

1971



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზება**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 64 ТОМ

№ 2

ბ(ე)მბ(ე)რი 1971 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

1971  
გეოგრაფიული  
ზეოლოგიის

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოამბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

11605

ტომი 64 ტომ

№ 2

ნომბერი 1971 НОЯБРЬ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI





ს ა რ ე ლ ა ტ ც ი ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, პ. გამყრელიძე, დ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, რ. დვალი, ს. დურმიშიძე, ი. ვეკუა, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მამასახლისოვი, ვ. მახალიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, И. Н. Векуа, П. Д. Гамкrellidze, Д. М. Гедеванишви  
И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Р. Р. Двали  
А. И. Джanelidze, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе,  
Н. А. Ландия (зам. главного редактора), В. И. Мамасахлисов,  
В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили,  
М. Н. Сабашвили, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Церетели,  
Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი კ. აბჯანდაძე  
Ответственный секретарь К. З. Абжандадзе

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 18.11.1971; შეკვ. № 1932; ანაწყობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-სავაჭომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,4; უე 01418; ტირაჟი 1800

\* \* \*

Подписано к печати 18.11.1971; зак. № 1932; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,4; УЭ 01418; тираж 1800

\* \* \*

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 60, კუტუზოვის ქ., 19  
საფოსტო ინდექსი 380060

Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 19  
Почтовый индекс 380060

\* \* \*

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, თბილისი, 60, კუტუზოვის 19  
Типография Академии наук ГССР, Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 19  
Почтовый индекс 380060



ნიკო მუსხელიშვილი Н. И. Мусхелишвили  
N. I. Muskhelishvili

## ნ ი კ ო მ უ ს ხ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი

(დაბადებიდან 80 წლის შემსრულების გამო)

გამოჩენილ საბჭოთა მათემატიკოსს, ქართული მათემატიკური სკოლის აღიარებულ ხელმძღვანელს, მსოფლიოში სახელმწიფოებრივ მეცნიერს, საქართველოს საბჭოთა სოციალისტური რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტს აკადემიკოს ნიკოლოზ ივანეს ძე მუსხელიშვილს დაბადებიდან 80 წელი შეუსრულდა. ნახევარ საუკუნეზე მეტია, რაც იგი ხალხის სამსახურში დგას და დიდ შემოქმედებით მუშაობას ეწევა. მუდამ მჩქეფარე საქმიანობით ვატაკებულმა, ამავე დროს მაღალი კეთილშობილური ღირსებებით დაჯილდოებულმა მსცოვანმა მეცნიერმა საყოველთაო პატივისცემა დაიმსახურა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მრავალრიცხოვან კოლექტივს, რომელსაც ნ. მუსხელიშვილი მეთაურობს, დიდი წვლილი შეაქვს მეცნიერების საგანძურში. რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემია გადაიქცა არა მხოლოდ საქართველოს, არამედ მთელი საბჭოთა კავშირის ერთ-ერთ მსხვილ სამეცნიერო ცენტრად. ნ. მუსხელიშვილის დაუღალავი სამეცნიერო-ორგანიზატორული მუშაობითა და ავტორიტეტული ხელმძღვანელობით საქართველოში ფართოდ ვითარდება როგორც მათემატიკური და საბუნებისმეტყველო, ისე საზოგადოებრივი მეცნიერებები.

ნ. მუსხელიშვილის ფუძემდებლურმა მონოგრაფიებმა, რომლებიც მიეძღვნა დრეკადობის მათემატიკურ თეორიასა და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებებს, საფუძველი შექმნეს თეორიული და გამოყენებითი მათემატიკის სხვადასხვა მიმართულებების განვითარებისათვის. მათ ფართო აღიარება მოიპოვეს მსოფლიოში და სპეციალისტების მაღალი შეფასება დაიმსახურეს. ამ მონოგრაფიების ავტორს ორჯერ მიენიჭა სსრ კავშირის სახელმწიფო პრემია.

წმინდა სამეცნიერო მუშაობასთან ერთად ნ. მუსხელიშვილი დიდ სახელმწიფოებრივ საქმიანობას ეწევა. იგი სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს ყველა მოწვევის დეპუტატია. წლების განმავლობაში იყო საქართველოს სსრ პოლიტიკური და მეცნიერული ცოდნის გამავრცელებელი საზოგადოების გამგეობის თავმჯდომარე. მას შემდეგ, რაც 1957 წელს თეორიული და გამოყენებითი მექანიკის დარგში საერთაშორისო ასოციაცია ჩამოყალიბდა, ნიკო მუსხელიშვილი არჩეულ იქნა ამ ასოციაციის საბჭოთა ნაციონალური კომიტეტის თავმჯდომარედ. ჩვენი სახელოვანი მეცნიერი სხვადასხვა საკავშირო და საერთაშორისო სამეცნიერო ყრილობების მონაწილე და ორგანიზატორია. იგი სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტის წევრი და რამდენიმე სამეცნიერო დაწესებულების საპატიო წევრია, აგრეთვე საერთაშორისო პრემიისა და ოქროს მედლების მფლობელი.

მეცნიერული დამსახურებისა და მეცნიერთა კადრების მომზადების საქმეში განსაკუთრებული წარმატებებისათვის 1945 წელს ნ. მუსხელიშვილს, მეცნიერთა შორის ერთ-ერთ პირველთაგანს, მიენიჭა სოციალისტური შრომის გმირის საპატიო წოდება. იგი დაჯილდოებულია საბჭოთა კავშირის ორდენებითა და მედლებით, მათ შორის ლენინის ხუთი ორდენით და ოქტომბრის რევოლუციის ორდენით.

„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ სარედაქციო კოლეგია სიამაყის გრძნობით აღნიშნავს, რომ ნ. მუსხელიშვილი არის ამ კურნალის დამაარსებელი და მისი პირველი მთავარი რედაქტორი 20 წლის განმავლობაში.

ვუსურვოთ სახელმწიფოებრივ მეცნიერსა და მოღვაწეს ჯანმრთელობა, ხანგრძლივი სიცოცხლე და შემდგომი შემოქმედებითი წარმატებები მეცნიერებისა და ხალხის საკეთილდღეოდ.



## НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ МУСХЕЛИШВИЛИ

(К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Выдающемуся советскому математику, главе грузинской математической школы, ученому с мировым именем, бессменному президенту Академии наук Грузинской ССР, академику Николаю Ивановичу Мухелишвили исполнилось 80 лет. В течение более полувека все свои творческие силы и вдохновенный труд Николай Иванович отдает служению науке и народу. Всегда деятельный, энергичный и обаятельный в общении с людьми, маститый ученый снискал себе всеобщее уважение.

Многочисленный коллектив Академии наук Грузии, руководимой Н. И. Мухелишвили, вносит солидный вклад в сокровищницу науки. Академия наук республики является в настоящее время одним из крупных научных центров Советского Союза. Благодаря неустанной научно-организаторской работе и авторитетному руководству Н. И. Мухелишвили, в Грузии широкое развитие получили как математические и вообще естественные, так и гуманитарные науки.

Капитальные монографии Н. И. Мухелишвили, посвященные проблемам математической теории упругости и сингулярным интегральным уравнениям, являются основополагающими для различных направлений теоретической и прикладной математики. Они получили широкое признание во всем мире и заслужили высокую оценку специалистов. Автору этих монографий дважды была присуждена Государственная премия Союза ССР.

Помимо исследовательской и научно-организаторской работы, Николай Иванович занят широкой государственной и общественной деятельностью. Он депутат Верховного Совета СССР всех созывов. В течение ряда лет состоял председателем правления Общества по распространению политических и научных знаний Грузинской ССР («Цодна»). После того как организовалась международная ассоциация по теоретической и прикладной механике, Н. И. Мухелишвили был избран председателем Советского национального комитета этой ассоциации. Он состоит членом Президиума АН СССР, является почетным членом и обладателем медалей различных отечественных и зарубежных научных учреждений и обществ, организатором и участником международных конгрессов и симпозиумов.

За выдающиеся научные заслуги, а также за заслуги в деле подготовки кадров молодых ученых Н. И. Мухелишвили в 1945 году одним из первых среди ученых был удостоен почетного звания Героя Социалистического Труда. Он награжден орденами и медалями, среди них пятью орденами Ленина и орденом Октябрьской Революции.

Редакционная коллегия журнала «Сообщения АН ГССР» с чувством гордости отмечает, что Николай Иванович является инициатором создания этого журнала и первым его главным редактором в течение 20 лет.

Пожелаем прославленному ученому крепкого здоровья, творческих сил и долгих лет жизни.



## NIKOLOZ I. MUSKHELISHVILI

(ON THE OCCASION OF HIS 80th BIRTHDAY)

Academician Nikoloz I. Muskhelishvili — an outstanding Soviet mathematician, leader of the Georgian mathematical school, a world famous scientist, continuously reelected President of the Academy of Sciences of the Georgian SSR—has just celebrated his eightieth birthday. He has devoted more than fifty years of his creative energy and much inspired work to the service of science and the people. Ceaseless vigour in work and charm in interpersonal relations have earned the venerable scientist respect and affection everywhere.

The Georgian Academy of Sciences led by N. I. Muskhelishvili has been making a substantial contribution to the treasurehouse of Science. The Academy of Sciences of the Republic is now one of the major scientific centres of the Soviet Union. Due to N. I. Muskhelishvili's tireless scientific and organizational work and his guidance, mathematical and natural sciences, as well as the humanities, have developed extensively in Georgia.

N. I. Muskhelishvili's basic monographs devoted to the problems of the mathematical theory of elasticity and singular integral equations are fundamental to various fields of theoretical and applied mathematics. These monographs have been widely accepted and highly appreciated by specialists all over the world, their author having twice been awarded the State Prize of the USSR.

Apart from scientific work N. I. Muskhelishvili is engaged in extensive state- and public activities. He has been a deputy to all the convocations of the Supreme Soviet of the USSR. For a number of years he was the Chairman of the Board of the Georgian SSR Society for the Dissemination of Political and Scientific Knowledge. When the International Association of Theoretical and Applied Mechanics was organized N. I. Muskhelishvili was elected Chairman of the Soviet National Committee of the Association. He is a member of the Presidium of the USSR Academy of Sciences, honorary member of various scientific institutions in both the Soviet Union and abroad, organizer and participant of many international congresses and symposia, awardee of golden medals of scientific societies.

For outstanding scientific achievements N. I. Muskhelishvili was among the first Soviet scientists to be awarded the honorary title of Hero of Socialist Labour. He has been decorated with orders and medals—among which the Order of Lenin five times and also the Order of the October Revolution.

The Editorial Board of the *Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR* are proud to note that N. I. Muskhelishvili was the initiator of this Journal and its first Editor-in-Chief for twenty years.

We extend to the celebrated scientist our heartfelt wishes for good health and many years of continued success in his distinguished service of science and the people.

Г. Н. ТЕВЗАДЗЕ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ ПРОЕКТИВНОГО  
 ПРОСТРАНСТВА ЗАДАННОЙ ВЕЙЛЕВОЙ СВЯЗНОСТЬЮ  
 $W(f_{ij}, q_i)$  И ТЕНЗОРОМ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ СЕТИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 16.5.1971)

Пусть в некоторой области  $D$  действительных переменных  $u^1, u^2$  заданы произвольный вектор  $q_i^{(1)}$  и два симметричных, взаимно аполярных тензора второго ранга  $f_{ij}, b_{ij}$  как однозначные, достаточное число раз дифференцируемые функции двух аргументов  $u^1, u^2$ . Кроме того, предполагается, что детерминанты  $|b_{ij}|, |f_{ij}|$  связаны соотношением

$$|b_{ij}| = -|f_{ij}|$$

и при сохранении этого равенства можно менять нормирование тензоров  $b_{ij}, f_{ij}$ , выбирая соответствующий вектор  $q_i$  согласно формуле

$$\tilde{q}_i = q_i + \partial_i \alpha, \quad \tilde{f}_{ij} = \alpha^* f_{ij} \quad \left( \partial_i \alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial u^i} \right).$$

Величины  $f_{ij}, q_i, b_{ij}$ , удовлетворяющие всем этим условиям, будем называть начальными данными и обозначим их через  $(f_{ij}, q_i, b_{ij})$ .

Для перебрасывания тензорных индексов вверх или вниз будем употреблять два взаимных бивектора  $\epsilon_{ij}, \epsilon^{ij}$  ( $\epsilon_{ih} \epsilon^{hj} = \delta_i^j, \delta_i^i =$ —символ Кронекера), компоненты которых определены условием

$$\epsilon_{12} = -1/\epsilon^{12} = \sqrt{|b_{ij}|}, \quad \epsilon_{11} = \epsilon_{22} = \epsilon^{11} = \epsilon^{22} = 0,$$

при этом, например,

$$f_{in} \epsilon^{jn} = f_i^j, \quad f^{hn} = f_{ij} \epsilon^{hi} \epsilon^{nj}, \quad b_i^j \epsilon_{jt} = b_{ki}.$$

Сконструируем теперь следующую связность Вейля:

$$G_{ij}^k = \left\{ \begin{matrix} k \\ ij \end{matrix} \right\} - \frac{1}{2} (q_i \delta_j^k + q_j \delta_i^k + f^{hn} f_{ij} q_n), \quad (1)$$

где

$$\left\{ \begin{matrix} k \\ ij \end{matrix} \right\} = -\frac{1}{2} f^{hn} (\partial_i f_{jn} + \partial_j f_{in} - \partial_n f_{ij})$$

— символ Кристоффеля тензора  $f_{ij}$ , и обозначим через  $\nabla_k$  ковариантную производную в связности  $G_{ij}^k$ .

Рассматривая тензор

$$e_i^j = f_k^i b_k^j,$$

(<sup>1</sup> Тензорные индексы всюду принимают значения 1 и 2.)



легко показать, что чебышевские векторы тензоров  $e_{ij}$ ,  $b_{ij}$  совпадают ([1], стр. 251), т. е.

$$T_i = \frac{1}{2} b^{mn} \left( \nabla_m b_{ni} - \frac{1}{2} \nabla_i b_{mn} \right) = -\frac{1}{2} e^{mn} \left( \nabla_m e_{ni} - \frac{1}{2} \nabla_i e_{mn} \right).$$

Введя еще связность

$$\bar{G}_{ij}^k = G_{ij}^k + 2(T_i \delta_j^k + T_j \delta_i^k + T_n f^{kn} f_{ij}) \quad (2)$$

и вектор

$$\omega_i = q_i - 2T_i,$$

получим, что [2]

$$R_{ij} = -f_{ij} \nabla^k (T_n f_{nk}^n) + \varepsilon_{ij} \nabla^k \left( -T_k - \frac{1}{2} \omega_k \right),$$

$$\bar{R}_{ij} = f_{ij} \nabla^k (T_n f_{nk}^n) + \varepsilon_{ij} \nabla^k \left( T_k - \frac{1}{2} \omega_k \right),$$

где  $R_{ij}$ ,  $\bar{R}_{ij}$ —тензоры Риччи связностей  $G_{ij}^k$ ,  $\bar{G}_{ij}^k$  соответственно. Кроме того, заметим, что имеют место так называемые соотношения сопряженности связностей ([1], стр. 177):

$$\partial_k b_{ij} - G_{ik}^n b_{nj} - \bar{G}_{jk}^n b_{in} = \omega_k b_{ij}; \quad \partial_k e_{ij} - G_{ki}^n e_{nj} - \bar{G}_{kj}^n e_{in} = \omega_k e_{ij}.$$

Проведем теперь рассуждение, в некотором смысле обратное известному изложению Нордена ([1], стр. 226).

Пусть  $\mathbf{x} = (x^1, x^2, x^3, x^4)$  и  $\xi = (\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4)$ —соответственно—точки и плоскости трехмерного проективного пространства, являющиеся достаточное число раз дифференцируемыми функциями переменных  $u^1, u^2$  в области  $D$ . С помощью величин  $b_{ij}$ ,  $\omega_i$ ,  $T_i$  и операций  $\nabla_i$ ,  $\bar{\nabla}_i$  ( $\bar{\nabla}_i$  означает ковариантное дифференцирование в связности  $\bar{G}_{ij}^k$ ) образуем элементы следующих видов:

$$l_i = \frac{1}{2} (\omega_i + T_i); \quad \mathbf{y}_i = \partial_i \mathbf{x} - l_i \mathbf{x}; \quad \nabla_j \mathbf{y}_i = \partial_j \mathbf{y}_i - G_{ij}^k \mathbf{y}_k; \quad \mathbf{X} = \frac{1}{2} b^{ij} (\nabla_j \mathbf{y}_i - l_j \mathbf{y}_i),$$

$$\lambda_i = \frac{1}{2} (\omega_i - T_i); \quad \eta_i = \partial_i \xi - \lambda_i \xi; \quad \bar{\nabla}_j \eta_i = \partial_j \eta_i - \bar{G}_{ij}^k \eta_k;$$

$$\Sigma = \frac{1}{2} b^{ij} (\bar{\nabla}_j \eta_i - \lambda_j \eta_i),$$

где положено, что точки  $\partial_i \mathbf{x} = \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial u^i}$  и плоскости  $\partial_i \xi = \frac{\partial \xi}{\partial u^i}$  имеют координаты соответственно

$$\partial_i \mathbf{x} = (\partial_i x^1, \partial_i x^2, \partial_i x^3, \partial_i x^4); \quad \partial_i \xi = (\partial_i \xi_1, \partial_i \xi_2, \partial_i \xi_3, \partial_i \xi_4)$$

и

$\partial_i \mathbf{x} \neq \rho \mathbf{x}$ ,  $\partial_i \xi \neq \rho \xi$  ( $\rho \neq 0$ —коэффициент пропорциональности).

Предполагая, что детерминанты

$$|\mathbf{x}, \mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \mathbf{X}| \neq 0, \quad |\xi, \eta_1, \eta_2, \Sigma| \neq 0,$$

напишем разложения вида ([1], стр. 227)

$$\nabla_j \mathbf{y}_i = a_j \mathbf{y}_i + p_{ij} \mathbf{x} + a_{ij} \mathbf{X}, \quad \bar{\nabla}_j \eta_i = \bar{a}_j \eta_i + \pi_{ij} \xi + \bar{a}_{ij} \Sigma \quad (3)$$

с неизвестными пока коэффициентами.

Теперь будем требовать, чтобы  $\mathbf{x}$  и  $\xi$  являлись соответственно точечными и тангенциальными представлениями одной и той же неразвертывающейся поверхности проективного пространства, асимптотическая сеть которой определяется или тензором  $b_{ij}$ , или тензором  $e_{ij}$  (в рассматриваемых построениях эти тензоры играют совершенно симметричную роль).

Выбирая, например,  $b_{ij}$  в качестве тензора асимптотической сети искомой поверхности и предполагая нормирование

$$\mathbf{X} \xi = \Sigma \mathbf{x} = 1,$$

нетрудно показать, что

$$\begin{aligned} y_i \eta_j &= -b_{ij}; \quad \eta_i \mathbf{X} = y_i \Sigma = 0; \quad a_{ij} = \bar{a}_{ij} = b_{ij}, \\ a_i &= l_i; \quad \bar{a}_i = \lambda_i; \quad b^{ij} p_{ij} = b^{ij} \pi_{ij} = 0. \end{aligned}$$

Таким образом, получаются основные дифференциальные уравнения поверхностей в форме Нордена ([1], стр. 227). В случае совместности системы (3) говорят, что конгруэнции прямых  $(\eta_1, \eta_2)$  и  $(y_1, y_2)$  (так называемые нормали первого и второго родов соответственно) на поверхности индуцируют конформную пару внутренних сопряженных связностей  $(G_{ij}^k, \bar{G}_{ij}^k)$ .

Среди коэффициентов системы (3)  $p_{ij}$  и  $\pi_{ij}$  — единственные неизвестные тензоры, не определенные начальными данными. Антисимметрические части этих тензоров легко определяются из самой системы ([1], стр. 228):

$$p_{[k}^k = \nabla^k l_k; \quad \pi_{[k}^k = \nabla^k \lambda_k,$$

а симметрические части связаны соотношением ([2], стр. 40)

$$\pi_{(ij)} - p_{(ij)} = f_{ij} \nabla^h (T_m f_{ik}^m).$$

Следовательно, начальные данные и тензор  $P_{ij} = p_{(ij)} = \varphi f_{ij} - \psi e_{ij}$  ( $\varphi, \psi$  — неизвестные функции) должны удовлетворить условно интегрируемости системы (3) ([2], стр. 44 и 45):

$$\widetilde{\nabla}^h P_{ik} + H_i = 0,$$

$$\nabla^i (\psi T_h f_i^k - \varphi T_h e_i^k) + (\psi f_i^k - \varphi e_i^k) \widetilde{\nabla}^i T_h + \omega^i T_h (\psi f_i^k - \varphi e_i^k) + Q = 0, \quad (4)$$

где

$$Q = -\nabla^i M_i - \omega^i M_i - b_i^k H_k T^i; \quad H_i = \frac{1}{4} \widetilde{\nabla}^h (\bar{R}_{hi} - R_{ih}) - T^h L_{ih};$$

$$L_{ih} = \frac{1}{8} (\bar{R}_{ih} - R_{ih}) + \frac{3}{8} (\bar{R}_{hi} - R_{hi});$$

$$M_i = \frac{1}{2} b_i^k \widetilde{\nabla}^h L_{rk} + \frac{1}{2} b_i^k T^h (R_{rk} - \bar{R}_{kr});$$

при этом  $\widetilde{\nabla}_h$  — символ ковариантного дифференцирования в связности  $\frac{1}{2} (G_{ij}^k + \bar{G}_{ij}^k)$ .



Итак, чтобы начальные данные  $(f_{ij}, q_i, b_{ij})$  определяли поверхность с внутренними связностями  $(G_{ij}^k, \bar{G}_{ij}^k)$  и с тензором асимптотической сети  $b_{ij}$ , необходимо и достаточно удовлетворение системы (4).

Академия наук Грузинской ССР  
 Тбилисский математический институт  
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 17.5.1971)

მათემატიკა

ბ. თეზისად

მოცემული ვილის გეოლოგით  $W(f_{ij}, q_i)$  და ასიმპტოტური ბადის ტენზორით პროექციული სივრცის ზედაპირის განსაზღვრის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია მეორე რანგის სიმეტრიული, ერთმანეთისადმი აპოლარული ორი ტენზორი  $f_{ij}, b_{ij}$  და რაიმე  $q_i$  ვექტორი. განიხილება პროექციული დიფერენციალური გეომეტრიის ამოცანა, თუ რა პირობებში განსაზღვრავენ ეს სიდიდეები ზედაპირს, რომლის ასიმპტოტური ბადე იქნება  $b_{ij}$ , ხოლო შინაგანი გეომეტრია ნორდენის აზრით — ვილის გეომეტრია  $W(f_{ij}, q_i)$ .

MATHEMATICS

G. N. TEVZADZE

ON DETERMINING THE SURFACE OF PROJECTIVE SPACE GIVEN BY THE WEYL CONNECTIVITY  $W(f_{ij}, q_i)$  AND THE TENSOR OF AN ASYMPTOTIC NET

Summary

Two second-rank tensors  $f_{ij}$  and  $b_{ij}$  apolar to each other and a vector  $q_i$  are given. A problem of projective differential geometry is considered. Conditions are given which determine the surface with the asymptotic net tensor  $b_{ij}$ , whereas the intrinsic geometry in Norden's sense is Weyl's geometry  $W(f_{ij}, q_i)$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Норден. Пространства аффинной связности. М.—Л., 1950.
2. Г. Н. Тевзадзе. Труды Тбил. мат. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, XXXVII, 1970, 5—52.

Дж. В. КАПАНАДЗЕ

ПОТЕНЦИАЛЫ РИССА И ТОПОЛОГИЯ КАРТАНА

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 17.6.1971)

Пусть  $R^p (p \geq 3)$  —  $p$ -мерное евклидово пространство. Выражение

$$U_{\alpha}^{\mu}(x) = \int_{S(\mu)} \frac{d_{\mu}(y)}{|x-y|^{p-\alpha}},$$

где  $0 < \alpha < p$ , представляет потенциал Рисса (см. [1]) порядка  $\alpha$ ,  $\mu$  — некоторая неотрицательная мера, определенная на классе  $B$  всех борелевских множеств и конечная на всех компактах,  $S(\mu)$  — носитель меры  $\mu$ . ( $U_{\alpha}^{\mu}(x) \equiv \infty$ ). Рассмотрим случай  $0 < \alpha < 2$ . В случае  $\alpha = 2$  получаются потенциалы Ньютона.

Пусть  $(R^p, C_{\alpha}^{\alpha})$  — топология Картана (или тонкая топология [1]), т. е. слабейшая топология, в которой непрерывны все потенциалы  $U_{\alpha}^{\mu}(x)$ . Имеет место

**Теорема 1.** Пусть  $E$  ограниченное, открытое или замкнутое множество в обычной топологии. Точка  $x$  иррегулярна для  $E$  тогда и только тогда, когда  $U_{\alpha}^{\gamma}(x) < 1$ , где  $U_{\alpha}^{\gamma}(x)$  — равновесный  $\alpha$ -потенциал (см. [1]) множества  $E$ .

**Доказательство.** Возьмем произвольную точку  $x_0 \in \bar{E}$  и совершим инверсию [1] полюсом в  $x_0$ . Пусть  $E^*$  — образ множества  $E$  при инверсии. Имеет место равенство

$$U_{\alpha}^{\varepsilon' x_0}(x) = \frac{1}{|x-x_0|^{p-\alpha}} U_{\alpha}^{\gamma^*}(x),$$

где  $\varepsilon' x_0$  — выметание (см. [1]) меры Дирака  $\varepsilon_{x_0}$  на  $E$ , а  $\gamma^*$  — равновесная мера множества  $E$ . Кроме того, обобщенная функция Грина (см. [1])

$$G(x_0, x) = U_{\alpha}^{\varepsilon' x_0}(x) - U_{\alpha}^{\varepsilon' x_0}(x) \geq 0, \quad G(x_0, x) = G(x, x_0)$$

и  $G(x, x_0)$   $\alpha$ -гармонична (см. [1]) в точке  $x \cdot (x \neq x_0)$ .

Отсюда вытекает доказательство теоремы.

**Следствие 1.** Нетрудно доказать, что теорема 1 справедлива для любого ограниченного, борелевского множества.

**Следствие 2.** Точка  $x$  иррегулярна для  $E$  тогда и только тогда, когда  $\varepsilon'_x(E) < 1$ .

По теореме 3.6 из [1] и по доказанной теореме доказываемся

**Теорема 2.** Если  $F$  ограниченное, замкнутое множество в тонкой топологии, то для любого  $\varepsilon > 0$  существует компакт в обычной топологии  $K \subset F$ , такой, что  $C_{\alpha}(F-K) < \varepsilon$ , где  $C_{\alpha}(F)$  —  $\alpha$ -емкость множества  $F$ .

Теперь доказываемся основная

**Теорема 3.** Пусть  $f(x)$  — некоторая функция, определенная на  $R^p$  и непрерывная в тонкой топологии,  $F \subset R^p$  — некоторый компакт в обычной топологии. Для любого  $\varepsilon > 0$  существует открытое множество  $G \subset R^p$  обычной топологии, такое, что  $C_{\alpha}(G) < \varepsilon$ , а  $f(x)$  непрерывна на  $F-G$  в обычной топологии.

Заметим, что для ньютоновского потенциала такой результат получил А. Д. Вентцель [2]. Введем следующие определения:



Определение 1. Скажем, что последовательность мер  $\mu_n$  равномерно  $C_\alpha$ -абсолютно непрерывна, если для любого  $\varepsilon < 0$  существует такое  $\delta > 0$ , что

$$\mu_n(E) < \varepsilon \quad n=1, 2, 3, \dots \text{ при } C_\alpha(E) < \delta.$$

Определение 2. Фinitная мера  $\mu$  называется  $W^\alpha$ -мерой, если

$$\sup_{x \in R^p} \bigcup_n \mu_n(x) < \infty.$$

Справедлива

Теорема 4. Пусть  $W^\alpha$ -меры  $\mu_n$  слабо сходятся к  $W^\alpha$ -мере  $\mu$  в обычной топологии. Меры  $\mu_n$  слабо сходятся к  $\mu$  в тонкой топологии тогда и только тогда, когда последовательность  $\{\mu_n\}$  равномерно  $C_\alpha$ -абсолютно непрерывна.

Теорема 4 доказывается так же, как теорема 2 (см. [3]).

Легко видеть, что в части достаточности теорема справедлива для любой последовательности равномерно финитных мер.

Замечание 1. Если диаметр множества  $d(E) < 1$ , то

$$C_{\alpha_1}(E) \leq C_{\alpha_2}(E), \quad \text{где } 0 < \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq 2.$$

Отсюда вытекает, что топология  $(R^p, C_{\alpha_1}^\alpha)$  сильнее  $(R^p, C_{\alpha_2}^\alpha)$ .

Замечание 2. На вероятностном языке полученные результаты означают, что существует стандартный марковский процесс (см. [4])  $X = (x_t, +\infty, M_t, P_x)$  с производящим оператором  $(-\Delta)^{\alpha/2}$  ( $\Delta$  — оператор Лапласа) (см. [5]), такой, что естественная топология (см. [4, 6]) для процесса  $X$  и тонкая топология  $(R^p, C_\alpha^\alpha)$  совпадают, а теорема 1 означает, что если  $P_x[\tau(B) < \infty] = 1$  то

$$P_x[\tau(B) = 0] = 1,$$

где  $\tau(B) = \inf\{t : t > 0, x_t \in B\}$ ,

а  $B$  ограниченное, открытое или замкнутое множество в обычной топологии.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 18.6.1971)

მათემატიკა

ჟ. კაპანადე

რისის პოტენციალები და კარტანის ტოპოლოგია

რეზიუმე

განხილულია კარტანის ტოპოლოგია [1], მისი კავშირი ჩვეულებრივ ევკლიდეს ტოპოლოგიასთან და განზოგადებულია კარტანის თეორემა (თეორემა 3.6 [1]). განხილულია აგრეთვე ზომათა სუსტი კრებულობის საკითხი კარტანის ტოპოლოგიაში.

MATHEMATICS

J. V. KAPANADZE

RIETZ'S POTENTIALS AND THE CARTAN TOPOLOGY

Summary

The Cartan topology (thin topology) [1] and its connection with the ordinary Euclidean topology are considered (Theorem 3.6 of [1]). The question of weak convergence of measures in thin topology is also considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Ландкоф. Основы современной теории потенциала. М., 1966.
2. А. Д. Вентцель. Теория вероятностей и ее применения, т. X, вып. 4, 1965.
3. Дж. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, т. 57, № 2, 1970.
4. Е. Б. Дынкин. Марковские процессы, М., 1963.
5. К. Ито, Г. Маккин. Диффузионные процессы и их траектория. М., 1968.
6. Е. Б. Дынкин. ДАН СССР, т. 127, № 1, 1959.

Н. Г. РОБИТАШВИЛИ

## СОВМЕЩЕНИЕ ОБРАТНОГО МЕТОДА И МЕТОДА РЕЗОЛЮЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 3.6.1971)

В настоящей работе исследуются на выводимость секвенции узкого исчисления предикатов с функциональными знаками вида

$$\rightarrow \exists x_{i_1} \dots \exists x_{i_{n_1}} K_1, \dots, \exists x_{i_1} \dots \exists x_{i_{n_l}} K_l, \quad (1)$$

где  $K_1, \dots, K_l$  — конъюнкции элементарных формул, т. е. атомарных формул и их отрицаний.

Строчными греческими буквами обозначаем одновременные подстановки термов вместо переменных [1].

Множество элементарных формул  $M$  называем квазиподформулой секвенции (1), если оно представимо как  $E\xi$ , где  $E$  — множество каких-либо конъюнктов некоторого  $K_i$  ( $1 \leq i \leq l$ ) секвенции (1). В частности, если  $E$  — множество всех конъюнктов  $K_l$ , то  $M$  называем квазилексическим примером.

Определение 1. Гибридом называем выражение  $K \rightarrow H$ , где  $K$  — множество элементарных подформул, а  $H$  — множество квазиподформул секвенции (1). Набором называем гибрид  $\rightarrow H$ , полным набором — набор  $\rightarrow \{M_1, \dots, M_k\}$ , если  $M_1, \dots, M_k$  — квазилексические примеры, клаусом — гибрид  $K \rightarrow$ . Выражение  $\rightarrow$  называем пустым гибридом.

Гибрид  $\{a_1, \dots, a_m\} \rightarrow \{(b_{11}, \dots, b_{1n_1}), \dots, (b_{n_1}, \dots, b_{n_n})\}$  интерпретируется как формула  $(a_1 \& \dots \& a_m) \supset ((b_{11} \& \dots \& b_{1n_1}) \vee \dots \vee (b_{n_1} \& \dots \& b_{n_n}))$ .

Следует отметить, что наборы, рассматриваемые в данной заметке, ближе к наборам из [2], чем к наборам из [3, 4].

Определим индуктивно понятие благоприятного гибрида.

1. Благоприятны гибриды вида  $A \rightarrow$ , если  $A$  — множество всех конъюнктов некоторого  $K_i$  ( $1 \leq i \leq l$ ) секвенции (1). Их называем исходными клаусами. Благоприятны гибриды вида  $\rightarrow \{\{P_1\}, \{P_2\}\}$ , если  $P_1, P_2$  — подформулы секвенции (1), составляющие контрарную пару, т. е. если одна из них есть отрицание другой. Их называем замкнутыми наборами.

2. Правило Б: если гибриды  $K_1 \rightarrow H_1 \cup \{L\}$ ,  $K_2 \rightarrow H_2 \cup \{M\}$  благоприятны,  $\mathcal{L} \subseteq L$ ,  $\mathcal{M} \subseteq M$  и  $\mathcal{L}\sigma \cup \mathcal{M}\lambda$  — квазиподформула, то благоприятен гибрид  $K_1\sigma \cup K_2\lambda \rightarrow H_1\sigma \cup H_2\lambda \cup \{\mathcal{L}\sigma \cup \mathcal{M}\lambda\}$ .

3. Правило резолюции: если гибриды  $K_1 \rightarrow H_1$ ,  $K_2 \rightarrow H_2$  благоприятны,  $\mathcal{L} \subseteq K_1$ ,  $\mathcal{M} \subseteq K_2$  и  $\mathcal{L}\sigma$  и  $\mathcal{M}\lambda$  — одночленные множества, члены которых составляют контрарную пару, то благоприятен гибрид  $(K_1\sigma - \mathcal{L}\sigma) \cup (K_2\lambda - \mathcal{M}\lambda) \rightarrow H_1\sigma \cup H_2\lambda$ .





4. Правило полурезолюции: если гибриды  $K_1 \rightarrow H_1$ ,  $K_2 \rightarrow H_2 \cup \{M\}$  благоприятны,  $\mathfrak{L} \subseteq K_1$ ,  $\mathfrak{M} \subseteq M$  и  $\mathfrak{L}\sigma = \mathfrak{M}\lambda$ , то благоприятен гибрид  $(K_1\sigma - \mathfrak{L}\sigma) \cup \cup K_2\lambda \rightarrow H_1\sigma \cup H_2\lambda$ .

В правой части заключения каждого из правил разрешается делать замены вида  $\{A\} \cup \{A \cup B\}$  на  $\{A\}$  и вычеркивать квазилексические примеры. Результат этих преобразований считается заключением того же правила.

Отметим, что правило 2 отлично от правила Б из [3, 4] и в применении к наборам, компоненты которых одночленны. А именно, каждое применение правила Б из [3, 4] распадается на несколько применений данного правила.

Всякое применение правила резолюции можно заменить на два применения правила полурезолюции к тем же посылкам и к подходящему замкнутому набору.

При исследовании секвенции на выводимость будем стараться вывести пустой гибрид из исходных klausov и наборов.

Полнота работы с гибридами следует и из полноты обратного метода, и из полноты метода резолюции. Непротиворечивость следует из теоремы 1, изложенной ниже.

Распространяя на гибриды понятия поднаборности [3, 4] или subsumption [1] и разложимости [4] можно доказать соответствующие утверждения.

Определение 2. Пусть имеем гибриды  $G_1 = K \rightarrow \{E_1\} \cup \dots \cup \{E_n\} \cup H$  и  $G_2 = K \cup K^0 \rightarrow H$ . Множество  $K^0$  представимо как  $F_1 \cup \dots \cup F_n$ , причем  $E_1 \cup F_1, \dots, E_n \cup F_n$  — квазилексические примеры. В этих условиях говорим, что 1)  $G_1$  есть наборное представление гибрида  $G_2$  по  $K^0$  с покрытием  $F_1, \dots, F_n$ , 2)  $G_2$  есть klausное представление гибрида  $G_1$  по  $E_1, \dots, E_n$ .

Некоторые или даже все из  $F_1, \dots, F_n$ , упомянутых в определении, могут оказаться пустыми множествами. Klausным представлением произвольного полного набора по всей правой части, в частности, является пустой гибрид. Наборным представлением пустого гибрида является любой полный набор.

Бесплодным набором назовем набор, содержащий пустое множество в качестве компоненты. Бесплодный набор естественно считать благоприятным.

Теорема 1. Если благоприятен гибрид  $G = K \rightarrow H$ , то для  $K$  найдется покрытие  $N_1, \dots, N_h$ , такое, что для любого подмножества  $K^0$ , множества  $K$ , представимого как  $N_{i_1} \cup \dots \cup N_{i_h}$  ( $i_1, \dots, i_h$  различны и не превосходят  $h$ ), среди наборных представлений  $G$  по  $K^0$  с покрытием  $N_{i_1}, \dots, N_{i_h}$  найдется благоприятное.

Теорема доказывается индукцией по длине обоснования. Для исходного klausа упомянутым покрытием будет он сам и его благоприятным наборным представлением будет одночленный бесплодный набор. Проследив за выводом благоприятного гибрида, его левую часть

можно представить в виде  $N_1 \cup \dots \cup N_h$ , где  $N_1, \dots, N_h$  — квазиподформулы, происшедшие из исходных Klausов, использованных в выводе (некоторые из  $N_1, \dots, N_h$  или даже все могут оказаться пустыми). Последовательность  $N_1, \dots, N_h$  есть обещанное в теореме покрытие.

Наборные представления благоприятного гибрида по всей левой части с покрытием  $N_1, \dots, N_h$  являются наборами, и среди них имеется благоприятное. Обоснование, гарантированное в доказательстве, содержит только применения правила Б. Отсюда, опираясь на теорему о пустом наборе [3, 4], имеем следствием непротиворечивость.

Следствие. Если благоприятен пустой гибрид, то исследуемая секвенция доказуема.

**Теорема 2.** Все Klausные представления благоприятного гибрида по всяким подмножествам правой части благоприятны.

Пусть

$$K_1 \rightarrow H, \quad (2)$$

есть Klausное представление благоприятного гибрида

$$K \rightarrow \{L_1\} \cup \dots \cup \{L_n\} \cup H, \quad (3)$$

по  $L_1, \dots, L_n$ .

$n$ -Кратным применением правила полурезолюции к (3), всякий раз «первой» посылкой имея некоторый исходный Klaus, можно получить гибрид (2). Следовательно, гибрид (2) благоприятен.

Из теоремы 2 следует, что благоприятный гибрид можно использовать в качестве схемы [5] своих Klausных представлений. Аналогичное утверждение о наборных представлениях неверно, поскольку благоприятны не все наборные представления благоприятного гибрида.

Желательно знать, что можно сказать о благоприятности Klausов, являющихся Klausными представлениями благоприятного набора, и о благоприятности наборов, являющихся наборными представлениями благоприятного Klausа. Этими вопросами занимались Н. К. Замов и В. И. Шаронов. Ответы на них можно извлечь из подходящих частных случаев доказанных теорем.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 4.6.1971)

გათვამატბა

ბ. რობიტაშვილი

უკუშემოდინსა და რეზოლუციის მეთოდის შემთავსება

ბ ე ზ ი მ ე

განისაზღვრება ობიექტი  $K \rightarrow H$ , რომელიც იქცევა კრებულად (Набор [3, 4]) ცარიელი  $K$ -ს შემთხვევაში და იქცევა Klausად (Clause [1]) ცარიელი  $H$ -ის შემთხვევაში. ასეთ ობიექტებს ვუწოდებთ ჰიბრიდებს. შემოღებულია სამი გამოყვანის წესი. ერთ-ერთი მათგანი შეესაბამება Б წესს [3,4], მეორე — რეზოლუციის წესს [1]. მესამე წესი შუალედურია. მტკიცდება, რომ

სეკვენცია დამტკიცებადია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა ამ სეკვენციისათვის გამოყვანადია ცარიელი ჰიბრიდი.

განხილულია გარკვეული მიმართება ჰიბრიდებს შორის და ნაჩვენებია, თუ რამდენად ინახება გამოყვანადობა ჰიბრიდების ამ მიმართებით შეთანადებისას.

## MATHEMATICS

N. G. ROBITASHVILI

### COMBINATION OF THE INVERSE- AND THE RESOLUTION METHODS

#### Summary

The object  $K \rightarrow H$ , being a 'ensemble' [3, 4] with empty  $K$  and a clause [1] with empty  $H$  is introduced. Such objects are called hybrids. Three rules of inference are introduced. One corresponds to the rule Б [3,4], another to the resolution rule [1]. The third rule is intermediate. These rules allow the statement: the sequent is provable if and only if the empty hybrid is decidable for it.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. A. Robinson. J. Assoc. Comput. Mach., 12, № 1, 1965, 23—41.
2. Г. В. Давыдов. Зап. науч. семинаров. Ленингр. отд. Мат. ин-та АН СССР, 4, 1967, 8—17.
3. С. Ю. Маслов. ДАН СССР, 159, № 1, 1964, 17—20.
4. С. Ю. Маслов. Труды Мат. ин-та АН СССР, 98, 1968, 26—87.
5. С. Ю. Маслов. ДАН СССР, 172, № 1, 1967, 22—25.

И. А. СХИРТЛАДZE

ОБ АБСОЛЮТНОЙ СХОДИМОСТИ РЯДОВ ФУРЬЕ—УОЛША

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 10.6.1971)

В работе [1] доказан ряд теорем об абсолютной сходимости двойных тригонометрических рядов Фурье. В настоящей статье приводятся аналогичные теоремы для двойных рядов Фурье—Уолша.

Пусть  $f(x,y)$  — периодическая функция периода 1, являющаяся функцией с интегрируемым квадратом на сегменте  $(0,1; 0,1)$ .  $W[f]$  обозначает ряд Фурье—Уолша функции  $f(x,y)$ :

$$W[f] = \sum_{m,n=0}^{\infty} C_{mn} \psi_m(x) \psi_n(y),$$

где

$$C_{mn} = \int_0^1 \int_0^1 f(x,y) \psi_m(x) \psi_n(y) dx dy \quad (m,n = 0,1,2,\dots)$$

а система функций  $\{\psi_m(x) \psi_n(y)\}_{m,n=0}^{\infty}$  есть полная ортонормальная система Уолша на сегменте  $(0,1; 0,1)$ .

Положим  $\alpha_1(x) = \int_0^1 f(x,y) dy$ ,  $\alpha_2(y) = \int_0^1 f(x,y) dx$ .

Приращения этих функций и функций  $f$  имеют вид

$$\dot{\Delta}(\alpha_1; h_1) = \alpha_1(x \dot{+} h_1) - \alpha_1(x),$$

$$\dot{\Delta}(\alpha_2; h_2) = \alpha_2(y \dot{+} h_2) - \alpha_2(y),$$

$$\dot{\Delta}(f; x, y, h_1, h_2) = f(x, y) - f(x \dot{+} h_1, y) - f(x, y \dot{+} h_2) + f(x \dot{+} h_1, y \dot{+} h_2).$$

Относительно операции  $\dot{+}$  см. [2]. В соответствующих выражениях для функции без точки мы подразумеваем обычную сумму. Через  $\dot{A}_m$ ,  $\dot{B}_n$ ,  $\dot{C}_{mn}$  (без точки соответственно) обозначаются следующие величины:

$$\dot{A}_m = \left( 2^m \int_0^1 \left| \dot{\Delta} \left( \alpha_1; \frac{1}{2^{m+1}} \right) \right|^2 dx \right)^{1/2},$$



$$\dot{B}_n = \left( 2^n \int_0^1 \left| \dot{\Delta} \left( \alpha_2; \frac{1}{2^{n+1}} \right) \right|^2 dy \right)^{1/2},$$

$$\dot{C}_{mn} = \left( 2^{m+n} \int_0^1 \int_0^1 \left| \dot{\Delta} \left( f; x, y, \frac{1}{2^{m+1}}, \frac{1}{2^{n+1}} \right) \right|^2 dx dy \right)^{1/2}$$

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

Легко можно показать, что

$$\dot{A}_m \leq A_m, \quad \dot{B}_n \leq B_n, \quad \dot{C}_{mn} \leq C_{mn} \quad (m, n = 1, 2, \dots).$$

Используя величины  $\dot{A}_m$ ,  $\dot{B}_n$ ,  $\dot{C}_{mn}$ , можно доказать следующую теорему:

**Теорема 1.** Если сходятся ряды  $\sum_{m=1}^{\infty} \dot{A}_m$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} \dot{B}_n$ ,  $\sum_{m,n=1}^{\infty} \dot{C}_{mn}$ , то ряд  $W[f]$

абсолютно сходится.

Модифицируя эту теорему для функции одной переменной, получаем следствие, аналогичное [1].

**Следствие.** Если  $\varphi \in V[0,1]$  и сходится ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\omega \left( \frac{1}{2^n}; \varphi \right)}$ ,

то  $W[\varphi]$  абсолютно сходится. Справедлива

**Теорема 2.** Если  $f(x, y)$  является функцией ограниченной вариации в смысле Витали и сходятся ряды

$$\sum_{m=1}^{\infty} A_m, \quad \sum_{n=1}^{\infty} B_n, \quad \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\omega \left( \frac{1}{2^m}; \frac{1}{2^n}; f \right)},$$

$$\omega(\delta_1, \delta_2) = \sup_{\substack{|h_1| \leq \delta_1 \\ |h_2| \leq \delta_2}} |\Delta(f; x, y, h_1, h_2)|,$$

то двойной ряд  $W[f]$  абсолютно сходится.

Пусть  $f(x, y)$  — непрерывная функция на  $(0,1; 0,1)$ .

Положим

$$\mu_1(\delta; f) = \sup_{\substack{|h_1| \leq \delta \\ 0 \leq x \leq 1}} \left| \int_0^1 [f(x+h_1, h) - f(x, y)] dy \right|,$$

$$\mu_2(\delta; f) = \sup_{\substack{|h_2| \leq \delta \\ 0 \leq y \leq 1}} \left| \int_0^1 [f(x, y+h_2) - f(x, y)] dx \right|.$$

На основе вышеприведенного следствия и теоремы 1 можно доказать следующую теорему:

**Теорема 3.** Если  $f(x, y)$  является одновременно функцией ограниченной вариации в смысле Витали и в смысле Тоннели и сходятся ряды

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sqrt{\mu_1 \left( \frac{1}{2^m}; f \right)}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\mu_2 \left( \frac{1}{2^n}; f \right)}, \quad \sum_{m, n=1}^{\infty} \sqrt{\omega \left( \frac{1}{2^m}; \frac{1}{2^n}; f \right)},$$

то двойной ряд  $W[f]$  абсолютно сходится.

Теорему 1 можно обобщить для функции многих переменных. Положим

$$\dot{A}_{n_{i_1}} = \left( 2^{n_{i_1}} \int_0^1 |\dot{\Delta}(\alpha_{i_1})|^2 dx_{i_1} \right)^{1/2} \quad (i_1 = 1, 2, \dots, k),$$

$$\dot{A}_{n_{i_1} n_{i_2}} = \left( 2^{n_{i_1} + n_{i_2}} \int_0^1 \int_0^1 |\dot{\Delta}(\alpha_{i_1 i_2})|^2 dx_{i_1} dx_{i_2} \right)^{1/2} \quad (i_1 \neq i_2),$$

$$\dot{A}_{n_1 n_2 \dots n_k} = \left( 2^{n_1 + \dots + n_k} \int_0^1 \dots \int_0^1 |\dot{\Delta}(f)|^2 dx_1 \dots dx_k \right)^{1/2},$$

где

$$\alpha_{i_1 i_2}(x_{i_1} x_{i_2}) = \int f(x_1, x_2, \dots, x_k) dx_1 \dots dx_k,$$

причем интеграция не производится по переменным  $x_{i_1}, x_{i_2}$ , а выражения для  $\dot{\Delta}(\alpha_{i_1}), \dot{\Delta}(\alpha_{i_1 i_2}), \dots, \dot{\Delta}(f)$  получаются аналогично случаю двух переменных.

**Теорема 4.** Если сходятся ряды

$$\sum_{n_{i_1}=1}^{\infty} \dot{A}_{n_{i_1}} \quad (i_1 = 1, 2, \dots, k),$$

$$\sum_{n_{i_1}=1}^{\infty} \sum_{n_{i_2}=1}^{\infty} \dot{A}_{n_{i_1} n_{i_2}} \quad (i_1 \neq i_2),$$

$$\sum_{n_1=1}^{\infty} \sum_{n_2=1}^{\infty} \dots \sum_{n_k=1}^{\infty} \dot{A}_{n_1 n_2 \dots n_k},$$

то  $k$ -кратный ряд  $W[f]$  абсолютно сходится.

Все эти ряды мажорируются рядами, составленными соответствующими величинами без точек.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.6.1971)

მათემატიკა

ი. სხირტლადე

ფურცე — უოლშის მწკრივთა აბსოლუტური კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ფურიეს მწკრივების (უოლშის სისტემის მიმართ) აბსოლუტური კრებადობის საკითხები ჯერად მწკრივთა შემთხვევაში. მიღებულია თეორემები, რომლებშიც დადგენილია ის საკმარისი პირობები, რაც უზრუნველყოფს ფურიე—უოლშის მწკრივთა აბსოლუტურ კრებადობას.

MATHEMATICS

I. A. SKHIRTLDZE

ON THE ABSOLUTE CONVERGENCE OF FOURIER-WALSH  
SERIES

Summary

The problem of the absolute convergence of double Fourier series (respectively to Walsh systems) is considered. Theorems are obtained in which sufficient conditions are present for the absolute convergence of Fourier-Walsh series.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Челидзе. Труды Тбил. мат. ин-та им. А. М. Размадзе, т. XXVI, 1959.
2. N. T. Fine. Trans. Amer. Math. Soc. 65, № 3, 1949.

Л. В. ИДЕЛЬС

О СУММИРУЕМЫХ ИНТЕГРАЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 14.1971)

Рассмотрим интегральное преобразование  $T[f]$ , определяемое как

$$T[f] = \int_0^{\infty} f(t) \Psi[h(\lambda)t] dt, \quad (1)$$

где  $\Psi$  и  $h$ —заданные функции.

