kozlovskiyi* Grossh. Последний вид произрастает на скалистых сухих склонах в окрестностях г. Ахалциха, т. е. в одном и том же районе с *Astragalus meskheticus*. Отсутствие обособленного ареала у *Astragalus meskheticus* заставило особенно тщательно сверить признаки, характеризующие эти два вида, для выяснения вопроса—не является ли описываемый нами вид только лишь экологической формой *Astragalus Kozlovskiyi* Grossh. Кроме аутентичных экземпляров *Astragalus Kozlovskiyi* Grossh., в нашем распоряжении были также экземпляры того же вида, собранные близ Ахалциха Д. И. Сосновским, Л. М. Кемулария-Натадзе и мною во время совместных сборов в Ахалцихском районе. Наличие обширного гербарного материала как по нашему виду, так и по *Astragalus*



*Kozlovskiy* Grossh. позволило установить следующие отличительные признаки этих двух видов. Зубцы чашечки у *Astragalus Kozlovskiy* Grossh. длинные, только в  $1\frac{1}{2}$ —2 раза короче ее трубочки, у нашего вида они очень мелкие, во много раз короче трубочки. Боб у *Astragalus Kozlovskiy* Grossh. превышает чашечку в 2, реже в 3 раза<sup>1</sup>. У *Astragalus mescheticus* боб превышает чашечку в 4, изредка в 3 раза; кроме того, боб несколько уже и длиннее. Некоторые мелкие отличия можно отметить также и в строении цветка. Так, у нашего вида верхушка флага несколько уже и более остро срезанная. Кроме перечисленных признаков, наш вид хорошо отличается от *Astragalus Kozlovskiy* также и листьями. У *Astragalus Kozlovskiy* Grossh. листья состоят из 9—11 пар овально-продолговатых листочков, у *Astragalus mescheticus* листья из 5—8 пар значительно более узких, линейно-ланцетных листочков. Различная форма листочков создает значительную габитуальную разницу между этими двумя видами. Перечисленные выше признаки при проверке на обширном материале показали себя вполне константными, что позволило нам выделить наш астрагал в качестве самостоятельного вида.

2. *Astragalus aegobromus* Boiss. et Hoh. Diagn. ser. I, 9 (1849) 74.

Distr. Akhazikhe. In via ad monasterium Safara. 5.VIII.36, leg. D. Sosnowsky, L. Kemularia-Nathadze, I. Mandenova. Novitas pro flora Georgiae.

3. *Astragalus glaucophyllodes*, Bornm. et Wor. Bornmüller in Вестн. Т. Б. С. 34 (1914) 2<sup>(2)</sup>.

Distr. Akhazikhe. Inter pp. Rustavi et Aspindza. 14.VIII.36. Inter Akhazikhe et p. Benara 6.VIII.36, leg. D. Sosnowsky, L. Kemularia-Nathadze, I. Mandenova. Novitas pro flora Georgiae.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический Институт

(Поступило в редакцию 18.II.1941)

ბოტანიკა

ილა მანდენოვა

ზოგიერთი ახალი ასტრაგალის შიხახებ მისხმეტიდან

რეზუმე

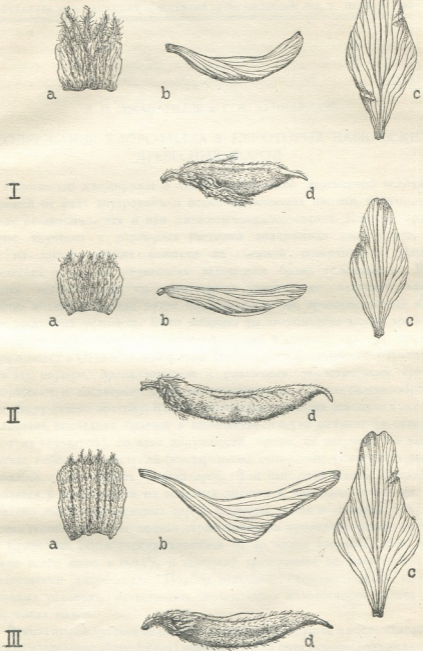
წინამდებარე შენიშვნაში ავტორი აღწერს გვარ *Astragalus*-ის ახალ სახეობას *A. mescheticus* I. Mand. *A. lunatus* Pall.-ისგან ეს სახეობა განირჩევა ადრის ფორმით, პარკისა და ჯამის თანაფარდობით, შებუსვის ხასიათით. მე-

<sup>1</sup> По А. А. Гроссгейму, боб у *Astragalus Kozlovskiy* в 3—4 раза превышает чашечку («Флора Кавказа», II, 1930, стр. 326).

<sup>2</sup> Определение подтверждено А. Л. Харлазе.

ორე, მახლობელ სახეობისაგან *A. Kozlovskyi* Grossh. ახალი სახეობა განსხვავდება ჯამის გაცილებით უფრო მოკლე კბილებით, უფრო მახვილად წაკეცილი აფრის წვერით, უფრო ვიწრო და გრძელი პარკით და ბოლოს ხაწურილანცეტა ფოთოლაკებით. გარდა ამისა, ავტორს მოჰყავს საქართველოსათვის რამდენიმე ახალი ასტრაგალი, როგორცაა *A. aegobromus* Boiss. et Hoh. და *A. glaucophyllodes* Bornm. et Wor.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი



I. *Astragalus Kozlovskiy* Grossh. II. *Astragalus meskheticus* I. Manden.  
III. *Astragalus lunatus* Pall. Во всех рисунках: *a*—чашечка в развернутом  
виде, *b*—флаг сбоку, *c*—флаг в развернутом виде, *d*—боб.



БОТАНИКА

Л. И. ДЖАПАРИДZE и Г. Н. ХУНЦАРИДZE

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА У НЕКОТОРЫХ КAVKAZСКИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Количество хлорофилла в листе представлено переменной величиной, зависящей от ряда внутренних и особенно внешних причин, влияющих на нее как независимо, так и при сложном взаимосочетании. Поэтому сравнительное изучение у различных растений содержания хлорофилла, «одного из интереснейших веществ на земной поверхности» (Дарвин), являющееся одной из труднейших задач, еще более усложняется. В настоящем исследовании мы стремились максимально ослабить влияние различия внешних причин путем подбора растений, произрастающих в наиболее сравнимых условиях. Было выбрано 40 листопадных видов древесных и кустарниковых пород из кавказской флоры в возрасте 30—35 лет, культивирующихся в Отделе живой флоры Тбилисского Ботанического Института. Здесь эти породы, принадлежащие к различным экологическим группам, произрастают в достаточно сравнимых условиях, на пологом склоне, обращенном к северу-северо-востоку. В целях уменьшения влияния различия в экспозиции листьев, последние брались в количестве от 0,5 кг до 2,0 кг (в зависимости от их размеров), со всей окружности кроны, на половине ее высоты. В случае небольших растений (кустарников), означенное количество листьев собиралось с нескольких экземпляров. Так как содержание хлорофилла колеблется в зависимости от возраста листьев и периодов вегетации, было проведено шесть ежемесячных серий анализов, с мая по октябрь 1935 года. В предыдущий 1934 год полная серия анализов проведена только в сентябре. Сравнение сентябрьских анализов по 40 видам растений дало расхождение всего лишь в 0,03% и показало достаточное видовое постоянство в содержании хлорофилла. Подбор растений, произрастающих только в сравнимых условиях, естественно, ограничивает возможность охвата большого числа видов.

Взятые пробы листьев подвергались воздушной сушке и после измельчения шли для извлечения хлорофилла (навеска в 2 г) и определения содержания влаги (навеска 8—10 г). Все процедуры с материалом и вытяжками велись без доступа света. Экстракция производилась упрощенная, только одним сухим этиловым спиртом. Отличаясь, таким образом, от общепринятых более точных методов, примененный нами способ является все же достаточным для целей сравни-

тельного исследования суммарного содержания пигмента. Экстракты сличались в колориметре Дюбоска при четырехкратном повторении со стандартом, приготовленным по прописи Guthrie. Содержание хлорофилла вычислено в процентах по отношению к абсолютно сухой навеске (110°C).

Результаты анализов, в виде средних показателей, представлены в таблице 1, где сведены данные только по 32 видам растений, наиболее полно охваченных анализами.

Процентное содержание хлорофилла

Таблица 1

№№ по пор.	Название растений	Среднее содержание	Помесячное колебание					
			Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1	<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.	1,14	1,00	0,80	1,31	1,49	1,01	1,24
2	<i>Acer quinquelobum</i> C. Koch.	1,06	1,00	0,98	1,28	1,06	0,82	1,24
3	<i>Acer platanoides</i> L.	0,80	1,02	0,75	0,73	0,97	0,79	0,51
4	<i>Acer campestre</i> L.	0,80	0,63	0,89	0,93	0,83	0,83	0,66
5	<i>Viburnum Opulus</i> L.	0,67	0,53	0,78	0,97	0,76	0,42	0,53
6	<i>Viburnum Lantana</i> L.	0,65	0,72	0,49	0,77	0,95	0,56	0,38
7	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	0,65	0,72	0,54	0,82	0,72	0,63	0,44
8	<i>Quercus iberica</i> Ledeb.	0,65	0,63	0,56	0,75	0,64	0,58	0,72
9	<i>Quercus castaneifolia</i> C. A. M.	0,64	0,50	0,55	1,06	0,58	0,61	0,52
10	<i>Mespilus germanica</i> L.	0,63	0,51	0,60	0,74	0,87	0,71	0,43
11	<i>Pyracantha coccinea</i> Roehm.	0,61	0,57	0,48	0,84	0,64	0,56	0,54
12	<i>Morus alba</i> L.	0,60	0,90	0,55	0,73	0,61	0,44	0,38
13	<i>Fraxinus oxelsior</i> L.	0,59	0,61	0,45	0,65	0,70	0,57	0,56
14	<i>Lonicera iberica</i> M. B.	0,58	0,71	0,73	0,63	0,68	0,36	0,38
15	<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	0,58	0,66	0,65	0,63	0,65	0,46	0,44
16	<i>Rhus coriaria</i> L.	0,57	0,61	0,37	0,74	0,64	0,63	0,40
17	<i>Celtis caucasica</i> Willd.	0,57	0,76	0,50	0,61	0,55	0,55	0,43
18	<i>Amelanchier vulgaris</i> Moench.	0,57	0,43	0,34	0,63	0,55	0,59	0,85
19	<i>Corylus Avellana</i> L.	0,56	0,72	0,46	0,46	0,68	0,52	0,49
20	<i>Cornus anstralis</i> C. A. M.	0,55	0,65	0,64	0,59	0,59	0,47	0,38
21	<i>Cotinus Coggygia</i> Scop.	0,55	0,71	0,41	0,98	0,38	0,43	0,37
22	<i>Corylus Colurna</i> L.	0,53	0,90	0,40	0,43	0,54	0,46	0,44
23	<i>Acer tataricum</i> L.	0,49	0,55	0,52	0,68	0,40	0,42	0,34
24	<i>Acer ibericum</i> M. B.	0,48	0,51	0,40	0,56	0,45	0,47	0,49
25	<i>Cerasus incana</i> Pall.	0,48	0,46	0,48	0,63	0,44	0,43	0,42
26	<i>Amygdalus Fenzliana</i> Lipsky	0,47	0,45	0,24	0,59	0,57	0,49	0,49
27	<i>Paliurus spina</i> Christi (Mili) K. C. Schneid	0,46	0,56	0,40	0,55	0,55	0,39	0,33
28	<i>Pistacia mulica</i> F. et M.	0,46	0,50	0,54	0,62	0,40	0,36	0,34
29	<i>Pirus elacagnifolia</i> Pall.	0,46	0,50	0,40	0,64	0,41	0,49	0,34
30	<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	0,43	0,41	0,43	0,30	0,74	0,38	0,33
31	<i>Amygdalus georgica</i> Desv.	0,41	0,50	0,50	0,30	0,62	0,28	0,28
32	<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	0,39	0,54	0,33	0,43	0,37	0,34	0,31
Среднее ежемесячно:			0,64	0,54	0,71	0,66	0,53	0,50

Полученные аналитические данные позволяют нам иметь следующее суждение относительно изучаемого вопроса:

1. В зависимости от видовых особенностей, а также сроков анализа, относительное содержание хлорофилла колеблется в широких пределах, от



1,5% (*Qu. pedunculata*) до 0,25% (*Amygdalus Fenzliana*), при общем невысоком среднем значении в 0,595%. Содержание хлорофилла выше 0,7% в условиях Тбилиси встречается только у немногих древесных растений.