Положим

$$S(\lambda) = \int_0^{\lambda} f(t) dt \quad \text{и} \quad \Theta(\lambda) = \int_0^{\lambda} f(t) \Psi[h(\lambda)t] dt.$$

Будем говорить, что преобразование (1) регулярно, если из

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} S(\lambda) = S$$

следует

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \Theta(\lambda) = S.$$

Лемма 1. Пусть на любом конечном интервале  $(-a, a)$  функция  $\Psi(t)$  имеет ограниченную вариацию, непрерывна в точке  $t=0$  и  $\Psi(0)=1$ , а  $|h(\lambda)| \leq a/\lambda$  при  $\lambda > 0$ . Тогда преобразование  $T[f]$  регулярно.

Пусть  $f(t) \in L(-\infty, \infty)$ . Интеграл Фурье определяется как

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} du \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos a(t-x) dt. \quad (2)$$

Положим

$$S_{\lambda}(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\lambda} du \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos(t-x) dt$$

и рассмотрим выражение

$$B_{\lambda}^{(1)}(x) = \frac{1}{2} [S_{\lambda}[x+h(\lambda)] + S_{\lambda}[x-h(\lambda)]], \quad (3)$$

где

$$h(\lambda) = O\left\{\frac{1}{\lambda}\right\}.$$

Определение. Будем говорить (см. также [1]), что интеграл Фурье (2) суммируется методом  $(BR, h(\lambda), 1)$  к функции  $f(x)$ , если существует предел

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} B_{\lambda}^{(1)}(x) = f(x).$$

После несложных вычислений имеем





$$B_{\lambda}^{(1)}(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\lambda} \cos h(\lambda) u du \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos u(t-x) dt.$$

Продолжая процесс суммирования, определенный формулой (3), для любого целого  $k > 0$  имеем

$$B_{\lambda}^{(k)}(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\lambda} \cos^k h(\lambda) u du \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos u(t-x) dt, \quad (4)$$

где 
$$B_{\lambda}^{(k)}(x) = \frac{1}{2} \{B_{\lambda}^{(k-1)}[x+h(\lambda)] + B_{\lambda}^{(k-1)}[x-h(\lambda)]\}.$$

Формула (4) позволяет перенести данное выше определение на произвольные суммируемые интегралы.

Определение 1. Будем говорить, что интеграл  $\int_0^{\infty} f(t) dt$  суммируется методом  $(BR, h(\lambda), k)$  ( $k > 0$  — целое) к числу  $S$ , если существует предел

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \int_0^{\lambda} f(t) \cos^k h(\lambda) t dt = S,$$

где 
$$h(\lambda) = O\left\{\frac{1}{\lambda}\right\}.$$

Это определение доставляет нам так называемый метод Бернштейна — Рогозинского суммирования интегралов. Методы  $(BR, h(\lambda), k)$  принадлежат к классу интегральных преобразований, определяемых формулой (1), и так как функция  $\cos^k t$  ( $k > 0$ ) удовлетворяет всем условиям леммы 1, налагаемым на функцию  $\Psi(t)$ , то справедлива

Теорема 1. Метод суммирования  $(BR, h(\lambda), k)$  регулярный.

Следующая теорема устанавливает взаимоотношение между методами  $(BR, h(\lambda), k)$ ,  $(c, k)$ .

Теорема 2. Метод  $\left(BR, \frac{p\pi}{2\lambda}, k\right)$  ( $p$  — целое нечетное) не слабее метода  $(c, m)$  ( $m > 0$ ), где  $k$  — ближайшее целое, большее  $m$ .

Базируясь на эту теорему и используя тот факт, что интегральный метод Гельдера  $(H, k)$  и метод  $(c, k)$  эквиваленты (см., например, [2]), можно показать, что имеет место

Теорема 3. Метод суммирования  $\left(BR, \frac{p\pi}{2\lambda}, k+1\right)$  сильнее метода  $(c, m)$ , где  $k$  — наименьшее целое, большее  $m$ .

Из теорем 1 и 2 и в силу того, что для любой  $f \in L(-\infty, \infty)$  интеграл Фурье (2) суммируется методом  $(c, k)$  почти всюду к функции  $f$  [3], в частности, следует: пусть  $f(t) \in L(-\infty, \infty)$ , тогда интеграл Фурье

(2) суммируем методом  $\left(BR, \frac{p\pi}{2\lambda}, k\right)$  к функции  $f(x)$  почти всюду.

Частный случай  $h(\lambda) = \frac{\pi}{2\lambda}$  рассматривался Ф. И. Харшиладзе [1].

Замечание. Если при доказательстве теоремы 2 положить  $h(\lambda) = \pi/(2\lambda+1)$ , то можно показать, что ничего подобного утверждать нельзя, в отличие от аналогичной теоремы для числовых рядов [4], так как доказательство последней использует так называемую „лимитирующую теорему“: если ряд  $\sum_1^{\infty} a_n$  суммируем  $(c, k)$ , то  $S_n = O(n^h)$ , где  $S_n = \sum_1^n a_i$ .

Для интегралов такая теорема отсутствует (см., например, [2]), и мы, таким образом, сталкиваемся с пунктом, в котором аналогия между рядами и интегралами нарушается. Поэтому интересна

Теорема 4. Пусть  $f(t) \in L(-\infty, \infty)$ . Тогда интеграл Фурье (2) суммируем  $\left(BR, \frac{\pi}{2\lambda+1}, 1\right)$  к функции  $f(x)$  в каждой точке, где

$$\int_0^{\theta} |f(x+t) + f(x-t) - 2f(x)| dt = o(\theta),$$

т. е. почти всюду.

Несколько изменяя доказательство этой теоремы, можно показать, что имеет место

Теорема 5. Пусть  $f(t) \in L(-\infty, \infty)$ . Тогда сопряженный интеграл Фурье

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} du \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \sin u(t-x) dt \quad (5)$$

суммируем методом  $\left(BR, \frac{\pi}{2\lambda+1}, 1\right)$  к функции  $\tilde{f}(x)$ , которая определена как

$$\tilde{f}(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{f(x+t) - f(x-t)}{t} dt = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\pi} \int_{\varepsilon}^{\infty} \frac{f(x+t) - f(x-t)}{t} dt$$

в каждой точке, где  $\tilde{f}(x)$  существует и

$$\int_0^{\theta} |f(x+t) - f(x-t)| dt = o(\theta).$$

Так как для любой  $f(t) \in L(-\infty, \infty)$  функция  $\tilde{f}(x)$  существует почти всюду (см. [3]), то интеграл (5) суммируется  $\left(BR, \frac{\pi}{2\lambda+1}, 1\right)$  почти всюду к  $\tilde{f}(x)$ .

Следующая теорема существенно использует при доказательстве лемму и решает вопрос о множествах точек сходимости для интеграла Фурье (2) и его сопряженного интеграла (5), для  $f \in L(-\infty, \infty)$ , вопросы сходимости которого рассматривались в [5].

Теорема 6. Если тригонометрический интеграл

$$\int_0^{\infty} \{a(u) \cos xu + b(u) \sin xu\} du \quad (6)$$

сходится на  $Q$  (под  $Q$  понимается прямая  $(-\infty, \infty)$  с лебеговской мерой на ней), а его сопряженный интеграл

$$\int_0^{\infty} \{b(u) \cos xu - a(u) \sin xu\} du \quad (7)$$

суммируем  $(c, 1)$  на  $Q$ , то интеграл (7) сходится почти всюду на  $Q$ .

В силу теоремы Титчмарша [3], интеграл (7) суммируем  $(c, 1)$  почти всюду на  $Q$ .

Следствие. Если интеграл Фурье (6) сходится на  $Q$ , то сопряженный интеграл Фурье (7) сходится почти всюду на  $Q$ .

Эта теорема может рассматриваться как интегральный аналог теоремы Куттнера для рядов Фурье [6]. Однако опять-таки в силу отсутствия «лимитирующей теоремы», которую использует доказательство теоремы Куттнера, наше доказательство проводится несколько иначе.

Новосибирский институт инженеров  
железнодорожного транспорта

(Поступило 4.4.1971)

მათემატიკა

ლ. იდელსი

შეჯამებადი ინტეგრლების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ფურიეს ინტეგრლების კრებადობა ბერნშტეინ—როგოსინსკის მეთოდით. დადგენილია რამდენიმე თეორემა ამ მეთოდისათვის.

MATHEMATICS

L. V. IDELS

ON SUMMABLE INTEGRALS

Summary

Theorems referring to the theory of the Bernstein-Rogosinski summability of trigonometrical integrals  $(BR, h(\nu), K)$  ( $K > 0$ ) are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. И. Харшиладзе. *Мат. сб.*, II, 1942, 53.
2. Г. Харди. *Расходящиеся ряды*. М., 1951.
3. Э. Титчмарш. *Введение в теорию интегралов Фурье*. М.—Л., 1948.
4. И. И. Огневский. *ДАН СССР*, 76, 1951.
5. Л. В. Идельс. *Изв. вузов, Математика*, 9, 1970.
6. B. Kuttner. *J. Lond. Math. Soc.* (10), 1935.

Д. Ф. ГОГУАДЗЕ

РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  
 РАДОНА—ГЮНТЕРА—ДУБРОВСКОГО МЕТОДОМ  
 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 13.5.1971)

В первой части статьи изучается вопрос решения методом последовательных приближений обобщенных интегральных уравнений Радона—Гюнтера—Дубровского

$$\varphi(x) = \lambda(\mathfrak{M}) \int_{\dot{E}_y} \varphi(y) k(x, dE_y) + f(x)^{(1)}, \quad (1)$$

$$\psi(e) = \lambda(\mathfrak{M}) \int_{\dot{E}_y} k(y, e) \psi(dE_y) + F(E), \quad (2)$$

где интегралы понимаются в смысле Колмогорова [1], причем имеются в виду конечные разбиения, а во второй части — аналогичный вопрос для интегральных уравнений

$$\varphi(x) = \lambda(\mathfrak{M}) \int_{\dot{E}_y}^* \varphi(y) k(y, dE_y) + f(x), \quad (3)$$

$$\psi(e) = \lambda(\mathfrak{M}) \int_{\dot{E}_y}^* k(y, e) \psi(dE_y) + F(e), \quad (4)$$

где интегралы понимаются опять в смысле Колмогорова, но уже рассматриваются счетные разбиения.

1. Будем говорить, что функция  $k(y, e)$  интегрируема в смысле Колмогорова на множестве  $E$  относительно класса  $\mathfrak{M}$  в смысле конечных разбиений равномерно относительно  $y$  или принадлежит классу  $[k; E; \mathfrak{M}]$  равномерно относительно  $y$ , если для всякого числа  $\varepsilon > 0$  существует такое конечное разбиение  $D_\varepsilon E$  множества  $E$ , что для любого конечного продолжения  $DE = \{e_1, \dots, e_n\}$  разбиения  $D_\varepsilon E$  имеет место неравенство

$$\left| \sum_{i=1}^n k(y, e_i) - (\mathfrak{M}) \int_E k(y, dE) \right| < \varepsilon,$$

каков бы ни был элемент  $y$ .

(1 Мы пользуемся обозначениями и терминами наших работ [2—5].





Будем говорить, что интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_x} f(x) k(y, dE_x)$$

существует равномерно относительно  $y$ , если для всякого числа  $\varepsilon > 0$  существует такое конечное разбиение  $D_\varepsilon E$  множества  $E$ , что для любого конечного продолжения  $DE = \{e_1, \dots, e_n\}$  разбиения  $D_\varepsilon E$  имеет место неравенство

$$\left| \sum_{i=1}^n f(x_i) k(y, e_i) - (\mathfrak{M}) \int_{E_x} f(x) k(y, dE_x) \right| < \varepsilon,$$

каков бы ни был  $y$ .

Пусть выполнены следующие условия:

1. Для фиксированного  $e$  функция  $k(y, e)$  ограничена как функция от  $y$ .
2.  $k(y, e) \in [k; E; \mathfrak{M}]$  равномерно относительно  $y$ .
3. Верхний интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_x} |k| (y, dE_x)$$

ограничен как функция от  $y$ .

4. Интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_z} k(z, e) k(x, dE_z)$$

существует равномерно относительно  $x$  для фиксированного  $e$ .

5. Интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_y} f(y) k(x, dE_y)$$

существует равномерно относительно  $x$ .

6.  $F(e) \in [k; E; \mathfrak{M}]$  и  $F(e) \in [V_0 B; E; \mathfrak{M}]$ .
7. Для фиксированного  $e$  существует интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_y} k(y, e) F(dE_y).$$

Неизвестная функция  $\varphi(x)$  отыскивается в классе функций, для которых интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_x} \varphi(x) k(y, dE_x)$$

существует равномерно относительно  $y$ , а неизвестная функция  $\psi(e)$  — в классе  $[V_0 B; E; \mathfrak{M}]$ .

В этих условиях к уравнениям (1) и (2) можно применить обычный метод последовательных приближений и показать, что, если

$$\lambda < \frac{1}{N},$$

где

$$N = \sup_{x \in E} \left\{ (\mathfrak{M}) \int_{E_y} |k| (x, dE_y) \right\},$$

то уравнения (1) и (2) имеют единственные решения в вышеупомянутых классах функций и эти решения представляются в виде абсолютно и равномерно сходящихся рядов.

2. Будем говорить, что функция  $k(y, e)$  интегрируема в смысле Колмогорова на множестве  $E$  относительно класса  $\mathfrak{M}$  в смысле счетных разбиений равномерно относительно  $y$  или принадлежит классу  $[k^*; E; \mathfrak{M}]$  равномерно относительно  $y$ , если для всякого числа  $\varepsilon > 0$  существует такое счетное разбиение  $D_\varepsilon^* E$  множества  $E$ , что любому продолжению  $D^* E = \{e_1, \dots, e_n, \dots\}$  разбиения  $D_\varepsilon^* E$  соответствует такое натуральное число  $N_{D^*}$ , что, когда  $n < N_{D^*}$ , имеет место неравенство

$$\left| \sum_{i=1}^n k(y, e_i) - (\mathfrak{M}) \int_{E_x}^* k(y, dE_x) \right| < \varepsilon$$

каков бы ни был  $y$ .

Будем говорить, что интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_x}^* f(x) k(y, dE_x)$$

существует равномерно относительно  $y$ , если для всякого числа  $\varepsilon > 0$  существует такое счетное разбиение  $D_\varepsilon^* E$  множества  $E$ , что любому продолжению  $D^* E = \{e_1, \dots, e_n, \dots\}$  разбиения  $D_\varepsilon^* E$  соответствует такое натуральное число  $N_{D^*}$ , что когда  $n > N_{D^*}$ , имеет неравенство

$$\left| \sum_{i=1}^n f(x_i) k(y, e_i) - (\mathfrak{M}) \int_{E_x}^* f(x) k(y, dE_x) \right| < \varepsilon,$$

каков бы ни был  $y$ .

Пусть теперь выполнены следующие условия:

1. Для фиксированного  $e$  функция  $k(y, e)$  ограничена как функция от  $y$ .
2.  $k(y, e) \in [k^*; E; \mathfrak{M}]$  равномерно относительно  $y$ .
3. Верхний интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_x}^* |k| (y, dE_x)$$

ограничен как функция от  $y$ .

4. Интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_z}^* k(z, e) k(x, dE_z)$$

существует равномерно относительно  $x$  для фиксированного  $e$ .

5. Интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_y}^* f(y) k(x, dE_y)$$

существует равномерно относительно  $x$ .

6.  $F(e) \in [k^*; E; \mathfrak{M}]$  и  $F(e) \in [V_0 B^*; E; \mathfrak{M}]$ .

7. Для фиксированного  $e$  существует интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_y}^* k(y, e) F(dE_y).$$

Неизвестная функция  $\varphi(x)$  отыскивается в классе функций для которых интеграл

$$(\mathfrak{M}) \int_{E_x}^* \varphi(x) k(y, dE_x)$$

существует равномерно относительно  $y$ , а неизвестная функция  $\psi(e)$  — в классе  $[V_0 B; E; \mathfrak{M}]$ .

В этих условиях к уравнению (3) и (4) можно применить обычный метод последовательных приближений и показать, что, если

$$|\lambda| < \frac{1}{N},$$

где

$$N = \sup_{x \in E} \left\{ (\mathfrak{M}) \int_{E_y}^* |k|(x, dE_y) \right\},$$

то уравнения (3) и (4) имеют единственные решения в вышеупомянутых классах функций и эти решения представляются в виде абсолютно и равномерно сходящихся рядов.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 14.5.1971)

მათემატიკა

დ. გოგუაძე

რადონ-გიუნტერ-დუბროვსკის განზოგადებულ ინტეგრალურ განტოლებათა ამოხსნა მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით

რეზიუმე

შესწავლილია რადონ-გიუნტერ-დუბროვსკის განზოგადებულ ინტეგრალურ განტოლებათა მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით ამოხსნის საკითხი.

MATHEMATICS

D. F. GOGUADZE

SOLUTION OF THE GENERALIZED INTEGRAL EQUATIONS OF RADON-GUNTER-DUBROVSKY BY THE METHOD OF SEQUENTIAL APPROXIMATION

Summary

Solution of the Radon-Gunter-Dubrovsky generalized integral equations by the method of sequential approximation is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Kolmogoroff. Math Ann., 103, 1930.
2. Д. Ф. Проценко. Сообщения АН ГССР, XL, 2, 1965.
3. Д. Ф. Проценко. Труды Вычисл. центра АН ГССР, VI, 3, 1965, 69—84.
4. Д. Ф. Проценко. Труды Вычисл. центра АН ГССР, VI, 3, 1965, 85—92.
5. Д. Ф. Гогоуадзе. Сообщения АН ГССР, 53, № 1, 1969.

К. Э. ЦИТЛАНАДЗЕ

О ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 10.6.1971)

В работах [1—3] исследованы свойства первого дифференциала Фреше функционала  $f(x)$  в банаховых пространствах. В настоящей работе изучаются некоторые свойства второго дифференциала Фреше в пространствах Банаха [4].

Рассмотрим функционал  $f(x)$  в банаховом действительном пространстве  $E$ , сопряженное пространство которого обозначим через  $E^*$ . Предполагается, что в  $E$  определено скалярное произведение  $(x, y)$ ,  $x \in E$ ,  $y \in E^*$ .

Дифференциалом  $df(x; h)$  функционала  $f(x)$ , где  $x, h \in E$ , в смысле Фреше [4] называется главная часть, линейная по  $h$ , приращения

$$f(x+h) - f(x) = df(x; h) + \omega_f(x; h),$$

причем остаток дифференциала  $\omega_f(x, h)$  удовлетворяет условию

$$\lim_{\|h\| \rightarrow 0} \frac{|\omega_f(x; h)|}{\|h\|} = 0.$$

Линейный относительно  $h$  функционал  $df(x; h)$  представим скалярным произведением

$$df(x; h) = (L_f x, h),$$

где оператор  $L_f x$  действует из  $E$  в  $E^*$ .

Требую дифференцируемость  $L_f x$ , можно найти второй дифференциал  $d^2 f(x; h)$  функционала  $f(x)$ . Имеем

$$\begin{aligned} df(x+h; h) - df(x; h) &= (L_f(x+h), h) - (L_f x, h) = \\ &= (dL_f(x; h), h) + (\omega_{L_f}(x; h), h) = d^2 f(x; h) + (\omega_{L_f}(x; h), h), \end{aligned}$$

где оператор  $dL_f(x; h) \in E^*$  действует из  $E$  в  $E^*$ , остаток дифференциала  $\omega_{L_f}(x; h) \in E^*$  оператора  $L_f x$  удовлетворяет условию

$$\lim_{\|h\| \rightarrow 0} \frac{\|\omega_{L_f}(x; h)\|}{\|h\|} = 0.$$

Следовательно, получаем равенство

$$d^2 f(x; h) = (dL_f(x; h), h), \tag{1}$$

дающее представление второго дифференциала через дифференциал оператора  $L_f x$ . Относительно оператора  $dL_f(x; h)$  имеет место

**Теорема.** Если  $dL_f(x; h)$  непрерывен по норме относительно  $x$ , то он непрерывен по совокупности  $x$  и  $h$ .

Следующие теоремы характеризуют второй дифференциал функционала  $f(x)$ .





**Теорема.** Если  $f(x)$  дифференцируем в смысле Фреше в  $E$ , остаются  $\omega_f(x; h)$  и  $\omega_{L_f}(x; h)$  непрерывны по совокупности  $x$  и  $h$ , то второй дифференциал  $d^2f(x; h)$  непрерывен по совокупности  $x$  и  $h$ .

**Доказательство.** Представим второй дифференциал в виде

$$d^2f(x; h) = f(x + 2h) - 2f(x + h) + f(x) + \omega_f(x; h) - (\omega_f(x + h; h) - (\omega_{L_f}(x; h), h)) \quad (2)$$

и допустим, что  $\|x_n - x^*\| \rightarrow 0$  и  $\|h_n - h^*\| \rightarrow 0$ .

Тогда из (2) находим

$$\begin{aligned} |d^2f(x_n; h_n) - d^2f(x^*; h^*)| \leq & |f(x_n + 2h_n) - f(x^* + 2h^*)| + \\ & + 2|f(x_n + h_n) - f(x^* + h^*)| + |f(x_n) - f(x^*)| + \\ & + |\omega_f(x_n; h_n) - \omega_f(x^*; h^*)| + |\omega_f(x_n + h_n; h_n) - \omega_f(x^* + h^*; h^*)| + \\ & + |(\omega_{L_f}(x_n; h_n), h_n) - (\omega_{L_f}(x^*; h^*), h^*)|. \end{aligned} \quad (3)$$

В силу непрерывности  $f(x)$  имеем

$$\left. \begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} |f(x_n + 2h_n) - f(x^* + 2h^*)| &= 0, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} |f(x_n + h_n) - f(x^* + h^*)| &= 0, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} |f(x_n) - f(x^*)| &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Далее, согласно условию теоремы и непрерывности скалярного произведения по совокупности перемножаемых элементов, получим

$$\left. \begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} |\omega_f(x_n; h_n) - \omega_f(x^*; h^*)| &= 0, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} |\omega_f(x_n + h_n; h_n) - \omega_f(x^* + h^*; h^*)| &= 0, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} |(\omega_{L_f}(x_n; h_n), h_n) - (\omega_{L_f}(x^*; h^*), h^*)| &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Теперь из (3) с помощью (4) и (5) будем иметь

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d^2f(x_n; h_n) = d^2f(x^*; h^*),$$

и теорема доказана.

**Определение.** Скажем, что функционал  $\varphi(z_1, z_2)$  где  $z_1, z_2 \in E$ , усиленно непрерывен в точке  $\bar{z}_1, \bar{z}_2$  по совокупности своих аргументов,

если для любых последовательностей  $z_1^{(n)} \xrightarrow{\text{сл}} \bar{z}_1$  и  $z_2^{(n)} \xrightarrow{\text{сл}} \bar{z}_2$  имеет место равенство

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi(z_1^{(n)}, z_2^{(n)}) = \varphi(\bar{z}_1, \bar{z}_2).$$

Аналогично определяется усиленная непрерывность оператора в точке по совокупности своих аргументов.

**Теорема.** Если  $f(x)$  усиленно непрерывен в  $E$ , обладает дифференциалами  $df(x; h)$ ,  $d^2f(x; h)$  в смысле Фреше, функционал  $\omega_f(x; h)$  и оператор  $\omega_{L_f}(x; h)$  усиленно непрерывны в  $E$  по совокупности своих аргумен-

тов, тогда  $d^2f(x; h)$  есть усиленно непрерывный функционал в  $E$  по совокупности  $x$  и  $h$ .

Предполагая  $x_n \xrightarrow{с\lambda} \bar{x}$ ,  $h_n \xrightarrow{с\lambda} \bar{h}$ , доказательство получаем из равенства

$$\begin{aligned} d^2f(x_n; h_n) - d^2f(\bar{x}; \bar{h}) &= [f(x_n + 2h_n) - f(\bar{x} + 2\bar{h})] + \\ &+ 2[f(\bar{x} + \bar{h}) - f(x_n + h_n)] + [f(x_n) - f(\bar{x})] + [\omega_f(x_n; h_n) - \omega_f(\bar{x}; \bar{h})] + \\ &+ [\omega_f(\bar{x} + \bar{h}; \bar{h}) - \omega_f(x_n + h_n; h_n)] + [\omega_{L_f}(x_n; h_n) - \omega_{L_f}(\bar{x}; \bar{h}, h_n)] + \\ &+ [(\omega_{L_f}(\bar{x}; \bar{h}, h_n) - (\omega_{L_f} \bar{x}; \bar{h}), \bar{h})], \end{aligned}$$

если здесь перейти к нормам, использовать условия теоремы и свойства слабо сходящихся последовательностей.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.6.1970)

მათემატიკა

ბ. წიტილანაძე

ფუნქციონალის დიფერენცირების შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ  $f(x)$  არის ბანახის  $E$  სივრცეში განსაზღვრული ფუნქციონალი, რომელსაც აქვს პირველი და მეორე რიგის დიფერენციალები ფრეშეს აზრით. შრომაში შესწავლილია  $f(x)$  ფუნქციონალის მეორე რიგის დიფერენციალის გაძლიერებული უწყვეტობის საკმარისი პირობები.

MATHEMATICS

K. E. TSITLANADZE

ON THE DIFFRENTIATION OF A FUNCTIONAL

Summary

The continuity properties of the second differential of a functional in Banach spaces, which has Fréchet differentials of first and second degrees, are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Вайнберг. Вариационные методы исследования нелинейных операторов. М., 1956.
2. E. Rothe. Ann. of Math. 49, №2, 1948, 265—278.
3. Э. С. Цитлანадзе. Mat. сб., 29 (71), 1951, 3—12.
4. M. Fréchet. Ann. Sc. de l'Ecole Norm. Super. 42, 1925, 293—323.

М. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

ПОЛУБЕЗМОМЕНТНАЯ ТЕОРИЯ ЗАМКНУТЫХ  
 ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЛАСТИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК,  
 ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ДЕЙСТВИЮ ПРОИЗВОЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 16.6.1971)

Полубезмоментная теория открытых цилиндрических пластичных оболочек изложена в работах [1—4]. В настоящей статье аналогичная теория развивается применительно к расчету замкнутых круговых цилиндрических оболочек, подвергающихся действию произвольной поверхностной нагрузки с компонентами  $q_1, q_2, q_3$ .

Разрешающее уравнение задачи имеет вид

$$\frac{\partial^2 T_2}{\partial \theta^2} - \frac{2a^2 \sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + T_2 - a^2 \frac{\partial q_1}{\partial x} + a \frac{\partial q_2}{\partial \theta} - a q_3 = 0, \quad (1)$$

где  $T_2$  — нормальное кольцевое усилие,  $a$  — радиус оболочки,  $\theta$  и  $x$  — координаты точки на ее срединной поверхности, т. е. центральный угол и расстояние вдоль образующей, а  $\sigma_{s1}$  и  $\sigma_{s2}$  — значения пределов текучести в продольном и поперечном направлениях.

В дальнейшем ограничимся рассмотрением случая, когда компонент нагрузки по направлению  $x$  отсутствует ( $q_1 = 0$ ), а два других компонента ( $q_2$  и  $q_3$ ) меняются симметрично относительно некоторой диаметральной плоскости. Тангенциальную и радиальную нагрузки в этом случае можно представить в форме рядов Фурье с коэффициентами, зависящими от осевой координаты  $x$ :

$$q_2 = \sum_{n=1}^{\infty} q_{2n}(x) \sin n\theta, \quad q_3 = \sum_{n=0}^{\infty} q_{3n}(x) \cos n\theta.$$

Решение уравнения (1) будем искать также в форме ряда

$$T_2 = \sum_{n=0}^{\infty} T_{2n}(x) \cos n\theta, \quad (2)$$

коэффициенты которого находятся путем интегрирования дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 T_{2n}}{dx^2} + \frac{\sigma_{s2}}{2a^2 \sigma_{s1}} (n^2 - 1) T_{2n} = \frac{n\sigma_{s2}}{2a\sigma_{s1}} q_{2n} - \frac{\sigma_{s2}}{2a\sigma_{s1}} q_{3n} \quad (3)$$

при соответствующих граничных условиях.

В виде рядов ищем также сдвигающую силу  $S$  и поперечный изгибающий момент  $M_2$ :



$$S = \sum_{n=1}^{\infty} S_n(x) \sin n\theta, \quad M_2 = \sum_{n=1}^{\infty} M_{2n}(x) \cos n\theta. \quad (4)$$

Для определения  $S_n(x)$  и  $M_{2n}(x)$  мы располагаем следующими уравнениями, которые непосредственно вытекают из хорошо известных уравнений равновесия элемента оболочки в условиях полубезмоментного пластического напряженного состояния [1—4]:

$$\frac{2 a \sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \frac{dT_{2n}}{dx} + n S_n = 0, \quad (5)$$

$$\frac{n^2}{a} M_{2n} + T_{2n} - a q_{3n} = 0. \quad (6)$$

После того как усилия и момент найдены, толщину оболочки  $h$  определяем по формуле [4]

$$h = \sqrt{\frac{1}{2} \left[ \left( 3 \frac{T_2^2}{\sigma_{s2}^2} + \frac{S^2}{\tau_s^2} \right) + \sqrt{\left( 3 \frac{T_2^2}{\sigma_{s2}^2} + \frac{S^2}{\tau_s^2} \right)^2 + \frac{64 M_2^2}{\sigma_{s2}^2}} \right]}, \quad (7)$$

где  $\tau_s$  обозначает предел текучести материала при сдвиге.

Для того чтобы в деталях проследить технику расчета, рассмотрим пример.

Пусть  $q_2 = 0$ ,  $q_3 = \sum_{n=0}^{\infty} p_n \cos n\theta$ , где  $p_n$  — некоторые известные постоянные. Рассматриваемый случай охватывает нагрузку «ветрового типа» в самом общем виде. На действие этой нагрузки рассчитаем оболочку — «башню», нижний конец которой закреплен, а верхний — свободен. На верхнем конце оболочки как сдвигающая сила, так и нормальные усилия равны нулю. При этом равенство нулю  $T_2$  продиктовано известной зависимостью [1—4]

$$T_1 = 2 \frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} T_2$$

между продольной и поперечной нормальными усилиями. Далее, как это следует из уравнения (5), в нуль обращается также и первая производная по  $x$  от усилия  $T_2$ . В соответствии с этим решение уравнения (3) (при условии, что начало координат помещается на свободном конце оболочки) имеет следующий вид:

$$T_{2n} = \frac{a p_n}{n^2 - 1} \left( \cos \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2 \sigma_{s1}}} \frac{x}{a} - 1 \right) \quad \text{при } n > 1, \quad (8)$$

$$T_{21} = -\frac{\sigma_{s2} p_1}{4 a \sigma_{s1}} x^2, \quad T_{20} = a p_0.$$

Последнее равенство непосредственно вытекает из уравнения (6) при  $n = 0$  и указывает на безмоментный характер напряженного состояния оболочки в случае действия равномерно распределенной



нагрузки  $p_0$ . В дальнейшем эту нагрузку разложим в ряд Фурье, как того требуют граничные условия относительно  $T_2$ .

Окончательно для  $T_2$  с учетом формул (2) и (8) имеем выражение

$$T_2 = \frac{4ap_0}{\pi} \sum_{m=1}^{m=\infty} \frac{1}{m} \sin \frac{m\pi x}{L} - \frac{\sigma_{s2} p_1}{4a\sigma_{s1}} x^2 \cos \theta +$$

$$+ \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{ap_n}{n^2 - 1} \left( \cos \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2\sigma_{s1}}} \frac{x}{a} - 1 \right) \cos n\theta, \quad (m = 1, 3, 5, \dots),$$

где  $L$  обозначает длину оболочки.

Что касается сдвигающей силы  $S$  и поперечного изгибающего момента  $M_2$ , то совокупность формул (4), (5), (6), и (8) приводит для них к следующим выражениям:

$$S = p_1 x \sin \theta + \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{ap_n}{n \sqrt{n^2 - 1}} \sqrt{\frac{2\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}}} \sin \left( \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2\sigma_{s1}}} \frac{x}{a} \right) \sin n\theta,$$

$$M_2 = \frac{\sigma_{s2} p_1}{4\sigma_{s1}} x^2 \cos \theta + \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{a^2 p_n}{n^2} \cos n\theta -$$

$$- \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{a^2 p_n}{n^2 (n^2 - 1)} \left( \cos \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2\sigma_{s1}}} \frac{x}{a} - 1 \right) \cos n\theta.$$

Для двух характерных точек основания „башни“  $x = L, \theta = 0$  и  $x = L, \theta = \frac{\pi}{2}$  соответственно имеем

$$T_2(L, 0) = -\frac{\sigma_{s2} p_1}{4a\sigma_{s1}} L^2 + \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{ap_n}{n^2 - 1} \left( \cos \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2\sigma_{s1}}} \frac{L}{a} - 1 \right),$$

$$S(L, 0) = 0,$$

$$M_2(L, 0) = \frac{\sigma_{s2} p_1}{4\sigma_{s1}} L^2 + \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{a^2 p_n}{n^2} - \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{a^2 p_n}{n^2 (n^2 - 1)} \times$$

$$\times \left( \cos \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2\sigma_{s1}}} \frac{L}{a} - 1 \right)$$

и

$$T_2 \left( L, \frac{\pi}{2} \right) = 0, \quad M_2 \left( L, \frac{\pi}{2} \right) = 0,$$

$$S \left( L, \frac{\pi}{2} \right) = p_1 L + \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{ap_n}{n \sqrt{n^2 - 1}} \sqrt{\frac{2\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}}} \sin \sqrt{\frac{\sigma_{s2}(n^2 - 1)}{2\sigma_{s1}}} \frac{L}{a}.$$

Полученные выражения еще больше упрощаются, если внешнюю нагрузку представить лишь одним наиболее типичным членом вида  $q_3 = p_1 \cos \theta$ , ( $n = 1$ ), а заодно принять во внимание, что в случае оболочек, допускающих применение полубезмоментной расчетной схемы,  $\left(\frac{L}{2a}\right)^2 \gg 1$ , вследствие чего можно пренебречь квадратом диаметра оболочки по сравнению с квадратом ее длины.

Таким образом, приходим к следующим формулам (при  $n = 1$ ):

$$T_2(L, 0) = -\frac{\sigma_{s2} p_1}{4 a \sigma_{s1}} L^2, \quad S(L, 0) = 0, \quad M_2(L, 0) = \frac{\sigma_{s2} p_1}{4 \sigma_{s1}} L^2;$$

$$T_2\left(L, \frac{\pi}{2}\right) = 0, \quad S\left(L, \frac{\pi}{2}\right) = p_1 L, \quad M_2\left(L, \frac{\pi}{2}\right) = 0.$$

Для определения толщины оболочки в тех же точках мы располагаем формулой (7), которая приводит к таким результатам:

$$h(L, 0) = \sqrt{\frac{3}{2} \frac{p_1 L^2}{4 a \sigma_{s1}}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{16 \sigma_{s1}}{3 p_1}\right)^2 \left(\frac{2a}{L}\right)^4}},$$

$$h\left(L, \frac{\pi}{2}\right) = \frac{p_1 L}{\tau_s}.$$

Академия наук Грузинской ССР  
 Тбилисский математический институт  
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 18.6.1971)

მეცნიერებათა

აკადემია

ნახევრად უმომენტო მათემატიკური ცილინდრული გარეუბრის  
 ბარბარის ნახევრად უმომენტო თეორია

რეზიუმე

ნახევრად უმომენტო თეორიის საფუძველზე გაანგარიშებულია ვეკრული წრიული ცილინდრული გარეუბრის ქარის ქმედებაზე.

MECHANICS

M. Sh. MIKELADZE

## SEMI-MOMENTLESS THEORY OF CLOSED CYLINDRICAL PLASTIC SHELLS SUBJECTED TO ACTION OF ARBITRARY LOAD

Summary

According to semi-momentless theory [1-4] the closed circular cylindrical shell under wind loading is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. ДАН СССР, 154, № 2, 1964.
2. М. Ш. Микеладзе. Прикладная механика, 1, вып. 1. Киев, 1965.
3. M. Sh. Mikeladze. J. Mech. Phys. Solids, v. 14, pp. 89—94, Perg. Press, 1966.
4. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.

Т. В. МЕУНАРГИЯ

СИММЕТРИЧНЫЙ ИЗГИБ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНКИ  
 ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 24.6.1971)

В статье решается задача симметричного изгиба круглой пластинки, толщина которой изменяется по закону

$$h(r) = h_0(1 + \varepsilon H), \quad (1)$$

где 
$$h_0 = \frac{1}{2}(h_1 + h_2), \quad \varepsilon = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}, \quad H = -1 + \frac{2r^2}{R^2}. \quad (2)$$

Тогда  $h(R) = h_1 = \text{const}$ ,  $h(0) = h_2 = \text{const}$ ,  $\varepsilon$  является малым параметром.

Для решения задачи применяются три различных варианта теории оболочек: классическая теория, уравнения Е. Рейсснера и И. Н. Векуа. Главной целью работы является сопоставление полученных результатов для получения некоторых признаков, позволяющих судить о рамках применимости используемых выше вариантов теории оболочек.

Классическое уравнение изгиба пластинки переменной толщины в комплексной форме имеет вид (см., например, [3])

$$\text{Re} \left[ \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left( D \frac{\partial^2 U}{\partial \bar{z}^2} \right) + \frac{1 + \nu}{4(1 - \nu)} \frac{\partial^2}{\partial z \partial \bar{z}} (D \Delta U) \right] = \frac{q}{8(1 - \nu)}, \quad (3)$$

$$\left( \frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad z = x + iy = re^{i\theta} \right),$$

где  $U$  — прогиб срединной плоскости,  $q$  — интенсивность внешней нагрузки,

$D = \frac{2Eh^3}{3(1 - \nu^2)}$  — цилиндрическая жесткость пластинки,  $2h(x, y)$  — толщина пластинки,  $\nu$  — коэффициент Пуассона.

Уравнения изгиба пластинки переменной толщины по уточненной теории Рейсснера [1] в комплексной форме можно записать в виде [3]

$$8\mu \frac{\partial}{\partial z} \left( h^3 \frac{\partial V_+}{\partial \bar{z}} \right) + 4\mu \frac{1 + \nu}{1 - \nu} \frac{\partial}{\partial \bar{z}} (h^3 \rho) - 5\mu \left( 2 \frac{\partial U}{\partial \bar{z}} + V_+ \right) = - \frac{12\nu}{5(1 - \nu)} \frac{\partial (h^2 q)}{\partial \bar{z}}, \quad (4)$$

$$\text{Re} \left[ \frac{\partial}{\partial z} \left( 2h \frac{\partial U}{\partial \bar{z}} + hV_+ \right) \right] = - \frac{3}{10\mu} q,$$

$$\left( V_+ = \varphi_x + i\varphi_y, \quad \rho = \frac{\partial V_+}{\partial z} + \frac{\partial \bar{V}_+}{\partial \bar{z}} \right),$$

где  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  — средние значения угловых деформаций (поворотов) сечений соответственно  $x = \text{const}$ ,  $y = \text{const}$ .

Наконец, уравнения Векуа имеют вид [2]

$$4\mu \frac{\partial}{\partial z} \left( h^3 \frac{\partial V_+}{\partial \bar{z}} \right) + 2(\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial \bar{z}} (h^3 \rho) - 3\mu h \left( 2 \frac{\partial U}{\partial \bar{z}} + V_+ \right) = 0, \quad (5)$$

$$\operatorname{Re} \left[ \frac{\partial}{\partial z} \left( 2h \frac{\partial U}{\partial \bar{z}} + hV_+ \right) \right] = -\frac{1}{4\mu} q, \quad (V_+ = V_x + iV_y),$$

где  $iV_x$  и  $iV_y$  — касательные смещения на плоскости, параллельной срединной и отстоящей от нее на расстояние  $t$  ( $-h \leq t \leq h$ ).

Пусть круглая пластинка закреплена по контуру. В классическом случае это означает, что на границе пластинки ( $|z|=R$ ) выполняются условия

$$U = 0, \quad \frac{dU}{dr} = 0. \quad (6)$$

Для уточненных теорий будем рассматривать два варианта граничных условий:

$$U = 0, \quad V_r = 0, \quad V_\varphi = 0, \quad (7)$$

$$U = 0, \quad \frac{dU}{dr} = 0, \quad V_\varphi = 0. \quad (8)$$

Они выражают соответственно условия жесткой заделки и заземления по контуру. Перемещения  $V_+$  и  $U$  разложим в ряд по степеням  $\epsilon$ :

$$V_+ = \sum_{n=0}^{\infty} V_+^{(n)} \epsilon^n, \quad U = \sum_{n=0}^{\infty} U^{(n)} \epsilon^n. \quad (9)$$

Если подставим разложения (9), в (3), (4), (5) и приравняем члены при одинаковых степенях  $\epsilon$ , то получим последовательность неоднородных систем уравнений равновесия пластинки постоянной толщины при  $n=0, 1, \dots$ , причем считаем, что  $V_+^{(k)} = U^{(k)} = 0$ , если  $k < 0$ .

Теперь воспользуемся центральной симметрией поля смещений, тогда для приближения порядка  $n=0$  с учетом граничных условий (6), (7) и (8) получим следующие решения: для классического случая

$$U^{(0)} = \frac{q}{64D_0} (r^2 - R^2)^2, \quad (10)$$

$$V_r^{(0)} = -\frac{dU^{(0)}}{dr} = \frac{qr}{16D_0} (R^2 - r^2),$$

для уравнений (4) (Рейсснер — жесткая заделка)

$$U^{(0)} = \frac{q}{64D_0} [(r^2 - R^2)^2 + \beta(R^2 - r^2)] \left( \beta = \frac{64h_0^2}{5(1-\nu)} \right),$$

$$V_r^{(0)} = \frac{qr}{16D_0} (R^2 - r^2), \quad (11)$$

(Рейсснер — заземленный контур)

$$U^{(0)} = \frac{q}{64D_0} (r^2 - R^2)^2, \quad V_r^{(0)} = \frac{qr}{16D_0} \left( R^2 - r^2 - \frac{\beta}{2} \right), \quad (12)$$

для уравнений (5) (Векуа — жесткая заделка)

$$U^{(0)} = \frac{q}{64B_0} [(r^2 - R^2)^2 + \alpha(R^2 - r^2)] \left( \alpha = \frac{32(1-\nu)h_0^2}{3(1-2\nu)} \right), \quad (13)$$

$$V_r^{(0)} = \frac{qr}{16B_0} (R^2 - r^2),$$

(Векуа—защемленный контур)

$$U^{(0)} = \frac{q}{64 B_0} (r^2 - R^2)^2, \quad (14)$$

$$V_r^{(0)} = \frac{qr}{16 B_0} \left( R^2 - r^2 - \frac{\alpha}{2} \right).$$

Из формул (10), (12) и (14) вытекает, что для пластинок постоянной толщины при защемленном контуре выражения для прогибов, полученные с помощью классической теории и теории Рейсснера, совпадают, а формула для прогиба, полученная по теории Векуа, отличается от них лишь коэффициентом  $B_0$ , причем  $D_0 = 0,82 B_0$  ( $\nu = 0,3$ ). Это снижает значения прогиба на 18%. Кроме того, в классическом случае, в отличие от уточненных теорий, радиальные смещения на границе равняются нулю, что не согласуется с реально наблюдаемой картиной деформации пластинки с защемленным краем.

Для приближения порядка  $n=1$  при граничных условиях (6), (7) и (8) получим следующие решения:  
для классического случая

$$U^{(1)} = - \frac{q(r^2 - R^2)^2}{64 D_0} \left( \frac{1 - 5\nu}{6} + \frac{7 + \nu}{3 R^2} r^2 \right), \quad (15)$$

$$V_r^{(1)} = - \frac{qr(R^2 - r^2)}{16 D_0} \left[ \frac{7 + \nu}{2 R^2} r^2 - (1 + \nu) \right],$$

для уравнений (4) (Рейсснера — жесткая заделка)

$$U^{(1)} = - \frac{q}{64 D_0} \left[ \left( \frac{1 - 5\nu}{6} - \frac{7 + \nu}{3 R^2} r^2 \right) (r^2 - R^2)^2 + \frac{\beta}{2} \left( \nu - \frac{2 + \nu}{R^2} r^2 \right) (r^2 - R^2) \right], \quad (16)$$

$$V_r^{(1)} = \frac{qr}{16 D_0} \left( 1 + \nu + \frac{\beta\nu}{2 R^2} - \frac{7 + \nu}{3 R^2} r^2 \right) (R^2 - r^2),$$

(Рейсснер—защемленный контур)

$$U^{(1)} = - \frac{q(r^2 - R^2)^2}{64 D_0} \left( \frac{1 - 5\nu}{6} + \frac{7 + \nu}{3 R^2} r^2 - \frac{\beta}{R^2} \frac{1 - \nu}{4} \right), \quad (17)$$

$$V_r^{(1)} = \frac{qr}{16 D_0} \left[ \left( 1 + \nu - \frac{7 + \nu}{2 R^2} r^2 \right) (R^2 - r^2) - \frac{\beta}{4} \left( 1 + \nu - \frac{3 + \nu}{R^2} r^2 \right) \right],$$

для уравнений (5) (Векуа — жесткая заделка)

$$U^{(1)} = - \frac{q}{64 B_0} \left[ \left( \frac{1}{6} \frac{1 - 6\nu}{1 - \nu} + \frac{1}{3 R^2} \frac{7 - 6\nu}{1 - \nu} r^2 \right) (r^2 - R^2)^2 + \alpha \frac{r^2(R^2 - r^2)}{R^2} \right], \quad (18)$$

$$V_r^{(1)} = \frac{qr}{16 B_0} \frac{R^2 - r^2}{1 - \nu} \left( 1 - \frac{7 - 6\nu}{2 R^2} r^2 \right),$$

(Векуа—защемленный контур)

$$U^{(1)} = - \frac{q(r^2 - R^2)^2}{64 B_0} \left[ \frac{1}{6} \frac{1 - 6\nu}{1 - \nu} + \frac{1}{3 R^2} \frac{7 - 6\nu}{1 - \nu} - \frac{\alpha}{R^2} \frac{1 - 4\nu}{4(1 - \nu)} \right],$$



$$V_r^{(1)} = \frac{qr}{16B_0} \left[ \left( \frac{1}{1-\nu} - \frac{7-6\nu}{1-\nu} \frac{r^2}{2R^2} \right) (R^2 - r^2) - \frac{\alpha}{4} \left( \frac{1+2\nu}{1-\nu} - \frac{3}{1-\nu} \frac{r^2}{R^2} \right) \right]. \quad (19)$$

Из механических соображений очевидно, что прогиб в центре для  $\varepsilon > 0$  (вогнутая оболочка) должен быть больше, чем при  $\varepsilon < 0$  (выпуклая оболочка). Этому требованию удовлетворяют все приве-

денные выше формулы, если  $\nu > \frac{1}{5}$ . Но теория Векуа, в отличие от других, охватывает более широкий диапазон изменения коэффициента

$\nu$ , а именно, при жесткой заделке  $\nu > \frac{1}{6}$ . Надо заметить, что теория

Рейсснера занимает в этом отношении промежуточное положение. Она также расширяет, по сравнению с классическим случаем, промежуток изменения  $\nu$ , но при дополнительном требовании, налагающем ограничение на геометрические характеристики оболочки, а именно

$$\left( \frac{h_0}{R} \right)^2 > \frac{5(1-\nu)(1-5\nu)}{192\nu},$$

т. е.  $\nu > 0,183$ .

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 25.6.1971)

დრეკადობის თეორია

თ. მეუნარგია

ცვალეზადი სისქის წრიული ფირფიტის სიმეტრიული ღუნვა

რეზიუმე

წრიული ფირფიტის სიმეტრიული ღუნვის ამოცანა ამოხსნილია კლასიკური თეორიის, რეისნერისა და ი. ვეკუას განტოლებების საშუალებით. მიღებული შედეგების ერთმანეთთან შედარებით დადგენილია ამ ვარიანტების გამოყენების საზღვრების ზოგიერთი კრიტერიუმი.

THEORY OF ELASTICITY

T. V. MEUNARGIA

## SYMMETRICAL BENDING OF A CIRCULAR PLATE OF VARIABLE THICKNESS

Summary

The problem of symmetrical bending of a circular plate of variable thickness is solved by means of the classical theory, and the Reissner and the I. Vekua equations. Comparison of the obtained results has led to some criteria for the application of these variants.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Reissner. On the theory of bending of elastic plates. J. Math. and Phys., vol. 23, 1944.
2. I. N. Vekua. Über eine verallgemeinerung der biegetheorie der Schalen. IV Intern. Kongreß, B. 1. Weimar, 1967.
3. С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки. М., 1966.

Д. Ш. КИПШИДZE, А. Г. МАМИСТВАЛОВ, Р. П. МЕГРЕЛИШВИЛИ,  
 Т. Г. НИКОЛАИШВИЛИ, В. А. ТОГОНИДZE

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РАЗБИЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА КОНФИГУРАЦИИ И ИХ ОПОЗНАВАНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 7.5.1971)

Предложим, что имеются конфигурации двух видов  $A$  и  $B$ , которые изображены на сетчатке с размерами  $n \times n$ . Если в ячейки сетчатки, покрытые изображениями, записать единицы, а все остальные заполнить нулями, тогда состояние сетчатки можно охарактеризовать двончным вектором  $v = (v_1, \dots, v_n^2)$ , где  $v_i = 0, 1$ . При решении задачи опознавания конфигураций заданного вида на фоне других изображений в начале необходимо выделить в отдельные совокупности те единичные ( $v_i = 1$ ) символы  $v$ , которые соответствуют ячейкам, покрытым отдельными конфигурациями.

Задача такого разграничения подобна образованию классов эквивалентности, если в качестве соотношения эквивалентности рассматривать взаимосвязанность ячеек сетчатки (ячейки с координатами  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$  называются взаимосвязанными, если  $|x_1 - x_2| \leq 1$  и  $|y_1 - y_2| \leq 1$ , где  $x, y = 1, \dots, n$ ).

Если время опознавания ограничено, возникает необходимость разработки специального метода разбиения. Ниже приводится описание метода разбиения конфигураций на классы эквивалентности.

Пусть  $M$  — множество, состоящее из всех точек  $(x, y)$ , которые соответствуют единичным символам  $v$ . Обозначим через  $\{s[(x, y) \in L]\}$  множество всех точек, которые взаимосвязаны с точками, принадлежащими множеству  $L$ . Пусть  $(x_1, y_1) \in M$ . Рассмотрим следующие непересекающиеся подмножества  $M$ :

$$\begin{aligned} M'_1 &= \{(x_1, y_1)\}, \\ M'_2 &= \{s[(x, y) \in M'_1]\} - M'_1, \\ M'_3 &= \{s[(x, y) \in M'_2]\} - M'_1 - M'_2, \\ &\dots \dots \dots \\ M'_t &= \{s[(x, y) \in M'_{t-1}]\} - M'_1 - \dots - M'_{t-1}. \end{aligned} \quad (1)$$

$M' = M'_1 \cup \dots \cup M'_t$  образует отдельную конфигурацию, к которой принадлежит  $(x_1, y_1) \in M$ , где  $t$  — минимальное значение, такое, что  $M'_{t+1} = \emptyset$ ;  $\{(x_1, y_1)\}$  — множество, состоящее из единственной точки  $(x_1, y_1)$ . Будем говорить, что  $(x_1, y_1)$  порождает  $M'$ .



Возьмем теперь вторую точку  $(x_2, y_2) \in M$ . Если ее нет в  $M'$ , тогда она аналогично (1) порождает вторую,  $M''$  конфигурацию. Затем выделяем третью конфигурацию и т. д. до полного разбиения  $M$ .

Удобство записи (1) заключается в том, что на сетчатке легко можно находить взаимосвязанные ячейки и при необходимости стирать в них единицы.

Приступим теперь к выделению конфигурации  $A$  из всего множества изображений. Предположим, что все конфигурации имеют кругообразную форму и что они перемещаются на сетчатке с определенной скоростью, причем скорость  $A$  больше скорости  $B$ . В процессе записи  $v$  происходят ошибки, означающие переход части единичных символов в нулевые и наоборот. Следовательно, необходимо выделить конфигурацию вида  $A$  среди  $B$  при наличии искажений в символах  $v$ .

Предположим, что происходит  $m$ -кратная запись  $v$  (каждая  $v^{(i)}$  есть  $i$ -е состояние сетчатки). Для исключения из дальнейшего рассмотрения конфигураций  $B$  поступаем следующим образом.

Пусть  $M^{(i)}$  — множество всех единичных точек  $v^{(i)}$ . Величину  $\omega$  можно подобрать таким образом, чтобы во время выделения конфигурации  $A$  конфигурации  $B$  не перемещались на более чем одну ячейку. Тогда  $\Delta M^{(i)} = M^{(i)} - \{s[(x, y) \in M^{(1)}]\}$  ( $i > 1$ ) не может содержать точек  $B$ .

Ошибочные символы из  $\Delta M^{(i)}$  исключаются проверкой на правильность конфигурации. Для этого необходимо найти мощность  $\omega$  каждой конфигурации  $L$ , полученной после разбиения  $\Delta M$ , и координаты центра ее тяжести  $(x_0, y_0)$ , где

$$x_0 = \sum_{x \in L} x/\omega, \quad y_0 = \sum_{y \in L} y/\omega.$$

Конфигурация  $L$  считается правильной, если

$$|\Delta x - \Delta y| \leq \delta(\omega)$$

и

$$|a - 2R| \leq \delta(\omega), \quad (2)$$

где  $\Delta x = (\max_{x \in L} x - \min_{x \in L} x)$ ,  $\Delta y = (\max_{y \in L} y - \min_{y \in L} y)$ ,  $d$  — наименьшее целочис-

ленное значение  $\sqrt{\frac{\omega}{\pi}}$ , такое, что  $R > \sqrt{\frac{\omega}{\pi}}$ ,  $a = \max\{\Delta x, \Delta y\}$ ,  $\delta(\omega)$  — медленно меняющаяся целочисленная функция от  $\omega$ , зависящая также от естественного искажения кругообразной формы конфигурации в результате записи ее в вектор  $v$  и от происходящих ошибок.

Конфигурации, не удовлетворяющие условию (2), отбрасываются.

Конфигурацию  $A$  можно выделить с помощью  $l(\omega)$ -связанных правильных конфигураций, имеющих в  $r$ , где  $r \leq m$ , подряд идущих состояниях сетчатки  $v^{(i)}, \dots, v^{(i+r-1)}$ . При этом в каждом  $v^{(i)}$  ( $i \leq j < i+r$ ) выбираются те конфигурации, которые имеют только одну  $l(\omega)$ -связанную

конфигурацию в последующем состоянии  $v^{(i+1)}$ . Две конфигурации  $(x'_0, y'_0, \omega')$  и  $(x''_0, y''_0, \omega'')$  считаются  $l(\omega)$ -связанными, если

$$\begin{aligned} |x'_0 - x''_0| &\leq \Delta, \\ |y'_0 - y''_0| &\leq \Delta, \\ |\omega' - \omega''| &\leq l(\omega), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $l(\omega)$ , как и  $\delta(\omega)$ , — медленно меняющаяся целочисленная функция от  $\omega$ ,  $\Delta$  — целое, зависящее от  $n$  и максимальной скорости конфигураций.

При некоторых упрощениях можно вычислить вероятности правильного и ошибочного выделения конфигурации  $A$ .

Если предположить, что искажения символов  $v$  случайны и независимы, то вероятность того, что среди  $m$  векторов  $v^{(1)}, \dots, v^{(m)}$  не окажется ни одной серии  $l(\omega)$ -связанных конфигураций длины  $r$ , равна [1]

$$Q_m(\omega) \approx \frac{1-p}{(r+1-rz)qz^{m+1}}. \quad (4)$$

Тогда вероятность правильного обнаружения есть  $P(\omega) = 1 - Q_m(\omega)$ . Здесь  $p$  — вероятность такого события, когда символы, соответствующие ячейкам, покрытым конфигурацией  $A$ , и взаимосвязанные с ними ячейки остаются без изменений;  $q = 1 - p$ ;  $z = 1 + qp^r + (r+1)(qp^r)^2 + \dots$ . По (4) может быть вычислена также вероятность ошибочного выделения конфигурации  $A$  на случайно выбранном, но фиксированном месте сетчатки, если  $p$  — вероятность однократного появления конфигурации  $A$  с весом  $\omega$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.5.1971)

კიბერნეტიკა

პ. ჟიფშიძე, ა. მამისთვალოვი, რ. მებრელიძევილი, თ. ნიკოლაიშვილი, ბ. ტოლონიძე

გამოსახულებათა კონფიგურაციებად დაყოფისა და  
 მათი ამოცნობის ერთი მეთოდის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

განხილულია მოცემული ფორმის მოძრავი კონფიგურაციების სხვა გამო-  
 სახულებათა ფონზე გამოყოფის მეთოდი. სწრაფმოქმედება მიიღწევა გამო-  
 სახულებათა ცალკეულ კონფიგურაციებად დაყოფის სპეციალური ალგორით-  
 მის გამოყენებით.

D. Sh. KIPSHIDZE, A. G. MAMISTVALOV, R. P. MEGRELISHVILI,  
T. G. NIKOLAISHVILI, V. A. TOGONIDZE

## ON A METHOD OF IMAGE BREAKUP INTO CONFIGURATIONS AND THEIR IDENTIFICATION

### Summary

A method for isolating configurations of a given form moving against the background of other images is discussed. Quick action is achieved through the application of a special algorithm of image breakup into separate configurations.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Феллер. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М., 1964.



Л. А. РАЗДОЛЬСКАЯ, Н. Н. РОИНИШВИЛИ

## О НЕКОТОРЫХ ЛОЖНЫХ «ФИЗИЧЕСКИХ» ЭФФЕКТАХ В ПРОНИКАЮЩИХ ЛИВНЯХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

(Представлено академиком Э. Л. Андрионикашвили 21.4.1971)

При исследовании проникающих ливней, наблюдаемых с помощью установок «Цхра-Цкаро» и «Тянь-Шань», были обнаружены частицы с аномально большими импульсами в  $S$ -системе и замечена корреляция между продольной и поперечной составляющими импульса.

С целью исключения возможности имитации этих эффектов погрешностями в методике обработки ливней нами был поставлен искусственный эксперимент. Мы попытались проследить за изменением начальных распределений и связей кинематических параметров взаимодействия, вызванным некоторыми методическими особенностями обработки: отсутствием сведений о нейтральных частицах, примесью среди заряженных частиц электрон-позитронных пар, ошибками в измерении импульса.

Согласно поставленной задаче, в качестве независимых переменных в розыгрыше были выбраны продольная составляющая импульса  $P_l$  в  $S_0$ -системе—системе, в которой покоится центр тяжести всех вторичных частиц за исключением нуклонов после взаимодействия, поперечная составляющая импульса  $P_t$  и азимутальный угол частицы  $\varphi$ . Распределение по  $\varphi$  принималось равномерным в пределах от 0 до 360. Распределения по  $P_l$  и  $P_t$  были взяты по реальным экспериментальным данным (материал, полученный на «Цхра-Цкаро» в 1968 г.), из которых были исключены большие значения импульсов  $|P_l| > 1,5$  Гэв/с и  $P_t > 1,3$  Гэв/с.

Все распределения записывались в оперативную память ЭВМ в виде таблиц. Для промежуточных значений таблиц проводилась линейная интерполяция, что соответствовало равномерному распределению внутри промежутка.

Розыгрыш проводился в следующем порядке. Из  $S_0$ -системы всех вторичных частиц («заряженных» и «нейтральных») путем последовательного розыгрыша, без учета, однако, законов сохранения энергии и импульса, отбирались 12 «заряженных» частиц, объединяемых в «ливень».

Мы намеренно отказались от набора «случайных звезд» с учетом фазового объема, так как в нашу задачу входило сравнение заложенных в розыгрыш спектров и других соотношений с полученными



ми в результате искажений, вызванных методикой обработки. В случае учета фазового пространства это полностью исключается.

Нарушение законов сохранения энергии и импульса в нашем случае имитирует отсутствие сведений о нейтральных частицах, так как при нашей множественности  $n_s = 12$  и используемых спектрах  $P_l$  и  $P_t$  максимальная энергия, которую могут уносить „наблюдаемые“ вторичные частицы

$$E_{\max} = 12 \sqrt{P_l^2 + T_{l\max}^2 + m^2 \pi} = \sqrt{1,5^2 + 1,3^2 + 0,14^2} \approx 24 \text{ ГэВ},$$

не превосходит заданной первичной энергии  $E_0 = 2 \gamma_c M_N \approx 30 \text{ ГэВ}$  ( $\gamma_c$  принимается = 15), а разбаланс импульсов оказался равным в среднем 1 ГэВ/с.

Кинематические характеристики такого «ливня» переводились в лабораторную систему, движущуюся относительно  $S_0$ -системы с  $\gamma$ -фактором, равным 15. В ней определялось направление движения центра тяжести всех вторичных частиц как сумма импульсов заряженных частиц; все кинематические характеристики относились к этому направлению.

В лабораторной системе вводился ряд ошибок, характерных для эксперимента: отсутствие сведений о нейтральных частицах, ошибки в измерениях кривизны, неучет  $\gamma$ -квантов.

Отсутствие данных о нейтральных частицах следовало непосредственно из условий розыгрыша. Выше отмечалось, что оно имитируется несохранением энергии и импульса.

Для оценки роли неопознанных электрон-позитронных пар для одной из серий эксперимента предполагалось, что одна из частиц, 12-я —  $P^0$ -мезон, который привел к образованию  $\gamma$ -кванта и электрон-позитронной пары. Для этого в предположении, что электрон и позитрон несут примерно 1/4 импульса начального  $P^0$ , 12-й и 13-й частицам приписывалась 1/4 продольного и поперечного импульсов 12-й частицы. 13-й частице приписывался азимутальный угол 12-й.

Для введения ошибок измерения кривизны, к кривизне, определенной из импульса в  $L$ -системе, добавлялась ошибка. Ошибки разыгрывались по Гауссу с дисперсией, равной обратной величине квадрата максимально измеримого импульса. В различных сериях эксперимента максимально измеримый импульс равнялся 50; 25 и 12,5 ГэВ/с. Кинематические параметры взаимодействия переводились в систему покоя центра тяжести заряженных частиц ( $S$ -систему), в которой исследовались их распределения и взаимосвязь. Эти же характеристики взаимодействия, искаженные ошибками обработки, изучались также в начальной  $S_0$ -системе ( $\gamma = 15$ ).

На рис. 1 изображены распределения продольного импульса в  $S$ -системе, полученные с учетом ошибок из-за отсутствия нейтральных частиц, примеси электрон-позитронных пар, ошибок в измерении импульса. Из рисунка видно, что даже при  $P_{\max} = 50 \text{ ГэВ/с}$  спектр сильнее всего искажают ошибки в измерении импульса.

Начальный средний продольный импульс (0,35 ГэВ/с) слегка уменьшается из-за отсутствия нейтральных частиц (0,33 ГэВ/с) и примеси электрон-позитронных пар (0,29 ГэВ/с) и несколько завышается

за счет ошибок в импульсе (0,38 ГэВ/с). Значительно более чувствительна к ошибке в импульсе дисперсия распределения  $\delta_{|P_{||}|}$ . При  $P_{\max} = 50$  ГэВ/с она становится равной (0,55 ГэВ/с)<sup>2</sup>, тогда как первые два рода погрешностей ее почти не меняют: (0,24 ГэВ/с)<sup>2</sup> вместо

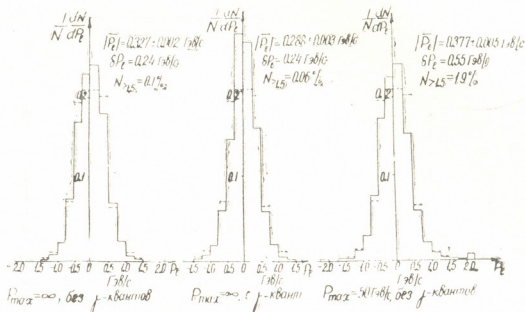


Рис. 1

начального (0,23 ГэВ/с)<sup>2</sup>. Важно, что ошибка в импульсе генерирует частицы с  $|P_{||}| > 1,5$  ГэВ/с, которых в начальном распределении не было. При  $P_{\max} = 50$  ГэВ/с их процент составляет  $\sim 2\%$ . При реальном для установки «Цхра-Цкаро» и «Тянь-Шаня» максимально измераемом импульсе 25 ГэВ/с процент таких частиц уже равен 5%. Аналогична ситуация для распределения поперечного импульса.

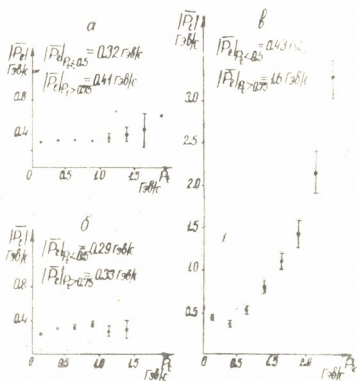


Рис. 2

На рис. 2 приведена зависимость среднего продольного импульса, взятого по абсолютному значению, от поперечного. Очевидна очень сильная зависимость  $\overline{|P_{||}|}$  от  $P_{\perp}$ , вызванная ошибкой в измерении импульса.

Те же распределения и связи между параметрами изучались нами в начальной  $S_0$ -системе. Мы переводили «измеренные» в лабораторной системе импульсы в систему, движущуюся относительно нее с  $\gamma$ -фактором, равным 15. Как и следовало ожидать, параметры частицы, вылетающей в  $S_0$ -системе в задний конус, не искажаются ошибками

в измерении и между ними не возникает ложных зависимостей.

Как меняются кинематические характеристики взаимодействия с увеличением ошибок измерения импульсов, можно проследить по таблице. В ней приводятся начальные значения параметров взаимодействия и их изменения, связанные с отсутствием данных о нейтральных



частицах, примесью электрон-позитронных пар и ошибками в импульсе при разных максимально измеряемых импульсах. В последней строке приводятся значения угла между направлением движения первичной частицы и направлением суммарного импульса заряженных частиц.

Параметр	Начальные данные	$P_{max}$ (ГэВ/с)				
		$\infty$ нейтр.	$\infty$ $\gamma$ -кв	50	25	12,5
$ \bar{P} $ ГэВ/с	$0,351 \pm 0,002$	$0,327 \pm 0,002$	$0,288 \pm 0,003$	$0,377 \pm 0,003$	$0,506 \pm 0,011$	$0,577 \pm 0,013$
$\delta_{ P_t }$ ГэВ/с	0,23	0,24	0,24	0,55	1,24	1,43
$\delta_{P_t}$ ГэВ/с	0,42	0,41	0,38	0,67	1,34	1,55
$N_{ P_t  > 1.5\%}$	0	0,1	0,06	1,9	4,9	6
$P_{t_{cp}}$ ГэВ/с	$0,289 \pm 0,002$	$0,281 \pm 0,002$	$0,249 \pm 0,003$	$0,304 \pm 0,003$	$0,359 \pm 0,005$	$0,407 \pm 0,009$
$\delta_{P_t}$ ГэВ/с	0,25	0,23	0,22	0,31	0,52	0,90
$N_{P_t > 1.25\%}$	0,4	0,3	0,2	1,2	5,4	6,8
$\chi_{ P_t , P_t}$	0	0,06	0,14	0,22	0,37	0,40
$\theta$ радиан		0,01	0,03	0,03	0,06	0,07

Таким образом, ошибки в измерении импульсов могут приводить к ряду ложных физических эффектов — к корреляции между параметрами взаимодействия и существенными искажениями в импульсных спектрах.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило 7.5.1971)

ფიზიკა

ლ. რაზდოლსკაია, ნ. როინიშვილი

კოსმოსური სხივების გამჭოლავ ღვარამში ზოგიერთი ცრუ-ფიზიკური ეფექტის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია გაზომვის ცდომილების შედეგად ზოგიერთი ცრუფიზიკური ეფექტის იმიტაციის შესაძლებლობა. ნაჩვენებია, რომ შეცდომამ იმპულსის გაზომვაში შეიძლება გამოიწვიოს მრავალი ცრუ ეფექტები — კორელაციები ურთიერთქმედების პარამეტრების შორის და იმპულსების სპექტრების მნიშვნელოვანი დამახინჯება.

PHYSICS

L. A. RAZDOLSKAYA, N. N. ROINISHVILI

## ON SOME SPURIOUS "PHYSICAL" EFFECTS IN PENETRATING SHOWERS OF COSMIC RAYS

### Summary

The feasibility of imitating spurious "physical" effects resulting from errors of measurement technique is studied. It is shown that errors in momentum measurements can lead to a series of spurious effects, i. e., to correlations between interaction parameters and substantial distortions in momentum spectra.





И. М. ПУРЦЕЛАДЗЕ, Л. Г. ХАВТАСИ, Л. С. ХИТАРИШВИЛИ

## РЕШЕТОЧНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В КРИСТАЛЛАХ $\alpha$ -SiC(6H), ЛЕГИРОВАННЫХ АЗОТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 27.5.1971)

Оптическое поглощение света кристаллами  $\alpha$ -SiC (6H), легированными азотом, в далекой инфракрасной области спектра мало изучено [1, 2]. В работе [3] при исследовании фотолюминесценции кристаллов  $\alpha$ -SiC (6H), легированных азотом, при низкой температуре вблизи края собственного поглощения было найдено 17 значений энергии фононов из ожидаемых 36. Нами при исследовании [2] коэффициентов поглощения и отражения образцов  $\alpha$ -SiC политаипа 6H, легированных азотом, в области спектра от 20 до 40 мк было обнаружено шесть перекрывающихся полос поглощения, которые мы связали с фононами TA, обнаруженными в карбиде кремния [3]. Однако число фононов с энергией, соответствующей этой спектральной области, больше шести. По-видимому, нам не удалось разрешить некоторые близко расположенные максимумы поглощения. Поэтому с целью более детального изучения этого поглощения нам представлялось целесообразным провести исследование коэффициента поглощения более тонких образцов (20—30 мк) карбида кремния, легированных азотом, с естественно полированными поверхностями, а также исследование коэффициента поверхностного отражения сильно легированных достаточно толстых образцов  $\alpha$ -SiC.

Измерения проводились на спектрометре ИКС-21 в области спектра от 15 до 45 мк с приставкой для измерения коэффициента зеркального отражения. Изучалось распределение коэффициента поверхностного отражения R и прозрачности D. При расчете коэффициентов поглощения K учитывалось многократное прохождение света внутри кристаллов [4].

Концентрация некомпенсированных и неионизованных атомов азота Nd—Na в образцах определялась методом парамагнитного резонанса при температуре жидкого азота и менялась от  $2 \cdot 10^{17}$  до  $5 \cdot 10^{19}$  см<sup>-3</sup>.

Образцы, в которых  $Nd > 5 \cdot 10^{18}$  см<sup>-3</sup>, были непрозрачны в исследованной нами спектральной области. Проводилось измерение коэффициента поверхностного отражения от естественной поверхности. Другая грань этих образцов была отшлифована.

На рис. 1 приведено спектральное распределение коэффициента поглощения образцов  $\alpha$ -SiC политаипа 6H, легированных азотом (образцы № 28, 30), а также коэффициента поглощения специально не легированного образца (№ 5) при температуре 300°K в области спектра от 15 до 45 мк. Из рисунка видно, что начиная примерно с 15 мк коэффициент поглощения уменьшается с ростом длины волны во всех исследованных нами образцах. (Этот спад является длинноволновым краем так называемой полосы «остаточных лучей».) Примерно с 18 мк

20. „მეცნიერება“, ტ. 64, № 2, 1971



коэффициент поглощения с ростом длины волны вновь увеличивается, и в области 20—40 мкм нам удалось получить восемь перекрывающихся полос поглощения, а при 42 мкм выделить одну полосу. Выше 20 мкм специально не легированные образцы являются почти прозрачными. Нетрудно заметить, что в области 17 мкм наблюдается пик поглощения, наложенный на длинноволновый край полосы «остаточных лучей». Увеличение концентрации азота вызывает увеличение поглощения во всей

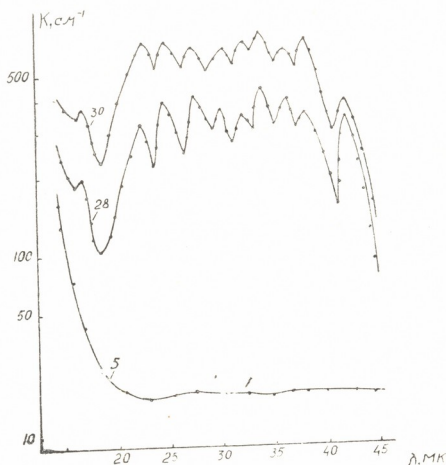


Рис. 1. Спектральная зависимость коэффициента поглощения кристаллов  $\alpha$ -SiC (6H), легированных азотом  $(Nd-Na) \cdot 10^{17}$ ,  $см^{-3}$ : 28—3; 30—9

исследованной нами спектральной области (кривая 30). При повышении температуры до  $550^\circ K$  увеличивается поглощение в области 20—40 мкм, а величины максимумов поглощения при 17 и 42 мкм уменьшаются.

На рис. 2 представлено спектральное распределение коэффициента отражения в области от 15 до 45 мкм для образцов № 3, 51, 52, 53  $\alpha$ -SiC (6H). Примерно с 15 мкм коэффициент отражения уменьшается во всех исследованных нами образцах. От 20 до 45 мкм как для специально не легированных, так и для легированных азотом образцов при  $Nd-Na < 1 \cdot 10^{18} см^{-3}$  коэффициент отражения не зависит от концентрации азота, является почти постоянным и равным 30%. Для образцов с  $Nd-Na > 2 \cdot 10^{18} см^{-3}$  коэффициент отражения с 18 мкм начинает расти, в области 20—40 мкм тоже наблюдается восемь перекрывающихся полос отражения, а при 42 мкм выделяется одна полоса. Следует отметить, что эта картина наблюдается во всех исследованных нами сильно легированных образцах, что, по-видимому, вызвано большой отражательной способностью этих образцов.

Отсутствие структуры в спектре отражения для образцов с  $\text{Nd-Na} < 1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  вероятно, вызвано тем, что коэффициент отражения связан с коэффициентом экстинкции  $\left(\kappa = \frac{k\lambda}{4\pi}\right)$ , и пока коэффициент поглощения не достигает значительных величин (свыше  $1000 \text{ см}^{-1}$ ), для рассмотренной нами области длин волн роль поглощения не сказывается на коэффициенте отражения.

Энергии, соответствующие найденным нами максимумам поглощения в области 20—40 мк, в пределах экспериментальной погрешности

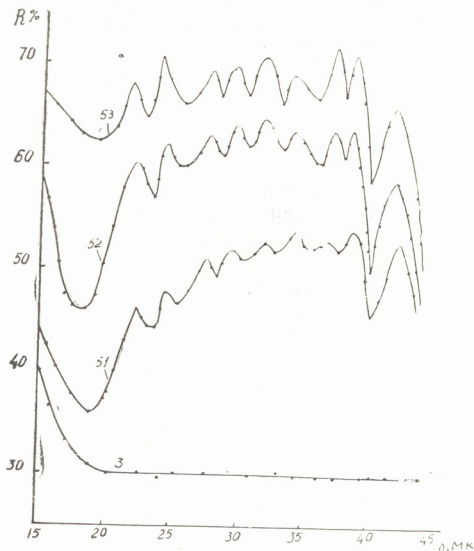


Рис. 2. Спектральная зависимость коэффициента отражения ( $\text{Nd-Na} \cdot 10^{18}, \text{ см}^{-3}$ : 3—0,6; 51—6; 52—20; 53—50)

находятся в хорошем согласии с энергиями фононов ТА и частично, фононов LA [3]. Поэтому мы считаем, что каждый максимум этого поглощения индуцирован примесями и поглощение происходит с участием одного фонона.

Увеличение коэффициента поглощения с ростом температуры указывает на то, что растет вероятность образования этих фононов.

Как известно, процесс поглощения фотона с возбуждением фонона должен происходить при сохранении энергии и квазимпульса. Но, так как волновой вектор кванта света  $q \approx 0$ , то со светом могут взаимодействовать те колебания, волновые векторы которых в сумме равны нулю.

Поэтому в ионных кристаллах, как легированных, так и не легированных, наблюдается поглощение с участием одного оптического фонона. Это поглощение имеется также в гомеоплярных кристаллах с определенной долей ионной связи. Это и есть так называемая полоса «остаточных лучей» (рис. 1). Поглощение же с участием одного акустического фонона запрещено правилами отбора в чистом образце. Введение примесей снимает запрет с таких переходов, и со светом могут взаимодействовать те колебания, которым соответствует отличный от нуля волновой вектор. Вероятно, по этой причине отсутствует структура в спектре поглощения специально не легированных образцов  $\alpha$ -SiC (рис. 1).

Следует отметить, что уменьшение коэффициента поглощения при 17 и 42 мк с увеличением температуры указывают на иной механизм взаимодействия света с веществом.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.5.1971)

ფიზიკა

ი. ფურცელაძე, ლ. ხავთასი, ლ. ხითარშვილი  
 მესერული შთანთქმა აზოტით ლეგირებულ  $\alpha$ -SiC (6H) კრისტალებში  
 რეზიუმე

შესწავლილია აზოტით ლეგირებულ  $\alpha$ -SiC(6H) კრისტალების შთანთქმისა და არეკვლის სპექტრები 15-დან 45 მკ-მდე სპექტრალურ უბანში. როგორც შთანთქმის, ისე არეკვლის სპექტრებში 20—40 მკ სპექტრალურ უბანში მიღებულია რვა ურთიერთგადაფარული მაქსიმუმი. ნაგარაუდევია, რომ ეს შთანთქმა ინდუცირებულია მინარევებით და წარმოადგენს შთანთქმას ერთი აკუსტიკური ფონონის მონაწილეობით.

PHYSICS

I. M. PURTSELADZE, L. G. KHAVTASI, L. S. KHITARISHVILI

## THE LATTICE ABSORPTION IN NITROGEN-DOPED $\alpha$ -SiC (6H) CRYSTALS

### Summary

The absorption and reflection spectra of nitrogen-doped 6H  $\alpha$ -SiC crystals have been investigated in the spectral range of 15 to 45  $\mu$ . In the range of 20 to 40  $\mu$  eight overlapped maximums have been obtained in both the absorption and reflection spectra. It is suggested that this absorption is induced by impurities and represents absorption with the participation of one phonon.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Imai. J. Phys. Soc. Japan, 21, 1966, 2610.
2. И. М. Пурцеладзе, Л. Г. Хавтаси. Сообщения АН ГССР, 58, № 3, 1970.
3. L. Patrick, D. R. Hamilton, W. I. Choyse. Phys. Rev., 132, 1963, 2023.
4. М. П. Лисица. ДАН СССР, III, 803, 1956.

Г. А. БАРАМИДЗЕ

## О СПЕКТРЕ КОЛЕБАНИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ВИХРЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 27.5.1971)

В работе [1] с целью выяснения влияния заряда исследовался спектр колебаний одиночного вихря Абрикосова в микроскопической модели заряженного бозе-газа. Было показано существование ветви спектра, начинающейся со щели, а также ветви без щели. Однако в [1] непоследовательно была учтена градиентная инвариантность. В настоящем сообщении предлагается более строгое исследование этого вопроса.

Если заряженный бозе-газ поместить во внешнее постоянное магнитное поле, то, как отмечалось в [1], после достижения некоторого критического значения поля в нем возникают вихревые нити Абрикосова. В определенных условиях эти нити могут совершать колебания. Спектр этих колебаний является предметом нашего изучения.

Бозе-газ, помещенный во внешнее поле, описывается системой уравнений

$$\begin{aligned}
 ih/2\pi \left( \frac{\partial}{\partial t} - e\varphi \right) \Phi &= - \frac{(h/2\pi)^2}{2m} \left( \vec{\nabla} - i \frac{e}{(h/2\pi)c} \vec{A} \right)^2 \Phi + gn_0 (|\Phi|^2 - 1) \Phi, \\
 \text{rot rot } \vec{A} &= i \frac{4\pi en_0 h/2\pi}{2mc} \left( \Phi \left[ \vec{\nabla} + \frac{ie}{(h/2\pi)c} \vec{A} \right] \Phi^* - \Phi^* \left[ \vec{\nabla} - i \frac{e}{(h/2\pi)c} \vec{A} \right] \Phi \right) + \\
 &+ \frac{4\pi}{c} \sigma_n \left( -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \vec{\nabla} \varphi \right) + \frac{1}{c} \left( -\frac{1}{c} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} - \vec{\nabla} \frac{\partial}{\partial t} \varphi \right), \quad (1) \\
 \vec{\nabla} \left( -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \vec{A} - \vec{\nabla} \varphi \right) &= 0,
 \end{aligned}$$

где  $\Phi(\vec{r}, t)$  — волновая функция конденсата,  $\vec{A}(\vec{r}, t)$ ,  $\varphi(\vec{r}, t)$  — соответственно векторный и скалярный потенциалы поля,  $g$  — константа парного взаимодействия,  $n_0$  — плотность частиц конденсата на бесконечном расстоянии от нити,  $\sigma_n$  — нормальная проводимость.

Отметим, что последнее уравнение, учитывающее электронейтральность, не включает в себя изменение плотности заряда в непосредственной близости от оси вихря.

В стационарном случае изолированной нити соответствуют решения

$$\Phi_0(\vec{r}) = a_0(r) e^{i\vartheta}, \quad \vec{A}_0(\vec{r}) = \vec{A}_0(0, A_0(r), 0), \quad \varphi_0(\vec{r}) = 0, \quad (2)$$

где  $r, \vartheta$  — полярные координаты, отсчитанные от оси вихря.



Для нахождения спектра колебания вихря нужно линеаризовать уравнения (1) около стационарного решения (2). Положим

$$\begin{aligned}\Phi &= \Phi_0 + \psi(r, \vartheta) \exp\{-i\omega t + ikz\}, \\ \Phi^* &= \Phi_0^* + \psi^*(r, \vartheta) \exp\{-i\omega t + ikz\}, \\ \bar{A} &= \bar{A}_0 + \bar{A}_1(r, \vartheta) \exp\{-i\omega t + ikz\}, \\ \varphi &= \varphi_1(r, \vartheta) \exp\{-i\omega t + ikz\},\end{aligned}\quad (3)$$

где  $\psi, \psi^*, \bar{A}_1, \varphi_1$ —малые добавки к стационарным решениям,  $\omega$  и  $k$ —частота и волновой вектор колебаний.

Кроме того, согласно градиентной инвариантности, представим потенциалы поля в виде

$$\bar{A}_1 = \bar{A}_c + \bar{\nabla}\chi, \quad \varphi_1 = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \chi, \quad (4)$$

где  $\chi(\vec{r}t)$ —неизвестная функция. Заметим, что в отличие от [1],

$$\varphi_1 \neq 0, \quad \bar{\nabla}\bar{A}_c \neq 0. \quad (5)$$

Таким образом, мы имеем шесть неизвестных величин:  $\psi, \psi^*, \bar{A}_c, \chi$ . Из-за условий (5) уравнение для  $A_c^z$  не отщепляется от остальной системы, как это имело место в [1]. Поэтому уравнения (6,1) (формулы работы [1] обозначены двойной нумерацией) следует дополнить еще одним уравнением для  $A_c^z$ .

Граничным условием служит требование регулярности всех решений при  $r \rightarrow 0$  и равенство нулю при  $r \rightarrow \infty$ .

Будем решать линеаризованную систему методом теории возмущений, считая  $\omega, k$  малыми величинами. Для этого запишем эту систему в векторном виде:

$$\widehat{L}\vec{f} = (\widehat{L}_0 + \widehat{L}_1)\vec{f} = 0, \quad (6)$$

где  $\widehat{L}_0$  не содержит величин  $\omega, k$ , а  $\vec{f} = (\psi, \psi^*, \bar{A}_c, \chi)$ —вектор решений. Отличие операторов  $\widehat{L}_0$  и  $\widehat{L}_1$  от соответствующих величин (6,1) очевидно, поэтому нет необходимости их выписывать.

Построение решений системы  $\widehat{L}_0\vec{f}_0 = 0$  подробно приведено в [1] и связано с градиентной и сдвиговой инвариантностями уравнений (1). Вектор решений имеет вид

$$\vec{f}_0 = \begin{pmatrix} \alpha \left( \frac{da_0}{dr} + \frac{a_0}{r} \right) + \frac{ie}{(h/2\pi)c} \chi a_0, \\ \alpha \left( \frac{da_0}{dr} - \frac{a_0}{r} \right) \exp\{-2i\vartheta\} - \frac{ie}{(h/2\pi)c} \chi a_0 \exp\{-2i\vartheta\}, \\ \alpha \frac{iA_0}{r} \exp\{-i\vartheta\}, \\ \alpha \frac{dA_0}{dr} \exp\{-i\vartheta\}, \\ \alpha k A_0 \exp\{-i\vartheta\}, \\ \chi \exp\{-i\vartheta\}, \end{pmatrix} \quad (7)$$

где  $\alpha$ —произвольная постоянная.



Подстановка (7) в (6) полностью исключает  $\chi$ , что является следствием градиентной инвариантности.

Следуя [1], можно получить дисперсионное уравнение колебаний. В случае изолированного вихря дисперсионное уравнение принимает вид

$$(h/2\pi)\omega - \frac{(h/2\pi)^2 k^2}{2m} \ln 2\kappa + \frac{(h/2\pi)^2}{4mc^2} (\omega^2 + i4\pi\sigma_n \omega) = 0. \quad (8)$$

(Отметим, что постоянная  $\alpha$  выпадает из выражения закона дисперсии).

Из полученного выражения следует, что в спектре колебаний вихревой нити существуют две ветви, одна из которых имеет щель  $\omega_0$ , а другая соответствует длинноволновым колебаниям. Так как  $\omega_0$  не является малой, то ветвь со щелью мы рассматривать не будем.

Для низкочастотных колебаний имеем

$$\omega = \frac{(h/2\pi)k^2}{2m} \frac{\ln 2\kappa}{1 + i\pi \frac{\sigma_n h/2\pi}{mc^2}}, \quad (9)$$

где  $\kappa$  — параметр Гинзбурга—Ландау.

Из выражения (9) видно, что в случае отсутствия диссипации за счет нормальных электронов  $\sigma_n = 0$  в заряженном бозе-газе существуют незатухающие колебания, начинающиеся при  $k=0$ . Знак мнимой части частоты соответствует затуханию колебаний.

Для сравнения отметим, что спектр незаряженного вихря имеет вид [2]

$$\omega = \frac{(h/2\pi)k^2}{2m} \ln \frac{1}{kr_0},$$

где  $r_0$  — радиус ствола вихря. Большой коэффициент возникает из-за медленного изменения волновой функции на больших расстояниях. В случае заряженного вихря логарифм конечен, что в конечном счете связано с наличием магнитного поля.

В заключение отметим, что выражение (9) хорошо согласуется с результатами гидродинамического рассмотрения [3, 4].

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило 28.5.1971)

ფიზიკა

ბ. ბარამიძე

დამუხტული ბრიგლების რხევითი სპექტრის შესახებ

რეზიუმე

დამუხტული ბოზე-გაზის მიკროსკოპიული მოდელის საშუალებით შეისწავლება მეორე გვარის ზეგამტარებში აბრიკოსოვის გრიგლების რხევის სპექტრი. ნაჩვენებია, რომ ერთეულოვან გრიგალს შეუძლია შეასრულოს რხევა. ნაპოვნია ამ რხევის სპექტრის მაღალსიხშიროვანი შტო. დისპერსიის კანონი კვადრატულია ტალღური ვექტორის მიმართ.

G. A. BARAMIDZE

## ON THE OSCILLATION SPECTRUM OF CHARGED FLUX LINES

## Summary

The oscillation spectrum of Abrikosov's flux line in Type II superconductors was studied using the microscopic model of charged Bose gas. It is shown that a single flux line can oscillate. The high frequency branch of the mentioned oscillations is found. The quadratic law is found for the dispersion.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Барамидзе. ЖЭТФ, 56, 1969, 1755.
2. Л. П. Питаевский. ЖЭТФ, 40, 1961, 646.
3. P. G. de Gennes, J. Matricon. Rev. Mod. Phys., 36, 1964, 45.
4. A. L. Fetter. Phys. Rev., 163, 1967, 390.

А. И. ГВЕЛЕСИАНИ

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВОБОДНО ПАДАЮЩИХ КАПЕЛЬ ВОДЫ В ВОЗДУХЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 20.5.1971)

Механика свободно падающих крупных капель воды в атмосфере недостаточно изучена. Несмотря на немалое число экспериментальных и теоретических работ, не установлено значение коэффициента лобового сопротивления жидких частиц нестоксовского размера. Это обусловлено особенностями поведения капель: их деформацией, пульсациями и циркуляцией жидкости внутри капли. Отмеченные факторы меняют известную картину обтекания твердых сфер, влияют на величину установившейся скорости падения капли.

В настоящем сообщении используются результаты экспериментальных работ [1—5], посвященных изучению падения капель воды в воздухе, и делается попытка определения величины коэффициента лобового сопротивления и установления критериальных зависимостей между параметрами жидких частиц.

В определенном диапазоне размеров каплю воды, свободно падающую в воздухе, можно принять за частицу эллипсоидальной формы [1—8]. Допустим, что капля имеет форму сплюсненного эллипсоида вращения. Пульсации капли, турбулентность потока воздуха, а также факторы, влияющие на массу капли, не учитываются.

Приравнивая силу сопротивления капли ее весу при установившейся скорости падения, получаем для коэффициента лобового сопротивления капли

$$C_D = A \frac{r_0}{v^2} \varepsilon^{2/3}, \quad (1)$$

где  $A = \frac{8}{3} \frac{\rho_k}{\rho_{\text{вх}}} g$ ;  $\rho_k, \rho_{\text{вх}}$  — соответственно плотность воды и воздуха;  $g$  — ускорение свободного падения;  $v$  — скорость движения капли относительно воздуха;  $r_0$  — радиус капли;  $\varepsilon$  — степень сплющивания капли, равная отношению малой оси эллипсоида к большой.

Используя для расчетов обобщенную на основе экспериментальных данных [1—5] зависимость  $\varepsilon$  от  $r_0$ , вместо (1) будем иметь следующую расчетную формулу (в системе единиц СГС):

$$C_D = A \frac{r_0}{v^2} (1,03 - 1,24 r_0)^{2/3}. \quad (1')$$

В таблице приведены результаты расчетов коэффициентов лобового сопротивления капель в эллипсоидальном приближении ( $C_D$ ) и



по уточненной формуле ( $C_D$ ), а также твердой частицы ( $C_{D, T}$ ) по обобщенной эмпирической формуле [9]

$$C_{D, T} \approx 0,86 - 0,41 \varepsilon, \quad (2)$$

приведены расчетные значения чисел  $Re = \frac{vL}{\nu}$ , критериев

$$Lap = \frac{\rho_{вх} v^2 L}{\sigma} \text{ и } B = \frac{\Delta \rho L^2 g}{\sigma},$$

где  $\Delta \rho = \rho_k - \rho_{вх}$ ;  $\nu$  — кинематическая вязкость воздуха;  $\sigma$  — коэффициент поверхностного натяжения воды;  $L$  — характерный размер капли.

$r_0$ см	$\varepsilon$	$\frac{v}{\text{см/сек}}$	Re	Lap	B	$C_{D, T}$	$C_D$	$C'_D$
0,400	0,534	920	6030	14,12	8,53	0,64	0,68	0,76
0,368	0,574	920	540	12,63	7,23	0,63	0,65	0,71
0,290	0,670	917	4050	9,40	4,49	0,59	0,53	0,60
0,265	0,700	913	3630	8,41	3,74	0,57	0,55	0,57
0,172	0,816	846	2310	4,80	1,61	0,55	0,46	0,47
0,135	0,863	770	1460	2,84	0,97	0,52	0,45	0,45
0,043	1,000	351	202	0,189	0,087		0,75	
0,035	1,000	289	136	0,100	0,058		0,91	
0,016	1,000	119	25	0,008	0,011		2,30	
0,013	1,000	98	17	0,004	0,008		3,05	
0,004	1,000	21	1,5	0,00001	0,0009		19,00	

Как видно из данных таблицы, коэффициент лобового сопротивления в случае жидких капель возрастает в 2 раза быстрее, чем в случае твердых частиц. Для капель с радиусами между 0,15 и 0,40 см получаем эмпирическую формулу

$$C_D \approx 1,21 - 0,79 \varepsilon. \quad (3)$$

Значения критерия Лапласа лежат ниже 14,2. Согласно расчетам в [7, 10, 11],  $r_0 \approx 0,26$  см представляет собой радиус капли, значительно превосходящей критический размер. Согласно расчетам в [12],  $Lap = 12$ , а по экспериментальным данным [13—15],  $Lap \approx 14$ . Следовательно, по [12], капли с  $r_0 \geq 0,36$  см достигают состояния неустойчивости и должны разбрызгиваться, по данным же [13—15], капли с  $r_0 < 0,4$  см должны быть устойчивыми в ламинарном потоке воздуха. Согласно [8], полагая  $C_D = 0,5$ , получаем  $Lap = 4,58$ , и неустойчивыми являются капли с  $r_0 \geq 0,17$  см. По экспериментальным исследованиям [15], для Re, меняющегося в пределах от  $1,7 \times 10^3$  до  $4,5 \times 10^3$ , критерий  $Lap$  меняется соответственно от 2,2 до 3,6. Сравнивая с нашими расчетами, получаем, что, по С. В. Бухману [15], устойчивыми являются капли с  $r_0 < 0,135$  см, остальные же неустойчивы и должны разбрызгиваться. Это расхождение обусловлено тем, что в своих экспериментах С. В. Бухман рассматривал относительную скорость столкновения струй воздуха и жидкости.

Нетрудно видеть, что критерии Рейнольдса, Лапласа и Бонда связаны следующими аналитическими зависимостями:

$$Lap \approx 2,58 \cdot 10^{-3} Re; \quad B \approx 3,02 \cdot 10^{-6} Re^{1,66}; \quad B \approx 36,1 (1 - \varepsilon)^{1,70}. \quad (4)$$

Расчеты параметра Бонда, с помощью которого описывают характер деформации капель и циркуляционные движения жидкости в них, показывает, что они значительно превосходят значение 0,4, полученное Дэвисом, для капель с заметной деформацией [16]. Согласно нашим расчетам, значению числа  $B = 0,4$  соответствует степень сплющивания капель, равная  $\epsilon = 0,91$ .

Анализ показывает, что наиболее резкое возрастание коэффициента лобового сопротивления происходит при  $C_D = 0,48$ , при котором  $B \approx 2$ ,  $Re \approx 2,6 \times 10^3$ ,  $La \mu \approx 6,2$ . Примерно с этого значения критерии Лапласа и Рейнольдса меняются соответственно в 2 и 3 раза медленнее с увеличением числа Бонда. Обращает на себя внимание тот факт что в этой области и выше капля отлична от сплющенного эллипсоида вращения и принимает форму лежащей капли на несмачиваемой поверхности. Форму усеченного сплющенного эллипсоида вращения с плоским основанием, обращенным к воздушному потоку, принимают капли с  $r_0 \geq 0,25$  см, когда величина их установившейся скорости падения не зависит практически от размеров капли и приблизительно равна 9,2 м/сек.

Рассмотрим случай лежащей капли на несмачиваемой поверхности. В данном случае формула для коэффициента лобового сопротивления будет иметь вид

$$C'_D = \frac{4 \rho_h g}{3 \rho_{вж} v^2} r_0^3 [2 + \beta(1-\beta)], \quad (5)$$

где  $\beta$  — отношение между расстояниями от плоского основания капли до экваториального сечения и от последнего до полюса капли.

Безразмерная величина  $\beta$  характеризует степень деформации правильного эллипсоида вращения. При  $\beta = 1$  капля представляет собой эллипсоид вращения и  $C'_D = C_D$ ; если же  $\beta = 0$ , то капля представляет собой половинку эллипсоида вращения, рассеченного в экваторе, — форму смачивающей капли с краевым углом смачивания, равным  $90^\circ$ .

Уточненные значения  $C'_D$ , рассчитанные по формуле (5), приведены в таблице. Максимальная поправка, вносимая формулой (5) в значения  $C_D$ , составляет примерно 12%. Для капли с  $r_0 = 0,14$  см различие между  $C'_D$  и  $C_D$  практически исчезает. Значения параметров капель для капель с радиусами менее 0,04 см рассчитаны с использованием экспериментальных данных работы [4].

Таким образом, между критериями Бонда и Рейнольдса существует линейная зависимость, которая в случае крупных деформируемых капель переходит в степенную; между критериями Лапласа и Рейнольдса существует степенная зависимость, переходящая в линейную в случае крупных капель; степенная зависимость, существующая между критериями Бонда и Лапласа, значительно усиливается в случае крупных капель.



## ა. გველესიანი

## ჰაერში თავისუფლად ვარდნილი წყლის წვეთის ჰიდროდინამიკური მახასიათებლები

რეზიუმე

მოცემულია სხვადასხვა ზომის წყლის წვეთების ჰაერში დამყარებული სიჩქარით ვარდნის ჰიდროდინამიკური პირობების ექსპერიმენტული გამოკვლევების შედეგების ანალიზი. განსაზღვრულია დეფორმირებული წვეთის შუბლაწინააღმდეგობის კოეფიციენტი მისი ნამდვილი ფორმის გათვალისწინებით. დადგენილია დამოკიდებულება რეინოლდსის, ლაპლასისა და ბონდას კრიტერიუმებს შორის, რასაც, ბუნებრივია, არ ეთვალისწინებდნენ მყარა ელღებიანი ნაწილაკების შემთხვევაში.

GEOPHYSICS

A. I. GVELESIANI

## HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF WATER DROPS FREELY FALLING IN AIR

Summary

The results of experimental studies of hydrodynamic conditions of the falling of liquid water drops of different sizes at terminal velocity in air are analysed. The drag coefficient of the deformed drop is determined, taking into account its real form. The dependence between the Reynolds, Laplace and Bond criteria, which was naturally not taken into account in the case of solid walls, is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. E. McDonald. *J. Meteor.*, v. 11, № 6, 1954.
2. Ch. Magono. *J. Meteor.*, v. 11, № 1, 1954.
3. R. Gunn, G. D. Kinzer. *J. Meteor.*, v. 6, № 3, 1949.
4. K. V. Beard, H. R. Pruppacher. *J. Atm. Sci.*, v. 26, № 5, 1969.
5. H. R. Pruppacher, K. V. Beard. *Quart. J. R. Meteor. Soc.*, v. 96, № 108, 1970.
6. A. F. Spilhaus. *J. Meteor.*, v. 5, № 3, 1948.
7. Л. Прандтль. *Гидроаэромеханика*. М., 1951.
8. В. Г. Левич. *Физико-химическая гидродинамика*. М., 1959.
9. А. И. Гвелесиანი. *Труды ИГАН ГССР*, т. 25, № 1, 1967.
10. А. Н. Колмогоров. *ДАН СССР*, т. 66, № 5, 1949.
11. М. К. Баранав, Е. Н. Теверовский, Э. Л. Трегубов. *ДАН СССР*, 66, № 5, 1949.
12. А. С. Лышевский. *Закономерности дробления жидкостей механическими форсунками дробления*. Новочеркасск, 1959.
13. М. С. Вольтский. *ДАН СССР*, т. 62, № 3, 1948.
14. О. Н. Дегтев. *Труды УРПИ*, т. 61, № 4, 1956.
15. С. В. Бухман. *Вестн. АН КазССР*, № 11, 1954.
16. Э. Ричардсон. *Динамика реальных жидкостей*. М., 1965.



К. А. ТАВАРТКИЛАДЗЕ

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ  
 АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ПО ИНТЕГРАЛЬНОЙ  
 ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 21.5.1971)

В работе [1] был изложен метод определения оптической толщи атмосферных аэрозолей по интегральной интенсивности излучения Солнца. Этот метод заключался в следующем. Интенсивность интегрального потока солнечного излучения  $J(\vartheta)$  можно представить формулой

$$J(\vartheta) = \int_0^{\infty} J_0(\lambda) P_h(\lambda, \vartheta) P_u(\lambda, \vartheta) P_w(\lambda, \vartheta) P_a(\lambda, \vartheta) d\lambda, \quad (1)$$

где  $J_0(\lambda)$ —спектральная солнечная постоянная;  $P_h$ ,  $P_u$ ,  $P_w$  и  $P_a$ —соответственно функции пропускания „идеально чистой атмосферы“, озона, водяного пара и атмосферных аэрозолей;  $\lambda$ —длина волны и  $\vartheta$ —зенитное расстояние.

В уравнении (1) неизвестной является оптическая толщина атмосферных аэрозолей  $\tau_a(\lambda)$ , которая с функцией пропускания связана следующим образом:

$$P_a(\lambda, \vartheta) = \exp[-\tau_a(\lambda) \text{Sec } \vartheta]. \quad (2)$$

В упомянутой работе метод определения  $\tau_a(\lambda)$  был разработан в условиях, когда  $\tau_a(\lambda)$  можно аналитически представить в виде

$$\tau_a(\lambda) = \frac{a}{\lambda} \exp\left[-\frac{h_0}{1,2\lambda}\right], \quad (3)$$

где  $h_0$  — высота местности над уровнем моря и  $a$ —коэффициент, зависящий от мутности атмосферы, обусловленной аэрозольными частицами. Определение его методом, изложенным в работе [1], осуществляется преобразованием формулы (3) так, что в формуле (1) можно вынести коэффициент  $a$  из под знака интеграла, т. е. показана идентичность выражения

$$P_a(\lambda, \vartheta) = \exp\left[-\{M(a) - \bar{M}\} \frac{a_1}{\lambda_1}\right] \exp\left(\frac{a_1}{\lambda_1} \frac{1}{\lambda}\right) + C(\lambda) (\lambda - \lambda_1) [M(a) - \bar{M}], \quad (4)$$

где  $M(a)$  и  $C(\lambda)$ —известные функции, зависящие соответственно только от  $a$  и от  $\lambda$ ;  $\bar{M}$ ,  $a_1$  и  $\lambda_1$ —известные постоянные величины.