2. Наибольшего выражения содержание хлорофилла достигает, в общем, в июле, после чего его количество постепенно снижается до самого листопада (ноябрь). Характер падения количества хлорофилла в сентябре и первой половине октября не стоит ни в какой связи с видовыми особенностями последующего листопада. Некоторые растения обнаруживают известную стойкость в содержании хлорофилла от сентября к октябрю (напр., в таблице №№ растений 11, 13—15, 25, 26, 31) и даже небольшой подъем (№№ 1, 2, 5, 8, 18, 24), тогда как своим листопадом они особенно не отличаются от прочих исследованных растений.

3. Большинство растений (2/3) в мае содержат несколько больший процент хлорофилла, чем в июне. Надо полагать, что это явление вызвано диспропорцией в нарастании абсолютного количества хлорофилла и остальной сухой массы листьев; очевидно, что от мая к июню в развитии листьев увеличение их сухой массы значительно обгоняло процесс новообразования хлорофилла.

4. В то время как одни породы (№№ 1, 4, 8, 15, 24, 25) показывают сравнительно большое постоянство в содержании хлорофилла на протяжении их вегетации, у других колебание бывает значительным и может достигать 100 процентов. При этом максимальное содержание в некоторых случаях оттягивается до июля. Все это указывает на большие различия в общем ходе возрастных изменений листьев отдельных растений.

5. Намечается некоторая зависимость содержания хлорофилла от степени засухоустойчивости растений. В приведенной таблице, где породы расположены в порядке падения среднего процентного содержания хлорофилла (первый столбец), можно подметить, что все те растения, высокая засухоустойчивость которых вполне установлена и проверена для условий Тбилиси, тяготеют к концу таблицы.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический Институт  
Отдел анатомии и физиологии растений

(Поступило в редакцию 4.11.1941)

ბოტანიკა

ლ. ჯაფარიძე და ბ. ხუნწარიძე

ქლოროფილის რაოდენობა ზოგიერთ ქვეკასიურ მერქმთან ჯიშებში  
რეზუმე

ჩატარებულია ქლოროფილის რაოდენობის შედარებითი გამოკვლევა ორ-  
მოცი სახის მერქმთან ჯიშებში, რომელნიც ერთნაირ პირობებშია გაზრდილი  
(თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის ცოცხალი ფლორის განყოფილებაში).

ყველაზედ უფრო მთლიანად შესწავლილ 32 ჯიშის ქლოროფილის  $\%$ -ლი შემცველობა მოგვყავს ცხრილში, რომელიც გვიჩვენებს შემდეგს:

1. მცენარეთა სახეობრივი თავისებურებისა და საანალიზო ვადების მიხედვით, ქლოროფილის შედარებითი რაოდენობა მერყეობს  $1,5\%$ -დან  $0,24\%$ -მდე (გადაანგარიშებულია ფოთლის მშრალ წონაზე).  $0,7\%$  ზევით ქლოროფილის რაოდენობა თბილისის პირობებში იშვიათად გვხვდება.

2. ყველაზედ მეტი ქლოროფილი ივლისშია; შემდეგ თვეებში მისი რაოდენობა თანდათანობით მცირდება ფოთოლთცვენამდე. გამოირჩევა რამდენიმე ჯიში, რომლებშიც ქლოროფილის რაოდენობა ოქტომბრამდისაც კი მატულობს.

3. გამოკვეთულ მცენარეთა უმრავლესობას ( $\frac{2}{3}$ ) მათში უფრო მეტი ქლოროფილი აღმოაჩნდა, ვიდრე ივნისში. ეს შეიძლება აიხსნას იმ დისპროპორციულობით, რომელიც ალბათ ამ ვადაში ფოთლის მშრალი მასის ზრდისა და ახალ ქლოროფილის წარმოქმნას შორის უნდა არსებობდეს.

4. ზოგიერთ მცენარეთათვის აღსანიშნავია ქლოროფილის რაოდენობის მეტად დიდი მერყეობა, რომელიც  $100\%$  აღწევს, იმ დროს როდესაც სხვა მცენარეებში მისი რაოდენობა იჩენს საკმაო მუდმივობას მთელი ვეგეტაციის მანძილზე.

5. თითქოს ისახება ერთგვარი დამოკიდებულება ქლოროფილის შემცველობასა და გვალვის გამძლეობას შორის: ის ჯიშები, რომელთა გვალვაგამძლეობაც თბილისის პირობებისათვის დამტკიცებულია და შემოწმებული, სხვებთან შედარებით ნაკლებ ქლოროფილს შეიცავენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

ანატომიისა და ფიზიოლოგიის

განყოფილება

Д. Н. КОБАХИДЗЕ

## К ВЫЯСНЕНИЮ МЕСТООБИТАНИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ

Зоологическая литература чрезвычайно скудна в освещении вопросов местообитаний медицинской пиявки. Имеющиеся данные говорят о том, что сумма основных экологических факторов, обуславливающих возможность жизни медицинской пиявки, складывается из следующих элементов: постоянного присутствия пресной воды соответствующего химизма, наличия, главным образом, торфяного, черноземного или илистого грунта и нахождения в биоценозе местообитания пиявок других видов животных, могущих служить им пищей.

В 1941 г., во время предпринятого мною обследования на различных участках территории Грузии, подобное распространение медицинской пиявки, в основном, подтвердилось. Однако, наряду с этим было констатировано нахождение медицинских пиявок в биотопе, выходящем за пределы вышеуказанных местообитаний. Это временно затопляемые во время сильных дождей луга в низменной части Западной Грузии близ сел. Суджуну (Абашский район).

Обследованная мною территория характеризуется следующими особенностями: она имеет сравнительно ровную поверхность, с незначительным уклоном к р. Риони, расположенной в нескольких километрах; сплошь покрыта плотным ковром *Paspalum digitaria* G. и используется населением под сенокос и как пастбищный луг местного значения. Местами, вглубь территории, от грунтовой проселочной дороги имеются редкие заросли мелкорослой *Alnus barbata* A. С. М.

Единственным источником пресной воды здесь являются лишь атмосферные осадки, выпадающие в среднем в таком количестве: зимой—399 мм, весной—242 мм, летом—265 мм и осенью—397 мм (всего 1303 мм в год). Таким образом, водные условия исследованного местообитания пиявок наиболее благоприятны как раз в то время года, когда они проявляют сравнительно малоактивную жизнь. Действительно, весной и летом, когда пиявка сравнительно более активна—вода имеется в минимуме, бывают даже годы (например лето 1941 г.), когда в продолжение 5-ти месяцев почти не выпадает осадков. Даже в самый дождливый период, когда выпадает максимум

осадков, вода не образует здесь слоя больше, чем в 50 см над поверхностью земли и не держится дольше 5—6 дней. В периоды же меньших осадков высота воды и длительность затопления еще более сокращаются. Таким образом, на исследованной территории водный фактор находится в количественном отношении в минимуме для жизни пиявок, ибо большую часть года здесь не только отсутствуют длительные скопления воды, но весь верхний горизонт земли оказывается лишенным минимального увлажнения. В качественном же отношении выпадающие атмосферные осадки—один из благоприятных факторов, так как они пресны, т. е. свободны от вредных для пиявок минеральных солей.

Почва исследованной мною территории илесто-песчаная, состоящая из старых наносов р. Риони. Летом, при сильной засухе, верхний слой земли трескается и высыхает; лишь в более глубоких горизонтах поддерживается постоянная влажность почвы.

В постоянных водоемах (озерах, болотах и т. д.) медицинская пиявка может питаться за счет крови многих животных; в молодости, например, она нередко существует за счет крови рыб и амфибий и, возможно, целого ряда форм беспозвоночных животных. При этом очевидно, что в озерах и болотах имеется больше пищевых ресурсов для пиявок, чем на исследованном мною пастбищном луге. Наиболее существенным источником пищи пиявок являются здесь домашние животные, пасущиеся почти круглый год и частично также дождевые черви.

Таким образом, почти все основные экологические факторы исследованной территории намного отклоняются от обычно понимаемого среднего местообитания медицинской пиявки. Поэтому, нахождение ее здесь в огромных количествах обращает на себя исключительное внимание; сравнительное количественное насыщение ею этого биотопа так велико, что оставляет далеко позади такие казалось бы оптимальные местообитания, как торфяные озера и болота центральной части Кавказской низменности.

Количественное изобилие медицинской пиявки на исследованной территории издавна привлекало внимание местного населения. Ее промышленный лов проводится здесь систематически и значительная добыча реализуется как на местном рынке (Абаша), так и за его пределами.

Основным сезоном для лова медицинской пиявки здесь считается период с апреля по ноябрь, в особенности же ранняя весна. Позднее, глубокой осенью и зимой, лов пиявок становится затруднительным. Одним из основных фактором ее жизни—водный режим—достигает в это время, правда, своего оптимума, но вследствие значительного понижения температуры, пиявка переходит в более пассивный период своей жизни, что и затрудняет ее лов. Лучшим периодом для лова пиявок считаются ясные и тихие весенние и летние дни, особенно после дождя, когда на поверхности земли выступает вода и пиявки, вылезая из земли, покрывают в огромном количестве



временно затопленные нижние ярусы травостоя, или же плавают в нагретой солнцем воде. Однако, такой удобный для лова пиявок период продолжается летом, после дождя, недолго—дня 3—5, так как за этот период вода частично высыхает, усваивается растительностью, стекает или проникает в более глубокие горизонты почвы.

Соответственно с этим и пиявки перемещаются в более глубокие слои, следуя за опускающимся горизонтом увлажнения. В засушливое лето (каким было лето в 1941 г.) пиявки проникли в почву довольно глубоко, в особенности по образовавшимся в нем трещинам (до одного метра ниже поверхности земли). При дальнейшем высыхании земли зарывшиеся на такой глубине пиявки окружались коконом из белой слизи и становились почти неподвижными. Если в такое время нужно добыть пиявок, то их приходится извлекать из земли с помощью лопат, после довольно трудной копки.

Своеобразие вышеописанного местообитания пиявок очевидно. Биотоп этот чрезвычайно резко отклоняется от всех установленных мною для других районов Грузии местообитаний медицинской пиявки, и при этом замечателен тем, что именно в этих условиях наблюдается максимальное количественное насыщение исследованной территории медицинской пиявкой. Этот факт, безусловно, заслуживает внимания и дальнейшего изучения для возможных теоретических обобщений.

Приведенные данные ясно указывают на большую экологическую пластичность медицинской пиявки, допускающую значительное расширение обычно принятого представления о характере специфических условий ее местообитания. Вместе с тем ставится вопрос о разнообразии форм жизненного цикла медицинской пиявки, зависящего от экологических условий и комплекса биоценологических взаимоотношений, к которым пиявка должна приспособляться и которыми допускается ее относительное количественное процветание.

Академия Наук Грузинской ССР  
Зоологический Институт  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 6.12.1941)

ზოოლოგია

დ. კობახიძე

სამედიცინო წურბელას ადგილსამყოფელის გამორკვევისათვის  
საქართველოს ბუნებრივ პირობებში

რეზუმე

1941 წ. განმავლობაში ავტორის მიერ საქართველოს ზოგიერთი რაიონის გამოკვლევისას სამედიცინო წურბელას გავრცელება დადასტურდა ძირითადად ისეთ ადგილსამყოფელებში, როგორც ეს დადგენილია ზოოლოგიის



ლიტერატურაში (ტბებში, ქაობებში და მათგან გამომდინარე რუებში). ამას გარდა, ავტორის მიერ სოფ. სუჯუნის (აბაშის რაიონი) ახლოს, დიდ ტერიტორიაზე, ადგილობრივი მნიშვნელობის საბალახო და სათიბ ფართობზე, რომლის წყლის ბალანსი მხოლოდ ატმოსფერული ნალექებით განისაზღვრება, რეგისტრირებული იყო სამედიცინო წურბელას განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გავრცელება.

აღნიშნული ფაქტის ანალიზის საფუძველზე ავტორს შემდეგი დასკვნები გამოჰყავს: სამედიცინო წურბელა დიდი ეკოლოგიური პლასტიკურობით ხასიათდება, რაც შესაძლებელს ხდის მის ჩვეულებრივად ცნობილ სპეციფიკურ ადგილსამყოფელის დიდად გაფართოებას. ამას გარდა, ისმება საკითხი სამედიცინო წურბელას სასიცოცხლო ციკლის ნაირსახეობის შესახებ, რაც დაპირობებულია ეკოლოგიური პირობებით და ბიოცენოლოგიურ ურთიერთდამოკიდებულებათა კომპლექსით, რომლებსაც წურბელა უნდა შეეგუოს და რომლებიც დაუშვებენ მის შედარებით რაოდენობრივ სიჭარბეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოთლოგის ინსტიტუტი

თბილისი



Н. В. МАТИКАШВИЛИ и Н. И. ДЖАПАРИДЗЕ

ЛИЧИНКИ И НИМФЫ КЛЕЩЕЙ RHIPICEPHALUS SANGUINEUS LATR.  
И RH. TURANICUS В. РОМ.