После такого преобразования уравнение (1) принимает вид

$$\exp \left\{ -[M(a) - \bar{M}] \frac{a_1}{\lambda_1} \right\} = \frac{J(\Phi)}{F_1} + \frac{F_2}{F_1} [M(a) - \bar{M}], \quad (5)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  — интегралы от известных функций, а неизвестную  $a$  графически можно определить из уравнения (5) (см. [1]).

Следовательно, метод можно использовать только в том случае, если зависимость оптической толщи аэрозольных частиц от длины волны удовлетворяет выражению (3). Во многих литературных источниках утверждается, что формула (3) справедлива для осредненного по времени состояния атмосферы. Поэтому проверка данного метода на фактическом примере возможна в том случае, если экспериментально установлено, что связь между  $\tau_a(\lambda)$  и  $\lambda$  удовлетворяет формуле (3).

Из многочисленных примеров экспериментального определения спектральной оптической толщины атмосферы с помощью интерференцированных светофильтров, термоэлектрического актинометра Янишевского и магнитоэлектрического гальванометра М-195 в диапазоне длин волн от 0,36 до 0,82 мкм был выбран сравнительно подходящий пример 16 июля 1970 г. 15 ч. 16 м. по местному времени в условиях безоблачного неба в Тбилиси.

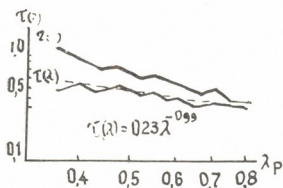


Рис. 1. Зависимость оптической толщи от длины волны

На рис. 1 дана зависимость оптической толщины атмосферы —  $\tau(\lambda)$  от длины волны, по которой вычислена оптическая толща атмосферного аэрозоля. При вычислении последней необходимо для расчетов общее содержание водяного пара в атмосфере было определено с помощью радиозондирования атмосферы, осуществленного в это же время. Оно составляло  $3,1 \text{ г/см}^{-2}$ , зенитное расстояние —  $56,3^\circ$ , общее содержание озона —  $0,3 \text{ см}$ , высота местности  $h_0 = 0,48 \text{ км}$ . Аппроксимируя кривую  $\tau_a(\lambda)$  формулой (3), мы получили, что  $a = 0,23$ , а показатель степени для  $\lambda = -0,99$  (на рисунке ломаная линия).

Затем вышеупомянутым методом, используя измеренную величину интегральной интенсивности солнечной радиации, равную  $757 \text{ ватт/м}^{-2}$ , мы определили тот же коэффициент, равный  $0,206$ . Для оценки влияния различий между экспериментально определенным и вычисленным значениями коэффициента  $a$  было сопоставлено спектральное распределение интенсивности солнечной энергии, рассчитанное по  $a = 0,23$  и определенное экспериментально в 13 узких участках спектра. Расчет был проведен по формуле

$$J_k(\lambda_i) = J_0(\lambda_i) P_h(\lambda_i) P_u(\lambda_i) P_w(\lambda_i) \exp \left[ \left( -\frac{0,23}{\lambda} \right) \exp \left( -\frac{h_0}{1,2} \right) \text{Sec } \vartheta \right] \quad (6)$$

для следующих длин волн: от 0,215 до 0,6 мкм через 0,005 мкм и от 0,6 до 1,3 мкм через 0,01 мкм. Функция пропускания «идеально чистой атмосферы» была вычислена по формуле

$$P_h = \exp \left[ -0,00879 \lambda^{-4,00} \exp \left\{ -\frac{h_0}{8} \right\} \text{Sec } \vartheta \right], \quad (7)$$

функция пропускания озона

$$P_u = \exp [-k_u(\lambda) \cdot u \cdot \text{Sec } \vartheta], \quad (8)$$

где  $u$  — общее содержание озона. Коэффициенты поглощения озона  $k_u(\lambda)$  брались из [2], функция пропускания водяного пара для соответствующих длин волн — из [3], спектральная солнечная постоянная из [4]. Рассчитанная зависимость  $J(\lambda)$  от  $\lambda$  при  $a=0,206$  нанесена на график (рис. 2).

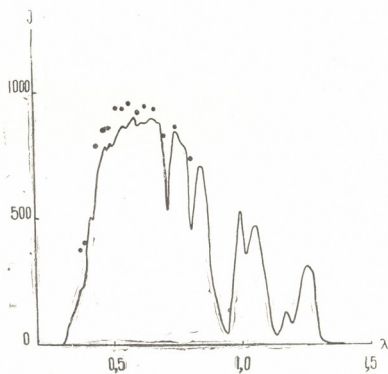


Рис. 2. Измеренные и рассчитанные значения монохроматического потока прямых солнечных лучей 16 июля 1970 г. 15 ч. 16 м. в Тбилиси

С другой стороны, по экспериментально полученным значениям в 13 узких интервалах длин волн оптической толщины атмосферы были определены интенсивности солнечной радиации по формуле

$$J_i = J_{0i} \exp [-\tau_i \text{Sec } \vartheta], \quad (9)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 13.$$

Как видно из рис. 2, нанесенные измеренные значения (на рисунке представлены точками) интенсивности солнечной энергии лежат в среднем на 10% выше, чем рассчитанные значения. Как показали расчеты, эта разница уменьшается примерно на 3—4%, если вместо определенного упомянутого методом  $a=0,206$ , взять его измеренное значение  $a=0,23$ . Что касается остальных постоянных отклонений между экспериментальными и рассчитанными величинами спектрального состава солнечной энергии, то они составляют 6—7%, т. е. лежат в пределах точности проведенного измерения и расчета.

Таким образом, метод расчета оптической толщи атмосферных аэрозолей по интегральной интенсивности излучения Солнца, изложенный в работе [1], является приемлемым по точности при условии представления  $\tau_a(\lambda)$  формулой (3).

Закавказский гидрометеорологический институт

(Поступило 28.5.1971)

გეოფიზიკა

კ. თავარტილაძე

მზის გამოსხივების ინტეგრალური ინტენსივობით ატმოსფერული აეროზოლების ოპტიკური სისქის განსაზღვრის მეთოდის სიზუსტის შეფასება

რეზიუმე

გაზომილი ატმოსფერული აეროზოლების ოპტიკური სისქესთან შედარების საფუძველზე შეფასებულია მზის გამოსხივების ინტეგრალური ინტენსივობით ატმოსფერული აეროზოლების ოპტიკური სისქის განსაზღვრის მეთოდის სიზუსტე.

GEOPHYSICS

K. A. TAVARTKILADZE

ESTIMATION OF THE DETERMINATION ACCURACY OF THE OPTICAL THICKNESS OF ATMOSPHERIC AEROSOLS BY THE INTEGRAL INTENSITY OF SOLAR RADIATION

Summary

The accuracy of the method of determining the optical thickness of atmospheric aerosols by the integral intensity of solar radiation is assessed on the basis of comparing the measured atmospheric aerosols with their optical thickness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. A. Tавартკილაძე. Метеор. и гидрол., № 5, 1970.
2. E. Vigroux. Annales de Physique, 8, 1953.
3. P. J. Wyatt, V. R. Stull, G. N. Plass. Applied Optics, v. 3, № 2, 1964.
4. F. S. Jonson. J. Meteor., 11, 1954.



Г. К. СУЛАКВЕЛИДZE, Я. Г. СУЛАКВЕЛИДZE

ПОЛНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЭНЕРГИИ, ЗАКЛЮЧЕННОЙ  
 В ВЕРТИКАЛЬНОМ СТОЛБЕ ТРОПОСФЕРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 28.5.1971)

В атмосфере единственной энергетической величиной, консервативность которой в замкнутой системе не вызывает сомнения, является полная энергия воздушной массы ( $E$ ). Ее приближенная оценка дана в работе [1]. В настоящей статье приводятся точные и упрощенные уравнения для расчета величины  $E$ . Полная энергия  $dE$  находящегося в состоянии покоя элементарного слоя воздуха высотой  $dz$  в вертикальном столбе с единичной площадью поперечного сечения состоит из теплосодержания  $dE_T$ , равного  $C_p T(z) \rho(z) dz$ , где  $C_p$  — теплоемкость воздуха при постоянном давлении,  $T(z)$  и  $\rho(z)$  — температура и плотность воздуха на уровне  $z$ ; тепловой энергии фазовых переходов находящейся в атмосфере воды ( $dE_\Phi$ ), которая равна  $Ls(z) \rho(z) dz$ , где  $L$  — удельная теплота фазовых переходов и  $s(z)$  — удельная влажность на высоте  $z$ ; потенциальной энергии воздушной массы в поле земного тяготения ( $dE_n$ ), которая равна  $Ag \rho(z) dz$ , где  $A$  — механический эквивалент теплоты,  $g$  — ускорение силы тяжести. Последний член можно привести к следующему выражению:

$$-C_p \gamma_c \rho(z) dz - Ag \frac{T_n(z) - T(z)}{T(z)} \rho(z) dz,$$

где  $T_n(z)$  — температура поднимающегося воздуха на высоте  $z$ ,  $\gamma_c$  — сухадиабатический градиент температуры. Второе слагаемое представляет ту величину потенциальной энергии, с помощью которой оценивается устойчивость атмосферы. Суммируя компоненты, получаем величину полной энергии в элементарном объеме атмосферы, выраженную в тепловых единицах:

$$dE = C_p T(z) \rho(z) dz + Ls(z) \rho(z) dz + C_p \gamma_c \rho(z) z dz - Ag \frac{T_n(z) - T(z)}{T(z)} \rho(z) dz. \quad (1)$$

Используя уравнение состояния и основное уравнение статики атмосферы, после интегрирования первого члена в уравнении (1), от поверхности земли ( $z_0$ ) до нижней границы стратосферы ( $z_b$ ), которая принимается равной верхнему уровню конвекций, получаем

$$C_p \int_{z_0}^{z_b} T(z) \rho(z) dz = \frac{C_p T(z_0) P(z_0)}{R_c (\alpha + 1)} [1 - \beta^{\alpha+1}], \quad (2)$$



где  $\alpha = \frac{g}{\gamma R_c}$ ,  $\beta = \frac{T(z)}{T(z_0)}$ ,  $R_c$  — газовая постоянная сухого воздуха, и  $\gamma$  — градиент температуры воздуха по высоте.

Воспользовавшись уравнением Клаузиуса—Клапейрона [2] и заменив  $\rho(z)$  ее выражением через парциальное давление водяного пара ( $e$ ), давление атмосферы ( $P$ ) и проведя интегрирование второго члена в уравнении (1), будем иметь

$$L \int_{z_0}^{z_b} s(z) \rho(z) dz = \frac{0,622}{\gamma R_c} K L E_0 \exp \frac{\sigma}{T_0} \int_{T(z_0)}^{T_0} \exp \left( -\frac{1}{u} \right) \frac{du}{u}, \quad (3)$$

где  $K = \frac{e}{E}$ ,  $E$  и  $E_0$  — давление насыщенного водяного пара при температуре  $T(z)$  и  $273^\circ$  соответственно,  $\sigma = \frac{L}{AR_\pi}$ ,  $R_\pi$  — газовая постоянная водяного пара и  $u = \frac{T(z)}{\sigma}$ .

Величина интеграла в правой части уравнения (1) находится по таблицам [3]. Температура поднимающегося воздуха, фигурирующая в третьем члене уравнения (1), будет изменяться по сухой адиабате (градиент  $\gamma_a$ ) в интервале высот от поверхности земли ( $z_0$ ) до уровня конденсации ( $z_k$ ). От уровня конденсации ( $z_k$ ) до вершины конвекции ( $z_b$ ) температура поднимающегося воздуха будет изменяться по влажной адиабате (градиент  $\gamma_b$ ). Поэтому интегрирование необходимо производить раздельно для этих двух интервалов высоты:

$$Ag \int_{z_0}^{z_b} \frac{T_n(z) - T(z)}{T(z)} \rho(z) z dz = Ag \left\{ (\gamma - \gamma_c) \int_{z_0}^{z_k} z^i \frac{P(z)}{T(z)} dz + (\gamma - \gamma_b) \int_{z_k}^{z_b} z^i \frac{P(z)}{T(z)} dz \right\}.$$

Проводя преобразования и вводя обозначения

$$\beta_1 = \frac{T(z_k)}{T(z_0)} \text{ и } \beta_2 = \frac{T(z_b)}{T(z_u)},$$

получаем

$$Ag \int_{z_0}^{z_b} \frac{T_\pi(z) - T(z)}{T(z)} z \rho(z) dz = \frac{Ag}{\gamma^3 R_c} \left\{ \frac{P(z_0) T(z_0) (\gamma - \gamma_c) (1 - \beta_1^{\alpha+1})}{\alpha - 1} \times \right. \\ \times \left[ 1 - \frac{\alpha - 1}{1 - \beta_1^{\alpha-1}} \{ (\alpha + 2) (1 - \beta_1^\alpha) - \beta_1^\alpha (\alpha + \beta) \} \right] + \\ + \frac{P(z_k) T(z_k) (\gamma - \gamma_b) (1 - \beta_1^{\alpha+1})}{\alpha - 1} \times \\ \times \left[ 1 - \frac{\alpha - 1}{1 - \beta_2^{\alpha-1}} \{ (\alpha + 2) (1 - \beta_2^\alpha) - \beta_2^\alpha (\alpha + \beta_2) \} \right] \left. \right\}. \quad (4)$$

Интегрируя четвертый член в выражении (1), имеем

$$C_p \gamma_c \int_{z_0}^{z_b} \rho(z) z dz = C_p \gamma_a \frac{T(z_0) P(z_0)}{\gamma^2 R_c} [1 + \beta(\alpha \beta^\alpha - \alpha - 1)]. \quad (5)$$

Интегрирование выражений (2) — (5) проводится послоyno, в интервалах высот, для которых величины  $\gamma, R, s$  можно принять постоянными. Суммируя выражения (2) — (5) для величины полной энергии  $E$  в вертикальном столбе воздуха с единичной площадью поперечного сечения от поверхности земли до нижней границы стратосферы, получаем

$$E = \frac{1}{R_c \gamma} \left\{ \frac{C_p P(z_0) T(z_0) (1 - \beta^{\alpha+1})}{\alpha + 1} + 0,622 K L E_0 \exp \times \right. \\
\times \frac{\sigma}{T_c} \int_{T(z_b)}^{T(z_0)} \exp\left(-\frac{1}{u}\right) \frac{du}{u} + \frac{A g}{\gamma^2} \left\{ \left[ \frac{P(z_0) T(z_0) (\gamma - \gamma_c) (1 - \beta_1^{\alpha+1})}{\alpha - 1} \times \right. \right. \\
\times \left. \left\{ 1 - \frac{\alpha - 1}{1 - \beta_1^{\alpha-1}} [(\alpha + 2)(1 - \beta_1^\alpha) - \beta_1^\alpha (\alpha + \beta_1)] \right\} + \frac{P(z_h) T(z_h) (\gamma - \gamma_b) (1 - \beta_2^{\alpha+1})}{\alpha - 1} \times \right. \\
\times \left. \left. \left\{ 1 - \frac{\alpha - 1}{1 - \beta_2^{\alpha-1}} [(\alpha + 2)(1 - \beta_2^\alpha) - \beta_2^\alpha (\alpha + \beta)] \right\} \right] + \right. \\
\left. \left. + \frac{C_p \gamma_c P(z_0) T(z_0)}{\gamma_2} [1 + \beta(\alpha \beta^\alpha - \alpha - 1)] \right\}. \quad (6)$$

Уравнение (6) сложно для расчетов, поэтому в ряде случаев целесообразно использовать упрощенные выражения для оценки величины  $E$ . Определим приближенные значения  $E_\tau, E_\phi, E_\pi$  для стандартных слоев атмосферы:

$$\begin{aligned} E_\tau &= \sum_{i=1}^n \Delta E_{\tau i} = \frac{C_p}{R_c} \sum_{i=1}^n \bar{P}_i h_i, \\ E_\phi &= \sum_{i=1}^n \Delta E_{\phi i} = \frac{L}{R_c} \sum_{i=1}^n \bar{S}_i \frac{\bar{P}_i}{\bar{T}_i} h_i, \\ E_\pi &= \sum_{i=1}^n \Delta E_{\pi i} = \frac{A g}{R_c} \sum_{i=1}^n \frac{\bar{P}_i}{\bar{T}_i} h_i z_i, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $h_i$  — вертикальная протяженность стандартного слоя,  $\bar{P}_i, \bar{T}_i, \bar{S}_i$  — средние величины давления, температуры и влажности соответственно для  $i$ -того

слоя —  $Z_i = \sum_{k=1}^{i-1} h_k + \frac{h_i}{2}$ . С учетом сказанного приближенное значение величины  $E$  получается из уравнения

значение величины  $E$  получается из уравнения

$$E = \frac{1}{R_c} \left[ C_p \sum_{i=1}^n \bar{P}_i h_i + L \sum_{i=1}^n S_i \frac{\bar{P}_i}{\bar{T}_i} h_i + A g \sum_{i=1}^n \frac{\bar{P}_i}{\bar{T}_i} h_i z_i \right] \quad (8)$$

Исходные данные для расчетов по уравнениям (6) и (8) определяются по эмаграмме. Расчеты могут быть также запрограммированы для ЭВМ по данным зондирования атмосферы, без предварительного построения эмаграммы. По изменению величины  $E$ , рассчитанной из (6) и (8) в два срока до и после вторжения воздушных масс, можно определить адвекцию тепла и оценить изменение термодинамического состояния атмосферы.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 30.5.1971)

გეოფიზიკა

ბ. სულაქველიძე, ი. სულაქველიძე

ტროპოსფეროს ვერტიკალურ სვეტში მოთავსებული სრული ენერგია

რეზიუმე

მოყვანილია განტოლებები ტროპოსფეროს ერთეული განივკვეთის მქონე ვერტიკალურ სვეტში მოთავსებული ენერგიის ზუსტი და მიახლოებითი გამოთვლისათვის.

GEOPHYSICS

G. K. SULAKVELIDZE, Ya. G. SULAKVELIDZE

## THE TOTAL ENERGY CONTAINED IN A VERTICAL COLUMN OF THE TROPOSPHERE

Summary

Equations are written for the exact and approximate calculation of energy contained in a vertical column of the troposphere per unit of cross-section.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. К. Сулаквелидзе, Я. Г. Сулаквелидзе. Труды ВГИ, вып. 17, 1970.
2. Л. Т. Матвеев. Основы общей метеорологии. Л., 1965.
3. И. М. Рыжик и И. С. Грандштейн. Таблица интегралов, сумм, рядов и произведений. М.—Л., 1951.

В. Д. ЭРИСТАВИ, В. Ш. ЦВЕНИАШВИЛИ, Ш. А. КЕКЕЛИЯ

## К ВОПРОСУ ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ И БЕРИЛЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эристави 2.6.1971)

Совместное присутствие в анализируемой пробе алюминия и бериллия делает невозможным определение микроколичеств этих элементов любым из известных химических и физико-химических методов анализа. Ввиду близости их химических свойств часто условия их определения одинаковы. Так, например, при полярографическом определении этих элементов в обоих случаях в качестве фона используют водные растворы  $(C_2H_5)_4NJ$  II, 2], причем потенциал полуволны алюминия сходен с потенциалом полуволны бериллия.

Ввиду того что эти два элемента, как правило, сопутствуют друг другу как в природных, так и в синтетических объектах, возникает необходимость их предварительного разделения. Ранее нами описывалась методика хроматографического разделения этих элементов на  $CO_3^{2-}$ -форме анионита АВ-17 [3]. В данной работе мы решили использовать ее при полярографическом определении алюминия и бериллия. В статье приводятся результаты этой проверки и описывается методика хромато-полярографического определения этих элементов.

Анализируемый раствор (25 мл, рН 2,5), содержащий катионы алюминия и бериллия, пропускают со скоростью фильтрации 1 мл/мин через колонку с  $CO_3^{2-}$ -формой анионита АВ-17 (диаметр колонки 1,6 см, высота слоя набухшего сорбента 4,5 см). После промывания колонки порцией дистиллированной воды (15 мл) через нее со скоростью 5 мл/мин пропускают 200 мл 3N раствора  $NH_4OH$ , вымывающего алюминий за счет пептизации. Десорбция бериллия осуществляется 450 мл 5N раствора  $(NH_4)_2CO_3$  или 70 мл 1N раствора  $NaOH$ .

Оба из предложенных для элюирования бериллия элюента имеют свои положительные и отрицательные стороны. Использование раствора едкого натра в качестве элюента ускоряет ход анализа, однако для последующих разделений ионит необходимо вновь переводить в  $CO_3^{2-}$ -форму. Разделение элементов с применением карбоната аммония при элюировании бериллия дает возможность длительное время использовать ионит без регенерации. Полученные при этом элюенты собирают в отдельный стакан, подкисляют соляной кислотой (рН 1,5) и переносят в соответствующие мерные колбы, из которых в дальнейшем берутся аликвотные части для полярографического анализа.

Полярографическое определение алюминия и бериллия мы проводили на электронном полярографе LP-60 (Чехословакия). Характеристика применяемого капилляра:  $m=1,27$  мг/сек,  $\tau=3$  сек, в 0,1M KCl в разомкнутой цепи.

Применяли трехэлектродную полярографическую ячейку с выносным анодом. Электродом сравнения служил насыщенный каломельный электрод. В качестве фона применяли 0,1M раствор  $(C_2H_5)_4NJ$ . Анализ выполняли при комнатной температуре.



Результаты проверки разработанного нами хромато-полярографического метода определения алюминия и бериллия приведены в таблице.

Содержание алюминия и бериллия в анализируемой смеси подбирались аналогично их наиболее часто встречающимся соотношениям в природных и промышленных объектах.

Полярографическое определение Al и Be после разделения их на  $\text{CO}_3^{2-}$ -форме анионита АВ-17

	Взято, мг		Найдено, мг		
	Al	Be	Al	Be	
				элюент NaOH	элюент $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
1	3	0,5	2,95	0,48	0,52
2	3	0,5	2,85	0,5	0,48
3	3	0,5	3,05	0,29	0,28
4	3	0,3	3,0	0,31	0,3
5	3	0,1	2,95	0,09	0,09
6	3	0,1	2,9	0,1	0,09

Как видно из таблицы, разработанный нами метод позволяет из одной анализируемой пробы отделять оба элемента. Данные, приведенные в таблице, позволяют рекомендовать его в практику химического анализа.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Поступило 3.6.1971)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ვ. ერისთავი, ვ. წვენიაშვილი, შ. კეკელია

ალუმინისა და ბერილიუმის კოლაროგრაფიული განსაზღვრის  
საკითხისათვის

რეზიუმე

შემუშავებულია ალუმინისა და ბერილიუმის განსაზღვრის კომბინირებული მეთოდი. იგი მოიცავს ამ ელემენტების ქრომატოგრაფიულ დაცილებას ანიონიტის АВ-17-ის კარბონატული ფორმით. განსაზღვრულია ეს ელემენტები კოლაროგრაფიული მეთოდით ტეტრაეთილამონიუმის იოდიდის წყალხსნარების ფონზე.

ANALYTICAL CHEMISTRY

V. D. ERISTAVI, V. Sh. TSVENIASHVILI, Sh. A. KEKELIA

TOWARDS THE POLAROGRAPHIC DETERMINATION OF ALUMINIUM  
AND BERYLLIUM

Summary

A procedure for chromato-polarographic determination of aluminium and beryllium has been developed. It consists in the preliminary separation of

these elements on the  $\text{CO}_3^{2-}$  form of AB-17 anion exchanger and their subsequent polarographic determination against the background of aqueous solutions of  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Ni}$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Н. Коваленко, О. И. Гейдерович. ЖАХ, т. XIV, в. 5, 1959, 634.
2. J. Talesnick, J. A. Page. Talanta, 10, 1963, 1055.
3. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Ш. А. Кекелая. Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970, 325.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Г. ДАНЕЛИЯ, Д. И. ЭРИСТАВИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 В. Д. ЭРИСТАВИ

ОТДЕЛЕНИЕ ВОЛЬФРАМА ОТ СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ  
 НА  $\text{CO}_3^{2-}$ -ФОРМЕ АНИОНИТОВ

Определение микроколичества вольфрама в объектах осуществляется главным образом фотометрическими методами. Однако основным условием, при котором их можно применять, является предварительное отделение вольфрама от сопутствующих элементов, которые, как правило, мешают его определению.

Для отделения вольфрама от мешающих элементов нами была рассмотрена возможность применения карбонатных форм отечественных анионитов.

На основании изучения сорбционного поведения вольфрама и рения на карбонатных формах анионитов АВ-17, АВ-16, ЭДЭ-10 и АН-2Ф III, а также сорбционного поведения ряда элементов [2—4] нами было установлено, что для отделения вольфрама от Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V и Re можно использовать карбонатную форму как сильноосновного анионита АВ-17, так и среднеосновных анионитов АВ-16 и ЭДЭ-10. Карбонатная форма АН-2Ф для этих целей непригодна.

Разработанные нами ионообменно-хроматографические методики отделения вольфрама от сопутствующих элементов были проверены на искусственных смесях и применены при анализе вольфрама в природных и промышленных объектах.

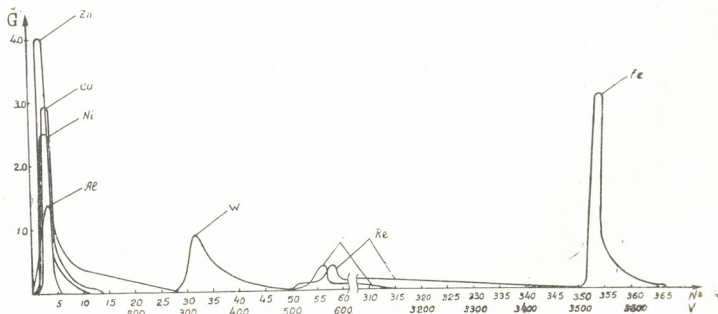


Рис. 1. Разделение элементов на карбонатной форме: С—концентрация элюируемого элемента, №—номера фракций, v—объем элюента

Несмотря на то, что для отделения вольфрама от мешающих элементов с успехом могут быть использованы все три анионита, предпочтение все же следует отдать  $\text{CO}_3^{2-}$ -форме анионита АВ-17 (при де-



сорбции элементов с этого ионита употребляются меньшие объемы элюентов, следовательно, уменьшается и время, затрачиваемое на анализ (рис. 1).

В данной статье описывается методика отделения вольфрама от Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V и Re на  $\text{CO}_3^{2-}$ -форме анионита АВ-17, приводятся результаты проверки и применения этой методики при анализе вольфрамсодержащих сталей (табл. 1 и 2).

Ход анализа. Анализируемый раствор (25 мл, pH 2,5) со скоростью фильтрации 1 мл/мин пропускается через ионнообменную колонку, заполненную  $\text{CO}_3^{2-}$ -формой анионита (диаметр колонки 1,6 см, высота слоя набухшего сорбента 9 см). После промывания колонки порцией дистиллированной воды (15 мл) через нее со скоростью фильтрации 5 мл/мин пропускаются элюирующие растворы в следующей последовательности:

280 мл 3N  $\text{NH}_4\text{OH}$ —десорбция Ni, Cu, Al, Zn,

220 мл 1N  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ —десорбция W,

3000 мл 5N  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ —десорбция Re, V,

160 мл 1,5N HCl—десорбция Fe.

Вольфрамсодержащая фракция элюата (элюент 1N раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ) собирается в отдельный стакан, переносится в мерную колбу, подкисляется и доводится до метки. Определение вольфрама в эликвоте осуществляется фотоколориметрическим методом [5].

Таблица 1  
Отделение вольфрама от Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V и Re на  $\text{CO}_3^{2-}$ -форме анионита АВ-17

№ пробы	Взято, мг								Найдено W, мг	Относительная ошибка, %
	W	Fe	V	Al	Cu	Ni	Zn	Re		
1	0,0	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0
2	1,0	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,988	-1,2
3	0,5	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,496	-0,8
4	0,1	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,101	+1,0
5	0,05	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,048	-4,0
6	0,01	3,0	1,0	2,6	2,6	2,0	1,0	1,0	0,0095	-5,0

Таблица 2  
Определение вольфрама в вольфрамсодержащих сталях

Марка стали	Найдено W после отделения на анионите, %	Содержание по паспорту, %
38ХВФЮА	0,35	0,2—0,4
ХНЗБТЮ (ЭИ 787)	3,44	2,8—3,5
В1	0,97	0,8—1,2
Р9	9,32	9,0—9,4

При анализе сплава разложение 0,5 г навески мы производили по обычной методике [6], раствор переносили в мерную колбу емкостью 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Аликвотную часть полученного раствора перед пропусканьем через ионообменную колонку разбавляли дистиллированной водой до объема 25 мл и устанавливали pH 2,5.

Как видно из рис. 1 и табл. 1, разработанная методика отделения вольфрама от Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V и Re позволяет определять микрограммовые количества вольфрама в различных объектах с максимальной относительной ошибкой  $\pm 5\%$ .

Сравнение данных анализа с паспортными данными содержания вольфрама в образцах сталей (см. табл. 2) позволяет считать разработанный нами метод перспективным и рекомендовать его в практику химического анализа.

Итак, разработаны методы отделения вольфрама от Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V и Re с помощью анионитов в  $\text{CO}_3^{2-}$ -форме. Наиболее эффективным сорбентом является анионит АВ-17. Относительная ошибка определения вольфрама после отделения от Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V и Re на  $\text{CO}_3^{2-}$ -форме анионита АВ-17 не превышает  $\pm 5\%$ . Время анализа менее 2 часов. Метод использован при определении вольфрама в вольфрамсодержащих сталях.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 24.6.1971)

ანალიზური ქიმიის

ა. დანელია, დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. ერისთავი

ვოლფრამის დაცილება ანიონიტების კარბონატული ფორმით  
 თანამგზავრი ელემენტებისაგან

რეზიუმე

ზოგიერთი ელემენტის სორბციული საქციელის გამოკვლევის შედეგად ანიონიტ AB-17, AB-16, ЭДЭ-10 კარბონატული ფორმით შემუშავებულ იქნა ვოლფრამის დაცილების მეთოდები შემდეგი ელემენტებისაგან: Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V და Re.

მოყვანილია ვოლფრამის დაცილების მეთოდის შემოწმების შედეგები Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V და Re-გან ანიონიტ AB-17  $\text{CO}_3^{2-}$  ფორმაზე, ასევე ამ მეთოდის გამოყენების შედეგები ვოლფრამშემცველ ფილადში ვოლფრამის განსაზღვრისათვის.

ANALYTICAL CHEMISTRY

A. G. DANELIA, D. I. ERISTAVI, V. D. ERISTAVI

SEPARATION OF TUNGSTEN FROM THE ACCOMPANYING ELEMENTS  
 ON THE  $\text{CO}_3^{2-}$ -FORM OF ANION EXCHANGERS

Summary

The separation procedures of tungsten from Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V and Re on the carbonate forms of AB-17, AB-16 and ЭДЭ-10 anion exchangers have been worked out on the basis of an investigation of the sorption behaviour of some elements on the  $\text{CO}_3^{2-}$  form of anion exchangers. The exami-



nation results of the separation procedure of tungsten from Fe, Al, Ni, Cu, Zn, V and Re on the  $\text{Co}_3$  form of the AB-17 anion exchanger, as well as the results of the use of this procedure in determining tungsten in tungsten-containing steels are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, А. Г. Данелия. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1969; 56, № 1, 1969; 60, № 1, 1970; 61, № 3, 1971.
2. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Ш. А. Кекелия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, 4, 1969; Сообщения АН ГССР, 59, № 2, 1970.
3. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Н. А. Куцива. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, т. 9, 149, 1971.
4. Д. И. Эристави, В. Д. Эристави, Г. Ш. Кутателадзе. Сообщения АН ГССР, 58, № 2, 1970.
5. Г. Шарло. Методы аналитической химии. М., 1966, 600.
6. А. М. Дымов. Технический анализ руд и металлов. М., 1949, 305.



В. С. ВАРАЗШВИЛИ

## НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ГЕКСАГОНАЛЬНЫХ БАРИЕВЫХ ФЕРРИТОВ ТИПА W

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 16.5.1971)

В тройной системе  $\text{BaO}-\text{MeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Me — двухвалентный ион металла) существует четыре вида ферромагнитных ферритов сложной гексагональной структуры (типа W, X, Y, Z [1]), так называемые ферроокспланы, которые обладают весьма ценными магнитными свойствами. Эти вещества применяются в технике сверхвысоких частот, однако интерес к ним обусловлен не только применением, которое они находят на практике, но и с точки зрения ферритовой химии.

В настоящей работе приведены результаты предварительного изучения изготовленных для калориметрического исследования ферритов типа W, выражающихся общей формулой  $\text{BaMe}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$  (MeW), а именно  $\text{Co}_2\text{W}$ ,  $\text{Ni}_2\text{W}$  и  $\text{Cu}_2\text{W}$ .

Известно, что изготовление этих ферритов в чистом виде связано с определенными трудностями, что обусловлено высокой температурой их синтеза и узким интервалом существования одной фазы. Так, например, в работе [2] указывается, что  $\text{Co}_2\text{W}$  образуется не непосредственно из исходных окислов, а через промежуточные соединения  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  (M) и  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (S); синтез начинается при  $1150^\circ\text{C}$ , но образование вещества завершается при  $1250-1300^\circ\text{C}$ . Устойчиво это соединение только до температуры  $1350^\circ\text{C}$ , выше которой происходит распад на  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  и  $\text{CoFe}^{+2}\text{Fe}^{+3}\text{O}_4$ . Можно предположить, что механизм образования  $\text{Ni}_2\text{W}$  и  $\text{Cu}_2\text{W}$  аналогичен.

С целью определения влияния способа образования этих ферритов на некоторые их свойства исследуемые образцы были изготовлены двумя методами: спеканием окислов и соевым методом (исходные вещества брались марки чда). В случае использования окислов предварительный обжиг проводился при  $900^\circ\text{C}$ , окончательный синтез брикетированной смеси осуществлялся в атмосфере кислорода в продолжение 50 часов. Температура спекания  $\text{Co}_2\text{W}$  и  $\text{Ni}_2\text{W}$  была  $1300^\circ\text{C}$ , однако ввиду возможности образования одновалентной меди синтез  $\text{Cu}_2\text{W}$  проводился при сравнительно низкой температуре ( $1200^\circ\text{C}$ ).

В случае совместного разложения солей использовались нитраты бария, кобальта и никеля и сульфат меди. Растворы соответствующих солей с предварительно определенной концентрацией металлических ионов перемешивались, выпаривались и совместно разлагались до окислов при  $800^\circ\text{C}$ . Это обеспечивало наиболее равномерное распре-



ление составных частей шихты. Затем образованная смесь подвергалась дальнейшему измельчению, перемешиванию, прессованию при  $1 \text{ т/см}^2$  и спеканию в атмосфере кислорода в продолжение 30 часов при той же температуре, что и в случае спекания окислов.

Химический анализ, проведенный в лаборатории аналитической химии Института, показал удовлетворительные соблюдения стехиометрического состава всех образцов, изготовленных как из окислов, так и из солей.

Фазовый состав продуктов синтеза устанавливался в лаборатории аналитической химии по дифрактограммам образцов, полученных на установке УРС-50 ИМ в пределах углов  $2 \Theta = 28-90^\circ$  с использованием излучения  $\text{FeK}\alpha$ , отфильтрованного марганцевым фильтром.

Известно, что вещество  $\text{Me}_2\text{W}$  имеет гексагональную кристаллическую решетку типа магнетоплюмбита с  $a = 5,88\text{\AA}$  (параметр  $a$  одинаков для всех типов [1]). Однако многие соединения в системе  $\text{BaO} - \text{MeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$  имеют сходную структуру, что затрудняет расшифровку рентгенограмм и определение небольших количеств фаз  $M$  и  $S$ , которые могут присутствовать в синтезированном  $\text{Me}_2\text{W}$  в качестве побочного продукта неполностью прошедшей химической реакции. При идентификации изучаемых нами образцов были использованы приведенные в работах [2—4] эталонные дифрактограммы большинства соединений в системе  $\text{BaO} - \text{CoO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Рентгенограммы образцов, изготовленных различными методами, идентичны. Сопоставление с данными работ [2—4] подтверждает, что структура исследуемых соединений действительно соответствует типу  $W$ .

На рентгенограммах  $\text{Co}_2\text{W}$  и  $\text{Ni}_2\text{W}$  не наблюдается добавочных линий, не характерных для структуры  $W$ , но образцы  $\text{Cu}_2\text{W}$ , видимо, содержат небольшое количество фазы ( $M$ ), что обусловлено, как это отмечалось выше, необходимостью синтезировать это соединение при сравнительно низкой температуре. Параметры решетки всех исследованных образцов одинаковы и равны  $a = 5,88\text{\AA}$  и  $c = 32,85\text{\AA}$ . Таким образом, очевидно, что не только параметр  $a$  но и параметр  $c$  кристаллической решетки типа  $W$  не зависят от сорта двухвалентного иона.

Температура Кюри ферритов

Вещество	Температура Кюри, °C	
	Баллист. метод	ДТА
$\text{Co}_2\text{W}$	460	465
$\text{Ni}_2\text{W}$	450	460
$\text{Cu}_2\text{W}$	430	445

Температура Кюри ферритов была определена на баллистической установке [5] с точностью  $\pm 5^\circ$ . Полученные значения приводятся в таблице.

ДТА синтезированных ферритов проведен на установке ФПК-59 с программным регулятором температуры ПРТ-100 в интервале 25 — 10000°C. Эталонном служил корунд, термопара Pt/Pt/Rh. Скорость нагрева 10°/мин. На дифференциальной кривой всех ферритов наблюдается небольшое отклонение в области температур, соответствующих ферромагнитному превращению этих веществ. Зафиксированные на термограммах значения температуры Кюри удовлетворительно совпадают с результатами магнитных измерений.

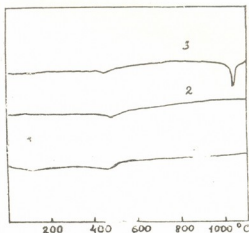


Рис. 1. Кривые ДТА ферритов: 1— $Ni_2W$ , 2— $Co_2W$ , 3— $Cu_2W$

$Ni_2W$  и  $Co_2W$ , согласно проведенному ДТА, не характеризуются другими превращениями, кроме ферромагнитного, а на термограмме  $Cu_2W$  обнаруживается еще одно неизвестное полиморфное превращение с эндотермическим эффектом при 1020—1030°C. На термограммах ферритов, изготовленных различными методами, полностью совпадают температуры фазовых переходов.

Исследование показало, что оба использованных нами способа изготовления ферритов обеспечивают получение образцов, идентичных по изучаемым в работе свойствам. Поэтому керамическому методу с использованием окислов следует отдать предпочтение как более простому.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 17.5.1971)

ფიზიკური ქიმიის

3. ვარაზაშვილი

W- ტიპის ჰექსაგონალური ბარიუმის ფერიტების ზომიერობით  
თვისების შესწავლა

რეზიუმე

სინთეზირებულია  $Co_2W$ ,  $Ni_2W$ ,  $Cu_2W$  ფერიტები. დადგენილია, რომ ამ ფერიტების კრისტალური მესერის პარამეტრები  $a$  და  $c$  ერთნაირია და მათი სიდიდე ორვალენტური იონის შეცვლით არ იცვლება. დიფერენციალური თერმული ანალიზითა და ბალისტიკური მეთოდით გამოიკვლია ფერიტების კი-

ურის ტემპერატურა. დადგენილია, რომ 25—1100°C ფარგლებში  $\text{Co}_2\text{W}$  და  $\text{Ni}_2\text{W}$  ახსიათებთ მხოლოდ ფერომაგნიტური გარდაქმნა, ხოლო  $\text{Cu}_2\text{W}$  გააჩნია კიდევ ერთი პოლიმორფული გარდაქმნა ენდოთერმული ეფექტით 1020°C-ზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. S. VARAZASHVILI

SOME PROPERTIES OF W-TYPE HEXAGONAL BARIUM FERRITES

Summary

The ferrites of  $\text{Ni}_2\text{W}$ ,  $\text{Co}_2\text{W}$  and  $\text{Cu}_2\text{W}$  were synthesized by the ceramic method. The Curie point of the ferrites was determined ballistically and by differential thermal analysis (DTA). The existence of earlier unknown transition for  $\text{Cu}_2\text{W}$  was established by DTA, the only transition found for  $\text{Ni}_2\text{W}$  and  $\text{Co}_2\text{W}$  in the temperature range of 25—1100°C being ferromagnetic.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Смит, Х. Вейн. Ферриты. М., 1962.
2. М. А. Винник, А. И. Аграновская, И. Н. Семенова. ЖНХ, XII, 1, 1967.
3. М. А. Винник, А. И. Аграновская, И. Н. Семенова. Неорг. матер., 1, 7, 1965, 1177.
4. G. H. Jonker, H. P. Wijn, P. V. Braun. Philips Technische Rundschau, 18, 249, 1956—57.
5. Т. Е. Мачаладзе, В. С. Варазашвили, Г. Д. Чачანიдзе. Сообщения АН ГССР, 62, 2, 1971.



Т. Г. ГАБАДАДЗЕ, Л. В. НИКИТИНА, Н. Г. НЕРГАДЗЕ, В. Р. ГАРАШИН

## МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛУНИТОВОГО НАПРЯГАЮЩЕГО ЦЕМЕНТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 9.6.1971)

Нами исследовались алунитовые напрягающие цементы АНЦ-1 и АНЦ-2, содержащие алунит, обожженный соответственно при 700 и 600°C [1, 2]. Изучение микроструктуры затвердевшего цементного камня производилось в шлифах под поляризационным микроскопом МИН-8 при увеличениях 160—480.

С целью более высокого увеличения (10000—15000) был использован электронный микроскоп ЭМ-7 (метод одноступенчатых, самооттеняющихся платино-угольных реплик, снимаемых непосредственно с излома цементного камня).

Для непосредственного наблюдения за процессом гидратации обоих цементов под микроскопом был использован метод микропрепаратов, изготовленных из цементно-водной суспензии с соотношением твердой и жидкой фаз 1:5.

На рис. 1 приводятся микрофотография алунитовых напрягающих цементов в возрасте суток, а на рис. 2 и 3 — электронномикроскопические снимки этих цементов, твердевших 1 и 7 суток.

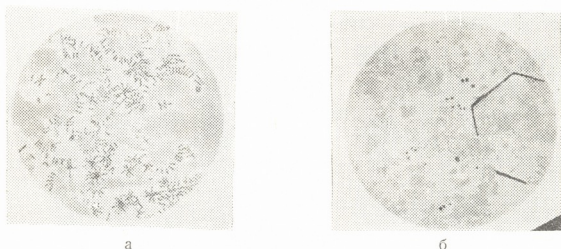


Рис. 1. Микрофотография напрягающих цементов, содержащих алунит, обожженный при 700°C (а) и 600°C (б), при твердении в течение суток (увеличение 160—480)

Как известно, по физико-механическим свойствам эти цементы отличаются друг от друга. Напрягающие цементы, содержащие алунит, обожженный при 700°C, сильно расширяются на воздухе с относительной влажностью — до 40—60% и более, расширение начинается при низкой прочности после конца схватывания, интенсивно развивается после 2—4 часов от конца схватывания и почти заканчивается через сутки твердения. После этого при их погружении в воду прирост расширения незначителен.

Иными свойствами обладает напрягающий цемент, содержащий алунит, обожженный при  $600^{\circ}\text{C}$ . Этот цемент на воздухе не расширяется, а после суток твердения при достаточно высокой прочности и погружении в воду расширяется значительно.



Рис. 2. Электронномикроскопические снимки напрягающих цементов, содержащих алунит, обожженный при  $700^{\circ}\text{C}$ , при твердении в течение 1 (а) и 7 (б) суток (увеличение 10000—15000)

Эти свойства цементов имеют практическое следствие: первые из них в указанных условиях твердения создают невысокие, а вторые — высокие величины самонапряжения.

Приведенные на рис. 1, 2 и 3 микроскопические и электронномикроскопические снимки, а также исследования в микропрепаратах объясняют указанные свойства цементов.

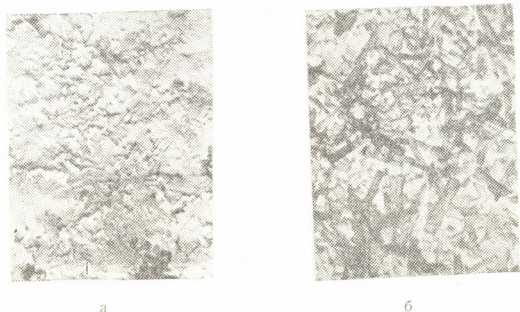


Рис. 3. Электронномикроскопические снимки напрягающих цементов, содержащих алунит, обожженный при  $600^{\circ}\text{C}$ , при твердении в течение 1 (а) и 7 (б) суток (увеличение 10000—15000)

В микропрепаратах АНЦ-1 уже через несколько минут после затворения наблюдаются обволакивание клинкерных зерен продуктами гидратации, растворение зерен алунита и перекристаллизация двуводного гипса. В цементном камне уже через 1,5 часа гидратации наблю-

даются кристаллы гидросульфоалюмината кальция (ГСАК), которые со временем увеличиваются в размере, достигая к суткам гидратации максимальных величин (до 20 мк) (рис. 1,а и 2,а), при этом почти вся масса пронизана этими кристаллами.

Гидратация АНЦ-2 на самом начальном этапе, в первый час, протекает сходно с гидратацией АНЦ-1. В течение последующего периода гидратации до суток наблюдается накопление субмикроскопической гидратированной массы, состоящей из отдельных мелких чешуек. В отличие от состава АНЦ-1, микроскопически видимых кристаллов ГСАК в препаратах АНЦ-2 при гидратации до суток не наблюдается (рис. 1,б). По электронному микроскопу размер отдельных зерен составляет до 2—4 мк (рис. 3,а).

При дальнейшей гидратации в воде появились довольно длинные игольчатые кристаллы ГСАК, общее количество которых оставалось значительно меньшим, чем в препарате из АНЦ-1.

Электронномикроскопические исследования показывают, что размеры кристаллов ГСАК в АНЦ-1 после суток твердения в воде почти не изменяются, а в АНЦ-2 значительно увеличиваются, что соответствует расширению указанных цементов.

Таким образом, установлено, что при твердении алунитовых напрягающих цементов образуются кристаллы ГСАК, рост которых вызывает расширение цемента. Однако имеется различие в скорости роста кристаллов, она больше у цемента, содержащего алуниит, обожженный при 700°C, и меньше у содержащего алуниит, обожженный при 600°C, поэтому первые расширяются быстрее на воздухе в основном в течение суток, а вторые — после суток при их погружении в воду. Причину указанного явления необходимо искать в фазовых превращениях при обжиге алуниита, а также в условиях образования и роста кристаллов ГСАК при твердении алунитовых напрягающих цементов.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 10.6.1971)

ქიმიური ტექნოლოგია

თ. ბაბაძე, ლ. ნიკიტინა, ნ. ნერბაძე, ვ. ბარაზინი

ალუნიტის და მამაკბავი ცემენტის მიკროსკოპული გამოკვლევა

რეზიუმე

დამკვლევია ალუნიტის ახალი სახის ცემენტების შესწავლის მიზნით ჩატარებულია მიკროსკოპული და ელექტრონომიკროსკოპული კვლევები. დადგენილია, რომ აღნიშნული ცემენტის გაფართოება გამოწვეულია კალციუმის ჰიდროსულფოალუმინატის წარმოშობისა და დაკრისტალების შედეგად. კალციუმის ჰიდროსულფოალუმინატის წარმოშობისა და დაკრისტალების პროცესი შესწავლილ ორ ცემენტში 600 და 700°-ზე გამომწვარი ალუნიტების დამატებით, სხვადასხვანაირია, რაც მათი გაფართოებადობის თვისებების სხვაობის მიზეზია.

T. G. GABADADZE, L. V. NIKITINA, N. G. NERGADZE, V. R. GARASHIN  
MICROSCOPIC STUDY OF ALUNITE TENSION CEMENTS (ATC)

Summary

The microstructure of ATC has been studied with polarizing and electron microscopes. It has been ascertained that during hardening crystals of calcium hydrosulphoaluminate are formed, their growth causing the expansion of cement. The speed of growth varies depending on the temperature of the alunite component of the ATC (600—700°C)

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. С. Кутателадзе, Т. Г. Габададзе, Н. Г. Нергадзе. Цемент, № 6, 1970.
2. К. С. Кутателадзе, Т. Г. Габададзе, Н. Г. Нергадзе. Бетон и железобетон, № 5, 1970.



В. С. АСАТИАНИ (академик АН ГССР), М. М. МУДЖИРИ,  
К. С. МУДЖИРИ

## АКУАММИН И НОРФЛУОРОКУРАРИН ИЗ БАРВИНКА ТРАВЯНИСТОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ГРУЗИИ

Ранее [1] мы сообщали о выделении и о некоторых физико-химических свойствах алкалоида группы  $\alpha$ -метилениндолина  $A_1$  и индолина  $A_7$ .

В настоящей работе приведены результаты спектральных исследований и идентификации вышеуказанных алкалоидов.

Выделенный нами алкалоид  $A_1$  получен из корней и надземной части растения (фракции с рН 5) после разделения на колонке с нейтральной окисью алюминия, т. пл. 180—182°C,  $[\alpha]_D = -1243$  ( $c=2,0$  хлор).

УФ-спектр алкалоида  $A_1$  имеет три максимума  $\lambda_{\max}$  при 245, 302 и 365,5 м $\mu$  ( $\lg \epsilon$  4,01; 3,61; 4,26), характерных для хлороформных систем  $\alpha$ -метилениндолина.

ИК-спектр алкалоида  $A_1$  имеет характерные полосы поглощения альдегидной группы, сопряженной двойной связью (1645, 1610 и 1575  $\text{см}^{-1}$ ), и NH-группы (3330  $\text{см}^{-1}$ ).

В масс-спектре обнаружен пик молекулярного иона  $M^+$  292 и пики с  $m/e$  249 (17%), 180 (16%), 121 (100%), 167 (200%) и 57 (26%).

Сравнение приведенных выше данных с таковыми алкалоида норфлуорокурарина и винканина, а также температура плавления смешанной пробы с винканином, выделенным из *Vinca erecta* и  $Pf=0,37$  (ТХС система хлороформ-метанол—9:1, кизельгель G), позволяют идентифицировать выделенное соединение как норфлуорокурарин.

Алкалоид  $A_7$  получен при эфирной обработке растения, т. пл. 278—280°C (из метанола),  $[\alpha]_D^{25} = -140$  (хлор).

В УФ-спектре максимумы при  $\lambda_{\max}$  243 и 415 м $\mu$  ( $\lg \epsilon$  3,86, 3,53) характерны для индолиновых алкалоидов [2—4] (рис. 1).

В ИК-спектре основания  $A_7$  имеются характерные полосы поглощения сложноэфирной карбонильной группировки (1255  $\text{см}^{-1}$ ), широкая полоса OH-группы (3280  $\text{см}^{-1}$ ) и полосы при 720, 750, 760, 780  $\text{см}^{-1}$ , свидетельствующие о 1,2,4-тризамещенном бензольном кольце (рис. 2).

В масс-спектре отмечаются интенсивный пик молекулярного иона  $M^+$  382 (100%), фрагменты индольной части молекулы с  $m/e$  255 (37%), 254 (32,6%), 174 (28%), 161 (15%) и алициклической части 196 (20%), 178 (6%) 166 (13%).



Алкалоид  $A_7$  дает моноацетильное производное, что подтверждает наличие гидроксила в ароматическом кольце.

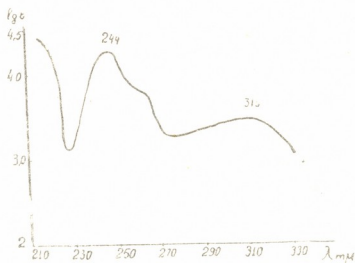


Рис. 1

На основании анализа полученных данных и сравнения их с лигатурными алкалоид  $A_7$  идентифицирован как акуаммин.

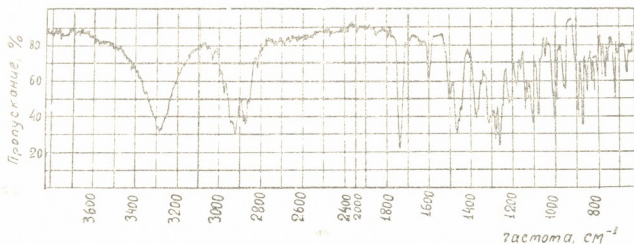


Рис. 2

Итак, впервые из растения *Vinca herbacea* выделено индолиновое основание акуаммин. Алкалоид  $A_1$  идентифицирован как норфлуорокурарин.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт фармакохимии  
 им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 24.6.1971)

შარბაგოშიძის

3. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. მუჯირი,  
 მ. მუჯირი

აკუამინი და ნორფლუოროკურარინი საქართველოში მოზარდი  
 გველის სუროდან

რეზიუმე

საქართველოში მოზარდი გველის სუროდან ჩვენ მიერ პირველად გამო-  
 ყოფილია ალკალოიდი აკუამინი და ალკალოიდი  $A_7$ , რომელიც იდენტიფიცი-  
 რებულ იქნა როგორც ნორფლუოროკურარინი.

V. S. ASATIANI, M. M. MUJIRI, K. S. MUJIRI

ACUAMMIN AND NORFLUOROCURARINE FROM PERIWINKLE, *VINCA HERBACEAE* GROWING IN GEORGIA

Summary

The alkaloid acuammin and alkaloid A<sub>7</sub> have, for the first time, been isolated from periwinkle, *Vinca herbaceae* growing in Georgia. The alkaloid A<sub>7</sub> is identified as norfluorocurarine.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ю. Вачнадзе, В. Дёпке и др. Сообщения АН ГССР, т. 53, № 2, 1969.
2. T. A. Henry. J. Chem. Soc. 1932, 2759.
3. M. M. Janot, J. Le Men. Bull. Soc. Chim. France, 1962, 1079.
4. Raymond-Hamet. Compt. Rend. Acad. Sci., 230, 1950, 1183.

Г. В. ЧХИКВАДЗЕ, В. С. АСАТИАНИ (академик АН ГССР),  
В. Ю. ВАЧНАДЗЕ, К. С. МУДЖИРИ

### АЛКАЛОИДЫ МАЙОРИДИН И РЕЗЕРПИНИН ИЗ *VINCA PUBESCENS*

В ранее опубликованной статье [1] нами показана полная способность барвинка пушистого (*Vinca Pubescens*), привезенного с Сухумского побережья, к произрастанию и размножению в условиях нового для него экологического фактора (опытное поле в окрестностях Тбилиси).

В настоящей статье излагаются результаты разделения и получения индивидуальных алкалоидов барвинка пушистого.

Очищенную эфирорастворимую сумму алкалоидов делили на колонке окиси алюминия (активность II—III по Брокману, соотношение суммы алкалоидов к адсорбенту 1:50).

Элюирование проводили растворителями: бензол, бензол-эфир, эфир, хлороформ, хлороформ-метанол в различных соотношениях.

Из фракции (14—21) выделено основание  $A_1$  с т. пл. 229—231°C,  $[\alpha]_D^{20} = -160$  ( $c=1,015$  хлр), которое на основании данных спектрального анализа (УФ, ИК), а также по температуре плавления смешанной пробы с резерпонином, выделенным из *Vinca Herbacea* [2] и  $P_f = 0,95$  (ТСХ система бензол-этилацетат-метанол — 2:2:1, силикагель марки КСК № 2), идентифицировано как резерпинин.

Из фракции (22—46) выделено основание  $A_2$  с т. пл. 222—223°C (из этанола),  $[\alpha]_D^{20} = -19$  ( $c=2,14$  хлр),  $P_f = 0,45$  (ТСХ, адсорбент силикагель КСК № 2 в системе бензол-этилацетат-метанол—2:2:1).

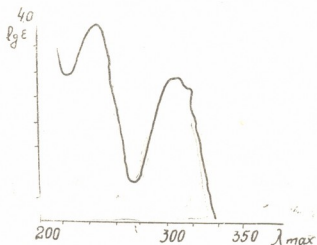


Рис. 1. УФ-спектр поглощения майоридина, прибор Hitachi EPS-3T, в этаноле

В УФ-спектре имеются максимумы при  $\lambda_{\max}$  248,307 нм ( $\lg \epsilon$  4,00; 3,58), характерные для индолиновых производных (рис. 1).

В ИК-спектре обнаруживается полоса поглощения сложной карбонильной группы ( $1728, 1255 \text{ см}^{-1}$ ) и 1,2,4-замещенного бензольного кольца ( $742, 749, 760 \text{ см}^{-1}$ ) (рис. 2).

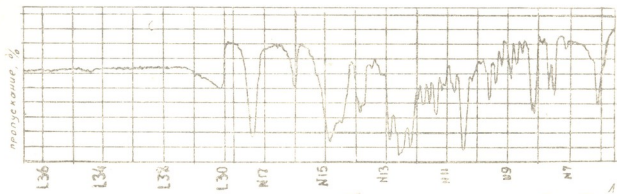


Рис. 2. ИК-спектр поглощения майоридина, прибор UR-20, в нуоле

В масс-спектре отмечаются пик молекулярного иона  $M^+$  382 (12%), пики с  $m/e$  381 (100%), 352 [( $M-OCH_3$ ) 1,5%]; 174 (18%), 188 (6%), образующиеся из индольной части молекулы, и фрагмент неиндольной части с  $m/e$  190 (14%).

В ЯМР-спектре основания имеются сигналы, свидетельствующие о наличии этилиденовой группы, двух метоксильных, и сигналы трех ароматических протонов.

Сравнение приведенных выше данных с таковыми алкалоида майоридина [3], а также определение смешанных точек плавления и хроматографии на ТСХ со свидетелем майдинином, выделенным из *Vinca Erecta* [4], подтверждают идентичность выделенного нами основания  $A_2$  с алкалоидом майоридином.

Идентификация майоридина со свидетелем проводилась в лаборатории алкалоидов Института химии растительных веществ АН УзССР.

Итак, из барвинка пушистого (*Vinca Pubescens*), культивируемого в окрестностях Тбилиси, впервые выделен алкалоид майоридин. Основание  $A_1$  идентифицировано как резерпинин.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт фармакохимии  
 им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 24.6.1971)

შარბაკოძინია

ბ. ჩხიკვაძე, ვ. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),  
 ვ. ვაჩნაძე, ძ. მუჯირი

ალკალოიდები მაიორიდინი და რეზერპინინი სუროვარდიანს

რეზიუმე

ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე მოზარდი კულტივირებული სუროვარდიანს პირველად იქნა გამოყოფილი ალკალოიდი მაიორიდინი და ალკალოიდი  $A_1$ , რომელიც იდენტურია რეზერპინინისა.

G. V. CHKHIKVADZE, V. S. ASATIANI, V. Yu. VACHNADZE, K. S. MUJIRI

MAJORIDINE AND RESERPINE FROM PERIWINKLE *VINCA*  
*PUBESCENS*

## Summary

Alkaloid majoridine and alkaloid A have been isolated for the first time from periwinkle, *V. Pubescens* cultivated on the experimental plot of the Institute. The base  $A_1$  is identical with reserpine.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Чхиквадзе, В. Ю. Вачнадзе, К. С. Муджири. Сообщения АН ГССР, т. 59, № 3, 1970, 591.
2. Э. З. Жакели, В. Ю. Вачнадзе, М. М. Муджири, К. С. Муджири. Сообщения АН ГССР, № 2, 1968, 397.
3. J. L. Kaul, J. Troianek. *Lloydia*, Vol. 29, № 1, 1966.
4. П. Х. Юлдашев, Дж. Каул, Э. Каблицова, Я. Грознек, С. Ю. Юнусов. ХПС, 192, 1966.



Г. Ф. ЧЕЛИДЗЕ

## О ПОДРАЗДЕЛЕНИИ ПОНТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 15.6.1971)

Понтические отложения Западной Грузии среди отложений остальных членов плиоцена широко распространены. Они характеризуются большим разнообразием литофаций и ископаемой фауны. К настоящему времени детально изучена ископаемая моллюсковая фауна и показаны оригинальные черты и поразительное многообразие ее состава.

Полученные многочисленные данные поставили перед исследователями вопрос о подразделении этих отложений с целью получения схемы, отражающей естественный процесс исторического развития бассейна и населяющей его фауны.

Для Эвксинского бассейна имеется стратиграфическая схема подразделения понтических отложений, утвержденная Междуведомственным стратиграфическим Комитетом СССР, которая в части Керченского и Таманского полуостровов, Кубани и Западной Грузии имеет следующий вид:

Ярус	Подъярус	
Понтический	Верхний	Босфорский
	Средний	Слой с <i>Congeria subrhomboidea</i> Andrus.
	Нижний	Новороссийский (одесский)

Эта схема была создана Н. И. Андрусовым с той лишь разницей, что впоследствии из новороссийского подъяруса были выделены слои с *Congeria subrhomboidea* Andrus., как имеющие строго определенное стратиграфическое значение.

Кроме этой схемы, имеется схема стратиграфии понтических отложений, предложенная А. Г. Эберзиным [1]:

Ярус	Подъярус	Горизонт
Понтический	Верхний	Босфорский
	Средний	Слой с <i>Congeria subrhomboidea</i> Andrus.
	Нижний	Одесский Евпаторийский

Евпаторийский горизонт был выделен Л. Ш. Давиташвили [2] в Южной Украине и Западном Крыму для сильно опреснившейся фауны нижней части новороссийского подъяруса. Самостоятельность евпаторийского горизонта признается не всеми исследователями плио-



цена Черноморской области. Сам Л. Ш. Давиташвили не совсем был уверен в возможности проследить евпаторийский горизонт в более отдаленных районах распространения понтических осадков. За пределами Южной Украины и Западного Крыма до сих пор никому не удавалось выделить евпаторийский горизонт.

Таким образом, общепринятой схемой деления понтического яруса Эвксинского бассейна является схема, утвержденная МСК СССР, которая для соответствующих отложений Западной Грузии с успехом применяется до сих пор, не считая тех случаев, когда в отложениях отсутствует собственно *Congeria subrhomboidea* Andrus., а комплекс фауны не всегда дает основание для выделения среднепонтического подъяруса.

После открытия в Западной Грузии отложений с *Congeria rhomboidea* M. Hoern., *C. rumana* Sabba и другими панноно-дакийскими видами [3] нами была предложена схема деления понтического яруса [4], основанная на факте залегания уртийских слоев в нижней части понтических отложений. По этой схеме уртийские слои оказались ниже новороссийского подъяруса.

Позже И. Г. Тактакишвили [5] высказал предположение о среднепонтическом возрасте уртийских слоев, а нами была доказана одновозрастность уртийских слоев и портаферского подъяруса Восточной Сербии [6]. Одновременно нами было подтверждено залегание уртийских слоев в нижней части понтических отложений. Вместе с тем, в той же статье [6] мы писали, что уртийская фауна не может быть синхронной с фауной субромбоидного горизонта и что портаферская фауна Мегрелии моложе или древнее фауны субромбоидного горизонта.

Летом 1970 г. И. Г. Тактакишвили в окрестностях с. Биа показал нам обнажение (за что приносим ему глубокую благодарность), в котором хорошо прослеживались взаимоотношение уртийских слоев с подстилающими слоями.

Результаты изучения этого весьма интересного разреза были опубликованы И. Г. Тактакишвили [7].

Из приведенного автором фактического материала видно, что уртийские слои моложе слоев с *Congeria subrhomboidea* Andrus., хотя эта форма и не была обнаружена в отложениях. Наши результаты изучения этой части разреза (слои 4, 5, 6 разреза, приведенного в работе И. Г. Тактакишвили) совпадают с результатами, полученными И. Г. Тактакишвили. Но нам кажется необоснованным отнесение слоев 2 и 3 к нижнему понту на том лишь основании, что «в других областях Грузии (например, между сс. Чочхати и Гулиани, в с. Гогорети, в Гурни) совершенно аналогичные слои содержат плохо сохранившиеся остатки нижнепонтических моллюсков» ([7], стр. 487). Кроме того, результаты наших детальных исследований показали, что непосредственно под отложениями субромбоидного горизонта, в бийском разрезе, залегают верхнеэотические образования и, таким образом, хиатус соответствует всему нижнему понту. Следовательно, контакт между среднепонтическими и верхнеэотическими отложениями нужно считать тектоническим.

Из всего вышесказанного вытекает, что уртийские слои моложе отложений с *Congeria subrhomboidea* Andrus. и, как отмечалось нами и раньше, в данном разрезе они залегают в нижней части понтических отложений.

И. Г. Тактакишвили [7] вновь параллелирует уртийские (бийские) слои со слоями *Congeria subrhomboidea* Andrus., называя средний понт Западной Грузии портаферием, хотя результаты анализа его же фактического материала не подтверждают предложенной автором схемы деления понтических отложений.

Что же касается вопроса об отнесении к портаферию не только среднепонтических отложений Эвксинского бассейна, но и низов босфорского подъяруса [7], то мы для этого пока не имеем никаких оснований. Это предположение никак не может быть подтверждено «наблюдениями в окрестностях с Биа», где фаунистически доказанный босфорский подъярус занимает стратиграфический уровень намного выше, чем собственно портаферские отложения.

Слой с крупными конгериями, открытые И. Г. Тактакишвили [9] по р. Кулисцкали (Мегрелия) и считавшиеся автором нижней частью босфорского подъяруса, мы первоначально склонны были параллелизовать с уртийскими слоями, но при изучении разреза в полевых условиях выяснилось, что по р. Кулисцкали понтические отложения сложены в пологую Хецера-Зурдидскую синклиналичную складку [10], в северном крыле которой слой с крупными конгериями (группы *Congeria flexuosa* Takt.) занимают стратиграфическое положение как над отложениями, так и под отложениями субромбoidalного горизонта. Следовательно, слой с крупными конгериями синхронизовать с уртийскими слоями, или как это предлагает И. Г. Тактакишвили, считать их нижней частью босфорского подъяруса не представляется возможным. Такое стратиграфическое положение слоев с крупными конгериями требует объяснения.

Учитывая все данные, имеющиеся к настоящему времени в нашем распоряжении, а также принимая во внимание указания самого Н. И. Андрусова [8] на то, что следует избегать палеонтологических наименований отложений, мы предлагаем следующую схему деления понтических отложений Западной Грузии:

Ярус	Подъярус	Слой
Понтический	Босфорский (верхний)	
	Колхидский (средний)	Портаферские (уртийские) Еникальские <sup>(1)</sup>
	Новоросийский (нижний)	

Под еникальскими слоями нужно понимать слой с *Congeria subrhomboidea* Andrus.

Предложенная нами схема деления понтических отложений подлежит проверке на материале из других районов Западной Грузии, а впоследствии из Эвксинской области в целом. Обнаружение слоев с *Congeria rhomboidea* M. Hoern., *C. rumana* Sabba и другими паннонодакийскими видами за пределами Колхидского залива маловероятно,

(<sup>1</sup> Прежнее название Керченского гrolива.

но, возможно, в разрезе понтических отложений Керченского и Таманского полуостровов и Кубани и удастся выделить образования, соответствующие портаферии.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 25.6.1971)

ბეოლოგია

ბ. ჰელიძე

პონტური ნალექების დანაწილების შესახებ

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს პონტური ნალექები დანაწილებულია: ქვედა—ნოვოროსიისკულ, შუა—კოლხეთურ და ზედა—ბოსფორულ ქვესართულებად. კოლხეთის ქვესართული გაყოფილია ქვეით—ენიკალურ და ზევით—პორტაფერულ შრეებად.

GEOLOGY

G. F. TCHELIDZE

## ON THE SUBDIVISION OF THE PONTIAN DEPOSITS

Summary

The Pontian deposits of Western Georgia are subdivided into lower-Novorossiiskian, middle-Kolkhetian and upper-Bosporan substages. The Kolkhetian substage is subdivided into lower-Enikalean and upper-Portaferrian strata.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Эберзин. Труды Палеонтол. ин-та АН СССР, т. 112, 1967.
2. Л. Ш. Давиташвили. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XI, № 4, 1933.
3. Г. Ф. Челидзе. ДАН СССР, т. 91, № 1, 1953.
4. Г. Ф. Челидзе. Геология СССР, т. 10, Грузинская ССР, 1964.
5. И. Г. Тактакишвили. История развития семейства валенсиениид. Тбилиси, 1967.
6. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, т. 58, № 3, 1970.
7. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, т. 62, № 2, 1971.
8. Н. И. Андрусов. Избр. труды, т. II, М., 1963, 467.
9. И. Г. Тактакишвили. Сб. «Фауна кайнозоя Грузии и ее геонисторическое значение». Тбилиси, 1966.
10. Г. Е. Гуджабидзе. Геологическое строение средней части междуречья Ингури—Цхенискали. Автореферат, Тбилиси, 1967.





Г. С. ГОНГАДЗЕ

### ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ЭХИНОИДЕЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 3.6.1971)

Позднемиеловые эхиноидеи Грузии встречаются преимущественно в пределах периферических частей Грузинской глыбы или переходных областей между глыбой и смежными с ней геосинклиналями. В фаціальном отношении все породы, содержащие окаменелости морских ежей, почти одинаковые (это в основном известняки или же другие карбонатные породы). Однако при более детальном анализе можно увидеть несколько иную картину. Все представители отряда *Spatangoida* целиком связаны с известняками и мергелями, в основном коньяк-датского возраста. Представители же отряда *Holactypoida* чаще встречаются в более терригенных отложениях (это сеноманские глауконитовые песчаники или же глауконитовые песчаные известняки и известковистые песчаники турона), хотя некоторые из них (например, *Conulus subconicus*, *C. vulgaris*, *Galerites globulus*) найдены опять-таки в карбонатных породах сенона.

Позднемиеловое море Грузии имело связь с несколькими существующими тогда бассейнами, в первую очередь со среднеевропейским и средиземноморским, что, естественно, отразилось и на характере фаунистических комплексов. Однако в отдельные века позднемиеловой эпохи эта связь менялась в пользу то одного, то другого бассейна, что, безусловно, меняло также характер фаунистических комплексов. Все это прежде всего касалось бентонной фауны (каковой именно является фауна морских ежей), ибо она больше других зависит от характера бассейна и состояния путей миграции.

Постараемся коротко изложить характер связей позднемиелового моря Грузии с другими бассейнами по отдельным векам позднемиеловой эпохи, оперируя в основном данными морских ежей.

В сеномане Грузии известны три вида рода *Pyrina* (*P. cf. laevis*, *P. cf. tumida*, *P. orbignyana*) и *Discoidea cf. subucula*. Последняя форма очень распространена в сеноманских отложениях Англии, Германии, Франции, Швейцарии, Бельгии, Чехословакии, Венгрии, Румынии, Польши. Остальные виды известны из Польши, Бельгии, Франции. Тут, по нашему мнению, свободно можно говорить о среднеевропейском облике форм. То же самое подтверждается данными по другим группам организмов (иноцерамы *Inoceramus cripsi*, *I. cunaiiformis*, *I. tenuis* и др., ауцелли-





ны), за исключением свободноплавающих головоногих моллюсков, которые представлены почти исключительно космополитичными формами [1].

В туроне, по всей вероятности, продолжается связь со средне-европейским бассейном, на что указывают *Discoidea cf. minima*, *Cornulus subrotundus* (типичные среднеевропейские формы), а также иноцерамы (*Inoceramus labiatus*, *I. hercynicus*, *I. striatoconcentricus* и др.).

Фаунистический комплекс коньякских отложений Грузии опять-таки среднеевропейский (из морских ежей конулусы и микроастеры, а также иноцерамы в основном среднеевропейского типа — (*Inoceramus wandereri*, *I. undulatoPLICATUS* и пр.).

В сантоне из морских ежей известны только микроастеры (*Micraster cf. coranguinum*, *M. cf. rostratus*, *M. heberti*), которые вместе с иноцеррами (*Inoceramus cordiformis*, *I. brancoi*, *I. inconstans* и др.) составляют все тот же среднеевропейский комплекс фауны, хотя, наряду с ними, отмечаются [1] аммониты, характерные для Альп (Гозау) и Южной Франции. Кроме того, в Зепелной Грузии, наряду с иноцеррами и морскими ежами, появляются рудисты, характеризующие средиземноморские страны Европы. Небезынтересно, что если морские ежи и иноцерамы в фаціальном отношении связаны с карбонатными породами, то рудисты (это типично южные элементы) встречаются только лишь в вулканогенной фации Грузинской глыбы [2].

По данным морских ежей тесная связь со среднеевропейским бассейном продолжается и в кампанский век. Почти все виды морских ежей, известных из кампанских отложений Грузии, — исключительно среднеевропейские формы. Это *Micraster schroederi*, *M. glyphus*, *M. brongniarti*, *Fchinocorys conicus*, *E. ovatus*. Однако появляется представитель североафриканского рода *Hemiaster* (*H. cf. regulusi*). Отмечается также крымско-кавказский эндемик *Pseudoffaster caucasicus*. Большинство иноцеррамов остаются также среднеевропейскими, хотя среди них появляются и альпийские формы (*Inoceramus alaeformis*, *I. salisburgen-sis*, *I. mulleri* и др.) [1].

Маастрихтские морские ежи Грузии значительно богаче и разнообразнее, чем во всех предыдущих ярусах. Они представлены в основном среднеевропейскими и средиземноморскими формами. К первым относятся почти все эхинокорисы этого возраста (*Echinocorys elatus*, *E. perconicus*, *E. cipliensis*, *E. pyramidatus* и др.), *Galerites globulus*, *Hemipneustes striatoradiatus*). Однако вместе с ними уже значительное место занимают и средиземноморские формы: *Seunaster lamberti*, *Guettaria cf. rocardi*, *Homoeaster cf. tunetanus*, *Coraster cf. vilanovae*, *Ovulaster zignoanus* и др. Есть также крымско-кавказские (*Micraster transcaspicus*) и эндемичные (*Echinocorys kharagoulensis*, *Stegaster georgicus*) формы. Среди иноцеррамов преобладают среднеевропейские формы, однако есть и альпийские и североамериканские виды. Среди головоногих моллюсков преобладают космополиты, хотя они главным образом встречаются в средиземноморских странах. Отмечаются также бореальные формы — белемнителлы.

Влияние средиземноморского бассейна все больше усиливается в датский век. Это, конечно, заметно отразилось на фауне. Среди морских ежей множество форм принадлежит к средиземноморскому типу. К ним относятся роды *Ornithaster* (*O. beneharnicus*, *O. munieri*, *O. marsooi*), *Coraster* (*C. sphaericus*, *C. cf. vilanovae*), *Hemiaster* (*H. nasutus*). Некоторые виды рода *Echinocorys* также средиземноморского типа (*E. pyrenaicus*, *E. edhemi*, *E. douvillei*). К этим формам присоединяются *Protobrissus tercensis*, *Garumnaster michaleti*, *Brissopneustes aturicus*. Но есть роды, некоторые виды которых, кроме южных, встречаются и в средневропейских странах или же исключительно в средневропейских странах. К ним относятся в первую очередь эхинокорисы (*Echinocorys obliquus*, *E. sulcatus*, *E. ovalus* и др.), а также роды *Protobrissus* (*P. depressus*) и *Cyclaster* (*C. danicus*, *C. gindrei*). В датских отложениях значительно больше и крымско-кавказских форм (*Echinocorys renngarteni*, *Galeaster cf. minor*, *Homoeaster abichi*, *Coraster ansaltensis*, *Protobrissus akkajensis*). Есть и эндемичный вид (*Echinocorys katscharavai*). Кроме морских ежей, датские отложения Грузии богаты окаменелостями устриц, брахиопод, наутилоид, имеющих в общем космополитичный характер [1].

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что, позднемеловые морские ежи Грузии в основном относятся к двум фаунистическим комплексам: средневропейскому и средиземноморскому. Вместе с тем, хорошо прослеживается смена этих комплексов во времени — вначале (сеноман-кампан) представлены почти исключительно средневропейские формы (роды *Discoidea*, *Conulus*, *Pyrina*, *Micraster*, *Echinocorys*), которые позднее (маастрихт и особенно датский век) сменяются преимущественно средиземноморскими (*Guettaria*, *Seunaster*, *Stegaster*, *Coraster*, *Ornithaster*, *Ovulaster*).

С другой стороны, позднемеловые морские ежи Грузии проявляют большое сходство с таковыми полосы Крым—Кавказ—Закаспий (множество общих форм, в том числе эндемичных — *Homoeaster abichi*, *Galeaster minor*, *Echinocorys renngarteni*, *Protobrissus akkajensis* и др.), свидетельствуя тем самым о наличии здесь единой зоогеографической провинции в течение всей позднемеловой эпохи.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.6.1971)

პალეონტოლოგია

ბ. ლონდაძე

საქართველოს გვიანცარტული ექინოიდების ზოოგეოგრაფიული დახასიათება

რეზიუმე

საქართველოს გვიანცარტული ექინოიდები მიეკუთვნება ორ ფაუნისტურ კომპლექსს — შუაევროპულსა და ხმელთაშუაზღვიურს. ამავე დროს კარგად გაირჩევა ამ კომპლექსთა ცვლა დროში — დასაწყისში (სენომან-კამპანი) ჭარბობს შუაევროპული კომპლექსის წარმომადგენლები, ხოლო მასტრიხტულ და

დანიურ საუკუნეებში გაბატონებას იწყებს ხმელთაშუაზღვიური ფორმები. მეორე მხრივ, დიდი მსგავსებაა საქართველოსა და ყირიმ—კავკასია—კასპიისიქითა მხარის გვიანცარცულ ექინოიდებს შორის, რაც იმ ეპოქაში ერთიანი ზოოგეოგრაფიული პროვინციის მაჩვენებელი უნდა იყოს.

PALAEONTOLOGY

G. S. GONGADZE

ZOOGEOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE LATE CRETACEOUS  
 ECHINOIDS OF GEORGIA

Summary

Late Cretaceous echinoids of Georgia belong to two faunistic complexes—Middle European and Mediterranean. At the same time changes of these complexes in time are clearly observable: during the Cenomanian-Campanian representatives of the Middle European complexes prevailed, whereas in the Maestrichtian and Danian Mediterranean forms began to dominate. On the other hand, there is a striking resemblance between the Late Cretaceous echinoids of Georgia and those of the Crimea-Caucasus-Transcaspiian region, which indicates the existence of a single zoogeographical province.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Тбилиси, 1954.
2. А. Л. Цагарели. Верхний мел. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, ч. 1, 1964.

მ. ცხელიშვილი

ხრამის მასივის ბრანიტოიდების ბრანატიანი სახმსხვაობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწენიძემ 17.6.1971)

ხრამის მასივის პეტროლოგია ამჟამად საკმაოდ შესწავლილად ითვლება [1—5], მაგრამ მასივის ამგებ ქანებს შორის გრანატიანი გრანიტების სახესხვაობის არსებობა დღემდე აღნიშნული არ ყოფილა. გრანატის ერთეული მარცვლების არსებობა (აქცესორების სახით) მდ. ხრამის ხეობის გნეისებში და გრანიტოიდებში მითითებული აქვს ბ. ბელიკოვს [1] და თ. ყაზახაშვილს [5]. სხვა მკვლევარები კი ამ მინერალის არსებობას საერთოდ არ აღნიშნავენ.

ბოლო წლებში ხრამის მასივის კრისტალური კომპლექსის შესწავლასთან დაკავშირებით ჩვენ საქართველოს გეოლოგიური სამმართველოს პეტროგრაფიულ ჯგუფთან ერთად, მდ. ხრამის დინების შუა ნაწილში, კერძოდ 1 ხრამქვის საგენერატორო სადგურის რაიონში, აღმოვაჩინეთ გრანატიანი გრანიტოიდების მძლავრი გამოსავლები.

გრანატის შემცველი გრანიტოიდები წარმოდგენილია მსხვილ- და საშუალომარცვლოვანი, ნაცრისფერი და ვარდისფერი სახესხვაობით. ამასთან შეიმჩნევა, რომ გრანატი გრანიტოიდული სხეულის ფარგლებში საერთოდ თანაბრადაა განაწილებული, თუმცა რამდენადმე უფრო მეტია იგი ვარდისფერ გრანიტოიდებში, ვიდრე ნაცრისფერში.

გრანატის შემცველი გრანიტოიდების მიკროსკოპული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გრანიტოიდებისათვის დამახასიათებელი ძირითადი ქანთმასუენი მინერალების ასოციაციას — კვარცს, კალიშპატს, მჟავე პლაგიოკლასს, ბიოტიტს, მუსკოვიტს და გრანატს — აქცესორების სახით უერთდება ცირკონი და აპატიტი, მადნეულებიდან — მაგნეტიტი, ილმენიტი. მეორადი მინერალებიდან აღინიშნება სერიციტი, ქლორიტი, ეპიდოტ-ციოზიტი და პელიტური მასები. აღსანიშნავია კვარცისა და კალიშპატის ერთმანეთთან დამახასიათებელი შეზრდა, რომელიც წერილი გრანიტის სტრუქტურას ჰქმნის.

გრანატი ქანის შედგენილობის დაახლოებით 5—10%-ს შეადგენს და წარმოდგენილია იზომეტრული კრისტალების სახით, მათზე განვითარებულია ტეტრაგონტროქტაედრის წახნაგები. კრისტალთა ზომა 2—8 მმ-ის ფარგლებში მერყეობს. მიკროსკოპში მინერალი გრანატებისათვის დამახასიათებელ თვისებებს ამჟღავნებს; შეიმჩნევა ხშირი დანაპრალიანება და ნაპრალების გასწვრივ ქლორიტული მასების დაგროვება (დელესიტი). გარდა ამისა, მასში თითქმის ყოველთვის ჩართულია ბიოტიტი და აპატიტის კრისტალები. არის ილმენიტი და იშვიათად ცირკონიც. გრანატის კრისტალთა წახნაგები კოროღირების კვალს არ ატარებს. აქვე მოგვყავს ხრამის მასივის





გრანატის სრული ქიმიური ანალიზი (ცხრილი 1) და აქედან გამოთვლილი კრისტალოქიმიური ფორმულა.

ცხრილი 1

კომპონენტები	გრანატის ქიმ. შედგ. %-ით (ნომ. №735)	კომპონენტები	გრანატის ქიმ. შედგ. %-ით (ნომ. № 735)	მინერალური შედგენილობა მოლ. %-ით
SiO <sub>2</sub>	38,38	CaO	1,98	ალმანდინი-73
TiO <sub>2</sub>	0,49	Na <sub>2</sub> O	0,11	სპესარტინი-5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,89	K <sub>2</sub> O	0,27	პიროპი-15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,91	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	ანდრადიტი-4
FeO	29,78	SO <sub>3</sub>	0,13	მინარეგები-3
MnO	2,02	ხურ. ნაჯ.	0,76	
MgO	3,34	სინესტე	0,64	

ჯამი 100,10  
(ანალიტიკოსი თ. რაზმაძე)

ქიმიური ანალიზის მიხედვით ჩანს, რომ მინერალის შედგენილობაში Fe<sup>+2</sup>-თან ერთად მნიშვნელოვანი რაოდენობით მონაწილეობს MnO და განსაკუთრებით MgO.

გრანატის კრისტალოქიმიური ფორმულა გამოთვლილი კათიონების მეტოდით შემდეგი სახისაა: (Fe<sup>+2</sup><sub>2.04</sub> Mg<sub>0.40</sub> Ca<sub>0.17</sub> Mn<sub>0.13</sub>)<sub>2.74</sub> (Al<sub>1.34</sub> Fe<sup>+3</sup><sub>0.55</sub> Ti<sub>0.02</sub>)<sub>1.91</sub> [SiO<sub>4</sub>]<sub>3.16</sub>.

ამასვე ადასტურებს რენტგენული ანალიზი (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

№	ნომუში № 835		№	ნომუში № 735		რენტგენოსტრუქტურული კონსტანტა
	J	( $\frac{d}{n}$ ) Å		J	( $\frac{d}{n}$ ) Å	
1	0,5	12,98	13	2	2,46	a <sub>0</sub> Å—11,528±0,001
2	0,5	7,08	14	3,5	2,36	
3	0,5	5,73	15	3	2,26	
4	1	4,72	16	1,5	2,22	
5	0,5	3,67	17	3	2,11	
6	1	3,35	18	1	2,06	
7	1	3,19	19	1	2,04	
8	0,5	8,08	20	0,5	1,96	
9	4	2,88	21	4	1,87	
10	3,5	2,84	22	1	1,84	
11	0,5	2,71	23	1,5	1,76	
12	10,0	2,58	24	1,5	1,70	

(ანალიტიკოსი რ. ახვლედიანი)

ჩვენ მიერ აღწერილი გრანატი (გარდატეხის მაჩვენებლის საშუალო — 1,815, ხვედრითი წონა — 4,21 და ელემენტარული უჯრედის ზომა — 11,528±±0,001) ა. ვინჩელის დიაგრამაზე შეესაბამება ალმანდინის მინერალურ შედგენილობას (ალმანდინი — 70%, სპესარტინი — 8%, პიროპი — 17% და მინარეგები — 5%).

უკანასკნელ წლებში დიდი ყურადღება ექცევა გრანატის ჯგუფის მინერალების შესწავლას, რაც ხშირ შემთხვევაში საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ იმ ქანების წარმოშობის გზების შესახებ, რომლებთანაც ისინი არიან დაკავშირებული.

ნ. სობოლევს [7], ვ. ლიახოვიჩს [6] და სხვ. სპეციალურად შესწავლილი აქვთ გრანატიანი გრანიტოიდების გენეზისის საკითხები და მიუ-



თითებენ, რომ ისეთი გრანატიანი გრანიტები (ბიოტიტიანი და ორქარსიანი გრანიტები), რომელთაც ასიმილაციის ან მეტასომატური პროცესების კვალი არ ემჩნევათ, ძირითადად შედგებიან ალმანდინის (საშუალოდ 62%) და სპესარტინის (საშუალოდ 28%) მოლეკულებისაგან. ხოლო დანარჩენი კომპონენტების შემცველობა უმნიშვნელოა (პიროპი — 4,2%).

რაც შეეხება მაგმური წარმოშობის გრანატებს (დაკავშირებულს ორქარსიან და მუსკოვიტიან გრანიტოიდებთან), ისინი შეიცავენ 36% სპესარტინულ მოლეკულას, 55% ალმანდინის და 4% პიროპის მოლეკულებს. ასეთ გრანატში ალმანდინის მოლეკულა შედარებით მცირეა.

ფართოდ გავრცელებულია შეხედულება, რომ გრანატიანი გრანიტოიდები შეიძლება წარმოიშვან შემცველი ქანების ასიმილაციის (ჰიბრიდული) გზით. ასეთ შემთხვევაში გრანატი ხასიათდება  $TiO_2$ -ის მაღალი პროცენტული შემცველობით: 0,5—0,69, ნაცვლად 0,1—0,2%-ისა. ამავე დროს გრანატში იზრდება  $CaO$ -ს რაოდენობა და მცირდება  $MnO$  (სპესარტინული მოლეკულა საშუალოდ 5%-ს შეადგენს).

ამასთან ცნობილია ისიც, რომ გრანიტოიდები, რომლებიც წარმოშობილია ორთოგნეისების მეტასომატური გრანატიზაციის გზით, შედარებით ჭარბი რაოდენობით შეიცავენ  $Mg$ -ით მდიდარ გრანატს (მათში  $MgO$  დაახლოებით 5,44%-მდეა).

გრანატის შედგენილობის ზემოთ ჩამოთვლილი თავისებურებანი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ხრამის მასივის ზოგიერთი გრანიტოიდების გენეზისის საკითხის გადასაწყვეტად. კერძოდ, ჩვენ მიერ აღწერილი გრანატების ზემოთ მოყვანილი თავისებურებანი მიგვიითებენ მათი შემცველი ქანების — ძველი გრანიტოიდების მიერ თიხიანი ქანების ასიმილაციის გზით წარმოშობაზე.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 18.6.1971)

ПЕТРОЛОГИЯ

М. С. ЦХЕЛИШВИЛИ

**О ГРАНАТОВОЙ РАЗНОВИДНОСТИ ГРАНИТОИДОВ  
 ХРАМСКОГО МАССИВА**

Резюме

В статье впервые описана гранатовая разновидность гранитоидов Храмского массива и указано, что гранатсодержащие гранитоиды, по-видимому, образовались путем ассимиляции глиноземистых пород гранитоидной магмой.

PETROLOGY

M. S. TSKHELISHVILI

**ON THE GARNET OF THE KHRAMI MASSIF GRANITOIDS**

Summary

The garnet variety of the granitoids of the Khrami massif are described for the first time. It is suggested that garnet-containing granitoids were apparently formed through the assimilation of aluminiferous rocks by granitoid magma.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. П. Беликов. Труды Совета по изуч. прозв. сил АН СССР, сер. Закавказск., вып. 20, 1936.
2. Ш. И. Джавахишвили. Сообщения АН ГССР, т. XXIX, № 5, 1962.
3. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1953.
4. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. Геологическое строение и металлогения Юго-Восточной Грузии. Тбилиси, 1965.
5. Т. Г. Казахашвили. Геолого-петрографическое изучение Храмской кристаллической плиты. Автореферат, Тбилиси, 1939.
6. В. В. Ляхович. Акцессорные минералы. М., 1968.
7. Н. В. Соболев. Парагенетические типы гранатов. М., 1964.

М. Г. ТОГОНИДЗЕ

## СКАРНЫ ГОРАБСКОГО ИНТРУЗИВА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ АБХАЗИЯ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 23.6.1971)

В ущелье р. Киркипал (правый приток р. Зима), в экзоконтакте гипабиссального Горабского интрузива, среди доюрских метаморфических сланцев развиты скарновые образования. Эти скарны были впервые отмечены М. М. Рубинштейном еще в 1940 г., но их специальное изучение до сих пор не проводилось.

Вмещающие породы (метаморфические образования) скарнов обнажаются вдоль северо-восточного контакта Горабского интрузива в виде узкой (120—150 м) полосы. Они представлены в основном плагиоклаз-биотитовыми, кварц-плагиоклаз-биотитовыми и плагиоклаз-биотит-кордиеритовыми сланцами. Плоскости сланцеватости почти вертикальные, простирание их от 290 до 320°. В ущелье р. Киркипал, в 70—80 м от интрузива, в сланцах залегает линза крупнокристаллического кальцита мощностью 0,5—1,5 м, обуславливающая образование известковых скарнов.

Наиболее полный разрез скарнов наблюдается на левом берегу р. Киркипал, где ширина скарнированной зоны не превышает 10 м. К северу от линзы кальцита обнажается полоса гранат-пироксеновых скарнов, которые постепенно переходят в мономинеральные (пироксеновые) скарны. Затем следует дайка гранитового аплита — 0,5 м.

У южного зальбанда дайки гранитового аплита имеется полоса опять-таки мономинерального граната мощностью 10 см, за которой следует полоса в 5 см, состоящая из пироксена, сменяющаяся волластонитовой полосой в 10 см. К югу, в сторону интрузива, развиты сильно измененные породы шириной в 2 м, среди которых имеются участки волластонита, по размеру достигающие 40 см в поперечнике, и обогащенные пироксеном метаморфические породы. Далее на протяжении 5—6 м следуют гранат-пироксеновые скарны. В 60 м от скарнов до контакта интрузива обнажаются инъецированные метаморфические сланцы, не носящие следов скарнирования. Только на правом берегу реки, севернее от контакта с интрузивом, на расстоянии 15 м наблюдается изометрический участок гранат-пироксеновых скарнов диаметром до 4 м. Для этих скарнов характерными являются гранат, клинопироксен, волластонит, датолит и кальцит. Из рудных минералов присутствуют пирит, пирротин, халькопирит, марказит, галенит, сфалерит.

Гранат представлен андрадит-гроссуларом. Макроскопически он темно-коричневый (до черного), зеленовато-коричневый или светло-коричневый. Образует идиоморфные кристаллы размером от долей миллиметра до нескольких сантиметров. В линзе кальцита имеются жилы граната, в которых размеры идиоморфных кристаллов достигают 5 см. Замечается зональное строение некоторых крупных кристаллов—центральная часть имеет темно-бутылочный (до черного) цвет, в то время как краевые части светло-зеленые. Различия в химическом со-



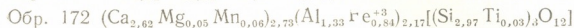
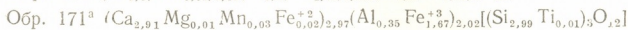
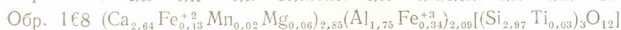
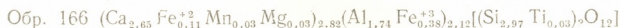
ставе между этими зонами не фиксируются (см. обр. 171 — зеленый гранат внешней зоны и обр. 171<sup>a</sup> — темный гранат внутренней зоны в таблице).

Под микроскопом гранаты бесцветные или окрашены в светло-коричневые, зеленоватые, иногда розоватые цвета. Они изотропные. Встречаются также и анизотропные гранаты с темно-серыми или темно-синими интерференционными цветами. В некоторых анизотропных гранатах замечается зональное строение. Иногда изотропные гранаты секутся прожилками позднего анизотропного граната. По составу анизотропные гранаты отвечают промежуточному члену гроссуляр-андрадитового ряда (анализ 172), что согласуется с экспериментальными данными, показавшими проявление у гранатов двупреломления в промежутке гроссуляр-андрадитового состава. Оно не характерно для конечных членов III. Как видно из таблицы, в изученных скарнах, кроме промежуточных членов андрадит-гроссулярового ряда, имеются и приближающиеся к конечным членам разности. В частности, в линзе кальцита гранат представлен андрадитом (обр. 171, 171<sup>a</sup>), а в метаморфических сланцах — гроссуляром (обр. 166, 168). Промежуточные гранаты встречаются на правом берегу реки в метаморфических сланцах к югу от главной зоны скарнов.

Оксиды	Гранаты					Пироксены			
	166	168	171 <sup>a</sup>	171	172	156	166		
SiO <sub>2</sub>	40,00	40,00	36,90	37,80	39,30	52,40	51,00		
TiO <sub>2</sub>	0,61	0,61	0,10	0,09	0,48	0,15	0,15		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,80	18,70	3,00	3,48	14,00	1,50	1,00		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,50	5,80	28,30	25,85	14,00	2,00	1,60		
FeO	1,60	1,90	нет	0,33	—	4,40	11,20		
MnO	0,38	0,33	0,21	0,45	0,95	0,22	0,56		
MgO	0,20	0,54	нет	0,07	0,39	13,60	9,54		
CaO	31,40	31,00	31,30	31,72	30,40	24,20	23,70		
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,20	0,06	—	0,10	0,06	0,20		
K <sub>2</sub> O	0,06	0,14	0,06	—	0,15	0,10	0,14		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	нет	нет	0,10	0,20	нет	0,06	нет		
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,26	0,22	0,28	—	0,35	0,35	0,20		
ппп	0,40	0,46	0,16	—	0,30	0,32	0,33		
Сумма	100,29	99,90	100,47	99,99	100,32	99,37	99,62		
Состав, мол. %	Gr	73,70	74,30	14,97	13,80	49,20	Di	78	55
	Ап	20,70	18,03	84,49	83,90	46,70	Hb	13	36
	Py	0,90	2,17	—	0,40	1,80	Осг.	9	9
	Al	3,70	4,67	—	0,90	—	комп.		
	Sp	1,00	0,83	0,54	1,00	2,30			
Железистость	f общ.	94,40	88,28	100,00	99,39	94,39	20,14	42,60	
	f"	81,48	66,66	—	71,42	—	15,30	39,69	
Показатель преломления		1,757	1,756	1,875	1,870	1,780			
		±0,002	±0,002	±0,002	±0,002	1,790			
Элементарная ячейка	a <sub>ар</sub>	11,855	11,846	12,009	12,000	11,904			
		11,855	11,845	12,012	11,989	11,860			
		±0,003	±0,003	±0,001	±0,003	±0,01			

Химические анализы были выполнены Л. Д. Арешидзе, рентгено-структурные—Р. А. Ахведнани и Т. Н. Мгелиашвили.

#### Кристаллохимические формулы гранатов



#### Кристаллохимические формулы пироксенов



Пироксен чаще встречается совместно с гранатом, но имеются и мономинеральные скопления. Цвет пироксена зеленый, в микроскопе он бесцветный либо зеленоватый. Образует пироксен изометрические или удлиненные кристаллы размером от 0,1 до 4—5 мм, изредка встречаются кристаллы длиной 2—3 см. Минерал относится к диопсид-геденбергитовому изоморфному ряду  $n\text{Ng}=40-50^\circ$ ;  $+2v=58-60^\circ$ .

Волластонит содержится только вблизи аплитовой дайки. Обладает волоконистым строением. Цвет белый, под микроскопом минерал бесцветный, с низкими интерференционными цветами. Образует волластонит призматические кристаллы размером от 1—2 мм до 1—2 см. Имеет хорошо выраженную пинакоидальную спайность с углом между трещинами спайности  $84^\circ$ ;  $-2v=38-40^\circ$ ;  $vNm=3-5^\circ$ ;  $r>v$ . Удлинение отрицательное. Волластонит содержит 50,30%  $\text{SiO}_2$  и 47,00%  $\text{CaO}$ , остальные окислы входят в незначительном количестве.

Датолит встречается в виде жил мощностью 0,5 см, секущих волластонитовые участки. Макроскопически белый, стекловатый, под микроскопом бесцветный, с высоким двупреломлением. Содержит 37,55%  $\text{SiO}_2$ , 34,91%  $\text{CaO}$  и около 20%  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

Как показывает анализ фактического материала, изученные скарны. Кальцит из линзы является чистым карбонатом кальция без существенных примесей (56,12%  $\text{CaO}$ , 0,32%  $\text{MgO}$ , 0,15%  $\text{MnO}$ , 43,06%  $\text{CO}_2$ ).

Как показывает анализ фактического материала, изученные скарны в экзоконтакте Горабского интрузива образовались под воздействием постмагматических растворов на доюрские метаморфические сланцы и карбонатные породы в условиях общего прогресса.

Постмагматические растворы, обогащенные  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , обусловили в линзе кальцита выделение андрадита, а во вмещающих метаморфических сланцах при участии  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  — образование преимущественно гроссуляровых гранатов и диопсидов, богатых геденбергитовой молекулой. Эти растворы, видимо, связаны с широко распространенными в Горабском интрузиве гранитовыми аплитами и пегматитами [2].

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 24.6.1971)



ა. ტოგონიძე

## გორაბის ინტრუზივის სკარნები

(ცენტრალური აფხაზეთი)

რეზიუმე

შესწავლილი სკარნები მოქცეულია იურისწინა მეტამორფულ ფიქლებში. იგი დაკავშირებულია შუაიურული ასაკის გორაბის ინტრუზივის გრანიტულ აპლიტებთან და პეგმატიტებთან. სკარნული მინერალებია ანდრადიტ-გროსულარის რიგის გრანატი, დიოფსიდ-ჰედენბერგიტის რიგის პიროქსენი, ვოლასტონიტი და დატოლიტი. მადნეული მინერალები წარმოდგენილია სულფიდებით.

PETROLOGY

M. G. TOGONIDZE

## SKARNS OF THE GORAB INTRUSIVE

(CENTRAL ABKHAZIA)

Summary

The skarns are localized in Pre-Jurassic metamorphic schists and connected to aplites and pegmatites of the Middle Jurassic Gorab intrusive. Skarn minerals represented by garnets of andradite-grossularite series, pyroxenes of diopside-hedenbergite series, wollastonite and datolite. Ore minerals are sulphides.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. В. Калинин. ДАН СССР, 5, 1967.
2. М. Г. Тогоидзе. Сообщения АН ГССР, 59, 3, 1970.



УДК 549.214

МИНЕРАЛОГИЯ

К. С. ЧИХЕЛИДЗЕ

## ПЕРВАЯ НАХОДКА МУАССАНИТА В ПОРОДАХ ГРУЗИИ (ДЗИРУЛЬСКИЙ МАССИВ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 2.6.1971)

Муассанит, природный карбид кремния, является сравнительно редким минералом. Впервые он был обнаружен в метеорите Каньон Дьябло и долгое время считался минералом метеоритного происхождения [1].

Первоначальные находки этого минерала в ассоциации с алмазом, пиропом, хромдиопсидом, а также его генетическая связь с кимберлитами позволили некоторым авторам рассматривать муассанит как поисковый признак на алмазоносные и кимберлиты [2, 3].

В настоящее время муассанит установлен в разнотипных породах: кимберлитах [2, 4], траппах [5], карбонатитах [6], различных вулканических [7—9] и осадочных породах [3].

В литературе имеются также сведения о присутствии муассанита в гранитоидах Северного Кавказа [10], Центрального Казахстана [8], Украины [11, 12], Урала [12] и других регионов Советского Союза.

До настоящего времени в породах Грузии муассанит никем не отмечался. Нами муассанит выявлен в протолочных пробах коренных выходов палеозойских гранитоидов Дзирульского массива.

Как известно, в палеозойском гранитоидном массиве различают [13] гнейсовые и массивные кварцевые диориты — нижнепалеозойские (каледонские) и граниты, гранодиориты и др. — верхнепалеозойские (герцинские).