Посвящается светлой памяти  
В. И. Померанцева

*Rh. turanicus* В. Ром. является установленным переносчиком нутталлиоза лошадей в Средней Азии (Агринский, [1], 1935, 1937). Роль этого клеща в передаче заболеваний сельскохозяйственных животных и человека в других районах СССР не изучалась, не изучена также биология и экология этого вида. Находки *Rh. turanicus* в Средней Азии, Закавказье и других местах на юге СССР говорят о широком ареале его распространения, хотя сведения об этом клеще еще очень скудны. Уже после описания *Rh. turanicus*, как самостоятельного вида, многие биологические данные, напр.: круг хозяев и др. могли быть отнесены к другим морфологически близким видам, в первую очередь к *Rh. sanguineus*, тем более, что систематика молодых стадий (личинки и нимфы) в роде *Rhipicephalus* совершенно не разработана. Чтобы облегчить правильное определение клеща *Rh. turanicus* и тем способствовать его всестороннему изучению, мы взяли на себя задачу установить морфологические отличия молодых стадий этого вида, сравнив их с личинками и нимфами наиболее близкого к нему вида—*Rh. sanguineus*, хотя сходство с последним у *Rh. turanicus* чисто морфологическое. Даже те немногочисленные наблюдения, которыми мы располагаем на сегодняшний день, говорят о больших биологических различиях между обоими видами: имагинальные стадии *Rh. turanicus* встречаются на различных сельскохозяйственных животных—крупном и мелком рогатом скоте, лошадях, свиньях и собаках, клещи нападают на животных на пастбище, в то время как *Rh. sanguineus*, обычный эктопаразит собак, живет, главным образом, в городских условиях и приспособился к обитанию в жилье (Елпатьевский, [3], 1934; Матикашвили, [4], 1941).

Для описания и рисунков нам послужили личинки и нимфы, выведенные в лаборатории: личинки *Rh. turanicus* получены от самок, снятых с овец в совхозе Эльдар (Восточная Грузия), а *Rh. sanguineus*—от самок с собак г. Тбилиси. Личинки *Rh. turanicus* кормились на козле, а личинки *Rh. sanguineus*—на кролике, последние при сравнении с личинками, снятыми с собак, ничем от них не отличались. Приведенные рисунки выполнены одним из авторов (Джапаридзе). №№ 1, 3, 5 и 8 сделаны с дорзальной стороны, пунктирной линией обозначены части просвечивающие на тотальных препаратах, через дорзальную поверхность клеща. Остальные рисунки

сделаны с ventральной стороны. Определение имагинальных стадий производилось под бинокулярной лупой. При рассматривании признаков у личинок и нимф мы пользовались, наряду с исследованием под лупой, тотальными препаратами из личинок и нимф, заделанными в жидкость Фора и рассматриваемыми под микроскопом. Ввиду того, что молодые стадии очень мелки и рассмотреть отдельные признаки под лупой весьма затруднительно, мы предлагаем, наряду с исследованиями под лупой, просмотр вышеуказанных микроскопических препаратов. Под микроскопом хорошо видны те детали, которые под лупой совершенно незаметны, напр. строение кокс. Общепринятый термин «коксы расщеплены», конечно, имеет условный характер, в действительности коксы у клещей не расщеплены, а несут в этих случаях два шипа, которые являются

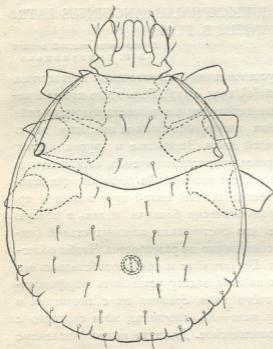


Рис. 1. Личинка *Rh. sanguineus*.

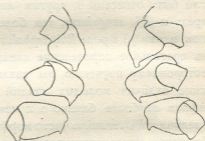


Рис. 2. Личинка *Rh. sanguineus*, коксы

отростками основной части коксы и расположены поверх общего хитинового покрова клеща. На просветленных микроскопических препаратах видна и та часть коксы, которая находится под хитиновым покровом и, таким образом, можно судить о действительной форме кокс. Напр. коксы I у нимф обоих рассматриваемых нами видов различаются по форме, хотя, придерживаясь обычной терминологии, в обоих случаях мы можем только сказать, что «коксы расщеплены».

#### Личинка *Rh. sanguineus*<sup>(1)</sup>

Величина голодной личинки 576:528, и более крупных—642:448  $\mu$ . Форма тела овальная, суживающаяся кпереди (рис. 1). На заднем крае

<sup>(1)</sup> Морфологических различий имагинальных стадий *Rh. sanguineus* и *Rh. turanicus* мы не касаемся, они изложены в работе Б. И. Померанцева [2].

тела 9 резко выраженных фестонов. Каждый фестон, за исключением среднего, несет с дорзальной стороны по одной щетинке. Спинной щиток очень широкий, отношение ширины к длине 12:7, у голодной личинки

занимает значительно меньше половины спины. Боковые края щитка идут параллельно краям тела личинки. Задний край слабо выпуклый, почти прямой, проходит на уровне переднего края третьих кокс. Глаза овальные, выпуклые, расположены в заднебоковых уг-

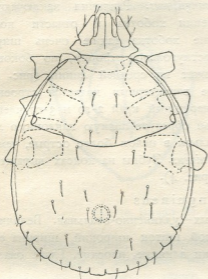


Рис. 3. Личинка *Rh. turanicus*.

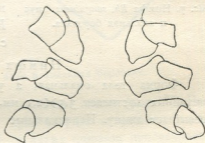


Рис. 4. Личинка *Rh. turanicus*, коксы.

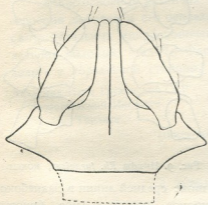


Рис. 5. Нимфа *Rh. sanguineus*, хоботок.

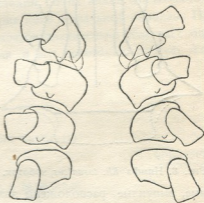


Рис. 6. Нимфа *Rh. sanguineus*, коксы.

лах щитка. Основание хоботка шестиугольное, очень широкое. Боковые углы выше средней линии. Пальцы толстые, наружный край второго и третьего члеников пальца образуют выпуклую линию. Зубных рядов 2/2. Коксы без шипов с нижневнутренними зубцами, хорошо заметными на просветленных препаратах (рис. 2).

### Личинка *Rh. turanicus*

По величине и форме тела не отличается от личинок *Rh. sanguineus*. Строение дорзального щитка и фестонов на заднем крае тела то же, что у *Rh. sanguineus*. Различия заключаются в строении хоботка и отчасти кокс. Основание хоботка также очень широкое, шестиугольной формы, но боковые углы лежат на средней линии (рис. 3). Наиболее характерным является строение пальп—наружный край 2-го и 3-го члеников пальп образует прямую наклонную линию. Пальпы в целом более острые, чем у *Rh. sanguineus*. Зубцы на коксах выражены слабее (рис. 4).

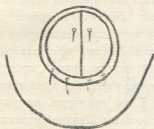


Рис. 7. Нимфа *Rh. sanguineus*, анус и анальная бороздка.

### Нимфа *Rh. sanguineus*

Форма тела овальная, а упитанных—удлиненно-овальная. Величина упитанных достигает  $3,5 \times 2,1$  мм. Спинной щиток широкий, ширина его превышает длину. Цервикальные бороздки длинные, плоские. Глаза оваль-

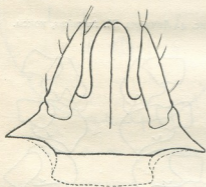


Рис. 8. Нимфа *Rh. turanicus*, хоботок.

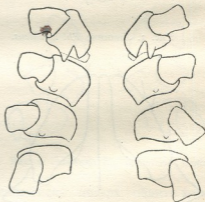


Рис. 9. Нимфа *Rh. turanicus*, коксы.

ные, выпуклые, расположены значительно ниже средней линии в заднебоковых углах щитка. Основание хоботка широкое, шестиугольное, боковые углы на средней линии или чуть выше. Пальпы толстые, наружный край второго и третьего члеников пальп немного выпуклый (рис. 5). Коксы I с двумя шипами. Внутренняя часть кокс I, на просветленных препаратах, сильно выдается за край той части коксы, которая расположена поверх общего хитинового покрова клеща (рис. 6). Анальная бороздка окружает анус в виде полукруга (рис. 7). Перитрема яйцевидная, суженный конец ее направлена вверх и назад.



Нимфа *Rh. turanicus*

По форме и величине тела и спинного щитка голодные нимфы сходны с нимфами *Rh. sanguineus*. Различия заключаются в строении хоботка и кокс и форме анальной борозды. Основание хоботка широкое, боковые

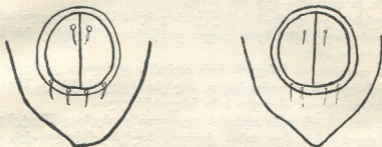


Рис. 10. Нимфа *Rh. turanicus*, анус и анальная бороздка.

углы очень острые, расположены [ниже средней линии (рис. 8). Пальпы более тонкие и заострены, наружный край второго и третьего члеников пальп образует прямую линию. Коксы I—с двумя шипами, просвечивающие внутренние части кокс выдаются меньше, в виде угловых выступов (рис. 9). Анальная борозда вытянута назад, образуя угол (рис. 10).

Итак, основные различия молодых стадий обоих видов заключаются в строении хоботка и его основания и форме кокс и анальной борозды. Просмотр тотальных микроскопических препаратов значительно облегчает определение молодых стадий. Форму хоботка и его основания следует определять с дорзальной стороны.

Академия Наук Грузинской ССР  
Зоологический Институт  
Тбилиси

(Поступило в редакцию 13.11.1941)

ჯოჯობა

ბ. მათიკაშვილი და ნ. ჯაფარიძე

RH. DURANICUS-ის და RH. SANGUINEUS-ის ტკიპების მატლები  
და ნიმფები

რეზუმე

*Rh. turanicus* B. Pom. შუა აზიაში ცნობილია როგორც ცხენების ნუტალიოზის გადამტანი. იმისათვის, რომ გაადვილებული იყოს ამ ახალი სახის ტკიპის ყოველმხრივი შესწავლა, ავტორები იძლევიან მისი ახალგაზრდა სტადიე-

ბის მორფოლოგიურ აღწერას. შედარებისათვის მოყვანილია მასთან მორფოლოგიურად ახლო მდგომი სახის *Rh. sanguineus*-ის იგივე სტადიების აღწერა.

ამ ორი სახის ლარვების შორის განსხვავება მდგომარეობს ხორთუმის და ნაწილობრივ კოკსების აგებულებაში. *Basis capituli* ექვს-კუთხიანია *Rh. sanguineus*-ის *basis capituli*-ს გვერდითი კუთხეები მის შუა ხაზის ზევით მდებარეობენ, ხოლო *Rh. turanicus*-ის—ზედ შუა ხაზზე.

პალპების მე-2 და მე-3 ნაწილაკების გარეთა მხარე პირველი სახისათვის ჰქმნის ამობურთულ ხაზს, მეორისათვის კი სწორს და პალპებიც მას საერთოდ უფრო წვრილი აქვს.

*Rh. sanguineus*-ის ნიმფების *basis capituli*-ს გვერდითი კუთხეები მის შუა ხაზზე მდებარეობენ ან ოდნავ ზევით, პალპები სქელი აქვს და მათი გარეთა მხარე ამობურცულია. ანალური ხაზი ნახევარწრიულია.

*Rh. turanicus*-ის *basis capituli*-ს გვერდითი კუთხეები გამწვეტებული აქვს და მდებარეობენ მის შუა ხაზის ქვემოთ, პალპები წვრილი აქვს, ანალური ხაზი გაწეულია უკან და ცოტად თუ ბევრად გამოსახულ კუთხეს ჰქმნის.