При изучении акцессорных минералов этих гранитоидов в восточной части Дзирульского массива, в некоторых протолочных пробах кварцевых диоритов, а также лейкократовых, биотитовых и роговообманково-биотитовых гранитов были обнаружены единичные зерна муассанита. Лишь в одной пробе биотитового гранита (№ 63) установлено чуть повышенное количество —  $0,013 \cdot 10^{-3}$  % этого минерала. Муассанит найден в 12 пробах из коренных выходов как каледонских, так и герцинских гранитоидов в бассейнах рр. Дзирула, Рикотула, и Чератхеви.

Ассоциации акцессорных минералов в вышеуказанных гранитоидах, содержащих муассанит, обычно несколько различаются. В них колеблется не только видовой состав акцессориев, но и их количественные соотношения. Среди акцессорных минералов постоянно присутствуют и часто преобладают циркон, апатит, магнетит. Для кварцевых диоритов к подобной категории дополнительно можно отнести ортит и сфен. В отдельных случаях в небольшом количестве присутствуют монацит, торит, циртолит, флюорит, молибденит, галенит и др. Некоторые минералы, как гранат (спессартин — альмандинового ряда) и ильменит, встречаются также непостоянно, хотя иногда наблюдаются их сравнительно большие концентрации.



Во всех изученных пробах муассанит находится в неэлектромагнитной легкой фракции йодистого метилена (уд. вес 3,3). Минерал обычно встречается в виде неправильных остроугольных зерен. В отдельных случаях наблюдается более или менее четко выраженный пластинчатый облик. Размер зерен в пределах 0,1—0,5 мм. Излом раковинистый. Кислоты, в том числе и концентрированные, не действуют. Цвет минерала синий, зеленовато-синий, голубовато-зеленый, реже желтоватый. Поверхность некоторых зерен покрыта белым налетом. Муассанит обладает высокой твердостью, сильным, почти алмазным блеском. Минерал анизотропный. Показатели преломления  $> 2,0$ .

Диагностика минерала подтверждена рентгенометрически. Для получения дебаграммы были использованы зерна вне зависимости от их окраски. Рентгеноструктурный анализ выполнен в отделе минералогии Геологического института АН ГССР Р. А. Ахвледиани. Условия съемки: установка УРС-55а; излучение  $\text{Cu}$  неотфильтрованный; напряжение 35 кв, 10 мА; экспозиция 1,5 часа; диаметр камеры 57,3 мм; диаметр образца 0,5 мм.

Межплоскостные расстояния и интенсивность линий муассанита

I		II		III	
<i>J</i>	<i>d<sub>z</sub>/n</i>	<i>J</i>	<i>d<sub>z</sub>/n</i>	<i>J</i>	<i>d<sub>z</sub>/n</i>
—	—	4	4,21	—	—
—	—	8	3,34	—	—
—	—	5	2,62	6	2,61
10	2,551	10	2,50	7	2,51
5	2,368	5	2,34	5	2,36
3	2,192	3	2,17	4	2,19
1	2,028	1	1,99	3	2,00
1	1,707	2	1,80	—	—
—	—	2	1,66	3	1,67
8	1,554	10	1,53	8	1,54
2	1,465	5	1,41	5	1,419
3	1,425	1	1,37	—	—
5	1,320	10	1,31	3	1,329
—	—	—	—	8	1,309
2	1,264	2	1,286	3	1,285
1	1,226	2	1,257	3	1,253
—	—	—	—	2	1,217
—	—	—	—	2	1,131
1	1,091	3	1,087	4	1,087
—	—	—	—	1	1,061
2	1,044	3	1,041	4	1,042
5	0,995	6	0,999	4	1,002
—	—	—	—	3	0,937
4	0,989	3	0,986	4	0,986
4	0,975	5	0,971	5	0,972
2	0,958	1	0,953	2	0,953
3	0,944	2	0,939	4	0,940
2	0,934	—	—	—	—
1	0,914	2	0,911	3	0,911
6	0,889	7	0,887	9	0,888
—	—	—	—	1	0,973
5	0,865	6	0,863	6	0,862
—	—	—	—	2	0,841
7	0,839	8	0,837	10	0,837
3	0,816	—	—	3	0,811
4	0,805	2	0,803	5	0,803

I—Муассанит из гранитоидов Дзирульского массива; II—муассанит из Чешских Средних гор; III—синтетический  $\text{SiC}$  [7].

В таблице приведены данные рентгеноструктурного анализа муассанита из гранитоидов Дзирульского массива. Для сравнения приведены межплоскостные расстояния и интенсивность рентгеновских отражений муассанита из вулканической брекчии Чешских Средних гор, а также синтетического  $\alpha$ -SiC, по данным Н. В. Тибо [7].

Имеющиеся в литературе данные о генетической связи муассанита с глубинными породами ультраосновного ряда [2, 4, 6, 7] свидетельствуют о кристаллизации муассанита в условиях высоких температур и давлений. По экспериментальным данным Д. Лундквиста, он образуется при температуре 1900—2000° [7].

Таким образом, исключается возникновение муассанита в условиях гранитообразования. Следовательно, можно предположить, что муассанит гранитоидов Дзирульского массива является либо реликтовым минералом ультраосновных пород, претерпевших гранитизацию, либо ксеногенным минералом в палингенном гранитном расплаве.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 3.6.1971)

მინერალოგია

ძ. ჩიხელიძე

მუასანიტის პირველი აღმოჩენა საქართველოს ქანებში

(ძირულის მასივი)

რეზიუმე

მუასანიტი შემჩნეულია ძირულის მასივის პალეოზოური გრანიტოიდების, კერძოდ, კვარციანი დიორიტების, ბიოტიტის, რქატყუარა-ბიოტიტის და ლეიკოკრატული გრანიტების ხელოვნურ შლიხებში. ის გვხვდება ცირკონთან, აპატიტთან, მაგნეტიტთან, ორთიტთან, ილმენიტთან, სფენთან, გრანატთან, მონაციტთან და სხვა აქცესორულ მინერალებთან ასოციაციაში. მინერალი დიაგნოსტირებულია მიკროსკოპული და რენტგენომეტრული მეთოდებით.

MINERALOGY

K. S. CHIKHELIDZE

THE FIRST FIND OF MOISSANITE IN THE ROCKS OF GEORGIA  
 (DZIRULA MASSIF)

Summary

Moissanite is noted in the Palaeozoic granitoids of the Dzirula Massif, in particular, in the artificial heavy concentrates of quartz diorites and biotite, hornblende-biotite and leucocratic granites. It is associated with zircon, apatite, magnetite, orthite, ilmenite, sphene, garnet, monazite and other accessory minerals. The mineral has been identified by the microscopical and the X-ray methods.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Минералы, справочник, т. 1, 1960.
2. А. П. Бобриневич, В. А. Қалюжный, Г. И. Смирнов. ДАН СССР, т. 115, № 6, 1957.
3. Ю. Ю. Юрк, И. Ф. Кашкаров, Ю. О. Полканов, Р. Г. Сизова. Допов. АН УРСР, № 11, 1965.
4. В. К. Маршинцев, С. Г. Щелчкова, Г. В. Зольников, В. Б. Воскресенская. Геол. и геофиз., № 12, 1967.
5. А. Ф. Китайник. Сб. «Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири», вып. 3 (24). Иркутск, 1958.
6. Ф. В. Каминский, В. И. Букин, С. В. Потапов, Н. Г. Аркус, В. Г. Иванова. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1968.
7. Я. Бауэр, Ю. Фиала, Р. Гржихова. Изв. АН СССР, сер. геол., № 7, 1963.
8. Г. Г. Шульга. Вестн. АН КазССР, № 1, 1964.
9. А. Д. Каипов, М. Н. Баймуратова. Изв. АН КазССР, сер. геол., № 3, 1970.
10. В. В. Ляхович, А. Д. Червинская. Труды ИМГРЭ, вып. 7, 1961.
11. В. П. Куц, Г. Л. Кравченко. Сб. «Полезные ископаемые Украины». Киев, 1966.
12. В. В. Ляхович. Акцессорные минералы в гранитоидах Сов. Союза. М., 1967.
13. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, М., 1967.



Т. А. БОХУА

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИНОК

(Представлено академиком К. С. Завриевым 25.5.1971)

Предлагается приближенный способ исследования свободных колебаний тонкой прямоугольной пластинки с произвольными граничными условиями и с изменяющейся толщиной в обоих координатных направлениях по произвольной плавной кривой. Рассеяние энергии в процессе колебаний не учитывается.

Рассматриваемый способ основывается на известном смешанном вариационно-стержневом методе [1], сущность которого заключается в приведении двухмерных задач теории сооружений к одномерным задачам на основе дискретизации механической модели рассматриваемого сооружения.

По предлагаемому способу исходная расчетная схема пластинки заменяется условной двухслойной перекрестной стержневой расчетной моделью, каждый слой которой имеет такие же размеры, что и заданная пластинка (рис. 1).

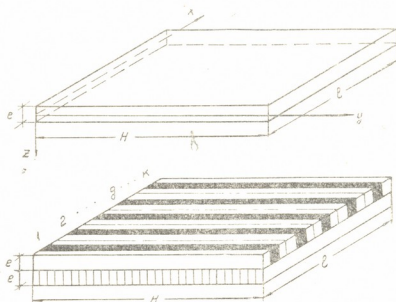


Рис. 1

Для рассматриваемой стержневой модели принимаются граничные условия, обычные для стержней, исходя из характера закреплений краев заданной пластинки.

Совокупность граничных условий стержневой модели приближенно и с некоторыми допущениями будет соответствовать граничным условиям заданной пластинки.

Неизвестные распределенные силы взаимодействия, действующие между элементами указанных слоев, определяются из условий совместности перемещений, записанных для нескольких расчетных стержней верхнего слоя и «упругого основания», в роли которого выступают стержни нижнего слоя при неограниченном увеличении их числа (рас-  
24. „მეცნიერება“, ტ. 64, № 2, 1971



четные стержни верхнего слоя на рис. 1 обозначены  $1, 2, \dots, g, \dots, k$  и заштрихованы). В данной работе условия срачивания перемещений осуществляются только относительно прогибов срачиваемых элементов. В соответствии с методом расчленения в теории колебаний пластинок [2] массу единицы площади срединной поверхности заданной пластинки  $m(x, y)$  перераспределяем между слоями так, что единица площади срединной поверхности каждого слоя будет обладать массой  $\frac{m(x, y)}{2}$ , что в сумме даст полную массу единицы площади заданной пластинки.

Следовательно, полная сила инерции расчетной модели (полная в том смысле, что суммируются силы инерции обоих слоев), приходящаяся на единицу площади срединной поверхности, будет равна силе инерции заданной пластинки, приходящейся на единицу площади ее срединной поверхности.

Таким образом, для решения поставленной задачи рассматриваются свободные колебания системы расчетных стержней, опертых на весомое «упругое основание», свободное от гипотезы Винклера.

В процессе колебаний на расчетные стержни, кроме инерционных сил, будут действовать силы динамического реактивного давления со стороны колеблющегося «упругого основания», направленные противоположно перемещению.

В рассматриваемой нами модели невинклерового «упругого основания» указанные реактивные силы являются функциями перемещений всех рассматриваемых точек деформируемой поверхности основания и выражаются через обобщенные коэффициенты постели, названные «функциями влияния» [1] и амплитудами прогибов.

Принимаем, что свободные колебания как заданной пластинки, так и ее заменяющей расчетной модели совершаются во времени по синусоидальному закону с одной и той же в обоих случаях частотой  $\omega$ .

Неизвестную величину интенсивности реактивного давления аппроксимируем линейной комбинацией стандартных единичных эпюр [1], которые путем умножения на свои масштабные коэффициенты в сумме дают искомую эпюру реактивного давления. Число единичных эпюр обуславливается степенью точности расчета и равняется числу расчетных стержней. В силу указанной аппроксимации для выражения интенсивности реактивного давления справедливы равенства

$$q_g^{(D)}(y) = \sum_{j=1}^{j=k} \tau_{gj}(y) X_j^{(D)}(y), \quad g = 1, 2, \dots, k, \quad (1)$$

где  $q_g^{(D)}(y)$  — интенсивность динамического реактивного давления, передаваемого произвольному стержню нижнего слоя от расчетных стержней верхнего слоя в точке  $g$ ;  $\tau_{gj}(y)$  — ордината  $j$ -й единичной эпюры в той же точке;  $X_j^{(D)}(y)$  — динамический масштабный коэффициент  $j$ -й единичной эпюры;  $k$  — число расчетных стержней.

Неизвестные  $X_j^{(D)}(y)$  определяются из условия равенства амплитуд прогибов расчетных стержней верхнего слоя и произвольного стержня нижнего слоя в точках пересечения их осей:

$$\sum_{j=1}^{j=k} \bar{v}_{gj}(y) X_j^{(D)}(y) = w_g^{(D)}(y), \quad (2)$$

где  $\omega_g^{(j)}(y)$ —амплитуда полного динамического прогиба  $g$ -го расчетного стержня верхнего слоя;  $\bar{w}_{gj}(y)$ —прогиб в точке  $g$  рассматриваемого стержня „упругого основания“ от действия  $j$ -й единичной эпюры.

Решив систему линейных алгебраических уравнений (2) относительно  $X_j^{(j)}(y)$  и подставив полученные выражения в равенство (1), получим окончательную формулу для реактивного давления как линейную функцию перемещений всех расчетных стержней верхнего слоя (или равным им перемещений нижнего слоя):

$$q_g^{(j)}(y, t) = \frac{b_g(y)}{D_k(y)} \left\{ \sum_{i=1}^{i=k} \left[ \omega_i^{(j)}(y) \sum_{j=1}^{j=k} \tau_{gi}(y) B_{ij}(y) \right] \right\} \sin \omega t \quad (3)$$

$$g = 1, 2, \dots, k,$$

где  $D_k(y)$ —определитель системы (2);

$B_{ij}(y)$ —алгебраическое дополнение элемента  $\bar{w}_{ij}(y)$ ;

$b_g(y)$ —ширина расчетных стержней, принимается  $b_g(y) = 1$ .

После подстановки (3) в известное дифференциальное уравнение колебаний балки на упругом основании получаем систему однородных дифференциальных уравнений в частных производных с переменными коэффициентами, описывающих свободные колебания расчетных стержней, опертых на весомое «упругое основание», невинклерового типа:

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} \left[ EJ_g(y) \frac{\partial^2 \omega_g^{(j)}(y, t)}{\partial y^2} \right] + m_g(y) \frac{\partial^2 \omega_g^{(j)}(y, t)}{\partial t^2} +$$

$$+ \sum_{i=1}^{i=k} \omega_i^{(j)}(y) \Omega_{gi}(y) \sin \omega t = 0, \quad (4)$$

$$g = 1, 2, \dots, k,$$

где  $\Omega_{gi}(y)$  является „функцией влияния“ и учитывает влияние перемещений соседних точек на величину интенсивности реактивного давления в точке  $g$ ;  $EJ_g(y)$ —жесткость  $g$ -го расчетного стержня.

После подстановки  $\omega_g^{(j)}(y, t) = \omega_g^{(j)}(y) \sin \omega t$  уравнения (4) приводятся к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих главные формы нужных тонов свободных колебаний расчетных стержней:

$$[EJ_g(y) \omega_g^{(j)}(y)]'' - [m_g(y) \omega^2 - \Omega_{gg}(y)] \omega_g(y) +$$

$$+ \sum_{i=1}^{i=k(-g)} \omega_i^{(j)}(y) \Omega_{gi}(y) = 0, \quad (5)$$

$$g = 1, 2, \dots, k.$$

Систему (5) решаем вариационным методом Бубнова—Галеркина. В результате приходим к системе линейных однородных алгебраических уравнений, решением которой получаем значения неизвестных параметров для определения нужной формы колебаний, а приравняв определитель системы к нулю, получаем известное частотное уравнение для определения частоты нужного тона.

(† При суммировании индекс  $g$  заменяется индексом  $i$ .

По изложенному способу были проведены числовые расчеты двух хорошо изученных задач теории колебаний пластинок: шарнирно опертой пластинки по всему контуру, для которой имеется точное решение, и жестко защемленной пластинки по всему контуру, для которой имеются обоснованные приближенные решения.

В первом случае полученные нами значения частоты основного тона и первого обертона отличаются от соответствующих точных значений на 0,9 и на 5%. Во втором случае полученное нами значение частоты для основного тона отличается от соответствующих приближенных значений частоты, полученных по другим сопоставимым методам, на 3÷6%.

Грузинский институт энергетики  
и гидротехнических сооружений

(Поступило 4.6.1971)

საშენობლო მეცნიერება

თ. გოხუა

ფილემის თავისუფალი რხევის გამოკვლევის ერთი მეთოდის  
შესახებ

რეზიუმე

ცვლადი სისქის ოთხკუთხედიანი ფილემის თავისუფალი რხევების შესწავლისათვის ნებისმიერი სასაზღვრო პირობების შემთხვევაში მოცემულია მიახლოებითი მეთოდი, რაც დამყარებულია ცნობილ ვარიაციულ ლეროვან მეთოდზე. განხილული რიცხვითი მაგალითები საფუძველს გვაძლევს დავრწმუნდეთ მოცემული მეთოდის პერსპექტიულობაში ფილემის რხევის სხვადასხვა ამოცანის შესწავლისას.

STRUCTURAL MECHANICS

T. A. BOKHUA

## ON A METHOD OF INVESTIGATION OF FREE VIBRATIONS OF PLATES

Summary

An approximation method is presented for determining the frequency and the shape of free vibrations of rectangular plates with free change of thickness and with arbitrary boundary conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Хуберян. Труды VI Всесоюз. конфер. по теории оболочек и пластинок. М., 1966.
2. В. Г. Чудновский. Расчет пространственных конструкций, вып. XI. М., 1967.



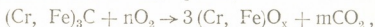
Г. Ш. МАМПОРИЯ

## ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗУГЛЕРОДИСТЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ХРОМОМАНГАНЦЕВЫХ СПЛАВОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 22.4.1971)

Для промышленного производства безуглеродистого феррохрома вакуумтермическим способом в качестве окислителя используется окисленный феррохром [1, 2]. В связи с этим представляет определенный практический интерес изучение процесса обезуглероживания ферромарганца в твердом состоянии с использованием в качестве окислителя окисленного феррохрома.

Окисление феррохрома в процессе прокалики в муфельной печи может быть представлено в виде реакции



где  $1 < x < 1,5$ , и должно сопровождаться значительным привесом (до 32%). Таким образом, по привесу можно вполне удовлетворительно определить оптимальный режим прокаливания.

Изменение содержания углерода определялось нами газобъемным методом на аппарате Штролейна [3]. Анализ показал, что после 4-часового окисления при 1200°C в окисленном порошке феррохрома углерод практически отсутствует.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что при температуре 1200°C процесс окисления протекает весьма интенсивно и в основном заканчивается за 4 часа.

Таблица 1

Окисление горстка феррохрома с размером частиц 0,05 мм

№	Температура, °С	Привес Δg (%) через			
		15 мин	30 мин	120 мин	240 мин
1	700	0,6	1,8	2,1	3,0
2	900	2,0	3,8	8,0	12,5
3	1000	4,0	6,0	12,0	19,0
4	1100	13,0	16,0	20,0	25,0
5	1200	14,0	19,0	27,0	29,0

Для установления влияния дисперсности порошка на скорость процесса окисления были проведены аналогичные опыты также при 1200°C для более крупных размеров частиц. Было установлено, что увеличение размера частиц сильно замедляет процесс окисления. Поэтому в дальнейшем для приготовления окисленного порошка применялась только мелкодисперсная фракция углеродистого феррохрома. Оптимальным было признано окисление при температуре 1200°C. Частицы порошка в результате процесса спекались и образовывали темные тонкие листы. После охлаждения листы размалывались в тонкий порошок и в таком виде применялись в качестве окислителя. Содерж-



жание кислорода в таком порошке на основании данных по привесу составляет 29—30%.

Как и в работах [4—6], для установления оптимального соотношения ферромарганца и окислителя были изготовлены брикеты при соотношении исходных порошков 3,5:1, 3:1 и 2,5:1. При 1050°C после 15-часовой вакуумтермической прокалки не удалось достичь полного обезуглероживания. Из данных рис. 1 видно, что при соотношении металла к окислителю 3,5:1, т. е. при стехиометрическом соотношении, со-

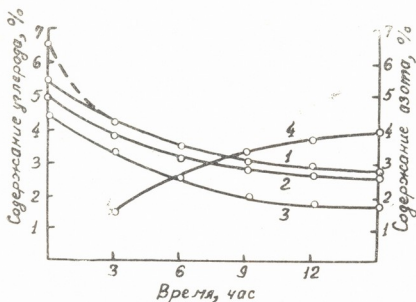


Рис. 1. Изменение содержания углерода и азота в брикетах при температуре 1050°C: 1) соотношение ферромарганца и окислителя 3,5:1; 2) 3:1; 3) 2,5:1; 4) Количество поглощенного азота

держание кислорода оказывается недостаточным для полного обезуглероживания и вследствие этого после 8-го часа прокаливания содержание углерода снижается незначительно. При уменьшении соотношения до 3:1 и даже до 2,5:1 в этих опытах все-таки не удалось достичь полного обезуглероживания, что, по-видимому, не связано с недостат-

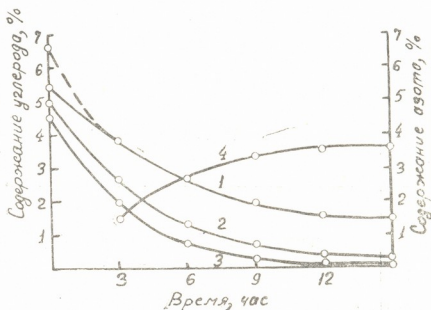
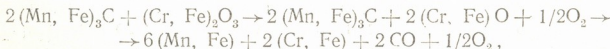


Рис. 2. Изменение содержания углерода и азота в брикетах при температуре 1100°C. Обозначения те же, что на рис. 1

ком кислорода. Дело в том, что, даже допуская использование лишь 2/3 имеющегося в исходной шихте кислорода, что соответствует реакции



получаем соотношение металла к окислителю 2,5:1. По-видимому, в этих условиях возникают не только кинетические, но и термодинамические затруднения, препятствующие процессу обезуглероживания.

На рис. 2 представлены результаты вакуумтермической прокатки при 1100°C. При соотношении металла к окислителю 3,5:1 в течение 15-часовой прокатки содержание углерода в образцах снижается до 3%. При уменьшении соотношения до 3:1 и 2,5:1 практически достигается полное обезуглероживание.

Опыты, проведенные при температуре 1150°C, показали, что в брикетах из шихты расчетного состава содержание углерода снижается до 0,4%. Уменьшение соотношения до 2,5:1 приводит к почти полному обезуглероживанию. Однако при 1150°C наблюдается сильное испарение марганца (см. табл. 2).

Таблица 2  
 Уменьшение веса брикетов в зависимости от температуры и времени выдержки

T °C	Соотношение металла к окислителю	Потеря веса Δg (%) через				
		3 час	6 час	9 час	12 час	15 час
1050	3,5:1	15	22	25,4	28	29,5
1050	3:1	12	20,5	22,3	26	28,6
1050	2,5:1	10,5	16	19,2	20,5	21,5
1100	3,5:1	23,2	34	36,2	39,5	41,2
1100	3:1	22	32	35,8	40,1	41,8
1100	2,5:1	18,4	31	34,2	38,7	39,8
1150	3,5:1	35,6	55,2	60,2	70,1	71,2
1150	3:1	29,2	48,2	55,2	60,3	65,3
1150	2,5:1	22	43,1	45,1	50,2	55,6

Сравнив результаты опытов с использованием в качестве окислителя окиси хрома [6] и окисленного феррохрома, мы обнаружили, что в обоих случаях процесс обезуглероживания брикетов эффективно развивается при 1100°C и выше. Однако следует учесть, что при повышенных температурах сильно повышается упругость пара марганца.

Исследованием азотирования обезуглероженных брикетов установлено, что в атмосфере азота наибольшее количество азота обезуглероженные брикеты поглощают в интервале 1000—1100°C.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 6.5.1971)

გეოგრაფია

ბ. მამოკია

შნახშირბადო აზოტუხვი მანვანუმი სრომთან შნახლოგების მიღება

რეზიუმე

დადგენილია დაქანული ნახშირბადიანი ფეროქრომის დამქანველად გამოყენების შესაძლებლობა ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის გაუნახშირბადიანებისათვის ვაკუუმში. ქრომის ქანვისა და დაქანული ფეროქრომის შემცველი ბრიკეტების გაუნახშირბადიანების ოპტიმალურ ტემპერატურად შეიძლება ჩაითვალოს 1130°C.

G. Sh. MAMPORIA

PRODUCTION OF CARBON-FREE NITROGEN CONTAINING  
CHROMIUM-MANGANESE ALLOYS

## Summary

The feasibility is shown of using oxidized carbonic ferrochromium as oxidizer for decarbonization of carbonic ferromanganese in vacuum. The optimum temperature for the decarbonization of briquettes containing chromium oxide and oxidized chromium may be assumed to be 1130°C.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Д. Кириченко, Г. Л. Иванов. Труды Всесоюзного совещания ферросплавщиков. М., 1963, 19.
2. И. Д. Кириченко. Сталь, № 2, 1958, 131—137.
3. А. М. Дымов. Технический анализ руд и металлов. М., 1949.
4. Л. И. Топчиашвили, Г. Ш. Мампорია. Сб. «Марганец», № 1. Тбилиси, 1965.
5. Г. Ш. Мампорია. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
6. Г. Ш. Мампорია. Сообщения АН ГССР, 63, № 1, 1971.

6. ღვრიტაფრთხილი

ხუთბრგოლა სფერული მიქანიზმების კინემატიკური კვლევის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. თავხელიძემ 23.6.1971)

შრომში განხილულია ხუთბრგოლა სფერული სახსროვანი მექანიზმის (ნახ. 1) კინემატიკური კვლევის ამოცანა ანალიზური მეთოდით, როცა მექანიზმში ორი რგოლი წამყვანია.

განსახილველ მექანიზმში სახსრებს შორის მანძილს ვახსიათებთ სფერული მანძილებით, ე. ი. დიდი წრის რკალებით (ნახ. 2).

შემოვიღოთ აღნიშვნები: სფერული მანძილები  $AE=l_1$ ;  $AB=l_2$ ;  $BC=l_3$ ;  $CD=l_4$ ;  $DE=l_5$ ;  $EB=a$ ;  $AD=b$ ;  $BD=c$ . სფეროს რადიუსი  $\rho$ ; 2 და 5 მრუდმხარების შემობრუნების  $\varphi_2$  და  $\varphi_5$  კუთხეები; 3 და 4 ბარბაცების მობრუნების  $\varphi_3$  და  $\varphi_4$  კუთხეები; განზოგადებული კოორდინატები  $\varphi_2$  და  $\varphi_5$  კუთხეები.

ჩამოთვლილი პარამეტრებიდან მოცემულად ჩავოვალოთ მექანიზმის

(ნახ. 2) რგოლების სიგრძეები, 2 და 5 წამყვანი რგოლების მობრუნების კუთხეები, კუთხური სიჩქარეები და აჩქარებები. საჭიროა ვიპოვოთ 3 და 4 რგოლების მობრუნების კუთხეები, კუთხური სიჩქარეები და აჩქარებები.

$ADE$ ,  $ABD$  და  $BCD$  სფერული სამკუთხედებიდან დავწერთ:

$$\cos b = \cos l_1 \cos l_5 + \sin l_1 \sin l_5 \cos \varphi_5; \quad (1)$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{\cos l_5 - \cos l_1 \cos b}{\sin l_1 \sin b}; \quad (2)$$

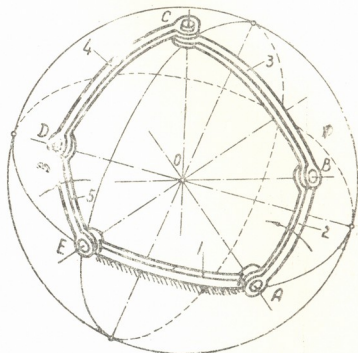
$$\cos c = \cos l_2 \cos b - \sin l_2 \sin b \cos (\varphi_2 + \alpha_1); \quad (3)$$

$$\cos \beta_1 = \frac{\cos b - \cos l_2 \cos c}{\sin l_2 \sin c}; \quad (4)$$

$$\cos \beta_2 = \frac{\cos l_4 - \cos l_3 \cos c}{\sin l_3 \sin c}; \quad (5)$$

მე-2 ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$\cos \varphi_3 = \cos (\beta_1 + \beta_2). \quad (6)$$



ნახ. 1

ამ უკანასკნელ გამოსახულებაში  $\beta_1$ -ისა და  $\beta_2$ -ის მნიშვნელობების ჩასმით და გარდაქმნებით საბოლოოდ მივიღებთ:

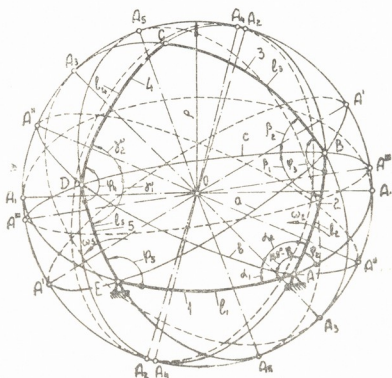
$$k_1 \cos^2 \varphi_3 + k_2 \cos \varphi_3 + k_3 = 0, \tag{7}$$

სადაც

$$k_1 = (m_1 - m_2 \sin \varphi_2 \sin \varphi_5 - m_3 \sin \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 + m_4 \sin 2 \varphi_2 \sin \varphi_5 - m_5 \sin 2 \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 + m_6 \cos \varphi_2 - m_7 \cos \varphi_5 - m_8 \cos \varphi_2 \cos \varphi_5 - m_9 \cos^2 \varphi_2 - m_{10} \cos^2 \varphi_5 - m_{11} \cos \varphi_2 \cos^2 \varphi_5 + m_{12} \cos^2 \varphi_2 \cos \varphi_5 - m_{13} \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_5);$$

$$k_2 = -(m_{14} - m_{15} \sin \varphi_2 \sin \varphi_5 + m_{16} \sin \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 - m_{17} \sin 2 \varphi_2 \sin \varphi_5 + m_{18} \sin 2 \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 + m_{19} \cos \varphi_2 + m_{20} \cos \varphi_5 - m_{21} \cos \varphi_2 \cos \varphi_5 - m_{22} \cos^2 \varphi_2 - m_{23} \cos^2 \varphi_5 + m_{24} \cos \varphi_2 \cos^2 \varphi_5 - m_{25} \cos^2 \varphi_2 \cos \varphi_5 + m_{26} \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_5);$$

$$k_3 = (m_{27} + m_{28} \sin \varphi_2 \sin \varphi_5 + m_{29} \sin \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 - m_{30} \sin 2 \varphi_2 \sin \varphi_5 + m_{31} \sin 2 \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 - m_{32} \cos \varphi_2 + m_{33} \cos \varphi_5 + m_{34} \cos \varphi_2 \cos \varphi_5 + m_{35} \cos^2 \varphi_2 + m_{36} \cos^2 \varphi_5 + m_{37} \cos \varphi_2 \cos^2 \varphi_5 - m_{38} \cos^2 \varphi_2 \cos \varphi_5 + m_{39} \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_5).$$



ნახ. 2

თავის მხრივ აქ შემავალი  $m_1 \div m_{39}$  კოეფიციენტები მუდმივ სიდიდეებს წარმოადგენენ, გამოსახულია მოცემული პარამეტრებით — სფერული მანძილებით და მათი სიმრავლის გამო აქ არ მოგვეყვას.

ამრიგად, (7) განტოლების ამოხსნით  $\varphi_2$  და  $\varphi_5$  კუთხეების ფუნქციებში განისაზღვრება  $\varphi_3$  კუთხე და ამით 3 ბარბაცას მდებარეობა.  $\varphi_4$  კუთხის საბოლოოდ  $ABE$ ,  $BDE$  და  $BCD$  სფერული სამკუთხედებიდან დაგვერთ:

$$\cos a = \cos l_1 \cos l_2 - \sin l_1 \sin l_2 \cos \varphi_2; \tag{8}$$

$$\cos \gamma_1 = \frac{\cos a - \cos l_5 \cos c}{\sin l_5 \sin c}; \tag{9}$$



$$\cos \gamma_2 = \frac{\cos l_3 - \cos l_4 \cos c}{\sin l_4 \sin c} \quad (10)$$

ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$\cos \varphi_4 = \cos (\gamma_1 + \gamma_2). \quad (11)$$

ამ უქანასკნელ გამოსახულებაში  $\gamma_1$ -ისა და  $\gamma_2$ -ის მნიშვნელობების ჩასმით და გარდაქმნებით საბოლოოდ მივიღებთ:

$$k_4 \cos^2 \varphi_4 + k_5 \cos \varphi_4 + k_6 = 0, \quad (12)$$

სადაც

$$k_4 = (n_1 - n_9 \sin \varphi_2 \sin \varphi_5 - n_1 \sin \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 + n_4 \sin 2 \varphi_2 \sin \varphi_5 - \\ - n_5 \sin 2 \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 + n_6 \cos \varphi_2 - n_7 \cos \varphi_5 - n_8 \cos \varphi_2 \cos \varphi_5 - \\ - n_9 \cos^2 \varphi_2 - n_{10} \cos^2 \varphi_5 - n_{11} \cos \varphi_2 \cos^2 \varphi_5 + n_{12} \cos^2 \varphi_2 \cos \varphi_5 - \\ - n_{13} \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_5);$$

$$k_5 = -(n_{14} - n_{15} \sin \varphi_2 \sin \varphi_5 + n_{16} \sin \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 - n_{17} \sin 2 \varphi_2 \sin \varphi_5 + \\ + n_{18} \sin 2 \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 + n_{19} \cos \varphi_2 + n_{20} \cos \varphi_5 - n_{21} \cos \varphi_2 \cos \varphi_5 - \\ - n_{22} \cos^2 \varphi_2 - n_{23} \cos^2 \varphi_5 + n_{24} \cos \varphi_2 \cos^2 \varphi_5 - n_{25} \cos^2 \varphi_2 \cos \varphi_5 + \\ + n_{26} \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_5);$$

$$k_6 = (n_{27} + n_{28} \sin \varphi_2 \sin \varphi_5 + n_{29} \sin \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 - n_{30} \sin 2 \varphi_2 \sin \varphi_5 + \\ + n_{31} \sin 2 \varphi_2 \sin 2 \varphi_5 - n_{32} \cos \varphi_2 + n_{33} \cos \varphi_5 + n_{34} \cos \varphi_2 \cos \varphi_5 + \\ + n_{35} \cos^2 \varphi_2 + n_{36} \cos^2 \varphi_5 + n_{37} \cos \varphi_2 \cos^2 \varphi_5 - n_{38} \cos^2 \varphi_2 \cos \varphi_5 + \\ + n_{39} \cos^2 \varphi_2 \cos^2 \varphi_5).$$

თავის მხრივ აქ შემავალი  $n_1 \div n_{39}$  კოეფიციენტები მუდმივ სიდიდეებს წარმოადგენენ, გამოსახულია მოცემული პარამეტრებით — სფერული მანქანებით და მათი სიმრავლის გამო აქ არ მოგვეყვას.

ამრიგად, (12) განტოლების ამოხსნით  $\varphi_4$  კუთხე განისაზღვრება  $\varphi_2$  და  $\varphi_5$  კუთხეების ფუნქციებში და ამით კი 4 ბარბაცას მდებარეობა.

3 და 4 რგოლების  $\omega_3$  და  $\omega_4$  კუთხური სიჩქარეების ნამდვილი მნიშვნელობები შემდეგი ფორმულებით განისაზღვრება [1]:

$$\omega_3 = i_{32} \omega_2; \quad \omega_4 = i_{42} \omega_2, \quad (13)$$

სადაც 2 მრუდმხარას  $\omega_2$  კუთხური სიჩქარე მოცემულია;  $i_{32}$  გადაცემის ფარდობის სიდიდეა 3 რგოლიდან 2 რგოლამდე და განისაზღვრება (7) განტოლების  $\varphi_2$  განზოგადებული კოორდინატით გადიფერენციალების შედეგად;  $i_{42}$  — გადაცემის ფარდობის სიდიდეა 4 რგოლიდან 2 რგოლამდე და განისაზღვრება (12) განტოლების  $\varphi_2$  განზოგადებული კოორდინატით გადიფერენციალების გზით.

3 და 4 რგოლების  $\varepsilon_3$  და  $\varepsilon_4$  ნამდვილი კუთხური აჩქარებები ტოლია [1]

$$\varepsilon_3 = \omega_2^2 i'_{32} + i_{32} \varepsilon_2; \quad \varepsilon_4 = \omega_2^2 i'_{42} + i_{42} \varepsilon_2, \quad (14)$$

სადაც 2 მრუდმხარას  $\varepsilon_2$  კუთხური აჩქარება მოცემულია;  $i'_{32}$  და  $i'_{42}$  სიდიდეები მიღებულია შესაბამისად (7) და (12) განტოლებების  $\varphi_2$  განზოგადებული კოორდინატით ორჯერ გადიფერენციალების შედეგად.

მექანიზმის რგოლების უკვე ცნობილი კუთხური სიჩქარეებისა და აჩქარებების დახმარებით ადვილად განისაზღვრება მექანიზმის ცალკეული წერტილების ხაზოვანი სიჩქარე და აჩქარებები.

თუ მიღებულ ფორმულებში შემავალ სფერულ მანძილებს გამოვსახავთ სფეროს რადიუსისა და შესაბამისი ქორდების საშუალებით და გადავალთ ზღვარზე, როცა  $\rho \rightarrow \infty$ , მაშინ როგორც კერძო შემთხვევა, შეგვიძლია მივიღოთ ანალოგიური ხუთრგოლა ბრტყელი მექანიზმის კინემატიკური კვლევისათვის საჭირო ფორმულები.

ამრიგად, ორი წამყვანრგოლიანი ხუთრგოლა სახსროვანი სფერული მექანიზმის კინემატიკური კვლევისათვის გამოყენებული ანალიზური მეთოდი საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ ამ მექანიზმის სრული კინემატიკური გამოკვლევა და შედეგები ნებისმიერი სიზუსტით მივიღოთ.

აღნიშნული მექანიზმის კინემატიკური კვლევის ამოცანის გადაწყვეტის დროს მიღებული შედეგები ზოგად ხასიათს ატარებენ და შესაძლებელია გამოვიყენოთ როგორც სფერული, ასევე ხუთრგოლა ბრტყელი სახსროვანი მექანიზმების კინემატიკური კვლევის ამოცანების გადასაწყვეტად.

ვ. ი. ლენინის სახელობის  
 საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(შემოვიღა 24.6.1971)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЯТИЗВЕННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

Резюме

Нами рассматривается задача кинематического исследования пятизвенных шарнирных механизмов с двумя ведущими звеньями аналитическим методом. Полученные результаты носят общий характер и могут быть использованы при решении кинематических исследований как сферических, так и пятизвенных плоских шарнирных механизмов с двумя ведущими звеньями.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. S. DAVITASHVILI

## ON THE KINEMATIC INVESTIGATION OF FIVE-LINK SPHERICAL MECHANISMS

Summary

The problem of kinematic investigation of five-link hinge mechanisms with two drive links is considered by the analytical method. The results obtained are of general character and can be used in solving the problems of kinematic investigations of both spherical and five-link plane hinge mechanisms with two drive links.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Артоболевский. Теория механизмов. М., 1965.
2. И. И. Артоболевский. Теория пространственных механизмов. М., 1937.
3. В. В. Добровольский. Теория сферических механизмов. М., 1947.

З. С. НАЦВЛИШВИЛИ, И. Ш. ПАПАЛАШВИЛИ

### КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ СПОСОБОМ УСЛОВНОГО РАЗМЫКАНИЯ КОНТУРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 23.6.1971)

Исследуем трех- и пятизвенный пространственные механизмы методом, примененным недавно Ф. Л. Литвиным [1].

Рассмотрим трехзвенный пространственный механизм (рис. 1, а, б) с кинематическими парами, образованными стойкой с ведущим звеном 1 (цилиндрическая), ведущим звеном с ведомым 2 (сферическая) и ведомым звеном со стойкой (цилиндрическая). Оси цилиндрических пар скрещиваются.

Постоянные параметры механизма:  $h_1$ —длина ведущего звена 1 от центра  $A$  сферы до оси  $O_1Z_1$ ;  $h_2$ —длина ведомого звена 2 от точки  $A$  до оси  $O_2Z_2$ ;  $\Theta_{20}$ —угол скрещивания осей  $O_1Z_1$  и  $O_2Z_2$ ;  $h$ —кратчайшее расстояние между осями  $O_1Z_1$  и  $O_2Z_2$ .

Переменные кинематические параметры:  $\psi_{10}$ —угол поворота ведущего звена, отсчитываемый от оси  $O_1X_0$ ;  $\varphi_{20}$ —угол поворота ведомого звена от оси  $O_2X_0$ ;  $l_1$ —перемещение ведущего звена 1 вдоль оси  $O_1Z_1$ ;  $l_2$ —перемещение ведомого звена 2 вдоль оси  $O_2Z_2$ .

Каждое звено механизма связано с правой координатной системой: с неподвижным звеном— $X_0Z_0Y_0$ , с подвижными звеньями 1 и 2—соответственно  $X_1Z_1Y_1$  и  $X_2Z_2Y_2$ .

Размыкание контура произведем в центре сферической пары. Для согласования движений обеих половин контура надо потребовать соблюдения матричного равенства

$$M_{01} R_1^{(1)} = M_{02} R_2^{(2)}, \quad (1)$$

где  $R_1^{(1)}$  и  $R_2^{(2)}$ —радиусы-векторы точки  $A$  в подвижных системах  $X_1Y_1Z_1$ ;  $X_2Y_2Z_2$ ;  $M_{01}$  и  $M_{02}$  обратны матрицам  $M_{10}$  и  $M_{20}$  и служат для преобразования координат точек  $O_1$  и  $O_2$ .

Составим матрицы  $M_{01}$ ,  $M_{02}$ ,  $R_1^{(1)}$ ,  $R_2^{(2)}$ :

$$M_{01} = \left\| \begin{array}{c|c|c|c} \cos \psi_{10} & \sin \psi_{10} & 0 & h \\ -\sin \psi_{10} & \cos \psi_{10} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\| \quad R_1^{(1)} = \left\| \begin{array}{c} h_1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array} \right\|,$$



$$M_{02} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_{20} & \sin \varphi_{20} & 0 & 0 \\ -\cos \theta_{20} \sin \varphi_{20} & \cos \theta_{20} \cos \varphi_{20} & -\sin \theta_{20} & -l_2 \sin \theta_{20} \\ -\sin \theta_{20} \sin \varphi_{20} & \sin \theta_{20} \cos \varphi_{20} & \cos \theta_{20} & l_2 \cos \theta_{20} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad R_2^{(2)} = \begin{vmatrix} h_2 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix}.$$

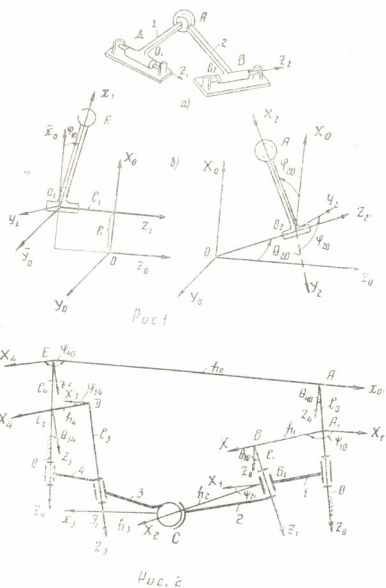
Уравнение (1) позволяет составить три скалярных уравнения:

$$h_1 \cos \psi_{10} + h = h_2 \cos \varphi_{20}, \quad (2)$$

$$-h_1 \cos \psi_{10} = -h_2 \cos \theta_{20} \sin \varphi_{20} - l_2 \sin \theta_{20}, \quad (3)$$

$$-l_1 = h_2 \sin \theta_{20} \sin \varphi_{20} + l_2 \cos \theta_{20}. \quad (4)$$

Из уравнений (2), (3) и (4) легко определяются неизвестные параметры механизма  $\varphi_{20}$ ,  $l_1$  и  $l_2$ .



Теперь возьмем пространственный пятизвенный механизм с шаровой парой, занимающей симметричное положение. Остальные кинематические пары вращательные. Оси вращательных пар скрещиваются.

Постоянные параметры механизма:  $l_i$  ( $i = 0; 1; 3; 4$ )—расстояние между началами  $A$  и  $A_i$ ,  $B$  и  $B_i$ ,  $D$  и  $D_i$ ,  $E$  и  $E_i$  соответственно, измеряемое вдоль оси вращательных пар;  $h_i$  ( $i = 0; 1; 4$ )—кратчайшее расстояние между осями  $EZ_4$  и  $AZ_0$ ,  $AZ_0$  и  $BZ_1$ ,  $EZ_4$  и  $DZ_3$ ;  $h_i$  ( $i = 2; 3$ )—расстояние от центра  $C$  шаровой пары до осей  $BZ_1$  и  $DZ_3$ ;  $\theta_{10}$ —угол пово-

рота оси  $BZ_0$  вокруг оси  $BX_1$  до совпадения с осью  $BZ_1$ ;  $\theta_{40}$ —угол поворота оси  $AZ_0$  вокруг оси  $AX_0$  до совпадения с осью  $EZ_4$ ;  $\theta_{34}$ —угол поворота оси  $E_1Z_4$  вокруг оси  $E_1X_4$  до совпадения с осью  $E_1Z_3$ .

Переменные кинематические параметры:  $\psi_{10}$ —угол поворота оси  $A_1X_0$  вокруг оси  $AZ_0$  до совпадения с  $A_1X_1$ ;  $\psi_{21}$ —угол поворота оси  $B_1X_1$  вокруг оси  $BZ_1$  до совпадения с  $B_1X_2$ ;  $\varphi_{34}$ —угол поворота оси  $DX_4$  вокруг оси  $DZ_3$  до совпадения с  $DX_3$ ;  $\varphi_{40}$ —угол поворота оси  $AX_0$  вокруг оси  $EZ_4$  до совпадения с  $EX_4$ .

С звеньями механизма связаны координатные системы  $X_0Z_0(Y_0)$ ,  $X_1Z_1(Y_1)$ ,  $X_2Z_2(Y_2)$ ,  $X_3Z_3(Y_3)$  и  $X_4Z_4(Y_4)$  (рис. 2).

Размыкание контура произведем в центре сферической пары. Для согласования движений обеих половин контура составляем матричное уравнение

$$M_{01} M_{12} R_1^{(2)} = M_{04} M_{43} R_2^{(3)}, \quad (5)$$

в котором  $M_{01}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{04}$ ,  $M_{43}$  обратны матрицам  $M_{10}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{40}$ ,  $M_{34}$ ;  $R_1^{(2)}$ ,  $R_2^{(3)}$ —радиусы-векторы точки  $C$  в подвижных системах  $X_2Z_2(Y_2)$  и  $X_3Z_3(Y_3)$ .

После умножения матриц и приравнивания их элементов получаем зависимости, которые дают возможность определить неизвестные параметры  $\varphi_{40}$ ,  $\psi_{21}$  и  $\varphi_{34}$ :

$$\begin{aligned} h_2 (\cos \psi_{10} \cos \psi_{21} + \sin \psi_{10} \cos \theta_{10} \sin \psi_{21}) - l_1 \sin \psi_{10} \sin \theta_{10} + \\ + h_1 \cos \psi_{10} = -h_2 (\cos \varphi_{40} \cos \varphi_{34} - \sin \varphi_{40} \cos \theta_{34} \sin \varphi_{34}) + \\ + l_3 \sin \theta_{34} \sin \varphi_{40} - h_4 \cos \varphi_{40} - h_0; \\ -h_2 (\sin \psi_{10} \cos \psi_{21} - \cos \psi_{10} \cos \theta_{10} \sin \psi_{21}) - l_1 \cos \psi_{10} \sin \theta_{10} - \\ - h_1 \sin \psi_{10} = h_3 \cos \theta_{40} (\sin \varphi_{40} \cos \varphi_{34} + \cos \varphi_{40} \cos \theta_{34} \sin \varphi_{34}) + \\ + h_4 \cos \theta_{40} \sin \varphi_{40} - h_3 \sin \theta_{40} \sin \theta_{34} \sin \varphi_{34} + l_4 \sin \theta_{40} + \\ + l_2 \sin \theta_{34} \cos \varphi_{40} \cos \theta_{40} - l_2 \cos \theta_{34} \sin \theta_{40}; \\ h_2 \sin \theta_{10} \sin \psi_{21} + l_1 \cos \theta_{10} + l_0 = h_3 \cos \theta_{40} \sin \theta_{34} \sin \varphi_{34} + \\ + h_3 \sin \theta_{40} (\sin \varphi_{40} \cos \varphi_{34} + \cos \varphi_{40} \cos \theta_{34} \sin \varphi_{34}) + l_4 \cos \theta_{40} + \\ + h_4 \sin \theta_{40} \sin \varphi_{40} + l_3 \sin \theta_{34} \sin \theta_{40} \cos \varphi_{40} + l_3 \cos \theta_{34} \cos \theta_{40}. \end{aligned}$$

Для определения функции положения ведомого звена можно ограничиться вышеизложенными расчетами. В том случае, когда требуется определить и другие неизвестные параметры, становится необходимым изъятие какого-нибудь звена из контура механизма.

Исследования данных механизмов аналитическим путем проведены разными авторами. Полученные ими формулы, определяющие неизвестные параметры, совпадают с нашими, что подтверждает точность наших исследований.



ზ. ნაცვლიშვილი, ი. პაპალაშვილი

სივრცითი მექანიზმების კინემატიკური კვლევა კონტურის  
პირობითად გათიშვის მეთოდით

რეზიუმე

გამოკვლეულია ზოგიერთი სივრცითი მექანიზმი მეოთხე რიგის მატრიცების საშუალებით. ამჟამად რგოლის მდებარეობის ფუნქცია განისაზღვრება გამარტივებული, კონტურის პირობითად გათიშვის მეთოდით. მიღებული განტოლებები მარტივა და გამოთვლისათვის მოსახერხებელი.

MACHINE BUILDING SCIENCE

Z. S. NATSVLISHVILI, I. Sh. PAPALASHVILI

KINEMATIC INVESTIGATION OF SPATIAL MECHANISMS BY THE  
METHOD OF CONDITIONAL OPENING OF THE CIRCUIT

Summary

Some spatial mechanisms have been investigated by means of fourth-order matrices. The function of the position of the driven link is determined by the method of conditional opening of a simplified circuit. The obtained equations are simple and convenient for computation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Машинноеведение, № 3, 1970.