ნახაზები გაკეთებულია ტოტალურ მიკროსკოპიულ პრეპარატებიდან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

## ZOOLOGY

### LARVAE AND NIMPHS OF TICKS RHIPICEPHALUS SANGUINEUS L. AND RH. TURANICUS B. POM.

By N. MATIKASHVILI and N. JAPARIDZE

#### Summary

This article contains the description and drawings of the young stages of ticks *Rh. sanguineus* and *Rh. turanicus*. Larva *Rh. sanguineus* (fig. 1, 2). The dorsal scutum is wide, with slightly salient, almost straight. Oval protuberant eyes lie in postero-lateral corners of the scutum. *Basis capituli* is hexagonal. The lateral corners of *basis capituli* lie over the middle line. The palpi are stout. The exterior edge of the second and the third articles form a convex line. The hypostome has 2/2 rows of teeth.

Larva of *Rh. turanicus* (fig. 3, 4) differs from larva of *Rh. sanguineus* by the structure of *basis capituli* and partly of coxes. *Basis capituli* hexagonal, lateral corners lie on the middle line. The form of palpi is most characteristic—the exterior edge of the second and the third articles form a straight line. The palpi as a whole are sharper than in *Rh. sanguineus*.

Nymph of *Rh. sanguineus* (fig. 5, 6, 7). *Basis capituli* is wide, hexagonal, its lateral corners lie on the middle line or slightly higher. Anal furrow goes, around the anus in a form of a semicircle.

Nymph of *Rh. turanicus* (fig. 8, 9, 10) differs from that of *Rh. sanguineus* by the structure of basis capituli, coxes and anal furrow. Lateral corners are situated lower than the middle line. The palpi are thinner, the exterior edge of the second and third articles form a straight line. The anal furrow is drawn backward and has an angular form.

Academy of Sciences of the Georgian SSR  
Zoological Institute  
Tbilissi

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Н. И. Агринский. О клещах перелатчиках пугаллиоза лошадей в Средней Азии. Сов. Ветеринария, № 10, 1935.
2. Б. И. Померанцев. К морфологии рода *Rhipicerphalus* Koch в связи с построением натуральной классификации Ixodoidea. Паразитолог. Сборн. ЗИН АН СССР, т. VI, 1936.
3. В. С. Елпатьевский. Наблюдения над клещами *Rhipicerph. sanguineus*. Труды Азербайджанского отд. Зак. Фил. АН СССР, т. VII, 1934.
4. Н. В. Матикашвили. К биологии клеща *Rh. sanguineus*. Труды ГрузНИВОС, 1941.



ФИЗИОЛОГИЯ

И. БЕРИТАШВИЛИ (БЕРИГОВ) и Л. ЦКИШВИДИ

О СПОНТАННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
 ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЛЯГУШКИ

Сообщение второе<sup>1</sup>

Характеристика спонтанной электрической активности  
 средних и передних отделов мозга

В первом сообщении мы дали характеристику спонтанной электрической активности спинного и продолговатого мозга. Здесь мы даем характеристику средних и передних отделов головного мозга: мозжечка, двухолмия (*lobi optici*), промежуточного мозга, большого мозга и обонятельных долей.

Исследование производилось той же методикой, которая описана в первом сообщении. Биотоки от дорсальной поверхности того или другого отдела мозга отводились через пятикаскадную усилительную систему в катодный осциллограф. Отведение производилось униполярно хлорированным серебряным игольчатым электродом. Индифферентный электрод в виде серебряной пластинки находился под животным. Результаты излагаются по опытам, полученным на кураризованных весенних и осенних лягушках, или на изолированных головах без наркоза и кураризации.

*Результаты опытов*

**Мозжечок.** Спонтанная электрическая активность мозжечка при отведении биотоков от дорсальной поверхности последнего, была всегда очень значительна. Она всегда выражалась в быстрых колебаниях очень высокой частоты и высокой амплитуды. Частота этих колебаний обычно 200—400 в сек. Продолжительность колебаний около 0,002 сек., как аксонных биотоков возбуждения. Большею частью они более или менее одинаковой амплитуды, достигая 100  $\mu$ V (рис. 1). Очень часто напряжение биотоков мозжечка было выше, чем в каких-либо других отделах мозга. В редких случаях наряду с быстрыми биотоками наступали и медленные биотоки низкого ритма (рис. 2). Иногда наблюдалось периодическое усиление и ослабление быстрых колебаний при отсутствии каких-либо внешних раздражений.

Рис. 1, табл. I. 15.V.1941 г. Изолированная голова нормальной лягушки № 47. А—отводится мозжечок. Частота быстрых колебаний электрического потенциала 300—400 в сек. Напряжение биотоков достигает 75  $\mu$ V. В—контрольный опыт при униполярном отведении кости черепа сбоку обнаженного мозга, при этом усиление такое же, как в опыте А. Наверху время по 0,02 сек.

<sup>1</sup> Сообщение первое см. в «Сообщениях Акад. Наук Груз. ССР», т. II, № 9, 1941.

Рис. 2, табл. I. 8.V.1941. Кураризованная лягушка № 40. Дорсальный край мозжечка. Частота быстрых колебаний около 300 в сек., а ритм медленных—около 30 в сек.

Электрическая активность была не одинакова во всех частях мозжечка. Ровно посередине мозжечка она сравнительно мала; она являлась выше всего на обеих сторонах на 0,5—1 мм от средней точки. Электрическая активность была меньше всего на наружных краях.

Спонтанная ритмика мозжечка не менялась от применяемых нами звуковых, световых, кожных и мышечных раздражений. То же самое было отмечено в отношении мозжечка кошки (Dow, [1]). Электрическая активность прочно удерживалась в течение опыта, ослабевая постепенно с истощением препарата и пропадала с отмиранием препарата позднее, чем в других отделах мозга.

Единственное изменение, какое мы заметили, это—появление в самом латеральном крае мозжечка небольшого усиления быстрых колебаний при раздражении кожи головы на соответствующей стороне. Такое же изменение электрической активности наблюдалось на верхней границе продолговатого мозга в области вхождения п. *trigeminus*. Оно не получалось ни здесь, ни в мозжечке при раздражении других кожных участков. Отсюда мы заключили, что это влияние осуществляется через п. *trigeminus*.

Итак, спонтанная электрическая активность мозжечка выражается в электрических волнах высокою ритма и высокой амплитуды; не меняется под влиянием звуковых, световых, кожных и мышечных раздражений и при отмирании препарата удерживается дольше, чем в других отделах.

Средний мозг. Спонтанная электрическая активность среднего мозга при отведении биотоков с *lobi optici* в большинстве случаев выражалась в быстрых колебаниях небольшой амплитуды. Частота может быть высокой—200—400 в сек. и выше, как в продолговатом мозгу. Продолжительность быстрых биотоков разная—от 0,005 до 0,0025 сек. Напряжение спонтанных биотоков среднего мозга обычно очень небольшое: 3—4 раза меньше, чем в продолговатом мозгу или мозжечке; оно редко достигает 50  $\mu$ V. Медленные колебания в этих случаях не проявлялись. Но когда электрическая активность среднего мозга почему-либо повышена, как это, например, бывает сейчас же после приложения электрода от механического раздражения, медленные колебания выступали обязательно. Так, на рис. 3 и 4 быстрые колебания по ритму около 200—300 в сек. протекают на фоне медленных. Они возникали также под влиянием раздражения сетчатки глаза, когда электрическая активность усиливалась значительно (рис. 5).

Рис. 3, табл. I. Тот же препарат, что на рис. 1. Отводится *lobus opticus dex.* вскоре после приложения отводящего электрода. Быстрые колебания небольшой амплитуды протекают по ритму 200 в сек. Они накладываются на медленные колебания с ритмом около 40 в сек.

Рис. 4, табл. I. 7.IV.1941. Кураризованная лягушка № 25. Средний мозг. В кабине светло. Отводится центральный участок в *lobus opt. dex.* Сейчас же после приложе-



ния электрода. Частота быстрых колебаний около 250 в сек., а медленных—около 20 в сек.

Рис. 5, табл. I. 24.IV.1941. Кураризованная лягушка № 32. Отводится *lobus opticus dex.* Экспериментатор медленно приближает свой палец к левому глазу. Движение пальца начинается сверху вниз с высоты в 40 см до расстояния в 5 см. Наверху момент движения пальца обозначается белой линией. Реакция начинается не сразу, а на некотором расстоянии от глаза и продолжается во все время дальнейшего приближения к глазу.

Раздражение сетчатки одной стороны влияло определенным образом на электрическую активность противоположной стороны среднего мозга. Раздражение производилось, во-первых, зажиганием и потуханием четырехвольтовой лампочки перед глазом, а во-вторых, движением предмета в поле зрения глаз и притом без того, чтобы тень от движущегося предмета падала на глаза. Освещение и затемнение глаза вызывали значительное усиление электрической активности до 100  $\mu V$ . Но обычно в обоих случаях этот эффект ослабевал и почти сходил на-нет в течение менее одной секунды (рис. 8-A). Джаспер и Июнг [3] не наблюдали усиления электрической активности *lob. opt.* от раздражения сетчатки светом электрической лампы. Они, наоборот, получали ослабление ее. Усиление наступало только по выключении света. Очевидно, это было связано с плохим функциональным состоянием препарата мозга. Биотоки среднего мозга значительно усиливались также от движения предметов в поле зрения лягушки. Этот эффект удерживался более долгое время, чем при освещении или затемнении глаза. Так, на рис. 5 движение пальца перед глазом производит значительный электрический эффект дольше одной секунды. Правда, и он ослабевает, но еще в конце 1,2 сек. он был значительно сильнее, чем до раздражения. Каждый раз эффект прекращался сейчас же после остановки движения. Значит, активно действует приближение и удаление предмета (рис. 6).

Рис. 6, табл. I. Тот же препарат, что на рис. 4. Средний мозг *lobus opticus sin.* В кабине светло. Спонтанная электрическая активность среднего мозга выражена слабо. Противоположный глаз раздражается быстрым движением линейки сверху вниз. Этот момент обозначен белой линией сверху. Затем линейка быстро отводится обратно. Оба раза биотоки усиливаются.

Характерно, что влияние движущегося предмета на электрическую активность среднего мозга обнаруживалось при перпендикулярном движении сверху вниз к телу животного или при косом движении сзади к животному или сбоку по направлению к глазу. Эффект наступал при движении предмета на расстоянии от нескольких сантиметров до 1—1,5 м от глаза. Если же предмет двигался спереди по направлению к глазам, тогда электрическая активность среднего мозга не менялась.

Звуки и кожно-мышечные раздражения не влияли на электрическую активность среднего мозга. Но раздражение кожи на голове влияло на электрическую активность в задней части среднего мозга, недалеко от вхождения *n. trigeminus*.



Итак, электрическая активность среднего мозга сама по себе без внешних раздражений довольно слаба. Она выражается, главным образом, в быстрых биотоках малой амплитуды. Но она выступает значительно сильнее при раздражении сетчатки; при этом происходит усиление и учащение быстрых биотоков и, кроме того, возникают медленные биоток.

Промежуточный мозг. Спонтанная электрическая активность промежуточного мозга, как она проявляется при отведении дорсальной поверхности, была еще слабее, чем среднего. Она выражалась в быстрых колебаниях очень небольшой амплитуды, редко достигая 20  $\mu$ V. В редких случаях в первые секунды после приложения электродов наблюдались более сильные электрические колебания, как в случае среднего мозга. При этом частота достигала 100—150 в сек. Но она быстро затухала уже в течение одной минуты. Так, например, на рис. 7 уже через 15—20 сек. после применения электродов электрическая активность оказывалась сильно уменьшенной.

На электрическую активность промежуточного мозга не влияли звуки, шумы, сотрясение препарата, механическое раздражение кожи. Влило только раздражение сетчатки, но и то чрезвычайно слабо и притом не всегда. Очень часто, когда раздражение сетчатки производило сильное увеличение электрической активности среднего мозга, на промежуточный мозг оно не действовало вовсе.

Рис. 7, табл. I. 19.IV.1941. Кураризованная лягушка № 26. Промежуточный мозг с дорсальной поверхности. В опыте А электрическая активность сейчас же после приложения электрода, а в опыте В—спустя 15 сек. Быстрые колебания по ритму 200 в сек., медленные—25 в сек. Время—0,02 сек.

Влияние раздражения сетчатки выражалось в возникновении очень слабых медленных биотоков при освещении и затемнении глаза (рис. 8-В). При этом наступали также быстрые биоток, но еще более в слабой форме. Эти эффекты были тем слабее, чем дальше был отводимый участок от среднего мозга. Весьма возможно, что означенные электрические эффекты промежуточного мозга от раздражения сетчатки возникают первично не в промежуточном мозгу, а являются результатом физического распространения биотоков из среднего мозга (ср. опыты А и В на рис. 8).

Рис. 8, табл. II. 29.III.1941. Кураризованная лягушка № 16. В опыте А отводится средний мозг, левый колмик; пробуются зажигание и потушение четырехвольтовой электрической лампочки перед правым глазом. В опыте В—промежуточный мозг с левой стороны не дальше 1 мм от границы среднего мозга. То же влияние света на правый глаз. Вывод сигнальная линия раздражения, а наверху время по 0,05 сек.

Итак, электрическая активность промежуточного мозга значительно слабее среднего мозга. При этом на нее не действуют звуки, сотрясения, кожные раздражения. Раздражение сетчатки производит очень небольшое усиление электрической активности, но этот эффект может быть обусловлен чисто физическим распространением биотоков из среднего мозга.

Большой мозг. Спонтанная электрическая активность большого мозга при ее изучении с дорсальной поверхности в большинстве случаев

Таблица 1

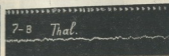
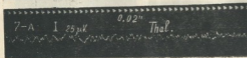
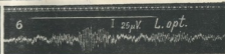
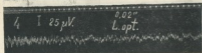
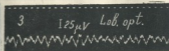
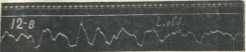


Таблица II



была более значительна, чем в промежуточном мозгу. Отдельные потенциалы часто достигали  $40-50 \mu V$ . Но никогда не достигала она такой величины, как в мозжечке или продолговатом мозгу. Если только она была более или менее значительна, то выражалась в электрических колебаниях двоякого ритма. Быстрые волны по ритму до 200 в сек. и выше, медленные волны до 35 в сек. (рис. 9). Эти биотоки всегда были значительно сильнее в течение нескольких десятков секунд после приложения электрода. Затем они быстро ослабевали с сохранением только мелких колебаний высокой частоты (рис. 10). Длительность быстрых колебаний значительно больше аксонных биотоков возбуждения. Она в среднем около 0,005 сек.

Рис. 9. Тот же препарат, что и на рис. 1. Спонтанная электрическая активность большого мозга. Двойной ритм: быстрые колебания по ритму до 150 в сек. и медленные около 30 в сек. Время—0,02 сек.

На электрическую активность большого мозга не влияли звуки, шум, движение предметов в поле зрения лягушки, зажигание и потухание лампочки, сотрясения препарата, кожно-мышечные раздражения, запаховые раздражения. Влияло лишь механическое раздражение самого мозга, как и на другие отделы головного мозга. От этого биотоки мозга значительно сильнее в первое время после приложения электрода.

Рис. 10, табл. II. 15.V.1941. Нормальная лягушка № 46. Через несколько минут после вскрытия мозга. Большой мозг. А—сейчас же после приложения электрода. Двойной ритм: быстрые колебания по ритму до 200 в сек. и большие колебания по ритму 30 в сек. В—через 30 сек. после приложения электрода: медленные колебания почти исчезли.

*Итак, электрическая активность большого мозга по своему характеру подобна активности промежуточного мозга, но по интенсивности превосходит его. На нее не действуют все применяемые нами раздражения.*

**Обонятельные доли.** Электрическая активность обонятельных долей (*lobi olfactorii*) обычно была более значительна, чем большого мозга, но всегда уступала мозжечку и продолговатому мозгу. Она удерживалась сравнительно долго после приготовления препарата. Она выражалась в быстрых колебаниях довольно низкого ритма—около 100 в сек. и в медленных колебаниях по ритму 20—30 в сек. Продолжительность быстрых колебаний была еще больше, чем в большом мозгу—около 0,006—0,007 сек. (рис. 12). В некоторых случаях быстрые колебания протекали по более быстрому ритму—около 150 в сек. (рис. 11). Эти наблюдения расходятся с данными Либета и Жерарда [2], которые отмечают очень низкий ритм медленных колебаний (4—8,5 в 1 сек.). У этих авторов более быстрые колебания выступали настолько неотчетливо, что они не сочли нужным их исследовать.

Электрическая активность была не одинаково сильна во всех частях обонятельных долей. Она сильнее всего в центре каждой доли—достигает  $50-60 \mu V$ , заметно меньше в задней и передней трети ее и по бокам.



Запаховые раздражения, как бергамотное масло, ксилол, аммиак влияют на электрическую активность. Это влияние удалось хорошо проследить лишь на некоторых препаратах: в одних случаях оно заключалось в сильном удлинении медленных волн и сообразно в уменьшении их ритма, как это дано на рис. 12. В других случаях, когда не было медленных колебаний, действие запаховых раздражений проявилось в усилении и учащении быстрых биотоков и появлении медленных (рис. 13). Другие раздражения: звуковые, световые, кожные и мышечные не влияли.

Рис. 11, табл. II. 24.IV.1941. Кураризованная лягушка № 32. Lobus olfact. dex. с дорсальной поверхности. Ритм быстрых колебаний около 150 в сек. Напряжение 60  $\mu$ V.

Рис. 12, табл. II. 17.IV.1941. Кураризованная лягушка № 25. Lobus olfactorius dex. с дорсальной поверхности. А—без раздражения, медленные колебания по ровному ритму около 25 в сек. при амплитуде 20  $\mu$ V. В—после запахового раздражения ксилолом: открытый флакон с ксилолом подносится близко к носовым отверстиям. Через большой скрытый период в несколько десятков секунд колебания сильно замедляются до ритма 15 в сек., а напряжение нарастает до 60  $\mu$ V.

Рис. 13, табл. II. 21.XI.1941. Преп. 93. Lobus olfactorius dex. изолированной головы, А—без раздражения, В—во время пропускания через ноздри паров ксилола, через 10—15 сек. от начала пропускания.

Итак, спонтанная электрическая активность обонятельных долей выражается колебаниями двоякого характера: быстрыми колебаниями около 100—150 в сек. и медленными колебаниями около 20—30 в сек. На эту электрическую активность действуют одни запаховые раздражения.

Из приведенных результатов видно, что все средние и передние отделы головного мозга лягушки показывают спонтанную электрическую активность. Сильнее всего она выступает в мозжечке. Здесь она достигает такой же амплитуды, как в продолговатом мозгу в области вхождения VIII пары нервов. Слабее всего она проявляется в промежуточном мозгу. Раздражение внешних рецепторов влияет преимущественно на некоторые отделы мозга, а именно раздражение сетчатки—на средний мозг, запаховые раздражения—на обонятельные доли, раздражение кожи на голове—на средний мозг в области вхождения тройничного нерва. Можно предположить, что влияние каждого рецептора сильнее всего на том отделе мозга или даже вернее на том участке мозга, где первично оканчиваются афферентные пути.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт Физиологии имени акад. И. Бериташвили

Тбилиси

(Поступило в редакцию 6.1.1942)



ბ. ბერიტაშვილი და ლ. ტკიპურიძე

ბაყაყის ცენტრალური ნერვული სისტემის სპონტანური ელექტრული აქტივობის შესახებ

II

თავის ტვინის საშუალო და წინა განყოფილებათა სპონტანური ელექტრული აქტივობის დახასიათება

რეზიუმე

შეისწავლებოდა ოსცილოგრაფიული მეთოდით ბაყაყის პატარა ტვინის, შუა ტვინის, შუამდებარე ტვინის, დიდი ტვინის და საყნოსავი წილების სპონტანური ელექტრული აქტივობა. ყველა ამ განყოფილებათა ელექტრული აქტივობა გამოიხატება ტვინის პოტენციალის როგორც სწრაფი, ისე ნელი რხევებით. ყველაზე უფრო მაღალი ელექტრული აქტივობა პატარა ტვინმა გამოიჩინა, ხოლო ყველაზე უფრო დაბალი — შუამდებარე ტვინმა.

რეცეპტორთა გაღიზიანება მოქმედობს ტვინის ელექტრულ აქტივობაზე. ხოლო თითოეული რეცეპტორის მოქმედება იწვევს ამ ელექტრული აქტივობის შესამჩნევ ცვლილებას უმთავრესად ტვინის იმ განყოფილებაში, უფრო სწორად იმ ნაწილში, სადაც უშუალოდ რეცეპტორიდან მიმავალი მგრძობიარე ნერვული გზა თავდება. მათი გავლენა არ ვრცელდება შესამჩნევად სხვა ნაწილებზე, სადაც მეორეული ან მესამეული ნერვული გზა თავდება.

პატარა ტვინის, დიდი ტვინის და შუა მდებარე ტვინის ელექტრულ აქტივობაზე პერიფერიული გაღიზიანება არ მოქმედობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ი. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

PHYSIOLOGY

THE SPONTANEOUS ELECTRICAL ACTIVITY OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF THE FROG

By J. BERITASHVILI (BERITOFF) and L. TZKIPURIDZE

II

The characteristic of spontaneous electrical activity of the middle and anterior parts of the brain

Summary

The spontaneous electrical activity of cerebellum, lobi optici, thalamus, cerebrum and lobi olfactorii in the frog was studied with a cathode ray oscillograph. The brain was separated from the spinal cord and thereupon exposed from the dorsal surface. Some experiments have been carried out on cu-



rarized preparations. The potentials were led off unipolarly from the dorsal surface of the brain through the amplifier of the usual condenser coupled type. The ground lead was connected with a silver plate on which the preparation was placed.

The spontaneous electrical activity of every part of the brain is exhibited in the slow electrical waves of various rhythms from 5 to 30 per sec. and in the rapid ones from 100 to 400 per sec. The most high rhythm was observed in cerebellum (fig. 1, 2), and the lowest—in lobi olfactorii (fig. 11, 12, 13). The other parts—lobi optici (fig. 3—6, 8-A), cerebrum (fig. 9, 10), thalamus (fig. 7, 8-B) showed intermediate rhythms. The highest amplitude of rapid waves was recorded from the cerebellum, where it attained 100  $\mu$ V. The amplitude of the potentials in the thalamus was the lowest.

In every part of the brain the electrical activity immediately after application of leading off electrode was always considerably higher (fig. 7-A, 10-A), than later on (fig. 7-B, 10-B), evidently as a result of mechanical stimulation. The electrical activity of cerebellum and lobi optici often increased and decreased periodically. This did not depend on external stimulations.

The stimulation of the receptors influenced the spontaneous electrical activity: it raised the rhythm and amplitude of rapid waves and also contributed to the better appearance of slow waves. But the stimulation of each receptor caused a marked change in the spontaneous bioelectrical potentials only in that part of the brain, where the corresponding primary afferent pathway ends. Thus the retinal stimulation (by illumination and cessation of illumination of the eye (fig. 8-A), by motion of objects in the visual field of the frog (fig. 5, 6) produced a raise of electrical activity in optic lobes. The stimulation of the olfactory organ by odoriferous substances had the same effect on lobi olfactorii (fig. 12-B, 13-B), and that of the head skin increased the electrical activity in the cerebellum and midbrain where m. trigeminus ends. These exteroceptive stimulations had no marked effect on the other parts of the brain where the secondary afferent pathways end. The electrical activity of cerebellum, cerebrum and thalamus from the dorsal surface was not noticeably changed in general by exteroceptive stimulations.

Akademy of Sciences of the Georgian SSR  
Beritashvili Physiological Institute  
Tbilissi

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. R. S. Bow. J. Physiol, 94, 67, 1938.
2. B. Libet and R. W. Gerard. J. Neurophysiol., 2, 153, 1939.
3. R. W. Gerard and J. Z. Young. Proc. Roy. Soc. B, 122, 343, 1937.



ფილოლოგია

სიმ. ჟაჟხიშვილი

„ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი“ და იოანე პეტრიწი<sup>1</sup>

I

ქართულ სამეცნიერო ლიტერატურაში უკვე დადგენილია, რომ პეტრიწის ნაშრომები ფართოდ იყო გავრცელებული უკვე XII საუკუნეში და რომ მისი ნააზრევით სარგებლობდნენ შავთელი, თამარ მეფე, რუსთაველი.

უკვე დადგენილია, მაგალითად, რომ 53. ოდა შავთელისა

ატიკულისა	უთქვამს ებელთა
პატრიკულისა	მეძიებელთა
ზედვის უფალ ზარ	შენთვის პროკლე და
სიწლოთ სიხშოსა,	დიადოხოსა

ემყარება იოანე პეტრიწის „განმარტების“ ბოლოსიტყვაობას [1].

თამარ მეფის იამბიკონების გამოკვლევებმა პ. ინგოროყვამ დაამტკიცა, რომ ამ იამბიკონებში მრავლად მოიპოვება შეხვედრები იოანე ფილოსოფოსის ტექსტებთან და რომ თამარისათვის იოანეს ფილოსოფიური მემკვიდრეობა უახლოესად ნაცნობი და მახლობელი ყოფილა [2].