Л. А. ЗУРАБИШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ  
 ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА  
 СПОСОБОМ УСЛОВНОГО РАЗМЫКАНИЯ КОНТУРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 23.6.1971)

В настоящей статье предлагается упрощенный способ определения функции положения ведомого звена четырехзвенного пространственного механизма, заключающийся в условном размыкании контура в кинематической паре. Этот метод впервые был применен Ф. Л. Литвиным в 1970 г. [1] при определении функции положения трехзвенных механизмов.

Определим функцию положения четырехзвенного механизма с вращательной, поступательной, цилиндрической и шаровой парами (рис. 1).

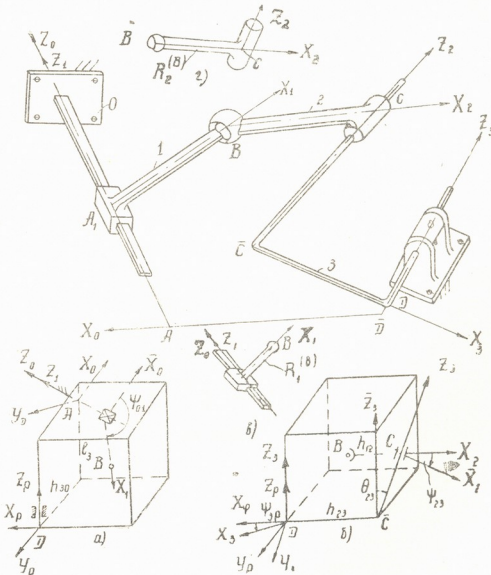


Рис. 1



Звено 3 является ведущим, звенья 0—1, 0—3 и 0—3, 3—2 скрепляются.

С подвижными звеньями 1, 2 и 3 связаны системы координат  $A_1X_1Y_1Z_1$ ,  $CX_2Y_2Z_2$ ,  $DX_3Y_3Z_3$ . Со стойкой связаны неподвижные системы координат  $AX_0Y_0Z_0$  и  $DX_pY_pZ_p$ . Контур разъединяется в сферической паре  $B$ , соединяющей звенья 1 и 2. Тогда целесообразно задать радиус-векторы  $R_1^{(B)}$  и  $R_2^{(B)}$  центра  $B$  сферы и потребовать соблюдения матричного равенства вида

$$M_{p0} M_{01} R_1^{(B)} = M_{p3} M_{32} R_2^{(B)}. \quad (1)$$

Матричное равенство (1) позволяет составить три независимых уравнения связи между параметрами движения звеньев.

Так как в рассматриваемом механизме стойкой является звено 0, а ведущим — звено 3, то неизвестными будут переменные параметры  $\psi_{23}$ ,  $l_0$  и  $l_2$ , где  $\psi_{23}$  — острый угол между осями  $X_3$  и  $X_2$ ;  $l_0$  — расстояние между началами  $A$  и  $A_1$  координатных систем  $AX_0Y_0Z_0$  и  $A_1X_1Y_1Z_1$ , измеряемое вдоль оси  $Z_0A$ ;  $l_2$  — расстояние между началами  $C$  и  $D$  координатных систем  $CX_2Y_2Z_2$  и  $DX_3Y_3Z_3$ , измеряемое вдоль оси  $CZ_2$ . Свободный параметр  $\psi_{3p}$ .

Постоянными будем считать следующие кинематические параметры механизма:  $\theta_{0p}$ ,  $\theta_{23}$ ,  $h_{30}$ ,  $l_3$ ,  $h_{01}$ ,  $h_{12}$ ,  $h_{23}$ ,  $\psi_{10}$ , где  $\theta_{0p}$  — угол между осями  $Z_p$  и  $Z_0$ ;  $\theta_{23}$  — угол между осями  $Z_2$  и  $Z_3$ ;  $\psi_{10}$  — угол между осями  $X_0$  и  $X_1$ ;  $\psi_{3p}$  — угол между осями  $X_p$  и  $X_3$ .  $l_i$  — расстояние между началами координатных систем  $K_i$  и  $K_j$ , измеряемое вдоль оси  $K_iZ_i$ ;  $h_{ij}$  — расстояние между началами  $K_i$  и  $K_j$ , измеряемое вдоль оси  $K_jX_j$ .

Задавая значение  $\psi_{3p}$ , будем определять остальные параметры в виде функции от  $\psi_{23}$ . Функциональная зависимость между  $\psi_{3p}$  и  $\psi_{23}$ ,  $l_0$  и  $l_2$  представит искомые функции перемещения звеньев механизма:

1)

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_{23}}{2} = \frac{A \pm \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{B + C},$$

где

$$A = h_{12} \cos \psi_{3p} \sin \theta_{0p},$$

$$B = h_{12} (\cos \theta_{0p} \sin \theta_{23} + \sin \psi_{3p} \cos \theta_{23} \sin \theta_{0p}),$$

$$C = -h_{12} (\cos \theta_{0p} \sin \theta_{23} + \sin \psi_{3p} \cos \theta_{23} \sin \theta_{0p}) + \\ + (-h_{01} \sin \psi_{10} - l_3 \sin \theta_{0p}) \sin \theta_{23} \cos \psi_{3p} + \\ + (h_{01} \cos \psi_{10} + h_{30}) (\sin \theta_{23} \sin \psi_{3p} \cos \theta_{0p} + \cos \theta_{23} \sin \theta_{0p});$$

2)

$$l_2 = \frac{h_{01} \cos \psi_{10} + h_{30} + h_{12} (\sin \psi_{3p} \cos \psi_{23} + \cos \psi_{3p} \sin \psi_{23} \cos \theta_{23}) - h_{23} \sin \psi_{3p}}{\sin \theta_{23} \cos \psi_{3p}},$$

3)

$$l_0 = \frac{h_{01} \sin \psi_{10} \sin \theta_{0p} - h_{12} \sin \psi_{23} \sin \theta_{23} - l_2 \cos \theta_{23} + l_3}{\cos \theta_{0p}}.$$

Аналогичным образом ведем кинематическое исследование механизма с двумя вращательными, одной сферической и одной цилиндрической кинематическими парами (рис. 2).

Задавая значения  $\psi_{3p}$ , определяем остальные параметры в виде функции от  $\psi_{3p}$ :

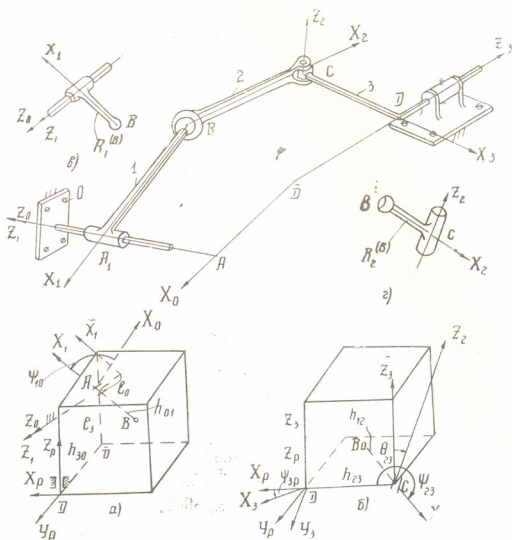


Рис. 2

$$[(A - B)^2 - E^2] \cos^4 \psi_{23} + [2(A - B)C + 2ED] \cos^3 \psi_{23} + [C^2 + 2(A - B) \times \\ \times (M + B) - E^2 + D^2] \cos^2 \psi_{23} + [2(M + B)C - 2ED] \cos \psi_{23} + \\ + (M + B)^2 - D^2 = 0,$$

где

$$A = h_{12}^2 (\cos^2 \psi_{3p} \cos^2 \theta_{0p} + \sin^2 \psi_{3p});$$

$$B = h_{12}^2 [\cos^2 \theta_{23} (\sin^2 \psi_{3p} \cos^2 \theta_{0p} + \cos^2 \psi_{3p}) + \\ + \sin \theta_{23} \sin \theta_{0p} (\sin \theta_{23} \sin \theta_{0p} - 2 \sin \psi_{3p} \cos \theta_{23} \cos \theta_{0p})];$$

$$C = 2 h_{12} [h_{23} (\cos^2 \psi_{3p} \cos^2 \theta_{0p} + \sin^2 \psi_{3p}) + \\ + l_3 \cos \psi_{3p} \cos \theta_{0p} \sin \theta_{0p} - h_{30} \sin \psi_{3p}];$$

$$D = 2 h_{12} [-h_{30} \cos \psi_{3p} \cos \theta_{23} + h_{23} \cos \psi_{3p} \sin \theta_{0p} (\cos \theta_{23} \sin \psi_{3p} \sin \theta_{0p} + \\ + \cos \theta_{0p} \sin \theta_{23}) + l_3 \sin \theta_{0p} (\sin \theta_{23} \sin \theta_{0p} - \sin \psi_{3p} \cos \theta_{23} \cos \theta_{0p})];$$

$$M = h_{23}^2 (\cos^2 \psi_{3p} \cos^2 \theta_{0p} + \sin^2 \psi_{3p}) + l_3^2 \sin^2 \theta_{0p} + h_{30}^2 - h_{01}^2 + \\ + 2 h_{23} (l_3 \cos \psi_{3p} \cos \theta_{0p} \sin \theta_{0p} - h_{30} \sin \psi_{3p});$$

$$E = 2 h_{12}^2 \cos \psi_{3p} \sin \theta_{0p} (\sin \psi_{3p} \cos \theta_{23} \sin \theta_{0p} + \cos \theta_{0p} \sin \theta_{23});$$

$$\cos \psi_{01} = \frac{h_{30} - h_{23} \sin \psi_{3p} - h_{12} (\sin \psi_{3p} \cos \psi_{23} + \cos \psi_{3p} \sin \psi_{23} \cos \theta_{23})}{h_{01}};$$

$$I_0 = \frac{h_{12} \sin \psi_{23} \sin \theta_{23} + I_3 - h_{01} \sin \psi_{10} \sin \theta_{0p}}{\cos \theta_{0p}}.$$

При данном способе достигаются следующие упрощения: большой диапазон выбора координатных систем; уменьшение числа используемых матриц; возможность исключения параметров, определяющих относительное движение элементов размыкаемой кинематической пары.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.6.1971)

მანქანათმშენობლა

ლ. ზურაბიშვილი

სივრცითი ოთხბრგოლა მექანიზმების მდებარეობის ფუნქციის  
განსაზღვრა კონტურის პირობითი გათიშვის მეთოდით

რეზიუმე

განხილულია სივრცითი ოთხბრგოლა მექანიზმების კინემატიკური კვლევის საკითხები კონტურის პირობითი გათიშვის მეთოდით. მიღებული მატრიცული განტოლებებიდან განისაზღვრება მექანიზმის უცნობი კინემატიკური პარამეტრები ისეთი სახით, რომელთა გამოყენება პრაქტიკული გამოთვლებისათვის მეტად მოსახერხებელია.

MACHINE BUILDING SCIENCE

L. A. ZURABISHVILI

DETERMINATION OF THE POSITION FUNCTION OF SPATIAL  
[FOUR-LINK MECHANISMS BY MEANS OF CONDITIONAL OPENING  
OF THE CIRCUIT

Summary

The problem of the kinematic investigation of the spatial four-link mechanism by means of the conditional opening of the circuit is examined. The unknown kinematic parameters are determined from matrix equations, these being convenient for practical calculations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Машиноведение, № 3, 1970.



Г. П. МАМРАДЗЕ, И. Д. МУЗАЕВ

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВОЛН В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ВСЛЕДСТВИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ

(Представлено академиком П. Г. Шенгелия 20.5.1971)

Исследование вопроса волнообразования в водохранилищах при оползневых явлениях в настоящее время приобретает значительный интерес в связи с увеличением масштабов проектирования и строительства высоких плотин и крупных водохранилищ, с одной стороны, и значительной опасностью, которую представляют эти волны в определенных условиях [1—3], с другой. Между тем, этот вопрос до сегодняшнего дня недостаточно изучен и не существует обоснованной методики инженерного расчета. В настоящей работе мы попытались аналитически определить амплитуду волны в описанной выше задаче с некоторой ее схематизацией.

Полагаем, что на длине оползня имеют место перемещения грунта по всей глубине водохранилища в сторону воды с некоторой скоростью  $V(x, t)$ . При этом, в виду относительной малости амплитуды смещения, изменением формы водохранилища пренебрегаем.

Допустим, что в системе прямоугольных координат  $XYZ$  в плоскости  $x = 0$  помещена плотина. Часть пространства, ограниченная условиями  $0 \leq x \leq l$ ,  $0 \leq y \leq s$ ,  $-H \leq z \leq 0$ , заполнена идеальной несжимаемой жидкостью ( $H$ —глубина,  $l$ —длина,  $s$ —ширина водоема).

Рассмотрим волновое движение жидкости, вызванное тем, что в промежуток времени  $0 < t \leq t_0$  с борта водоема  $y = 0$  произошло перемещение массы грунта со скоростью  $V(x, t)$  на некоторой длине  $2a$ .

В предположении, что движение жидкости безвихревое, сформулированная задача гидродинамики сводится к нахождению потенциала скорости  $\varphi(x, y, z, t)$ , удовлетворяющего уравнению Лапласа:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0. \quad (1)$$

При начальных и граничных условиях:

$$\frac{\partial \varphi(x, y, 0, 0)}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial \varphi(x, y, z, 0)}{\partial x} = \frac{\partial \varphi(x, y, z, 0)}{\partial y} = \frac{\partial \varphi(x, y, z, 0)}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0 \text{ при } (x = 0, x = l), \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \text{ при } y = s, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = V(x, t) \text{ при } y = 0,$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0 \text{ при } z = -H, \quad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0 \text{ при } z = 0. \quad (3)$$



Скорость обрушения  $V(x, t)$  задаем следующим образом:

$$V(x, t) = [1(t) - 1(t - t_0)] V_1(x) f(t),$$

где  $1(t)$  и  $1(t - t_1)$  — единичные функции Хевисайда [4].

Используя в выражениях (1), (2), (3) интегральные преобразования Лапласа относительно переменной  $t$  и конечное косинус-преобразование Фурье относительно переменной  $y$  и разлагая изображение потенциала скорости в ряде Фурье по косинусам относительно  $x$  в интервале  $(0, l)$ , получаем выражения

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_{n,m}}{dz^2} - \lambda_{n,m}^2 \tilde{\varphi}_{n,m} - \alpha_m \psi(p) = 0, \quad (4)$$

$$\frac{d \tilde{\varphi}_{n,m}}{dz} = 0 \quad \text{при } z = -H, \quad p^2 \tilde{\varphi}_{n,m} + g \frac{d \tilde{\varphi}_{n,m}}{dz} = 0 \quad \text{при } z = 0, \quad (5)$$

где

$$\tilde{\varphi}_n = \sum_{m=0}^{\infty} \tilde{\varphi}_{n,m} \cos k_m x; \quad (6)$$

$$\tilde{\varphi}_n = \int_0^{\infty} \int_0^s \varphi \cos j_n y \cdot e^{-pt} dy dt; \quad (7)$$

$$k_m = \frac{m\pi}{l}; \quad j_n = \frac{n\pi}{s}; \quad \lambda_{n,m} = \sqrt{k_m^2 + j_n^2};$$

$$m, n = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

а  $\alpha_m$  — коэффициенты Фурье функции  $V_1(x)$ .

Решая дифференциальные уравнения (4) с граничными условиями (5) и подставляя их в ряд (6), производим обратные преобразования (7). В результате получаем выражения для потенциала скорости в виде

$$\begin{aligned} \varphi = & \frac{\alpha_0}{s} \left( \frac{z^2}{2} + Hz \right) f(t) - \frac{\alpha_0 gH}{s} \int_0^t f(\theta) d\theta + \\ & + \frac{1}{s} \sum_{n,m=0}^{\infty} \frac{\alpha_n \alpha_m}{\lambda_{n,m}^2} \left\{ \left[ \frac{\operatorname{ch} \lambda_{n,m}(z+H)}{\operatorname{ch} \lambda_{n,m}H} - 1 \right] f(t) - \right. \\ & \left. - \frac{\omega_{n,m} \operatorname{ch} \lambda_{n,m}(z+H)}{\operatorname{ch} \lambda_{n,m}H} \int_0^t f(\theta) \sin \omega_{n,m}(t-\theta) d\theta \right\} \cos k_m x \cos j_n y, \quad (8) \end{aligned}$$

где

$$a_n = \begin{cases} 1, & n = 0, \\ 2, & n > 0, \end{cases} \quad m + n > 0, \quad \omega_{n,m} = \sqrt{\lambda_{n,m}^2 + g^2}.$$

В соответствии с линейной теорией волн уравнение, определяющее вид волновой поверхности, представляется следующим образом:

$$\zeta(x, y, t) = -\frac{1}{g} \frac{\partial \varphi(x, y, 0, t)}{\partial t} \quad (9)$$

Подставляя (8) в (9), получаем

$$\zeta = \frac{\alpha_0 H}{s} \int_0^t f(\theta) d\theta + \frac{1}{gs} \sum_{n, m=0}^{\infty} \frac{a_n \alpha_m \omega_{n, m}^2}{\lambda_{nm}^2} \int_0^t f(\theta) \cos \omega_{n, m}(t - \theta) d\theta \cos k_m x \cdot \cos j_n y \quad (10)$$

Последнее выражение дает решение задачи для заданного вида оползня. В конкретном случае, полагая

$$f(t) = 1, \quad V_1(x) = [1(x - x_0 + a) - 1(x - x_0 - a)] V_0, \quad V_0 = \text{const}$$

и переходя к безразмерным величинам, имеем для амплитуды волны у плотины ( $x = 0$ ) при  $t > t_0$  следующее выражение, удобное для практических расчетов:

$$\left( \frac{\zeta^*}{V_0^*} \right) t_k^* = 4 A_0 + \frac{8}{\pi} \sum_{n, m=0}^{\infty} a_n A_{n, m} \cos k_m \pi \frac{\omega_{n, m}}{\omega_{0, 10}} \cos j_n y, \quad (11)$$

где  $x = x_0, y = 0$  — уравнение вертикальной линии симметрии оползня протяженностью  $2a$ ;

$$A_0 = \frac{a^* t_0^*}{l^* s^*}; \quad A_{n, m} = \frac{\omega_{n, m}^* \cos k_m^* x_0^* \cdot \sin k_m^* a^* \cdot \sin \omega_{n, m}^* \frac{t_0^*}{2}}{m_s^* \lambda_{n, m}^{*2}};$$

$$\zeta = \zeta^* H; \quad x = x^* H; \quad l = l^* H; \quad x_0 = x_0^* H; \quad a = a^* H;$$

$$k_m = \frac{k_m^*}{H}; \quad j_n = \frac{j_n^*}{H}; \quad \omega_{n, m} = \omega_{n, m}^* \sqrt{\frac{g}{H}};$$

$$V_0 = V_0^* \sqrt{gH}; \quad t = t^* \sqrt{\frac{H}{g}}.$$

Что касается  $t_k^*$ , из практических соображений можно принять

$$t_k^* = \frac{t_0^*}{2} + \frac{k\pi}{\omega_{0, 10}^*}, \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Таким образом, при заданном  $y$  формула (11) позволяет определить значения амплитуд волн в зависимости от времени.

ბ. მამრადზე, ი. მუზაევი

## მეწყობით გამოწვეული ტალღები წყალსაცავში

რეზიუმე

განხილულია უკუმში იდეალური სითხის ტალღური მოძრაობა სწორკუთხა ფორმის წყალსაცავში, როდესაც ამ უკანასკნელში ადგილი აქვს გვერდიდან მეწყერის შემოჭრას.

HYDRAULIC ENGINEERING

G. P. MAMRADZE, I. D. MUZAEV

## WAVES DUE TO LANDSLIDE IN A WATER RESERVOIR

## Summary

The undulatory motion of an uncompressed ideal liquid in a rectangular water reservoir is considered for the case when there occurs a side landslide.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Мамрадзе, Т. Л. Гвелесиანი. Изв. ТНЦГЭИ, т. 18, 1969.
2. Л. Мюллер. Сб. «Проблемы инженерной геологии». М., 1967.
3. С. Г. Шульман. Сейсмическое давление воды на гидротехнические сооружения. Л., 1970.
4. Н. Д. Трантер. Интегральные преобразования в математической физике. М., 1956.

В. Г. АХАЛКАЦИ, К. О. ЦЕРЕТЕЛИ, Н. П. БЛЕТКИН

### ДЕТЕКТОР КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 28.5.1971)

В электроэнергетике возникают задачи, связанные с измерением колебания напряжения в распределительных сетях промышленной частоты, например, при исследовании влияния сталеплавильной электродуговой печи (ЭДП) на питающую сеть, когда возникает необходимость выявлять изменения номинального напряжения сети ( $U_{нс}$ ) в пределах  $(0,005—0,1) U_{нс}$  по всему спектру частот колебаний.

При наличии в сети резкопеременной нагрузки в виде ЭДП спектр частот колебаний огибающей напряжения составляет в основном 1—8 Гц.

Наряду с колебаниями, в сети происходят и отклонения напряжения преимущественно с суточной циклическостью, что затрудняет применение для измерения известных схем с опорными напряжениями [1, 2].

Условия решаемой задачи схожи с условиями работы экстремум-детекторов, описанных в [3—6], но в упомянутых схемах либо теряется часть информации, либо усложнено управление коммутирующими ключами. Предлагаемое ниже устройство свободно от этих недостатков, управление ключами происходит от одного пик-трансформатора, и, благодаря непрерывному сравнению амплитуд следующих друг за

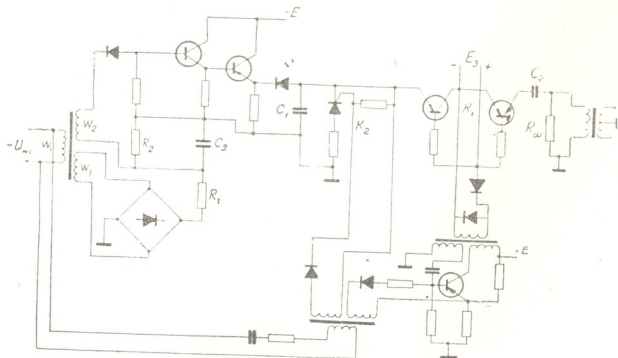


Рис. 1. Принципиальная схема детектора





другом периодов, используется вся содержащаяся в огибающей информация.

Схема (рис. 1) состоит из входного трансформатора, выпрямительного устройства, согласующего усилителя, запоминающих конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ , полупроводниковых ключей  $K_1$  и  $K_2$ , выходного трансформатора, а также блокинг-генератора и пик-трансформатора.

На вход эмиттерного повторителя поступает разность напряжений

$$U_0 = U_1 - U_{2cp}, \quad (1)$$

где  $U_1 = n_1 U_{nc}$  — напряжение, снимаемое с обмотки  $\omega_2$  входного трансформатора;  $n_1 = \frac{\omega_2}{\omega_1}$  — коэффициент трансформации;  $U_{2cp}$  — установившееся среднее значение напряжения на конденсаторе  $C_3$ .

Напряжение  $U_{2cp}$  определяется сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  и конденсатором  $C_3$  и, согласно [6], находится по выражению

$$\cos \varphi_{уст} - \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_{уст} - \frac{R_1}{R_2} \frac{\pi}{2} \right) \sin \varphi_{уст} = 0, \quad (2)$$

где

$$\sin \varphi_{уст} = \frac{U_{2cp}}{U_{2max}};$$

$U_{2max}$  — амплитудное значение напряжения на обмотке  $\omega_2$  входного трансформатора.

После преобразования получаем

$$\operatorname{ctg} \varphi_{уст} = A - \varphi_{уст}, \quad (3)$$

где

$$A = \frac{R_1 + R_2}{2R_2} \pi.$$

Это трансцендентное уравнение решается графическим способом с последующими уточнениями:

$$U_{2cp} = 0,3 U_{2max} = 1,269 n_1 U_{nc}, \quad (4)$$

$$U_2 = 3 n_1 U_{nc}, \quad (5)$$

$$\frac{U_2}{U_{nc}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = 3 n_1 = n_2, \quad (6)$$

где  $n_2$  — коэффициент трансформации между обмотками  $\omega_2$  и  $\omega_1$  входного трансформатора.

Благодаря напряжению  $U_{2cp}$  на вход усилителя подается только изменяющаяся часть напряжения, составляющая  $0,1 U_{nc}$ . Тут же происходит компенсация влияния отклонения в сети на работу схемы.

Согласно [7], при условии  $8 RC_1 < t_1$ , где  $R$  — сопротивление цепи заряда конденсатора  $C_1$ , за время  $t_1$  (рис. 2) упомянутый конденсатор оказывается заряженным до напряжения  $U_{0max} = 0,14 n_1 U_{nc}$  (при отсутствии колебаний напряжения в сети).



В момент  $t_2$  открывается транзисторный ключ  $K_1$  и происходит сравнение потенциалов на конденсаторах  $C_1$  и  $C_2$ . Через  $\Delta t = t_3 - t_2$  конденсатор  $C_2$  практически принимает потенциал конденсатора  $C_1$ , так как  $C_1 = 100 C_2$ . Уравнительный ток протекает через выходной трансформатор, вторичные обмотки которого подключены к пороговым устройствам. Продолжительность сравнения зависит от емкости конденсатора  $C_2$ , сопротивления ключа в открытом состоянии  $R_{k,0}$ , индуктивности трансформатора и сопротивления шунтирующего первичную обмотку выходного трансформатора  $R_{ш}$ . В момент  $t_3$  закрывается ключ  $K_1$ , а в момент  $t_4$  конденсатор  $C_1$  разряжается через тиристорный ключ  $K_2$ , который управляется пик-трансформатором. Ключ  $K_1$  управляется блокинг-генератором, который синхронизирован с сетью тем же пик-трансформатором.

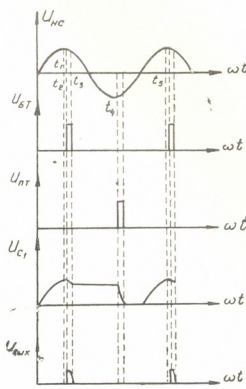


Рис. 2. Временная диаграмма работы детектора

По условиям решаемой задачи порог чувствительности схемы должен составлять  $\Delta U_{\min} = 0,005 U_{ис}$ ; для его обеспечения необходимо утечку на конденсаторе  $C_2$  в промежутке  $t_3 \div t_5$  свести к минимуму.

В течение времени  $t_3 \div t_4$  на ключе  $K_1$  напряжения нет, следовательно, конденсатор  $C_2$  не разряжается. Начиная с момента  $t_4$  к ключу  $K_1$  прикладывается полное напряжение конденсатора  $C_2$ . Изменение напря-

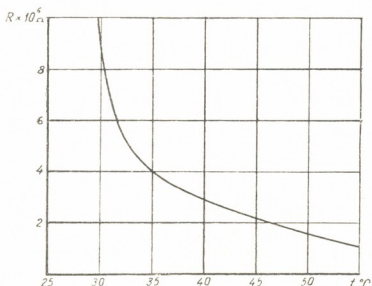


Рис. 3. Зависимость сопротивления ключа, собранного на триодах МП21, в закрытом состоянии от температуры среды

жения на конденсаторе  $C_2$  из-за утечки за период времени  $t_4 \div t_5$  не должно превышать  $\frac{1}{3} \Delta U_{\min}$ . Тогда сопротивление ключа в закрытом состоянии

$$R_{k,з} \geq \frac{t_5 - t_4}{C_2 \ln \left( 1 - \frac{\Delta U_{\min}}{3 U_{0\max}} \right)} \quad (7)$$

Для описываемой схемы  $R_{k, z} \geq 1$  мом,  $R_{k, 0} \leq 0,5$  ом.

Экспериментальная кривая зависимости  $R_{k, z} = f(t^\circ C)$  приведена на рис. 3.

Утечка на конденсаторе  $C_1$  практически не влияет на порог чувствительности схемы, так как сравнение происходит непосредственно после запоминания.

Грузинский институт энергетики  
им. А. И. Дидебулидзе

(Поступило 3.6.1971)

ელექტროტექნიკა

ვ. ახალკაცი, კ. წერეთელი, ნ. ბლექინი

ძაბვის რყევების დეტექტორი

რეზიუმე

განხილულია ნახევარგამტარებზე აგებული ძაბვის რყევების აღმოჩენის მოწყობილობის სქემაში მიმდინარე პროცესები. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე მოცემულია რეკომენდაციები სქემის ზოგიერთი ელემენტის პარამეტრების შესარჩევად.

ELECTROTECHNICS

V. G. AKHALKATSI, K. O. TSERETELI, N. P. BLYOTKIN

## VOLTAGE OSCILLATION DETECTOR

### Summary

The paper deals with the processes occurring in the equipment built on semi-conductors and designed to detect the voltage oscillation. On the basis of a thorough analysis recommendations are made for the selection of some parameters of the circuit.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Bryan, G. D. Throop. Power App. and Syst., № 33, 1957.
2. E. Arri, F. Cabiati. Electr., 56. № 8, 1969.
3. В. М. Кунцевич. Экстремальные системы управления. Киев, 1961.
4. П. И. Чинаев. Самонастраивающиеся системы. М., 1963.
5. А. М. Бонч-Бруевич, В. А. Быков, П. И. Чинаев. Бесконтактные элементы самонастраивающихся систем. М., 1968.
6. А. М. Мелик-Шахназаров, И. Л. Шайн и др. Энергия. М., 1969.
7. С. М. Смирнов. Электричество, № 10, 1961.

В. К. БАЛАВАДЗЕ

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО, МАЛОДЕФОРМИРУЕМОГО И ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОГО ЛЕГКОГО БЕТОНА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 6.9.1971)

На основании эффекта Ребиндера и электронной теории сил молекулярного сцепления в работах [1—3] было показано, что единственной причиной ползучести бетона является адсорбционное влияние воды, выражающееся в ее расклинивающем действии в микротрещинах этого материала, и что вся деформация затухающей ползучести бетона упруга, обратима во времени.

Расклинивающее действие воды, по существу, представляет собой дополнительную к внешней силу [4—6].

Легкий бетон готовится на пористых заполнителях, которые поглощают воду. Вода же в бетоне всегда имеется, если его специально не высушить. Поэтому постоянная влажность легкого заполнителя в бетоне является естественным его состоянием.

Вода, как известно, и по отношению к заполнителям легкого бетона является поверхностно-активным веществом. Следовательно, пористый заполнитель в напряженном бетоне, согласно эффекту Ребиндера [7], будет испытывать расклинивающее действие воды, которое понижает его прочность и облегчает деформацию.

Росту указанных адсорбционных расклинивающих сил в пористом заполнителе будут значительно способствовать те физические явления, которые в свете учения академика Н. И. Мухелишвили должны ярко проявляться и на самом деле проявляются в бетоне.

В своих основополагающих работах, в первую очередь в замечательной, всемирно известной книге «Некоторые основные задачи математической теории упругости», Н. И. Мухелишвили, в частности, дал изящные общие решения основных задач напряженного состояния плоской среды, ослабленной отверстиями сложными и впадинами в них ядрами и без таковых.

Эти решения нашли конкретизацию и были доведены до числовых результатов во многих трудах специалистов, в особенности в капитальной книге Г. Н. Савина [8].

В итоге, в частности, стало известно, что: 1) просто вложенное в отверстие пластинки упругое кольцо или ядро не понижает максимальных напряжений возле отверстия; 2) ядро из того же материала, что и плоская среда, впадина в отверстие последней, погашает максимальные напряжения и среда работает как сплошная; 3) с увеличением жесткости впадного кольца уменьшается концентрация напряжений в пластинке, но при этом чем уже кольцо, тем больше в нем напряжения; 4) с увеличением ширины жесткого кольца уменьшаются напряжения как в кольце, так и в пластинке; 5) можно подобрать та-





кое достаточно жесткое кольцо или ядро, чтобы напряжения в пластинке с отверстием были значительно меньше, чем в сплошной пластинке.

Все это позволяет нам составить определенное представление о работе бетона как цементного камня (среды), имеющего пустоты с влажными в них заполнителями. Ясно, что чем слабее, податливее будет заполнитель, тем меньше будут в нем напряжения и тем больше будет влияние концентрации напряжений в цементном камне, и наоборот.

Кстати, учение Н. И. Мухелишвили проливает свет и на работу сборных конструкций вообще и оболочек покрытия в частности.

Если одинаковые по форме и размерам сборные и монолитные конструкции выполнены из одного и того же материала, предположим из бетона, и сборные элементы соединены между собой прочными склеивающими (или сваривающими) например полимерными, материалами, то несущая способность сборных конструкций может оказаться и больше монолитных.

Одной из главных причин облегчения деформации и понижения прочности заполнителя в напряженном бетоне в соответствии с учением Н. И. Мухелишвили является наличие концентрации напряжений в местах его контакта с цементным камнем, максимальные значения которых порождаются по контуру опасного рабочего сечения, перпендикулярного к растягивающим силам.

Если для тяжелого заполнителя это явление не представляет опасности ввиду его высокой прочности, малой деформативности и водонепроницаемости, то для легкого заполнителя оно имеет большое значение, так как концентрация напряжений по контуру его опасного рабочего сечения способствует интенсивному развитию микротрещин, что вызывает в них повышение расклинивающего действия воды. Поэтому пористый заполнитель в бетоне, в отличие от тяжелого, всегда находится в состоянии податливой деформируемости, что неизбежно ведет к понижению прочности и повышению деформативности, в частности ползучести самого бетона.

Все прочностные и деформативные особенности легкого бетона порождены сильным адсорбционным влиянием воды, заключающимся в ее интенсивном расклинивающем действии в микротрещинах напряженного легкого заполнителя.

Известно, что сухие материалы: бетон, камень, стекло, гипс, слюда, дерево и т. д. — не подвергаются ползучести, а во влажном состоянии (тем более в воде) все они ползучи и при этом у них повышается деформативность и уменьшается прочность.

Керамзитобетон и легкий бетон на основе литоидной пемзы по своим физико-механическим свойствам несколько приближаются к тяжелым бетонам, так как у них заполнители ввиду частичной замкнутости их пор поглощают сравнительно меньше воды. Поэтому у указанных бетонов слабее проявляются характерные особенности легкого бетона, порожденные адсорбционным влиянием воды.

Как видим, для получения высокопрочного, малодеформируемого и водонепроницаемого легкого бетона необходимо, чтобы при прочих равных условиях заполнитель в нем был прочным и сухим, т. е. не содержал и не поглощал воду. Указанным условиям пористый заполнитель будет удовлетворять, если он будет иметь прочную водонепроницаемую корку, достаточно сильно сцепляемую с цементным камнем.

Этого можно достичь двумя путями:



1. Такой термической обработкой некоторых вспучиваемых при нагревании материалов, например золы-уноса, чтобы они были доведены до состояния их превращения в оплавленные комки, имеющие на поверхности прочную и водонепроницаемую оболочку.

2. Обволакиванием сухих пористых заполнителей высокопрочными склеивающими материалами, например раствором эпоксидной смолы. При обволакивании сухого заполнителя прочными склеивающими материалами (заполнитель поступает в смесь до их затвердения), помимо повышения прочности и водонепроницаемости значительно увеличивается его сцепление с цементным камнем, что, в свою очередь, сильно повышает прочность легких бетонов.

Этим путем, в полном согласии с учением Н. И. Мухелишвили, можно получить прочность бетона, значительно превышающую активность цемента, что является при удешевлении склеивающих материалов решением весьма важной задачи.

Для экспериментальной проверки указанных представлений были поставлены первые опыты. Из бетона состава 1:1,5:3 на основе арийской пемзы и руставского шлакопортландцемента марки «400» с активностью 380 кг/см<sup>2</sup> при водоцементном отношении 0,4 было изготовлено по две серии опытных кубиков 10×10×10 см, призм 10×10×30 см, балочек 5×8×60 см и восьмерок 10×10×70 см. Бетон первых серий образцов был приготовлен на пемзовом щебне и песке, насыщенных водой, а вторых серий — на тех же материалах, насыщенных полупроцентным раствором хлористого кальция, имеющим большую полярность, чем вода.

Кубики, призмы и восьмерки подверглись кратковременному испытанию на прочность и деформативность, а балочки были испытаны на ползучесть в течение 3 месяцев.

Опыты показали, что прочность первых серий образцов, испытанных на кратковременную нагрузку, в 1,5—1,8 раза больше, чем вторых, а деформация сжатия у призм и растяжения у восьмерок первых серий даже при начальных нагрузках, осуществляемых ступенями, была в 2 раза меньше, чем у образцов вторых серий.

Ползучесть балочек второй серии протекала значительно интенсивнее и была гораздо больше, чем первой.

На основе бетона того же весового состава, но с заменой пемзового песка вольским и при обволакивании пемзового щебня эпоксидным жидким клеем (щебень пускается в смесь до начала твердения эпоксидных оболочек — скорлуп) нам удалось получить легкий бетон с прочностью 410 кг/см<sup>2</sup>, что превышает активность цемента.

Таким образом, первыми рекогносцировочными экспериментами было установлено, что чем больше расклинивающее действие поверхностно-активного вещества в заполнителях, тем меньше прочности и больше деформативности, в частности, ползучести бетона, и что можно получить высокопрочный, малодеформируемый и водонепроницаемый легкий бетон, если создать у пористого заполнителя прочную, водонепроницаемую и способную крепко сцепляться с цементным камнем скорлупу.

## 3. ბალავადე

მაღალი სიმტკიცის, ნაკლები დეფორმირებისა და წყალგაუმტარი  
 მსუბუქი ბეტონის შექმნის საკითხისათვის

## რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ აკადემიკოს ნ. მუსხელიშვილის თეორიის შე-  
 საბამისად, შეიძლება მივიღოთ მაღალხარისხოვანი მსუბუქი და მძიმე ბეტონი.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

V. K. BALAVADZE

 ON CREATING SUPERFIRM, SLIGHTLY DEFORMABLE AND  
 WATERPROOF LIGHT-WEIGHT CONCRETE

## Summary

It is shown in the article that N. I. Muskhelishvili's theory of elasti-  
 city enables the obtaining of high-quality, light-weight and heavy con-  
 crete.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Балавадзе. Изв. ТНЦГЭИ, т. 17, 1967.
2. В. К. Балавадзе. Сообщения АН ГССР, т. 52, № 3, 1968.
3. В. К. Балавадзе. Сообщения АН ГССР, т. 57, № 3, 1970.
4. П. А. Ребиндер. Юбилейный сборник АН СССР, 1, 1947.
5. Б. В. Дерягин. Свойства тонких жидких слоев и их роль в дисперсных системах. М., 1937.
6. В. К. Балавадзе, М. М. Лордкипанидзе. Сообщения АН ГССР, т. 62, № 2, 1971.
7. Ю. В. Горюнов, Н. В. Перцов, Б. Д. Сумм. Эффект Ребиндера. М., 1966.
8. Г. Н. Савин. Концентрация напряжений около отверстий. М., 1951.



Т. Ф. УРУШАДЗЕ, Б. П. ГРАДУСОВ

## ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ В ПОЧВАХ АРИДНЫХ РЕДКОЛЕСИИ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 26.5.1971)

Аридные редколесья представляют собой лесостепь южного субтропического типа и широко распространены в Средиземноморье [1]. Если эти редколесья достаточно исследованы с ботанической и геоботанической точек зрения, то сведения о их почвах крайне скудны. Большинство авторов склонно относить их к группе коричневых почв [1, 2].

По нашим исследованиям [3], почвы аридных редколесий характеризуются нейтральной реакцией (иногда слабощелочной), малым содержанием гумуса и азота, высокой емкостью поглощения, равномерным распределением ила и физической глины, карбонатностью всего профиля, практической незасоленностью, гуматным типом гумуса. Минеральная часть этих почв имеет состав, соответствующий продуктам сиааллитного типа выветривания. Формируются эти почвы на лессовидных суглинках, окарбоначенных галечниковых наносах, песчанках и др.

Настоящая статья посвящена изучению глинистых минералов в почвах аридных редколесий. В качестве объектов исследования были отобраны три почвенных профиля: разрез В-14 под фисташником полынным между деревьями и В-15 под таким же фисташником под деревом. Обе эти почвы формируются на лессовидных суглинках. Разрез В-16 под можжевельником разнокустарниковым развит на окарбоначенном песчанке.

Глинистые минералы перечисленных почв изучены во фракциях  $< 0,001$  мм, выделенных по Н. И. Горбунову [4], с помощью рентгендифрактометрического метода [5], а также валового химического анализа (см. таблицу).

Рентгендифрактометрические данные (рис. 1) свидетельствуют о близости минералогического состава фракций  $< 0,001$  мм всех трех почв, несмотря на различия в характере почвообразующей породы. Глинистый материал почв состоит из гидрослюды ( $\sim 30-40\%$ ) и монтмориллонитового минерала ( $30-50\%$ ), в меньшем количестве присутствует хлорит ( $10-20\%$ ).

Гидрослюда и монтмориллонит по измерениям  $d_{060}$  относятся к диоктаэдрическим разностям. Принадлежность гидрослюды к этим разностям подтверждается также соотношением интенсивностей  $d_{001}$  к  $d_{002}$ , поскольку оно близко к  $1/2$ . Хлорит по измерениям относительных интенсивностей  $d_{003}$  к  $d_{002}$  и  $d_{004}$  является триоктаэдрическим. Последнее вытекает также из наличия уширения рефлиса кварца при  $d/n = 1,54 \text{ \AA}$  на порошкограммах. Особенностью хлорита является значительное уменьшение значения  $d/n$  после прокаливания ( $13,7-$

13,8 Å). Это свидетельствует о наличии дефектных одноэтажных прослоек в структуре хлорита.

Наличие дефектных прослоек в структуре, заменяющихся иногда на монтмориллонит-вермикулитовые промежутки, является характерным свойством хлоритов в комплексе осадочных пород Грузии, а также продуктов постмагматических гидротермальных процессов [6, 7]. Хо-

Валовой химический состав илистой фракции (в пересчете на прокаленное вещество)

№ разреза	Горизонт, глубина, см	п. п. п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
B-14	A <sub>1</sub> -0-19	18,92	59,11	21,00	9,97	0,49	1,48	3,69	3,44	0,25	0,61
	A/B-19-30	18,24	58,80	21,45	9,89	0,57	1,46	3,61	3,45	0,27	0,45
	B-30-55	18,72	58,60	21,62	9,75	0,55	1,46	3,55	3,50	0,26	0,50
	В-55-95	20,12	58,80	21,77	9,56	0,50	1,50	3,50	3,25	0,62	0,57
B-15	A <sub>1</sub> -0-18	19,07	59,09	21,20	9,97	0,53	1,19	3,73	3,44	0,25	0,42
	A/B-18-28	20,04	58,70	21,25	9,56	0,54	1,62	3,92	3,50	0,25	0,82
	B-28-42	18,20	58,20	21,41	9,70	0,54	1,87	3,78	3,50	0,26	0,76
	Вк-42-53	17,42	58,00	21,50	9,80	0,58	1,96	3,81	3,42	0,24	0,52
	В-5-90	17,28	57,78	21,47	9,99	0,56	1,70	3,72	3,50	0,25	0,70
B-16	A <sub>1</sub> -0-21	20,20	57,40	22,17	9,86	0,50	1,70	3,88	3,44	0,25	0,70
	В/ -21-35	18,20	57,49	22,9	9,98	0,52	1,59	3,93	3,42	0,24	0,66
	В/ <sub>2</sub> -35-53	18,10	56,22	21,84	9,52	0,61	3,15	4,01	3,42	0,27	1,22
	В/Д-53-75	17,72	58,37	21,53	9,89	0,60	1,68	3,67	3,36	0,24	0,60

рошо окристаллизованные монтмориллониты и диоктаэдрические, высокоалюминиевые или высокожелезистые гидрослюды также типичны для широко распространенных в Закавказье бентонитовых глин верхнего эоцена [8]. Формирование рыхлого чехла осадочных четвертичных пород, имевшее место в плейстоцене, возможно, отчасти и связано с размывом глинистых метасоматитов, как и для окрестностей Батуми, согласно В. Н. Р а з у м о в о й [6].

Степень измененности глинистых компонентов рыхлых пород на территории Грузии гипергенными процессами и почвообразованием отмечается в широких пределах вследствие различий в биоклиматической обстановке. Как следует из результатов минералогического анализа, в почвах аридных редколесий практически отсутствуют какие-либо изменения глинистых минералов по профилям. Характерно, что как в почвообразующих породах, так и в почвах каолинит отсутствует. Ничтожные количества этого минерала можно подозревать лишь в нескольких образцах по асимметрии дифракционного максимума, соответствующего (004) хлорита в области 3,58—3,60 Å.

В настоящее время минералогическими исследованиями охвачен обширный спектр почв Грузии — от коричневых до красноземов [4, 9, 10]. Это дает возможность сопоставить с ними полученные данные по почвам аридных редколесий. В целом коричневые почвы достаточно близки к бурым лесным достаточно-карбонатным. Однако, как отмечалось ранее [9], в бурых лесных почвах имеет место небольшое увеличение количества гидрослюдистого минерала и соответственно калия в верхних горизонтах. В коричневых же почвах это явление совсем не-



фиксируется. Отсутствие коалинитов и каких-либо изменений глинистых минералов даже монтмориллонитового типа дает основание отнести исследованные почвы к почвам с наименее изменяющейся минеральной фазой, вследствие ослабленного влияния почвообразователь-

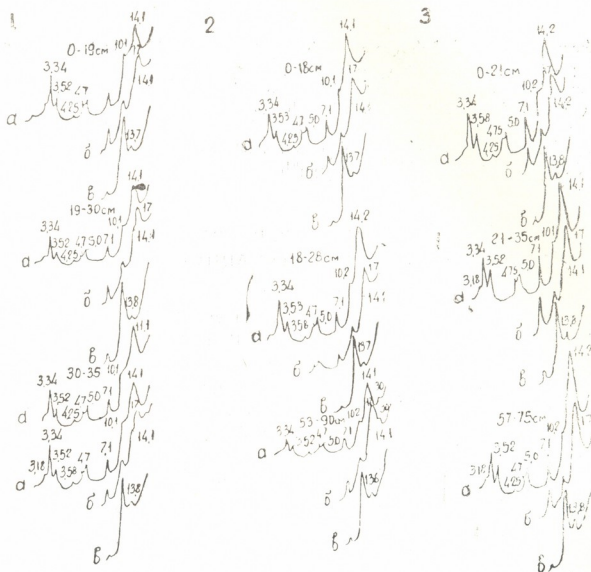


Рис. 1. Рентгендифрактограммы фракции  $<0,001$  мм из почв: а—воздушно-сухой, б—с этиленгликолем, в—после прокаливания при  $500^{\circ}$ ; 1—разрез В-14; 2—разрез В-15; 3—разрез В-16

ных процессов. В этом отношении коричневые почвы в целом могут быть рассматриваемы как один из начальных членов общего ряда выветривания-почвообразования, на другом конце которого находятся почвы с наибольшими изменениями минеральной части гипергенными и почвенными процессами — желтоземы и красноземы. По отсутствию заметных изменений минералогического состава фракций  $< 0,001$  мм по профилям, а также структуры отдельных глинистых минералов коричневые почвы аридных редколесий Грузии аналогичны почвам других типов аридного почвообразования.



თ. ურუშადე, ბ. გრადუსოვი

## თიხის მინერალები არიდული მეჩხერების ნიადაგებში

რეზიუმე

არიდული მეჩხერების ნიადაგების რენტგენდიფრაქტომეტრულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ მათი ლექის ფრაქციის მინერალოგიური შედგენილობა საკმაოდ ერთგვაროვანია. ნიადაგის თიხის მასალა შედგება ჰიდროქარსები-საგან (30—40%) და მონტმორილონიტის მინერალისაგან (30—50%). შედარებით მცირე რაოდენობით გვხვდება ქლორიტი. ნიადაგის პროფილში თიხის მინერალები თანაბრადაა განაწილებული და ამით უახლოვდება არიდული ნიადაგწარმოქმნის ტიპის სხვა ნიადაგებს.

SOIL SCIENCE

T. F. URUSHADZE, B. P. GRADUSOV

## CLAY MINERALS IN THE SOILS OF ARID OPEN WOODLANDS

Summary

X-ray testing of the soils of arid open woodlands has demonstrated that the mineralogical composition of their silt fraction is sufficiently homogeneous. The clay material of these soils is composed of hydrous mica (30-40%) and montmorillonite mineral (30-50%). Chloride is found in a relatively lesser quantity. In the soil profile clay minerals are distributed evenly, thus being somewhat similar to other soils of arid pedogenesis.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Гулисашвили. Природные зоны и естественно-исторические области Кавказа. М., 1964.
2. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузинской ССР. Тбилиси, 1965.
3. Т. Ф. Урушадзе. Сообщения АН ГССР, т. 65, 1, 1971.
4. Н. И. Горбунов. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М., 1963.
5. Н. И. Горбунов, Б. П. Градусов. Почвоведение, 6, 1966.
6. В. Н. Разумова. ДАН СССР, т. 190, 2, 1970.
7. Б. П. Градусов, В. М. Лазарева. Сб. «Глины, их минералогия, свойства и практическое значение». М., 1970.
8. М. А. Ратеев, Б. П. Градусов. Литология и полезные ископаемые, 1, 1970.
9. Б. П. Градусов, Т. Ф. Урушадзе. Почвоведение, 2, 1968.
10. Э. К. Накандзе. Почвоведение, 4, 1970.

ჯ. მაზავარიანი

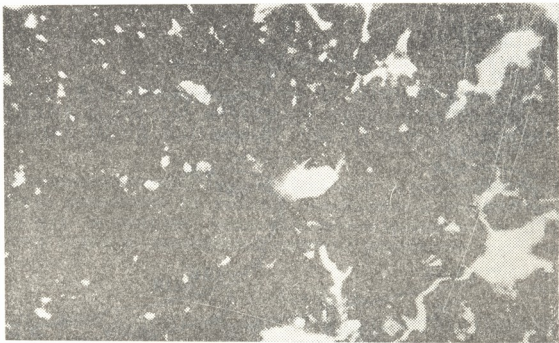
შიდა ჭართლის დასავლეთი ნაწილის შავმიწისებრი დაწილული  
ნიღაზების მიკრომორფოლოგიისა და ლამის ფრაქციის  
მინერალოგიური შედგენილობის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 2.6.1971)

აღმოსავლეთ საქართველოში, კერძოდ, შიდა და ქვემო ქართლში, ალაზნის ვაკეზე დაწილული ნიღაზების გავრცელებას აღნიშნავენ მ. საბაშვილი [1], გ. ტალახაძე [2], მ. ჯიკაევია [3], ე. ტულუში [4] და სხვები.

უკანასკნელ დროს ამ ნიღაზებს განსაკუთრებული ყურადღება მიაქცევს ბალკანეთის ქვეყნებში. ა. სტებუტი [5], ვ. კოინოვი [6] და სხვა დაწილულ ნიღაზებს ცალკე ტიპადაც კი გამოყოფენ ე. წ. „სმოლნიცის“ სახელწოდებით. გამოიჩინა, რომ ეს ნიღაზები თავისი ნიშან-თვისებებით ახლო დგას ჩვენში გავრცელებულ შავმიწისებრ დაწილულ ნიღაზებთან, რაც პირველად აღნიშნული იყო მ. საბაშვილისა და მ. ჯიკაევიას მიერ [7].