შოთას „ვეფხისტყაოსანი“ იმდენად არის გაელენთილი პეტრიწისებური აზრებით, რომ ზოგიერთი მკვლევარი-სპეციალისტი (ი. აბულაძე, ნ. მარი, ვ. ბერიძე) სვამს საკითხს შოთას ნეოპლატონიკოსობის შესახებაც [3]. როგორადაც არ უნდა გადაწყდეს ეს საკითხი, ყოველ შემთხვევაში, ისეთი ტაეპები, როგორც არის

„დამშლიან ჩემნი კავშირნი, შვერთვივარ სულთა სირასა“ (884)

ან და

„ღმერთსა შემედრე, ნუთუ კელა დამხნას სოფლისა შრომასა,  
 ცეცხლსა, წყალსა და მიწასა, ჰაერთა თანა ძრომასა (1304)

ვერ აიცილებენ პეტრიწთან ნათესაობას.

ქვემოთ წარმოდგენილი მასალა ნათელყოფს, რომ იოანე პეტრიწით უხვად უსარგებლია აგრეთვე თამარ მეფის ისტორიკოსს თავის თხზულებაში „ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი“.

ჩენი დროის მკვლევართაგან ამ ძეგლს სპეციალური ნარკვევი პირველად უძღვნა ივ. ჯავახიშვილმა. ამ ნარკვევში მან ნათელყო, რომ თამარ მეფის ისტორიკოსი დიდად განათლებული და ღრმად ნაკითხი კაცია, რომ ის იცნობს საეკლესიო მწერლებს ესაიას, დავითს, სოლომონს, ბასილ კესარიელს, ბერძენ მწერალთაგან იოსიპოს ფლავიოსს, პლუტარქეს, პლატონს და ალექსანდრე მაკედონელის ისტორიკოსს, ხოლო ქართველ მწერალთაგან ჩახ-

<sup>1</sup> წაკითხულია მოხსენებად საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნიერებათა განყოფილების IV სამეცნიერო სესიის სხდომაზე 1941 წლის 27 დეკემბერს.



რუხადეს და სხვა მეხოტბეებს. ივ. ჯავახიშვილმავე აღნიშნა, რომ თამარ მეფის ისტორიკოსს ხელთა ჰქონია „იოვანე ფილოსოფოსისა ჭიმჭიმელისა შესხმა-მოთხრობა“, რომელიც დიმიტრი პირველის ცხოვრების აღწერილობას შეიცავდა და რომ თამარის ისტორიკოსს იოანე ფილოსოფოსის ამ თხზულებიდან უნდა ჰქონდეს ამოკრეფილი ცნობები გიორგი მესამის ქაბუკობის შესახებ და მის ძმა დავითზე [4].

კ. კეკელიძემ [5] დამატებით გამოიკვლია, რომ ამ ძეგლის ავტორი იცნობს და იყენებს გიორგი ამარტოლის ხრონოგრაფს, „იულიანეს რომანს“, ფსევდოკალისტენეს ალექსანდრიანს, შაჰნამეს, ვისრამიანს და სხვას.

## II

ჩვენი მასალებით მტკიცდება, რომ ავტორი თხზულებისა „ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი“ იცნობს იოანე პეტრიწის შრომებს და უხვად სარგებლობს როგორც პეტრიწის ლექსიკით, ისე მისი აზრებით.

ამ თხზულების პირველ ნაწილში ნახმარია მრავალი ისეთი სიტყვა და გამოთქმა, რომლებიც პირველად იოანე პეტრიწმა იხმარა ნემესიოსის წიგნისა („ბუნებისათჳს კაცისა“) და პროკლე დიადოხოსის ტრაქტატის („კავშირნი ღმრთისმეტყუელებითნი“) თარგმნებში და თავის ორიგინალურს „განმარტებაში“. ასეთია, მაგალითად, შემდეგი სიტყვები და გამოთქმები<sup>(1)</sup>:

### 1) მ ა მ ა დ ო ბ ა :

„აწ ვიწყო ძაღებრ და ღონე-მიწდომისა: ესე შეილისა ნათელ-შემოსილასა მამა, გიორგი გორგასლიანი, აღმასრულებელი ვაიტანგისა ნეტარებითა, რომელი დავითისდა, მამადობათა შინა ღმრთისა ქნებად აღთქმისა, «აღდგინებად ტომთაგან მისთა» მისებრ მპყრობელი აღმოსავლეთისა და დასავლეთისა მიემთხუია» (მარ. 596; აზმ. 55, 28).

«გამარჯუებულბანი . . . მამადობისანი მამათა და ტომთა მისთანი» (მარ. 633; აზმ. 88, 15).

### შეად. პეტრიწი:

„ვინაჲ აწ ესე ჩემი ორფეოს ამათ ყოველთა სულითთა ბრძენთა ჭრისტესთა მათ მიმართ ოდესმე ვნებითთა ჩუენთჳს თავსდებათა, ოდესმე ღმრთეებითთა ზესთა მამადობათა, და ოდესმე ნამუნთა სულთ მაცხოვრებელთა, ვინაჲ თანა მოუქმს და ერთ დღე ჰყოფს გონებითთა ამათ გოდებათა, და კიდურთა მათთა მიუზებს ღმრთისა სიტყუასა ნათელთად“ (შრომები II, 208, 29—209, 2)<sup>1</sup>

### 2) დ ა მ ს ა ხ ი , მ ე ც ნ ი :

„ვინათგან მოსე, მზილველი ღმრთისა და წინასწარ-მეცნი ყოფადთა, ეურჩა განმგზავნასა ისრაელთადმი, მათდა მომლები ენა-მძიმობისა, მიეცა ძალი უძღლურსა, ყოფადთა დამსახი“ (მარ. 593; აზმ. 53, 4).

„მოაქუნდეს თჳს შორის სატნი და საზენი თჳსთა დამსახთა მშობელთანი“ (მარ. 660; აზმ. 97, 21)

### შეად. პეტრიწი:

„რამეთუ ამის განგებისა მიერ გონებისად და მყოფისად პირველისა.... გარდმოიძღუნევიან დამსახნი და შემპყონი მრავალსქიდიანობასა ნიეთისასა“ (შრომები II, 212, 7—10).

„ვინაჲ საცნოჲ ყოველი მეცნეთაჲ განწვალებადი არს“ (შრომები I, 77, 1)

(1) ციტატები მოგვყავს მარიამისული ვარიანტი [6] და იქვე აღნიშნავთ კ. კეკელიძის გამოცემის [7] გვერდებს.



### 3) მექმნი; საგრძნო:

«...ნათელსა მამისასა, რომელმან მოიგონა ზუთნი საგრძნონი: ხედვა, სმენა, შეხება, გემოსხილვა და განრჩევა და დამორჩილნა კლდესა მას, —ქრისტესა, —ასუოდელოდ-ქმნითა გონებისათა, არაარს მექმნი ნებისა თვისისა» (მარ. 594, აზმ. 53, 24)

«ამათ შეასახა სფერო მიწიერი ზუთთა მათ საგრძნოს ცნობათათანი...» (მარ. 626; აზმ. 75, 21)

შეად. პეტრიწი:

«ვინათგან ყოველსა მექმსა (=მოქმედი, ποιητης) აქუს ძალი შემოქმედებითი» (შრომები I, 52, 1).

«რანიცა ძალნი და მოქმედებანი სხენან შორის ამათ საგრძნოთა, ვითარ მდელთა შორის, ვითარ ქვათა შორის, და ვითარ ცხოველთა შორის...» (შრომები II, 162, 11—12).

«საგრძნო ასანი შეუხავებელ და შეურევენელ სხვსა ასოხსაგან» (ნემ. 61, 12).

«არამედ სამნი უკუტ საგრძნოთანი (რძუ აწიოქჟჳჳ), ვითარ იგი მხედველობა და სმენა და ყნოსა... მითუალღვენ გრძნობადთა საშუალ ჰაერისა» (ნემ. 80, 11—13).

### 4) დალექსვა («თქმა»)

«ამისთჳსცა ესევითარად დალექსავს მლექსავი ვინმე და იტყუს» (მარ. 596; აზმ. 55, 31).

შეად. პეტრიწი: დაჰლექსავს (შრომები II 79, 31; 132, 13; 197, 21);

«მოედ და თვთ ატიკურად დალექსო: ტიტონ ონტონ არისტონ იტონ ნოუმენონ კალისტონ?» (შრომები II, 34, 11—12).

### 5) სუმპერაზმანი:

«ესრეთ სასობით მოქადულმან განვლნა რაზმნი და სუმპერაზმანი, განწონნა კინელნი მსგავსად ფროდისისა, მქონესა წყობათა მამტიკებლისასა» (მარ. 602; აზმ. 59, 19—21).

შეად. პეტრიწი:

«აწ ესე ცნობა პროლეიმა ჰრაცებ, ხოლო კატასკევი დაჯანმეად, რომელ არს თხზვა და მუშაკობა საჯმართა აღმოჩენისათა. და კულად მესამედ სუმპერაზმა, რომელ არს თანგასავალი» (შრომები II, 10, 25—28).

«ხოლო ამას პირველსა საზღვარსა ეწოდების პროტასი, კიდე, ხოლო საშუალსა კიდეთა შემკვერელა. ხოლო დასასრულისასა სუმპერაზმა, რომელ არს თანგასავალი ურთიერთას კიდურთა» (შრომები II, 11, 4—6).

აგრეთვე II 22: 6; 22, 8; 22, 9; 23, 26, 197, 13:

მარიამისეულს ვარიანტში ეს სიტყვა წარმოდგენილია ფორმით «სუმპერაზმანი»; ვახტანგის კომისიის ხელიდან გამოსულ «ქართლის ცხოვრებაში» [8] ის შეცვლილია ფორმით «სუპერაზმნი», და, ამრიგად, ის დაკავშირებულია სიტყვასთან «რაზმი» (კ. კეკელიძის გამოცემაში [7] არის «სუმპერაზმნი» და ლექსიკონში ახსნილია: «სუმპერაზმი—სუპერაზმი, დიდი რაზმი, დიდი ჯარი»). ნამდვილად კი ამ სიტყვას საერთო არაფერი აქვს რაზმთან, ის ლოგიკის ტერმინია და პეტრიწი მას ყოველგან ხმარობს ფორმით «სუმპერაზმა» (საქსაქაქა «დასასრული», ლოგიკაში — «დასკვნა»). პეტრიწის მიერ ნახმარი გამოთქმებიდან ცხადია, რომ ამ სიტყვით აღინიშნებოდა ის, რაც დასასრულშია, რაც კიდევია; ისტორიკოსმა ც იხმარა ის ამავე მნიშვნელობით და იქვე განმარტა კიდევაც («კინელი» ან «კინენი»): «განვლნა რაზმნი და სუმპერაზმანი, განწონნა კინელნი». და რომ ისტორიკოსი იყენებს ამ ტერმინს პეტრიწის მიერ ნახმარი მნიშვნელობით («კიდები», ამ შემთხვევაში შეიძლება «ფლანგები»), ჩანს

მომდევნო მსჯელობიდან: «მსგავსად ფროდისისა მქონესა წყობათა მამტიცებელისასა», ე. ი. მსგავსად ფილოსოფოს აფროდისიელისა, რომელიც მტიციების პოსტულატებს განაწყობდა ხოლმეო. ცხადია, სიტყვით «ფროდისისა» იგულისხმება ფილოსოფოსი ალექსანდრე აფროდისელი, რომელსაც პეტრიწი არისტოტელის გვერდით იხსენიებს ხოლმე.

ასეთია ნათესაობა „ისტორიათა და აზმათა“ ავტორისა იოანე პეტრიწთან ლექსიკური მასალის მხრით. ყველა ის სიტყვა თუ ტერმინი, რომელთა მაგალითები ზემოთ მოიყვანეთ, პირველად გვხვდება პეტრიწის ნაწერებში. მართალია, ჩვენ ჯერჯერობით არ მოგვეპოვება ისეთი ლექსიკონი, რომ შეგვეძლოს დავადასტუროთ, თუ რომელ ძეგლში გვხვდება პირველად ესა თუ ის სიტყვა ან გამოთქმა. ამდენად ჩვენი კატეგორიული თქმა, რომ ზემოთ მოყვანილი სიტყვები პირველად პეტრიწმა იხმარაო, შეიძლება ნაადრევი იყოს. მაგრამ ჩვენს განკარგულებაში იყო ივ. ჯავახიშვილის ხელმძღვანელობით „რუსთაველის მუზეუმში“ დამზადებული მდიდარი მასალა ქართული ენის ისტორიული ლექსიკონისა [9]. ჩვენ ამ მასალების მიხედვით გვაქვს შემოწმებული ზემოთ მოყვანილი ლექსიკური მასალა.

ამნაირად, ირკვევა, რომ ეს სიტყვები პირველად იხმარა იოანე პეტრიწმა და მისგან ვადაილო „ისტორიათა და აზმათა“ ავტორმა. ეს სიტყვები არა თუ წინააღმდეგ ძეგლებში არ არის ნახმარი, არამედ არც მერმინდელ ძეგლებში უხმარია ვინმეს. კიდევ მეტის თქმა შეიძლება: მერმინდელ მკითხველებს ეს სიტყვები და ტერმინები მისაღებად ვერ მიუჩნევიათ, და, მაგალითად, როდესაც ვახტანგის კომისია „ქართლის ცხოვრების“ ტექსტებზე მუშაობდა, მას „ისტორიათა და აზმათა“ ტექსტიდან ამოუგდია ყველა ის ადგილი, რომლებშიც ზემოხსენებული სიტყვები იყო ნახმარი. ვახტანგის კომისიისეულს „ქართლის ცხოვრებაში“ ეს სიტყვები და ტერმინები არ მოიპოვება (ერთის გარდა, „სუმპერაზმანი“, რომელიც კომისიას შეუცვლია „სუმპერაზმანი“-თ).

### III

ნათესაობა „ისტორიათა და აზმათა“ ავტორსა და პეტრიწს შორის მართოდენ ლექსიკური მასალის მხრით არ მოჩანს. ისტორიკოსი რამდენსამე ადგილას თავის მსჯელობას აგებს პეტრიწისაგან ნასესხები აზრების საფუძველზე. ასე, მაგალითად:

1. **უძალობისა და შურის შესახებ.** გავის ციხესთან წარმოებული ბრძოლის შესახებ მოთხრობაში ისტორიკოსს ჩართული აქვს მსჯელობა „უძალობისა და შურის შესახებ“, რომელიც მთლიანად ამოღებულია პეტრიწის „განმარტებიდან“.

1161 წელს სულტანი ელდიგუზი მაჰმადიანთა შეერთებული მხედრობითურთ მოადგა გავის ციხეს, აიღო მიდამოები, გაანადგურა ყველაფერი. ეს თავდასხმა იმდენად მოულოდნელი იყო გიორგი მესამისათვის, რომ იგი სრულიად არ იყო მომზადებული. მიუხედავად ამისა ის თავისი მცირეოდენი ჯარით გაემართა სულტანის წინააღმდეგ. მიუახლოვდა თუ არა გიორგი გავის მიდამოებს, სულტანი გაიქცა. გიორგიმ მოინდომა დადევნებოდა, მაგრამ დიდებუ-



ლებმა არ მიუშვეს—მტერი გაიქცა და რაღა საჭიროა დევნაო. მარიამისეულ ვარიანტში აქ ჩართულია შემდეგი მსჯელობა.

«რამეთუ კეთილისა და სრულისა ნაჭმრისა დარღუევა ორთა ვნებათა მიერ [იქმნების]: ანუ მოკლებისაგან ძალისა, ანუ შურისა. ხოლო ურჩეულეს ყოველთა ძალთა და ყოველთა ზესთა ძეს (! ვითარ მბადი ყოველთა ძალთა და მოქმედებათა, და არაინ ეკუთვნეს მის მიერ ურჩეულესად დაბადებულსა მოკლება[დ] ოდესმე ძალისა. რამეთუ მიზეზთა მიერ ზესთა ძალთასა (და) აღეგო იგი. კჳალად თუ შურისა მიერ დასდევ იგი დასარღუელად. ვითარ ეგოს ურჩეულესი ყოველთა თჳს ზემო მქონებასა და ბუნებით-კეთილობასა შორის? რამეთუ უცხო არს კეთილისაგან შური, ვითარ სხუანთა ცხად ჰყოფენ» მარ. 606; აზმ. 62).

ეს ადგილი გადმოგვცემს იოანე პეტრიწის შემდეგ მსჯელობას:

«იტყჳს, ვითარმედ: ყოველთა მაკეთებელი ღმერთი არცა უძალობისაგან დაიცილებს ყოველთა არსთა კეთილ ყოფად, და არცა შურისგან, არამედ ზესთა ძეს ამათ ვნებათა და ქცევათა; რამეთუ მოკლუდავთა წესისა არს ესე, რამეთუ ნაკლული ძალი რააზომვე სრულსა ვერ ძალ იქმს, ხოლო იგი ზესთა ძეს სრულუნებასა, და ყოველისა შემძლე შურთა მიერ არ დაიცილებს. ხოლო არ თემის ესე მისისა ზემექონებისათჳს» (I. შრომები II, 32, 14—20).

აზალი ქართულით ეს ნიშნავს: „ღმერთს, რომელიც არის ყოველთათვის სიკეთის (ბედის) მიწიქებელია ვერ შეაფერხებს სიკეთის შექმნის საქმეში ვერც უძალობა და ვერც შური, ვინაიდან ის ორივე ამ ვნებაზე—უძალობაზე და შურზე—უფრო აღმატებულია. ეს მხოლოდ ადამიანებში შეიძლება შეგვხვდეს, რადგან ნაკლულევანი ძალა სრულყოფილს ვერაფერს შეექმნის; ღმერთი კი სრულყოფილებზედაც უფრო აღმატებულია, და მას ვერ შეაფერხებს შური, ყოველისა შემძლე. ეს არ არის შესაძლებელი, რადგან ღმერთი სხვაზე უფრო აღმატებულია, ზემექონია“.

იგივე აზრი აქვს გამოთქმული იოანე პეტრიწის სხვა ადგილას:

[1] «მიზეზად და საშთად ვითარ შესაქმედ მბადისაგან ნაბადთადმო კეთილობასა დასდებს, რამეთუ იტყჳს, ვითარმედ: ვითარ ფეშხუუ გარდაეკაო ზესთ სრული, რაათა სხუანთა ყენეს მოზიარე თჳსთა კეთილობათა: რამეთუ კეთილობა აა შურთათაგან თავეის უფალ და უძალობისგან და უყენებელ, რამეთუ ზესთ ძალთასა არს» (შრომები II, 68, 25—30);

«რამეთუ კეთილობა შურთაგან მიუხებელ არსო» (იქვე, 210, 24).

ყურადღებებს იპყრობს არა მარტო დამთხვევა ლექსიკური მასალისა (შური, უძალობისგან || მოკლებისგან ძალისა, ზესთა ძეს || ზესთა ძესა, ვნებათა, ზემექონება || ზემო მქონება), რამედ მსჯელობის იგივეობა: კეთილი საქმის ჩაშლა შეიძლება გამოწვეულ იქნეს ორი ფაქტორით—ან ძალის უქონლობით იმის მიერ, ვინც ეს კეთილი საქმე უნდა შეასრულოს, ან შურით ადამიანთა მხრით. კეთილი საქმის მოქმედი ღმერთია, რომელიც ყოველგვარ ძალაზე და მოქმედებაზე უზენაესია, ასე რომ მას ძალა არ შეიძლება მოაკლდეს (ჩვენი ისტორიკოსის აზრთა მსვლელობით—გიორგი იყო ძალის მხრით ღმერთის ბადალი, ასე რომ მას უძალობას ვერ დავწამებთ; იმან იმიტომ კი არ აიღო ხელი მაჰმადიანთა შეერთებული მხედრობის დევნაზე, რომ ძალა აკლდა, არამედ სხვა მიზეზით); ღმერთს სრულყოფილი ძალა აქვს. ნაკლული ძალა მოკვდავებს, ადამიანებს აქვთ, ამიტომ, ისინი ვერაფერს სრულყოფილს ვერ შექმნიან. ღმერთი ყოველგვარ სრულყოფილზე უფრო მაღლა არის, იგი ურჩეულესია, და რო-

(1 «ზესთა ზესა» (მარ.)

გორ შეიძლება მას ხელი შეუშალოს შურმა, რომელიც შორს არის სიკეთისაგან, უცხო არის კეთილისაგან (რომელიც, დაუშვებებთ ჩვენ, არასრულყოფილ მოკვდავთაგან მომდინარეობს) <sup>1</sup>.

რად დასკირდა ისტორიკოსს ასეთი მსჯელობა. ისტორიკოსის სიტყვებით: გიორგი მეფემ, ამ „მკვლავმან აქილიანმან და გულმან მალნიტოანმან“, რომ გაიგო სულტანი და ათაბაგი გაგის განადგურების შემდეგ და ქართველი მხედრობის მოახლოებისას გაიქცნენო, გადაწყვიტა დადევნებოდა მტერს; მაგრამ ზოგიერთმა დიდებულმა წინააღმდეგობა გაუწია—სულტანი გაიქცა მთელი თავისი ჯარით და რაღა საჭიროა ბრძოლის ვაგრძელებაო. გიორგიც დაემორჩილა დიდებულებს. ისტორიკოსს აქ ჩართული აქვს ზემომოყვანილი მსჯელობა „უძალობისა და შურის შესახებ“, ჩვენის აზრით, იმიტომ, რომ მას სურს თქვას: დიდებულებმა შურით გიორგის მიმართ შეაჩერეს გიორგი მტრის დადევნებისაგანო. მომდევნო თხრობა ისტორიკოსისა ამქვდავენებს იმას, რომ დიდებულთა მოსაზრება სწორი არ იყო და რომ საჭირო იყო მტრის დევნა.

საგულისხმოა, რომ მთელი ეს მსჯელობა ისტორიკოსისა „უძალობისა და შურის შესახებ“ ვახტანგის კომისიას ამოუგდია.

**2. მედინი და ხრწნადი სოფელი.** ისტორიკოსი მოგვითხრობს გიორგი III-ის გარდაცვალების შესახებ. ის თავისი ჩვეულებრივი რიტორობით—მე ვიტყვოდი პეტრიწისებური მალალ-ფარდოვანი და გასაგებად საკმაოდ ძნელი ფრაზებით—ადარებს გიორგის სიკვდილს ქრისტეს სიკვდილთან. მათეს სახარების (23, 35) სიტყვების დამოწმების შემდეგ, რომ აღამიანებზე მოიწია სისხლი მართალი „აბელ მართლისათ ვიდრე ზაქარიასა“, ისტორიკოსი ამბობს, რომ ცთომილ კაცთა სახსენლად ღმერთმა «კაცობრივითა სახითა იმოქმედა», ე. ი. მოავლნა ქრისტე, რომელმაც 33 წელს «იმეუფა ქუეყანასა ზედა მეფემან და მექმმან ცისა და ქუეყანისამან». ამის შემდეგ მან, ქრისტემ, წარმავალი ქვეყნის ცოდვათა მტვრითველმა (თავის-მსხმელმან ცოდვათა და ცთომათა მედინისა ამის და ხრწნადისა სოფლისათამან) მიიღო სიკუდილი. და თუ ღმერთმა თავისი ძის სხეული არ უკვდავყო, როგორღა წარმოვიდგინოთ «ოთხ-სტუქოთაგან დამქირვად სული სხეულსა შინაო», ე. ი. ოთხი ასოსაგან, ოთხი სტიქიონისაგან როგორღა არის მოსალოდნელი უკვდავების შენარჩუნებაო. ისინი იშლებიან, კვდებიან, და ამიტომ გიორგიც «თუმცა პირველ იგი მზე მზეთა და შარავანდი ჯელმწიფობისა, ახალი ნებროთ, ალექსანდრე და აქილევ, ქუეყანით ცად მიმართ აღწეულ იყო», ე. ი. მოკვდა (მარ. 619—620: აზმ.).

ლექსიკური მასალა აქაც პეტრიწისაა: მექმი, მედინი, ხრწნადი და სხვ. პეტრიწისებურია თვით მსჯელობა ამ სოფლის წარმავლობისა და ხრწნადობის შესახებ:

«ყოველი მედინთა და ხრწნადთა ბუნება დახუდა ქვედათა მიხეზთა აგებულებასა» (შრომები II 137, 3—4);

<sup>1</sup> თვით პეტრიწის დებულება შურის შესახებ ემყარება პლატონის „ტიმოქონსი“: ἡ τρυφή... ἀγαθὸν ἔστι, ἀγαθὸν δὲ ἰσχυρὸν παρ' ἰσχυρῶν ἰσχυρῶς ἐκτρέφεται. ფიზიკ. Plato 2 p. d: „შემოქმედი კეთილია, ხოლო კეთილი არაფრის შესახებ და არასოდეს არავითარ შურს არ შეიცავს“).





«ოთხნიც ესე ასონი ნაწილებით იქმნებიან და იხრწნებიან» (იქვე, 119, 3—4);

«ესე არს მეკუდოთა ესე მედინი ბუნება: რამეთუ ყოველი მეკუდოთა ბუნებაჲ და ნაწილნი ოთხთა ასოთანი და ქცევა ზენათა ოდესეგობასა შეუცავს, ხოლო საყოველთაონი ბუნებანი... სამარადისოდ ქმნასა და ქცევასა» (იქვე, II 120, 30—33; შეად. აგრეთვე 184, 29; 218, 28).

ადამიანთა ბუნება წარმავალია, იგი იხრწნება, რჩება მხოლოდ «საყოველთაო ბუნება»; კაცი კვდება, რჩება კაცება.

მთელი ეს პეტრიწისებური მსჯელობა, რომ ადამიანი, ოთხი ასოსგან, ოთხი კავშირისაგან შემდგარი, მოკვდავია, რომ მისი ბუნება მედინი და ხრწნადია, არ მოიპოვება ვახტანგის კომისიის ხელიდან გამოსულ რედაქციაში და მის მაგიერ გვაქვს ჩვენ მსჯელობა იმის შესახებ, რომ თუ კი ღმერთის ძემ ვერ აიცილნა სიკვდილი, რასაკვირველია, რომ „მიწით მოღებულნი მიწადვე მიიქცენ“ (გვ. 400 [8]).

დასასრულ, უნდა აღვნიშნოთ აგრეთვე შემდეგი.

ჩვენ არ ვისახავთ საგნად შევეხოთ შედგენილობას ძეგლისას „ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი“; აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ რამდენადაც საკითხი ეხება იოანე პეტრიწის ტექსტის გამოყენებას ისტორიკოსის მიერ, ჩვენი ნარკვევის შედეგები ეთანხმება და ადასტურებს პ. ინგოროყვას დებულებას ამ ძეგლის შედგენილობისა და ორი ავტორის შესახებ. პ. ინგოროყვამ [10] პირველად წარმოადგინა ახალი შეხედულება, რომ ჩვენი საისტორიო ტექსტი, რომელიც მიჩნეულია ერთ ნაწარმოებად, სინამდვილეში წარმოადგენს ორს სხვადასხვა ნაწარმოებს: გიორგი III-ისა და თამარის მეფობის პირველ ისტორიას (სახელწოდება „ისტორიანი და აზმანი“ მხოლოდ ამ პირველ ძეგლს უნდა მიეკუთვნოს), და თამარის მეფობის მეორე ისტორიას; ეს ორი ნაწარმოები დაწერილია სხვადასხვა დროს (პირველი 1195 წელს, მეორე 1213 წლის შემდეგ), და მათი ავტორებიც, მკვლევარის დასკვნით, სხვადასხვა მსოფლმხედველობრივ წრეს წარმოგვიდგენენ (ავტორი პირველი ნაწარმოებისა, რომელიც საერო მსოფლმხედველობის შემცველია, არის საერო პირი, ხოლო ავტორი მეორე ნაწარმოებისა არის სასულიერო პირი).

იოანე პეტრიწის ნაწერები გამოყენებულია ამ ძეგლის პირველ ნაწილში, რომელიც, პ. ინგოროყვას დასკვნით, პირველი ავტორის ნაწარმოებს წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ისტორიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 7.1.1942)



С. Г. КАУХЧИШВИЛИ

## «ИСТОРИЯ И ВОСХВАЛЕНИЕ ВЕНЦЕНОСЦЕВ» И ИОАНН ПЕТРИЦИ

Резюме

Труд анонимного историка царицы Тамары, известный под заглавием «Истории и восхваления венценосцев», в своей первой части носит явные следы влияния трудов философа Иоанна Петрици как переводных, так и оригинальных. Это влияние видно:

1) в заимствовании из трудов Петрици отдельных слов и выражений, напр.: მამადობა, დამსახი, მეცნი, მექმნი, საგრძნო, დალექვა, სუმპერაზმა;

2) в заимствовании ряда суждений, напр.: «О бессилии и зависти», «О тленном мире» и др.

Все места в «Истории и восхвалении», заимствованные историком у Петрици, в последующие века были переписчиками и историками исключены из рукописей ввиду неприемлемости взглядов Иоанна Петрици.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт Истории

Тбилиси

## გზირიბეშლი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. იოანე პეტრიჭის შრომები, ტ. I: პროლე დიადონოსისა პლატონურისა ფილოსოფოსისა კავშირნი. ტექსტი გამოსცა და გამოკვლევა და ლექსიკონი დაურთო სიმ. ყაუხჩიშვილი. თბილისი, 1938 (განმეორებითი გამოცემა, თბ. 1940), გვ. XLI.
2. ბ. ინგოროყვა. თამარ მეფის იამბიკონნი: „მწაურობი“ 1940 წ. № 3.
3. В. Беридзе. К вопросу о мировоззрении Руставели: «Сборник Руставели». Тбилиси, 1938, стр. 147 слл.
4. ივ. ჯავახიშვილი. ისტორიის მიზანი, წყაროები და მეთოდები წინათ და ეხლა. წიგნი I: ძველი ქართული საისტორიო მწერლობა, თბილისი, 1916, გვ. 181.
5. კ. კეკელიძე. ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი—როგორც ლიტერატურული წყარო: „რუსთაველის კრებული“, თბილისი, 1938, გვ. 121—158.
6. ქართლის ცხოვრება. მარიამ დედოფლის ვარიანტი, გამოცემული ე. თაყაიშვილის რედაქტორობით. თბილისი, 1906 (შემოკლებით=მარ.)
7. ისტორიანი და აზმანი შარავანდედთანი (ცდა ტექსტის აღდგენისა). აკად. კორნ. კეკელიძის რედაქციითა და გამოკვლევით. თბილისი, 1941 (შემოკლებით=აზმ.)
8. ქართლის ცხოვრება, გამოცემა ზ. ქიქოძისადისა. თბილისი, 1897, გვ. 388.
9. ივ. ჯავახიშვილი. მასალები ქართული ენის ისტორიული ლექსიკონისათვის (დაუბეჭდავი; ამზადებს გამოსაცემად რუსთაველის მუზეუმი).
10. ბ. ინგოროყვა. ჩაბრუნებისძე: „კავკასიონი“ 1924, № 1—2, გვ. 277.

Ответственный редактор акад. Н. И. Мухелишвили

Подписано к печати 12.2.1942.

Объем 6 печ. форм.

Авторских форм 7,75.

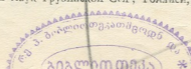
Колич. тип. зн. в 1 печ. листе 52.000.

УЭ 6014.

Заказ № 33.

Тираж 600 экз.

Типография Академии Наук Грузинской ССР, Тбилиси, улица А. Церетели, 7.





ტექნიკა—ТЕХНИКА—TECHNICS

Г. И. Атабеков. Учет прехлещующего стационарного режима при применении  
 операционного исчисления к анализу устанавливающихся процессов . . . . . 41

\*გ. ათაბეკოვი. წინა სტაციონალური რეჟიმის გათვალისწინება ოპერაციულ აღრიცხვის  
 გამოყენების დროს დამდგარებადი პროცესების ანალიზისათვის . . . . . 46

ბეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

აღ. ჯანელიძე. საქართველოს ბელტის პრობლემა. I . . . . . 49

\*А. И. Джanelidze. Проблема Грузинской глыбы. I . . . . . 58

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

Ида Манденова. О некоторых астрагатах Мескетии . . . . . 59

\*იდა მანდენოვა. ზოგიერთი ახალი ასტრაგალის შესახებ შესხეთიდან . . . . . 61

Л. И. Джапаридзе и Г. Н. Хунпаридзе. Содержание хлорофилла у некото-  
 рых кавказских древесных пород . . . . . 65

\*ლ. ჯაფარიძე და გ. ხუნჭირიძე. ქლოროფილის რაოდენობა ზოგიერთ კავკასიურ  
 მერქნიან ჯიშებში . . . . . 67

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

Д. Н. Кобахидзе. К выяснению местообитаний медицинской пиявки в природ-  
 ных условиях Грузии . . . . . 69

\*დ. კობახიძე. სამედიცინო წურბელას ადგილსამყოფელის გამორკვევისათვის საქარ-  
 ველოს ბუნებრივ პირობებში . . . . . 71

Н. В. Матикашвили и Н. И. Джапаридзе. Личинки и нимфы клещей  
 Rhipicephalus sanguineus Latr. и Rh. turanicus B. Pom. . . . . 73

\*ნ. მათიკაშვილი და ნ. ჯაფარიძე. Rh. turanicus-ის და Rh. sanguineus-ის ტვი-  
 პების მატლები და ნიშნები . . . . . 77

\*N. Matikashvili and N. Japaridze. Larvae and nymphs of ticks Rhipicephalus  
 sanguineus L. and Rh. turanicus B. Pom. . . . . 78

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

И. Бериташвили и Л. Цкипуридзе. О спонтанной электрической активно-  
 сти центральной нервной системы лягушки. Сообщение второе . . . . . 81

\*ი. ბერიტაშვილი და ლ. ცკიპურიძე. ბაყაყის ცენტრალური ნერვული სისტემის  
 სპონტანური ელექტრული აქტივობის შესახებ. II . . . . . 87

\*J. Beritashvili and L. Tzipuridze. The spontaneous electrical activity of the  
 central nervous system of the frog. II . . . . . 87

ფილოლოგია—ФИЛОЛОГИЯ—PHILOLOGY

სიმ. ყაუხჩიშვილი. „ისტორიანი დაზნანი შარავანდედანი“ და იოანე პეტრიწი. I 89

\*С. Г. Каухчишвили. «История и восхваление веницесовец» и Иоани Петрици. I 96



დაბეჭდილობა

საჭ. სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ  
8.4.1941

დებულება „საქართველოს სსრ მცენიარებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერ მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომელიც შეიცავს მათი გამოკვლევების მთავარ შედეგებს.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თვითუფლი. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. წერილები იბეჭდება ერთერთს შემდეგ ენაზე: ქართულად, რუსულად, გერმანულად, ფრანგულად, ინგლისურად. ყველა წერალებს, გარდა წერილებისა ქართულ ენაზე, აუცილებლად უნდა დაერთოს რეზუმე ქართულ ენაზე. ქართულ წერილებს აუცილებლად უნდა დაერთოს რეზუმე რუსულ ენაზე. წერილებს შეიძლება დაერთოს აგრეთვე რეზუმე რომელიმე ზემოთ-დასახელებულ ენაზე, ავტორის სურვილის მიხედვით.

5. წერილის მოცულობა, რეზუმეს და ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს ნახევარ სააეტროო თაბახს (20 ათასი ბეჭდური ნიშანი). ძირითადი ტექსტისა და რეზუმეს მოცულობის შეფარდებას განსაზღვრავს თვით ავტორი. კერძოდ, რეზუმე შეიძლება შეცვლილი იყოს მთლიანი თარგმანით, თუ კი წერილის და თარგმანის საერთო ზომა არ აღემატება ზემოთაღნიშნულ ნორმას.

6. „მოამბეში“ დასაბეჭდი წერილები უნდა გადაეცეს რედაქციას; იმ ავტორებისათვის, რომლებიც სამეცნიერო აკადემიის ნამდვილი წევრები არიან, რედაქცია განსაზღვრავს მხოლოდ დაბეჭდვის მორიგებას. დანარჩენი ავტორების წერილები კი, როგორც წესი, გადაეცემა რედკოლეგიის მიერ სარეცენზიოდ აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან სათანადო დარგის რომელიმე სხვა სპეციალისტს, რის შემდეგ დაბეჭდვის საკითხს გადაწყვეტს რედკოლეგია.

7. წერილები თავისი რეზუმეებით და ილუსტრაციებით წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საეხსნით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დაბატების შეტანა არ დაიშვება.

8. ციტირებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ ციტირებულია წიგნი, საკლდეშულოა იწებება წიგნის სრული სახელწოდებისა, გამოცემის წლისა და ადგილისა.

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

10. წერილის ტექსტისა და რეზუმეს ბოლოს ავტორმა უნდა აღინიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, რომელშიაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა ერთი კორექტურა გვერდებზე შეკრული მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილ ვადისათვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს წერილი დაბეჭდოს ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი და ერთი ცალი „მოამბის“ ნაკვეთისა, რომელშიაც მისი წერილია მოთავსებული.