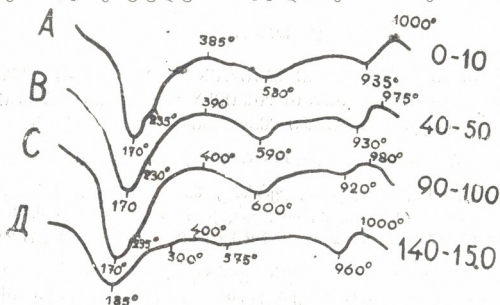
აღნიშნული ნიღაზების ღრმად შესწავლის მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ კვლევის მიკრომორფოლოგიური, თერმული და რენტგენოგრაფიული მეთოდები.



სურ. 1. დაწილული ნიღაზის მიკროფოტოსურათი 40—50 სმ (პ. B) ნიკ. II

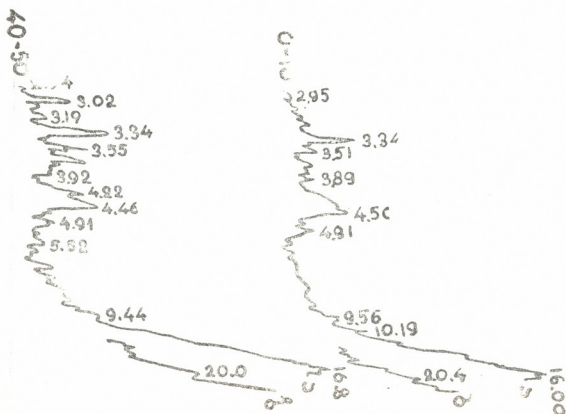
ამ ნიღაზებისათვის დამახასიათებელია მთელი პროფილის მძიმე მექანიკური შედგენილობა, კერძოდ, ლამის ფრაქციის მაღალი შემცველობა, განსაკუთრებით მის დაწილულ ფენებში. დიდია აგრეთვე ამ ნიღაზების შთანთქმის ტევადობა. შთანთქმულ ფუძეთა შორის საკმაოდ მაღალია მავნიუმის შემცველობა, რომელიც ზოგ შემთხვევაში 30%-ს აღწევს. რაც შეეხება

შთანთქმულ ნატრიუმს, იგი მცირე რაოდენობითაა. მიუხედავად მუქი შეფერვისა, ჰუმუსის რაოდენობა დიდი არ არის და ზედა ფენებში 2,3—3,8%-ის ფარგლებში მერყეობს. დაწილულ ფენებში კი 1,4—1,8%-ს შეადგენს. მსგავს ანალიზურ მონაცემებს ვხვდებით გ. ტალახაძის [2], მ. ჭიჭავჭავას [3], ე. ტულუშის [4] და სხვათა შრომებში.



სურ. 2. დაწილული ნიადაგიდან გამოყოფილი < 0,001 მმ ფრაქციის თერმოგრაფიული მრუდები

მიკრომორფოლოგიურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ დაწილული ფენა მოშავო-მოყავისფრო შეფერვისაა, აგრეგირება აქვს ძირითადად პირველი რივისა. შლიფში დიდი რაოდენობით აღინიშნება ეწრო დაკლანილი



სურ. 3. დაწილული ნიადაგის რენტგენოგრაფიული მონაცემები: ა) ბუნებრივ მდგომარეობაში, ბ) გლიცერინით დამუშავებულში

აგრეგატშივინითი ფორები. შლიფი წარმოადგენს ერთგვაროვან მასას, რომელშიც აქა-იქ შეიმჩნევა მინერალების ნატეხები, რომელთა შორის აღსანიშნავია პლაგიოკლაზი.

იმერსულ სითხეში გაზომილი ახილი შლიფის გარდატეხის მაჩვენებელი ( $N_0$  თხ.) უდრის  $1,549 \pm 0,003$ , რაც მონტმორილონიტული თიხების ჯგუფის არსებობის მაჩვენებელია. იგი რამდენადმე გამდიდრებულია რკინის ჟანგით. შლიფში აღინიშნება პიროქსენის რამდენიმე მარცვლი და ჰიდროქარსის ქერცლი (სურ. 1).

დაწიდული ნიადაგების მაღალდისპერსიული მინერალების შედგენილობაში გარკვევის მიზნით ნ. გორბუნოვის მეთოდით [8] გამოვყავით და შევისწავლეთ ლამის ( $< 0,001$  მმ) ფრაქცია.

დაწიდული ნიადაგის (სურ. 2) თერმოგრამებზე შეიმჩნევა სამი ენდოთერმული ეფექტი:  $165-170^\circ$ ,  $570-600^\circ$ ,  $920-950^\circ$ , რომელთა ურთიერთშედარება მიგვითითებს მონტმორილონიტულ-ჰიდროქარსული ჯგუფის თიხოვანი მინერალების არსებობაზე, რაც დასტურდება რენტგენოგრაფიული ანალიზის მონაცემებით. ჰაერმშრალ ნიმუშებში მონტმორილონიტის ბაზალური ანარეკლი მდებარეობს  $16$  და  $16,8 \text{ \AA}$  ფარგლებში, რომელიც ნიმუშების გლიცერინით დამუშავების შემდეგ ფართოვდება  $20 \text{ \AA}$  -მდე (სურ. 3).

დაწიდულ ნიადაგებში მონტმორილონიტული ჯგუფის მინერალების დიდ შემცველობაზე მიუთითებენ ვ. კოინოვი [6], ე. ტულუში [4], ე. კორნბლიუმი და ფ. კოზლოვსკი [9] და სხვა მკვლევარები.

ამრიგად, მიკრომორფოლოგიურმა, თერმოგრაფიულმა და რენტგენოგრაფიულმა შესწავლამ დაგვანახა, რომ განხილულ შავმიწისებრი დაწიდულ ფენებში აღინიშნება მონტმორილონიტულ-ჰიდროქარსული ჯგუფის თიხოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობა, რაც ამ ნიადაგების დაწიდულობის ერთ-ერთ მჩვენებელია. ყოველივე ეს კი განაპირობებს მათს უარყოფით ფიზიკურ თვისებებს, მაღალჰიდროფილობას, გაჯირჯევის დიდ უნარს, წებვადობას და სხვა.

საქართველოს ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და  
მელიორაციის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 4.6.1971)

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Дж. Ш. МАЧАВАРИАНИ

### К ВОПРОСУ МИКРОМОРФОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЛИСТОЙ ФРАКЦИИ ЧЕРНОЗЕМОВОДНЫХ СЛИТЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ШИДА КАРТЛИ

Резюме

Микроморфологические, термографические и рентгенографические исследования указывают на высокое содержание в черноземовидных слитых почвах минералов номморилюнит-гидроглистистой группы, что является одним из показателей слитости уплотнения этих почв.

SOIL SCIENCE

J. Sh. MACHAVARIANI

### ON THE MICROMORPHOLOGY AND MINERALOGICAL COMPOSITION OF SILT FRACTION IN CHERNOZEM-LIKE COMPACT SOILS OF THE WESTERN PART OF INNER KARTLI

Summary

Micromorphological, thermographic and radiographic studies point to the high content of montmorillonite-hydromical group minerals in chernozem-like compact soils, which is one of the indicators of the density aggregation of these soils.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Тбилиси, 1948.
2. Г. Р. Талахадзе. Вестник СХИ ГССР, № 1, 1938.
3. მ. ჯიკაევა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 13, № 2, 1952.
4. ე. ტულუშვი. საქართველოს ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის ინსტ. შრომები, II. თბილისი, 1963.
5. А. И. Стебут. Почвоведение, № 3, 1946.
6. В. Койнгов. Сб. «Почвы Юго-Восточной Европы». София, 1964.
7. М. Н. Сабашвили, М. А. Джикаева, Сообщения АН ГССР, 41, № 2, 1966.
8. Н. И. Горбунов. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. М., 1963.
9. Э. А. Корнблум, Ф. И. Козловский. География и классификация почв Азии. М., 1963.



Н. Т. КВАРАЦХЕЛИА, Д. И. КАХАДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ОБМЕНА У ПШЕНИЦЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 23.6.1971)

В настоящей работе изложены основные результаты наших исследований по использованию азота при синтезе отдельных белковых фракций в зерне озимой пшеницы, проведенных за последние три года, с применением тяжелого изотопа азота. Эти исследования проводились с целью выяснения, за счет какой фракции белка происходит увеличение белковости зерна под действием азотных удобрений, данных как полной дозой до посева, так и в виде подкормки в разные фазы развития озимой пшеницы.

Озимая пшеница (Безостая 1) для этих исследований выращивалась в условиях вегетационного павильона на лугово-коричневой почве. Основными удобрениями, которые мы применяли в вегетационных опытах, были азотные, фосфорные и калийные.

В опыте исследовались два вида меченого азотного удобрения: аммиачная селитра  $N^{15}H_4N^{15}O_3$  и мочевины  $CO(N^{15}H_2)_2$ . Избыток атомного процента азота-15 в удобрениях составлял 10, 0  $N^{15}H_4N^{15}O_3$ , 11, 0  $CO(N^{15}H_2)_2$ .

При закладке опыта в качестве фона в почву вносили фосфор и калий из расчета 0,1  $P_2O_5$  и  $K_2O$  на 1 кг почвы. Азотные удобрения (в одинарной дозировке) давались из расчета по 0,15 г действующего начала на 1 кг почвы.

В фазе полной спелости в зерне озимой пшеницы определяли фракционный состав белка по М. И. Княгиничеву [1]. После получения отдельных фракций белков — альбумина, глобулина, проламина, глютелина и азота нерастворимого остатка — в них определяли азот по методу Кьельдаля, а затем и изотопный состав азота с помощью масс-спектрометра МИ-1305 после перевода азота образцов в элементарный, как это указано в соответствующих руководствах [2].

Изотопный анализ фракционного состава белка показал, что распределение  $N^{15}$  между различными белковыми фракциями неодинаково. По данным таблицы, в фазе полной спелости по обогащению тяжелым изотопом азота-15 независимо от вариантов выделяются спирторастворимая и щелочерастворимая фракции белка.

Как показывает изотопный анализ фракционного состава белка, участие азота, поступившего в растение из разных форм азотных удобрений, при синтезе отдельных белковых фракций различно и зависит от формы азотного удобрения.

В наших исследованиях из аммиачной селитры на построение фракции проламина и глютелина растение израсходовало 94 и 74 мг азота удобрения соответственно, на альбумин — 31 мг и на глобулин — только 23 мг. Из мочевины на построение фракции проламина вынос



азота удобрений практически тот же (95 мг). Что касается остальных фракций белка, особенно глютелина, глобулина и частично альбумина, то из мочевины азота поступает больше — 91 и 37 мг соответственно (см. таблицу), чем из аммиачной селитры.

Эффективность той или иной формы азотных удобрений в первую очередь определяется способностью растений поглощать данное вещество в нужных количествах и скоростью синтеза белков за счет даваемых растению соединений азота. Аммиачную селитру превосходит мочевины, которая способствует более интенсивному синтезу биологически данных белков — глютелинов, глобулинов и альбуминов.

Распределение азота между фракциями белка в зерне пшеницы в зависимости от дозы и формы удобрений

Формы и дозы азот- т (мг/сосуд) до посева	Фракции белка	Внос азота, мг/сосуд	Избыток в атом- ных, %	Вынос азота (мг) из		К использования удобрений, %
				почвы	удобрений	
Селитра 750	Альбумин	45	7,04±0,05	14	31	4,0
	Глобулин	31	7,40±0,10	8	23	3,0
	Проламин	121	7,81±0,06	27	94	12,5
	Глютелин	101	7,42±0,06	27	74	9,8
	Остаток	45	6,57±0,04	16	29	3,8
1500	Альбумин	45	7,36±0,05	12	33	2,2
	Глобулин	37	7,78±0,07	8	29	1,9
	Проламин	147	8,26±0,06	27	18	8,0
	Глютелин	133	7,89±0,05	25	88	5,8
	Остаток	46	7,54±0,05	12	34	2,2
Мочевина 750	Альбумин	49	8,39±0,06	12	37	5,0
	Глобулин	52	8,49±0,07	12	40	5,3
	Проламин	123	8,56±0,05	28	95	12,6
	Глютелин	119	8,50±0,07	28	91	12,0
	Остаток	49	7,88±0,06	15	24	4,5

Такое действие мочевины, несомненно, является положительным в деле улучшения качества зерна озимой пшеницы. Гунар и А. Ф. Калининский предложили, что мочевины активизирует процессы азотного обмена в растениях, в частности образование сульфидрильных групп. Это предположение было экспериментально подтверждено [3].

Двойная доза аммиачной селитры вызывает дальнейшее накопление азота удобрений во фракциях проламина и глютелина. При этом накопление азота удобрений в остальных фракциях белка мало меняется (см. таблицу). Таким образом, повышение содержания суммарного белка под действием двойной дозы аммиачной селитры обусловлено главным образом увеличением содержания в белке спирторастворимой и щелочерастворимой фракций.

Из таблицы видно, что интенсивность использования почвенного азота на синтез белковых фракций в зерне пшеницы, по сравнению с азотом удобрений, ниже и мало меняется по вариантам.

Из всего поступившего в растение количества азота, участвующего в синтезе отдельных белковых фракций, на долю азота удобрения приходится около 70—80% (в зависимости от фракций и вариантов), а на долю почвенного азота — 20—30%.

Представлялось интересным выяснить вопрос: для синтеза каких белков используется азот подкормки, данной в разные фазы развития растений, и имеются ли различия в использовании при синтезе отдельных белков, по сравнению с предпосевным внесением. С этой целью до посева вносились соли с естественным содержанием изотопов, а после посева в те же сосуды были даны в подкормку соли азота, обогащенные  $N^{15}$ . В результате при изотопном анализе было обнаружено обогащение фракций азотистых веществ  $N^{15}$ , что явилось прямым доказательством поступления и превращения в растении азота подкормки.

Как было отмечено выше, азотное удобрение, внесенное до посева, увеличивает содержание общего белка в зерне пшеницы главным образом за счет фракций проламина и глютелина. Эта закономерность сохраняется и при подкормке озимой пшеницы в фазе кущения лишь с той разницей, что увеличение общего белка в зерне пшеницы за счет фракции глютелина и особенно проламина происходит интенсивнее, по сравнению с внесением азотных удобрений до посева. При этом повторяется положительный эффект мочевины при синтезе альбуминов, глобулинов, и глютелинов, по сравнению с аммиачной селитрой.

Азот, данный в виде подкормки в поздние фазы развития пшеницы (колошение), еще больше включается в образование спирторастворимых и щелочерастворимых фракций белка. Аналогичные данные были получены и другими исследователями [4—7]

Проявляется определенная связь между относительным обогащением белковых фракций тяжелым азотом и их содержанием в общем белке: чем больше данной белковой фракции в общем белке, тем выше ее относительное обогащение меченым азотом. Так, содержание различных белковых фракций в общем белке эндоспермы зерна в фазе полной спелости было следующим: проламин — 33—40, глютелин — 28—29, азот нерастворимого остатка — 11—14, альбумин — 9—10 и глобулин — 6—11% от извлеченного азота (в зависимости от вариантов).

Таким образом, меченный азот, данный растениям как при посеве, так и в виде подкормки, неравномерно используется при синтезе различных белков. Также различие можно объяснить тем, что, во-первых, в зерне синтезируется неодинаковое количество этих белков (больше проламина, меньше глютелина и еще меньше альбумина и глобулина); во-вторых при синтезе этих белков аминокислоты используются не в одинаковых соотношениях.

Институт почвоведения, агрохимии  
и мелиорации ГССР

(Поступило 25.6.1971)

საგანმანათლებლო  
სამსახურის  
გამომცემი

Б. კვარაცხელია, ჯ. კახაბაძე

სორბლის აზოტოვანი ცვლისა და კვების შესწავლისათვის

რეზიუმე

საშემოდგომო სორბლის ჯიშის „უფხო 1“-ის აზოტის კვების საკითხების შესწავლა წარმოებდა სავეგეტაციო მეთოდით, მდებლს ყავისფერი ნიადაგის პირობებში. დადგენილია, რომ მცენარის მიერ მეთვისებული აზოტიდან, რომელმაც მონაწილეობა მიიღო ცალკეული ცილის ფრაქციების სინთეზში, სასუქის აზოტის ხარჯზე მოდის 70—80% (ცილის ფრაქციასა და ვარიანტზე დამოკიდებულებით), ხოლო ნიადაგის აზოტის ხარჯზე — 30—20%.

ცილის ფრაქციების შემცველობა მარცვალში შესამჩნევად იცვლება სხვადასხვა ფორმის აზოტიანი სასუქებით კვებისას. ნიშანდებული ამონიუმის გვარჯილის აზოტი ყველაზე მეტად ერთვება სპირტში ხსნადი და ტუტეში ხსნადი ცილის ფრაქციების მოლეკულის წარმოქმნაში, ხოლო მარდოვანას ნიშანდებული აზოტი პროლამინისა და გლუტელინის ფრაქციების შემცველობის ზრდის პარალელურად, განაპირობებს ბიოლოგიურად სრულფასოვანი ცილის ფორმების ალბუმინისა და გლობულინის ინტენსიურ სინთეზს (ამონიუმის გვარჯილასთან შედარებით).

ხორბლის აზოტიანი სასუქებით გამოკვებისას, საერთო ცილის შემცველობის ზრდა მარცვალში ძირითადად გამოწვეულია პროლამინისა და გლუტელინის ფრაქციების შემცველობის ზრდის ხარჯზე.

## AGRICULTURAL CHEMISTRY

N. T. KVARATSKHELIA, J. I. KAKHADZE

### TOWARDS THE STUDY OF NITROGEN NUTRITION AND METABOLISM IN WHEAT

#### Summary

Fractional composition of wheat grain proteins significantly changes depending on different nitrogen fertilizer forms. With ammonium nitrate labelled nitrogen was found to be more involved in the formation of alcohol- and alkali-soluble proteins. Urea, besides increasing the prolamin and glutenin content, contributes to the accumulation of biologically more valuable forms of proteins (albumin and globulin). With nitrogen in the additional nutrition, the increase of total protein in wheat grains occurs generally at the expense of the prolamin content.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Княгинчев. Биохимия зерна. Л., 1951.
2. А. В. Петербургский. Практикум по агрономической химии. М., 1968.
3. А. Ф. Калининевич. Сб. «Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений». М., 1964.
4. А. Н. Павлов, Т. И. Колесник. Физиология растений, т. 12, вып. 2, 1965.
5. А. Н. Павлов, Т. И. Колесник. Физиология растений, т. 13, вып. 4, 1966.
6. G. Michael, H. Faust, B. Blume. Z. f. Pfl. Düng. Boden. Bd. 91, 2, 1960.
7. G. Michael, B. Blume, H. Faust. Z. f. Pfl. Düng. Boden. Bd. 92, 2, 1961.



А. А. КАНДЕЛАКИ

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАМБИЯ В ГЛАВНЫХ И БОКОВЫХ КОРНЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 9.6.1971)

Распространение деятельности камбия в подземных частях дерева является весьма интересным и актуальным вопросом для анатомов и физиологов растений. Тем не менее данный процесс недостаточно изучен. Касающиеся его сведения противоречивы, что объясняется проведением исследований в различных климатических условиях.

Нашей целью было изучение распространения деятельности камбия в главных и боковых корнях клена полевого (*Acer campestre* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) Для микроскопических исследований в Цодорети (960 м н. у. м.) за вегетационный период бралось по три экземпляра каждого древесного вида. Подопытные экземпляры выкапывались под пологом леса с полнотой 05—06, в одном и том же местообитании. Образцы для микросрезов вырезались со ствола на высоте 10 см от поверхности почвы, у корневой шейки (0,0 см) и из главного корня на глубине 5, 10 и 15 см. Микропрепараты приготавливались также от всех боковых корней, находившихся на глубине до 15 см, по длине их распространения через каждые 3—4 см. Возраст исследуемых нами древесных экземпляров составлял 5—8 лет. Результаты исследования даны в таблице.

Периоды деятельности камбия в стволах и корнях древесных растений

Вид древесного растения	Начало деятельности камбия					Конец деятельности камбия				
	Ствол (на высоте 10 см от поверхности почвы)	Корневая шейка	Главный корень			Ствол (на высоте 10 см от поверхности почвы)	Корневая шейка	Главный корень		
			5 см	10 см	15 см			5 см	10 см	15 см
<i>Acer campestre</i> L.	6.VI	8.VI	11.VI	13.VI	17.VI	9.IX	12.IX	17.IX	24.IX	30.IX
	31.V	2.VI	6.VI	9.VI	15.VI	13.IX	15.IX	23.IX	26.IX	30.IX
	22.V	25.V	30.V	3.VI	7.VI	13.IX	14.IX	19.IX	23.IX	28.IX
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	28.V	28.V	1.VI	3.VI	12.VI	12.IX	13.IX	20.IX	22.IX	26.IX
	30.V	31.V	7.VI	12.VI	18.VI	25.IX	25.IX	3.X	8.X	17.X
	20.V	21.V	31.V	4.VI	12.VI	11.IX	13.IX	23.IX	1.X	10.X

Как видно из данных таблицы, деятельность камбия начинается в стволе, постепенно переходя далее в базальную часть дерева, а затем





в корнях. Так у корневой шейки *Acer campestre* L., по сравнению со стволом, реактивация камбия запаздывает на 2—3 дня, тогда как *Fraxinus excelsior* L. начинает формирование древесины в обеих надземных точках одновременно или же разница в сроках реактивации не превышает 1 дня.

В корнях начало образования элементов ксилемы наблюдается значительно позже, и это особенно четко выражено у представителя кольцесосудистых пород *Fraxinus excelsior* L. Такая закономерность распространения ростовых процессов была обнаружена нами ранее [1—3], однако она касалась лишь боковых корней. Средняя скорость распространения ростовых процессов для главного корня клена составляет: от корневой шейки до глубины 5 см — 4 дня, от 5 до 10 см — 3 дня и от 10 до 15 см — 5 дней. У ясеня обыкновенного данные сроки составляют соответственно 7, 4 и 8 дней, что свидетельствует о том, что клен со средней скоростью распространения деятельности камбия на любом участке превосходит ясень.

Как видно из нашей работы, реактивация камбия в корнях намного отстает от реактивации в надземных частях. Представляет большой интерес причина задержки в базальной части ствола нисходящих ауксинов, которые при переходе в корни как бы встречают трудно проходимую преграду. Исследованиями [4] установлено, что колебание количества ростовых веществ коррелировано с кривой прироста, но несколько опережает прирост. Ростовые вещества образуются в верхней части кроны дерева, а затем распространяются базипетально, через корневую шейку, в корни. Для реактивации камбия в начале вегетации основным фактором является температура [5], так как в это время в почве имеется большое количество влаги. Г. Калдевей [6] изучив транспорт индолилуксусной кислоты в отрезках генеративных побегов *Fritularia meleagris* и определив при этом количество транспортированной индолилуксусной кислоты, рассчитал плотность потока ауксина. Он установил, что с повышением температуры скорость транспорта увеличивается, достигая максимума при 30°C.

Ярким доказательством правильности выводов данного эксперимента служат исследования, проведенные в различных температурных условиях. Даже в одних и тех же, древесных экземплярах камбий начинает функционировать на стороне, обращенной к северу, позднее, чем на южной стороне [7]. По данным А. П. Тыртыкова [8], у северных пределов лесов СССР нижняя сторона поверхностных корней нарастает медленнее, чем верхняя. Данный факт автор объясняет тем, что в условиях крайнего севера наблюдается резкое падение температуры на глубине от 5 до 10 см. Температурным режимом объясняется, по нашему мнению, задержка в наших условиях на определенное время процесса формирования древесины у корневой шейки. Температура почвы на глубине 10, 20 и 30 см, измеренная нами при взятии образцов древесины, является подтверждением нашего мнения о температуре как главной факторе в распространении деятельности камбия в различных частях дерева. Так, в третьей декаде мая, когда в надземных частях большинства наших подопытных экземпляров началась деятельность камбия, температура воздуха колебалась от 16 до 18°C, а температура почвы — между 8 и 10°C. Отсюда следует, что основным препятствием для распространения ростовых веществ от базальной части растения в корни является неблагоприятная для роста в толщину температура, которая медленно и в ослабленном виде передается в глубину почвы.

В боковых корнях камбий начинает функционировать всегда после образования первых древесных элементов в тех участках главного корня, откуда они выходят. Формирование древесины, по сравнению с главным корнем, протекает слабо. В некоторых корнях древесина образуется неравномерно, очажками или же камбиальная деятельность ограничивается формированием 1—2 сосудов. Встречаются даже такие корни, которые за весь вегетационный период не проявляют признаков деятельности камбия. Данное явление более яркое выражение находит в самых молодых корнях; чем моложе боковой корень, тем слабее протекает в нем процесс формирования древесины. Такой слабый вторичный рост в молодых корнях, по всей вероятности, вызывается тем, что проводящие системы главных и боковых корней, как отмечает К. Эсау [9], первоначально не связаны друг с другом и связь между ними устанавливается лишь позднее, по мере развития соединяющих их клеток.

Окончание формирования древесины, как и его начало, протекает базипетально; в первую очередь она заканчивается в стволе, затем у корневой шейки, а позднее в корнях.

После окончания формирования древесины в главном корне, по мере удаления от поверхности почвы, постепенно прекращается деятельность камбия и в боковых корнях.

Окончание деятельности камбия в главном корне на глубине 5 см в наших условиях совпадает с падением температуры при достаточной увлажненности почвы до 11°С.

Таким образом, при окончании деятельности камбия, как и в ее начале, большую роль играют метеорологические условия вегетационного периода. П. Крамер и Т. Козловский [10] считают, что корни вообще не имеют наследственного периода покоя и что наблюдаемая периодичность в подземных частях является результатом влияния температуры и влажности почвы, наличия кислорода и питательных веществ.

Тбилисский институт леса

(Поступило 10.6.1971)

მეცნიერება

ა. კანდელაკი

კამბიუმის მოქმედების გავრცელება მერქნიან მცენარეთა მთავარ და გვერდითა ფესვებში

რეზიუმე

შესწავლილია ბუნებრივ პირობებში, 05—06 სიხშირის ტყის კორომის კალთის ქვეშ, 5—8-წლიან მინდვრის ნეკერჩხლისა (*Acer campestre* L.) და ჩვეულებრივი იფნის (*Fraxinus excelsior* L.) მაგალითზე. კვლევამ გვიჩვენა, რომ კამბიუმის მოქმედება ღეროდან ვრცელდება ნიადაგის სიღრმისაკენ, უპირველეს ყოვლისა მთავარ ფესვში, შემდგომ კი თანდათანობით, იმ გვერდითა ფესვებში, რომელთა ფუძეც ეხება საზარდი პროცესების გავრცელების ადგილს. ამასთან, დადგენილია, რომ ვეგეტაციის დაწყებისას მიწისზედა ნაწილებთან შედარებით ფესვებში კამბიუმის მოქმედების დაგვიანების ძირითადი მიზეზი ნიადაგში ტემპერატურული ფაქტორის შედარებით გვიან და შესუსტებული სახით გადაცემაა.

A. A. KANDELAKI

 SPREAD OF THE ACTIVITY OF CAMBIUM IN THE MAIN ]  
 AND LATERAL ROOTS OF TREE PLANTS

## Summary

The spread of the activity of cambium in the main and lateral roots of field maple, *Acer campestre* L. and European ash, *Fraxinus excelsior* L. has been studied. It has been ascertained that the reactivation of cambium begins in the trunk, passing gradually further into the basal part of the tree and then into the roots. It has also been found that the main obstacle to the spread of growth processes from the basal part to the roots at the beginning of vegetation is the slow penetration of temperature through the depth of the soil.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Канделаки. Сообщения АН ГССР, XLIV, 2, 1966.
2. А. А. Канделаки. Сообщения АН ГССР, XLVII, 2, 1967.
3. А. А. Канделаки. Труды Тбил. ин-та леса, т. XVII, 1968.
4. Л. Н. Бородкина. Сб. иссл. в лесах Сибири, ч. 2. Красноярск, 1968.
5. Э. Д. Лобжанидзе. Камбий и формирование годичных колец древесины. Тбилиси, 1961.
6. Н. Kaldewei. Wiss. Z. Univ. Rostock. Math.—naturwiss. Reihe, 16, 1967.
7. М. Бюсген. Строение и жизнь наших лесных деревьев. М.—Л., 1961.
8. А. П. Тыртыков. ДАН СССР, т. XXVIII, 4, 1951.
9. К. Эсау. Анатомия растений. М., 1963.
10. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений. М., 1963.



Г. Ш. НАХУЦРИШВИЛИ

## О ФОТОСИНТЕЗЕ ВЫСОКОГОРНЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КAVKAZA ЗИМОЙ

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 16.6.1971)

В субальпийском поясе Центрального Кавказа, в районе пос. Казбеги (от 1850 до 2000 м н. у. м.) нами выявлен ряд зимнезеленых травянистых и кустарничковых растений (*Festuca varia*, *F. ovina*, *Carex buschiorum*, *C. meinshauseniana*, *Draba repens*, *Saxifraga juniperifolia*, *Daphne glomerata*, *Vaccinium vitis idaea* и некоторые другие), которым в малоснежные зимы приходится приспосабливаться к очень низким температурам воздуха и почвы. Достаточно отметить, что очень часто здесь зимой минимальная температура воздуха опускается до  $-25^{\circ}$ , причем зимой же бывают и такие дни, когда дневная температура воздуха повышается до  $+10^{\circ}$  и устьица листьев зимневегетирующих растений открываются полностью. Почва же в течение всей зимы остается здесь сильно промерзшей. Наблюдения над осмотическим давлением зимой показало, что у названных зимнезеленых растений концентрация клеточного сока очень низка (1—3 атм.) [1]. С целью выяснения ассимиляционной способности растений зимой нами в январе и феврале 1970 и 1971 гг. радиометрическим методом [2] были проведены соответствующие наблюдения.

До того как перейти к рассмотрению полученных результатов, считаем нужным отметить, что исследований по фотосинтезу высокогорных растений зимой мало. Первые очень краткие сведения по ассимиляционной способности альпийских растений зимой приводятся в работе [3], в которой отмечается низкий фотосинтез зимнезеленых растений поздней осенью, ранней весной и зимой и, вместе с тем, указывается, что при оттепели зимой же фотосинтез значительно повышается. Лишь за последние 15 лет в Швейцарских Альпах, у верхнего предела леса, широко развернулись зимние наблюдения по фотосинтезу в основном хвойных растений [4—6].

Влияния низких температур на высокогорные растения касаются также работы ряда авторов [7—10] и др.

Все эти исследователи указывают на хорошо выраженную ассимиляционную деятельность растений зимой даже при отрицательных температурах воздуха ( $-3$ ,  $-5^{\circ}$ ). Прекращение фотосинтеза у высокогорных растений обычно отмечается только при  $-6^{\circ}$ .

Наши наблюдения были проведены на четырех видах растений: на травянистых *Festuca varia*, *Carex meinshauseniana*, *Saxifraga juniperifolia* и на кустарничке *Daphne glomerata*.

Как показали эти исследования, при температуре воздуха  $-4^{\circ}$ , очень низкой солнечной радиации ( $0,02$  кал·см<sup>2</sup> мин) и одновременной отрицательной температуре почвы ( $-6^{\circ}$ ) у всех названных расте-





ний фотосинтез весьма слаб (см. таблицу). Несколько иная картина наблюдается при повышении температуры воздуха (до плюсовых по-

Потенциальная интенсивность фотосинтеза зимой

В и д	Месяц	Температура воздуха, °C	Солнечная радиация, кал. см <sup>2</sup> . мин	Фотосинтез, мг CO <sub>2</sub> . г. час
<i>Festuca varia</i>	Январь	-4,0	0,02	0,2
		7,0	0,52	8,4
		4,4	0,42	9,5
	Февраль	-3,0	1,02	19
		0,0	0,19	2,0
	<i>Carex meinshauseniana</i>	Январь	-4,0	0,02
7,0			0,52	9,0
4,4			0,42	9,9
Февраль		-3	0,29	2,0
		0,0	0,94	10,0
<i>Saxifraga juniperifolia</i>		Январь	4,0	0,02
	7		0,52	1,6
	3,0		0,20	6,0
	Февраль	0,0	0,73	3,6
	<i>Daphne glomerata</i>	Январь	-4	0,02
7			0,52	2,0
3,4			0,36	5,6
Февраль		-3,2	0,98	3,5
		0,0	0,23	2,4

казателей) и солнечной радиации. В это время фотосинтез сравнительно больших величин достигает у *Festuca varia* (8—9 мг CO<sub>2</sub>. г. час), в тех же условиях показатели у *Carex meinshauseniana* ниже и еще ниже они у *Saxifraga juniperifolia* и *Daphne glomerata*.

Весьма интересно, что *Festuca varia* довольно активно ассимилирует (19 мг CO<sub>2</sub>. г. час) и при -3°, однако лишь при одновременной высокой солнечной радиации (1,02 кал. см<sup>2</sup>. мин).

*Carex meinshauseniana* также имеет довольно высокий показатель фотосинтеза (10 мг CO<sub>2</sub>. г. час) при температуре воздуха 0° и высокой солнечной радиации (0,97 кал. см<sup>2</sup>. мин). *Saxifraga juniperifolia* и *Daphne glomerata* менее реагируют на повышение солнечной радиации, хотя и у них показатели ассимиляционной деятельности при -3 и 0° доходят до 3,5 мг CO<sub>2</sub>. г. час.

Таким образом, величины потенциального фотосинтеза у растений зимой, по сравнению с летними показателями, довольно низки (в 7—10 раз меньше). Однако уже тот факт, что при температуре воздуха 0 и -3° растения способны ассимилировать до 10—19 мг CO<sub>2</sub>. г. час, говорит об устойчивости этих растений к действию на них низких и даже отрицательных температур. Вместе с тем, нужно иметь в виду, что растения зимой — при низких температурах — могут ассимилировать CO<sub>2</sub> лишь в условиях высокой солнечной радиации. Ассимиляция зи-



мой может иметь место, конечно, редко и непродолжительное время. Вероятно, этим и объясняется очень низкая биологическая продуктивность зимнезеленых растений зимой.

В заключение следует отметить, что наши исследования в условиях Центрального Кавказа полностью подтверждают результаты исследований ряда экологов [3—10] в иных географических областях об ассимиляционной способности у высокогорных растений даже при отрицательных температурах ( $-3-5^{\circ}$ ).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт ботаники

(Поступило 18.6.1971)

ბოტანიკა

ბ. ნახუტყრიშვილი

ცენტრალური კავკასიონის მცენარეების ფოტოსინთეზის  
 შესახებ ზამთარში

რეზიუმე

დაკვირვების შედეგად აღმოჩნდა, რომ მცენარეებს შეუძლია ზამთარში, უარყოფითი ტემპერატურის, მაგრამ მაღალი რადიაციის პირობებში აწარმოოს ფოტოსინთეზი.

BOTANY

G. Sh. NAKHUTSRISHVILI

## ON THE PHOTOSYNTHESIS OF THE HIGH-MOUNTAIN PLANTS OF CENTRAL CAUCASUS

### Summary

The observations were conducted in the subalpine belt of the Kazbegi district. At the temperature of  $-3-4^{\circ}\text{C}$  and with solar radiation of  $1.02 \text{ cal. cm}^2/\text{min.}$  plants were found to assimilate fairly well.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ш. Нахуцришвили. Экология высокогорных травянистых растений и фитоценозов Центрального Кавказа. Тбилиси, 1971.
2. О. В. Заленский, О. А. Семихатова, В. Л. Вознесенский. Методы применения радиоактивного углерода  $\text{C}^{14}$  для изучения фотосинтеза. М.—Л., 1955.
3. E. Cartellieri. Jahrb. für Wissenschaft. Bot. 82, 1936.
4. W. Tranquillini. Planta, 49, 6, 1955.
5. A. Pisek, G. Rehner. Ber. deutsch. botanisch. Gesellsch, 4, 1958.
6. A. Pisek, W. Larcher, R. Unterholzner—Flora, 157, 1967.
7. О. В. Заленский. Эксп. бот., 10, 1955.
8. Т. А. Глаголева, Л. А. Филиппова. Проблемы ботаники, VII, 1965.
9. Ю. С. Насыров. Фотосинтез растений вертикальных поясов Таджикистана. Душамбе, 1966.
10. A. Pisek. Mitteilung der floristisch-soziologisch. Arbeits, Hf. 10, 1963.

ა. ბაბიკაშვილი

ზომიერთი ზამთარმწვანე მცენარის ფოტოსინთეზის  
თავისებურებები ნულთან ახლო მდებარე ტემპერატურაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 20.5.1971)

სასიცოცხლო პროცესების წარმართვა მხოლოდ გარკვეულ ტემპერატურულ „ბიოკინეტიკურ“ ინტერვალში ხორციელდება. უფრო მაღალი ან დაბალი ტემპერატურა შეუქცევად დაზიანებას იწვევს ორგანიზმში გადამეტხურების ან გადამეტცივების გამო. ზომიერი ჰაერის მცენარეების ფოტოსინთეზის შესაძლებლობა 0—30°-ის ფარგლებშიც აღინიშნება.

მოცემული სახეობისათვის ფოტოსინთეზის „ბიოკინეტიკური“ ინტერვალის ზუსტი საზღვარი დამოკიდებულია როგორც მცენარის ინდივიდუალურ (ონტოგენეზურ), ისე ფილოგენეზურ ადაპტაციაზე [1].

ლიტერატურული მონაცემები იმის შესახებ თუ რამდენად დაბალ ტემპერატურაზე ინარჩუნებს მცენარე ფოტოსინთეზის უნარს, მეტად საპირისპიროა, თუმცა მის შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს. მკვლევართა ერთი ჯგუფი [2, 3] არ იზიარებს ფოტოსინთეზის არსებობას ზამთრის თვეებში, ხოლო მეორე ჯგუფი აღიარებს მეზამთრე მცენარეების ფოტოსინთეზის არსებობას [4].

გამოკვლევები დაბალ დადებით და უარყოფით ტემპერატურებზე ზამთრის ვეგეტაციის მქონე ბალახოვანი მცენარეების ფოტოსინთეზის შესახებ ატარებს ფრაგმენტულ ხასიათს.

ეს ნაშრომი ეხება ზამთარში ვეგეტაციის მქონე ზოგიერთ ბალახოვან მცენარეთა ფოტოსინთეზის თავისებურებებს ნულთან ახლო მდებარე ტემპერატურაზე.

ცდებს ვატარებდით ფაქტოროსტატულ პირობებში. ამ მიზნით გამოვიყენეთ კარადა ეკლ-ტ-125, რეკონსტრუირებული ცდების საპირობების შესატყვისად. დაბალი ტემპერატურის ზღვრად ავიღეთ +4°, ხოლო უარყოფითისა — 4°. სინათლის წყაროდ გამოვიყენეთ დღის სინათლის ნათურები (დს), რომელთა საერთო ჯამური გამოსხივება შეადგენდა 10-12 ათას ლუქსს.

ფოტოსინთეზის პოტენციალურ ინტენსივობას ვზომავდით რადიომეტრული მეთოდით. ბუნებრივ პირობებში აღებულ საცდელ მასალას ვათავსებდით ცივ კარადაში 20 წუთის განმავლობაში +4° ტემპერატურაზე, რათა მცენარე შეგუებოდა გარკვეულ ტემპერატურულ პირობებს და განათებას. ამის შემდეგ მიმღებ კამერაში 10 წუთის განმავლობაში ვამუშავებდით C<sup>14</sup>O<sub>2</sub> მასალას, ვზომავდით რადიოაქტიურობას ბ-3 ტიპის დანადგარზე. რადიომეტრზე გაზომვის სიზუსტე შეადგენდა 10±2 იმპ/წ, ხოლო გაზომვის შედარებითი ცდომილება 5%-ს.

შემდეგი დაკვირვებები გრძელდებოდა ტემპერატურის თანდათანობითი შემცირებით -4°C-მდე იგივე სახეობის მცენარეთა სხვა ფოტოლებზე. საკვლევი ობიექტებად გამოვიყენეთ თბილისის ბოტანიკური ბაღის ტერიტორიაზე მოზარდი ბალახოვანი მცენარეები: სათითურა (*Dactylis glomerata*), ველის წივანა (*Festuca sulcata*), ბოლქვიანი თივაქასრა (*Poa bulbosa* v. *vivipara*) და ყუნწურუკო (*Stellaria media*). დაკვირვება ჩავატარეთ ოთხ ვადაში: დეკემბერი, იანვარი, თებერვალი და მარტი. ცდის პერიოდებიდან დეკემბერი იყო საკმაოდ თბილი, საშუალო თვეური მაქსიმალური ტემპერატურა იყო +15°C, ხოლო მინიმალური +7°C.

ზოგიერთი ზამთარში წვენი ბალახოვანი მცენარის ფოტოსინთეზის ინტენსივობა (აპ. წამშ.)

მცენარის დასახელება	ცდის ვალები	ს ა ც ლ ე ლ ტ მ შ კ ე რ ა ტ უ რ ა თ ა ი ნ ტ ე რ ვ ა რ ი									
		კონტროლი	+4°	+3°	+2°	+1°	0°	-1°	-2°	-3°	-4°
ქვინჯი	XII	3874 ± 2	275 ± 1	202 ± 2	157 ± 1	126 ± 2	92 ± 2	130 ± 2	108 ± 1	72 ± 2	60 ± 1
	I	3836 ± 2	460 ± 2	442 ± 2	395 ± 1	328 ± 2	295 ± 1	364 ± 2	218 ± 2	202 ± 1	144 ± 2
	II	2765 ± 1	416 ± 2	382 ± 2	324 ± 1	275 ± 2	218 ± 1	284 ± 1	195 ± 1	121 ± 1	56 ± 2
	III	1816 ± 1	169 ± 2	202 ± 2	169 ± 2	95 ± 2	87 ± 2	108 ± 1	92 ± 1	64 ± 1	58 ± 1
ველის წივანი	XII	5254 ± 3	504 ± 2	487 ± 2	435 ± 2	358 ± 1	297 ± 2	345 ± 2	212 ± 1	202 ± 2	135 ± 2
	I	4267 ± 1	478 ± 2	326 ± 1	275 ± 2	254 ± 1	168 ± 2	212 ± 2	178 ± 1	104 ± 2	86 ± 1
	II	3245 ± 2	456 ± 1	430 ± 2	338 ± 1	326 ± 2	217 ± 2	254 ± 1	167 ± 2	102 ± 1	58 ± 2
	III	1789 ± 2	840 ± 2	235 ± 2	202 ± 1	186 ± 2	148 ± 2	167 ± 1	105 ± 2	92 ± 2	75 ± 2
სათითურა	XII	4674 ± 2	412 ± 1	408 ± 1	395 ± 1	376 ± 2	262 ± 1	283 ± 2	225 ± 1	131 ± 1	78 ± 2
	I	3275 ± 2	376 ± 1	348 ± 2	256 ± 1	200 ± 2	175 ± 1	195 ± 1	142 ± 1	96 ± 1	76 ± 1
	II	2841 ± 1	378 ± 2	329 ± 1	272 ± 1	256 ± 2	202 ± 2	264 ± 2	145 ± 1	115 ± 2	53 ± 1
	III	1477 ± 2	284 ± 2	172 ± 2	159 ± 2	125 ± 1	108 ± 1	134 ± 2	94 ± 2	72 ± 1	58 ± 2
ზოლქვიანი თევზაქარა	XII	5605 ± 2	438 ± 2	421 ± 1	378 ± 2	325 ± 1	256 ± 2	308 ± 1	235 ± 2	229 ± 1	86 ± 2
	I	2556 ± 2	328 ± 1	306 ± 2	295 ± 1	256 ± 2	215 ± 1	275 ± 1	215 ± 1	153 ± 2	72 ± 1
	II	2076 ± 2	35 ± 3	289 ± 1	238 ± 2	205 ± 1	178 ± 2	218 ± 1	175 ± 2	142 ± 2	68 ± 1
	III	1896 ± 1	235 ± 1	178 ± 2	105 ± 2	98 ± 2	90 ± 2	108 ± 2	84 ± 1	68 ± 1	48 ± 2

ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ  $+4^{\circ}\text{C}$ -დან  $0^{\circ}$ -მდე ტემპერატურის დაწვეამ გამოიწვია ფოტოსინთეზის ინტენსივობის თანდათანობით შემცირება.  $-1^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში ფოტოსინთეზის ინტენსივობა  $0^{\circ}$ -თან შედარებით. ტემპერატურის შემდგომი დაწვეისას  $-4^{\circ}\text{C}$ -მდე ფოტოსინთეზი მკვეთრად ეცემა.

იანვარი დეკემბერთან შედარებით საკმაოდ ცივი აღმოჩნდა, საშუალო თვიური მინიმალური ტემპერატურით  $-5^{\circ}\text{C}$ , მაქსიმალური კი  $+6,5^{\circ}\text{C}$ . იანვრის მესამე დეკადაში თოვლის საფარი 10—12 სმ აღწევდა. საინტერესოა, რომ საცდელი მცენარეები მაინც განაგრძობდნენ ინტენსიურ ვეგეტაციას მიუხედავად იმისა, რომ ჰაერის ტემპერატურა საგრძნობლად შემცირდა შემოდგომის ტემპერატურასთან შედარებით. ბუნებრივ პირობებშიც ფოტოსინთეზის ინტენსივობა ამ დროს საკმაოდ მაღალი იყო. როგორც ცხრილიდან ჩანს,  $+4^{\circ}\text{C}$ -დან ტემპერატურის თანდათანობით დაწვეისას ამ მცენარეების ფოტოსინთეზი შემცირდა, მაგრამ უფრო ნაკლებ, ვიდრე დეკემბერში.

$-1^{\circ}\text{C}$ -ით ზემოქმედებამ ისეთივე ცვლილებები გამოიწვია, როგორც მიღებული იყო წინა თვეში. ამ შემთხვევაშიც ფოტოსინთეზი გაძლიერდა  $0^{\circ}$ -თან შედარებით. იმავე ცხრილიდან ჩანს, რომ იანვარში საცდელი მცენარეები გარემოს დაბალი ტემპერატურის მოქმედებას უფრო კარგად იტანენ, ვიდრე დეკემბერში. ეს გამოწვეული უნდა იყოს იმით, რომ აღნიშნული მცენარეები გარემოს დაბალ ტემპერატურას კარგად იყენებენ შეგუებულნი და ნულთან ახლოს მდებარე ტემპერატურის მოქმედება მათში მიმდინარე პროცესების მკვეთრ ცვლილებებს არ იწვევს. შემდეგი დაკვირვება ჩავატარეთ თებერვალსა და მარტში. ფოტოსინთეზის ინტენსივობა განხილულ ინტერვალში ისეთსავე ხასიათს ატარებს — ტემპერატურის დაწვევა იწვევდა ფოტოსინთეზის ინტენსივობის დაქვეითებას, ხოლო  $-1^{\circ}$ -ის მოქმედება — მის სტიმულირებას  $0^{\circ}$ -თან შედარებით.

ჩატარებული დაკვირვებების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილი ზამთარმწვანე მცენარეების ფოტოსინთეზის შესუსტებას იწვევს ნულთან ახლოს მდებარე ტემპერატურები, განსაკუთრებით მარტის თვეში. აღსანიშნავია, რომ მარტში, ყვავილობის ფაზაში მყოფი მცენარეების ფოტოსინთეზი დაბალი ტემპერატურის მოქმედების შედეგად ითრგუნება, ვეგეტაციამო მყოფ მცენარეებთან შედარებით.

ამრიგად, დადებითი და უარყოფითი ტემპერატურის ( $+4^{\circ}\text{C}$ — $4^{\circ}\text{C}$ ) მოქმედების დროს ფოტოსინთეზი არ წყდება. ტემპერატურის თანდათანობითი დაწვევა  $+4^{\circ}\text{C}$ — $0^{\circ}\text{C}$ -მდე იწვევს ამ მცენარეების ფოტოსინთეზის ინტენსივობის თანდათანობით შემცირებას.  $-1^{\circ}$ -ს უშუალო მოქმედება იწვევს მაფოტოსინთეზირებელი აპარატის გაღიზიანებას, რომელსაც მცენარე პასუხობს აგზნებით, რის შედეგადაც ფოტოსინთეზის ინტენსივობა მატულობს, ე. ი. განხილულ უარყოფით ტემპერატურათა შკალაზე აღმგზნებად ტემპერატურად შეიძლება ჩაითვალოს  $-1^{\circ}\text{C}$ .

მარტში ნულთან ახლო მდებარე ტემპერატურების ზემოქმედებით მაფოტოსინთეზირებელი აპარატი ითრგუნება უფრო მეტად, ვიდრე ზამთრის თვეებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 28.5.1971)

#### ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. А. ГАБИДЗАШВИЛИ

### ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕЗА В УСЛОВИЯХ ПРИНУЛЕВЫХ ТЕМПЕРАТУР У НЕКОТОРЫХ ЗИМНЕВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ

Резюме

Исследовались некоторые особенности фотосинтеза в условиях принудительных температур у зимневегетирующих растений. Объектами



исследования являлись произрастающие в Тбилиском ботаническом саду некоторые зимневегетирующие травянистые растения: *Dactylis glomerata*; *Festuca sulcata*; *Poa bulbosa* v. *vivipara*; *Stellaria media* (L) Cyr. Опыты проводились в факторостатических условиях, в температурном интервале:  $+4^{\circ}\text{C}$ — $0$ — $-4^{\circ}\text{C}$  радиометрическим методом. Оказалось, что зимневегетирующие растения при действии низких положительных и отрицательных температур фотосинтетическую способность не теряют. Постепенное понижение температуры вызывает уменьшение фотосинтетической способности исследуемых растений. —  $1^{\circ}\text{C}$  вызывает стимуляцию фотосинтеза по отношению к  $0^{\circ}\text{C}$ , что возможно вызвано раздражением фотосинтетического аппарата от непосредственного действия этой температуры.

PLANT PHYSIOLOGY

M. A. GABIDZASHVILI

### PECULIARITIES OF PHOTOSYNTHESIS OF SOME WINTER-VEGETATIVE HERBACEOUS PLANTS IN ZERO-TEMPERATURE CONDITIONS

#### Summary

Some peculiarities of the photosynthesis of winter-vegetative herbaceous plants in zero-temperature conditions were studied. The plants studied grow in the Tbilisi Botanical Gardens: orchard grass, *Dactylis glomerata*, sheep's fescue, *Festuca sulcata*, bulbiferous meadow grass, *Poa bulbosa* var. *vivipara*, chickweed, *Stellaria media* (L) Cyr. The experiments were conducted in factorostatic conditions. Photosynthesis was studied by the radiometric method in the following temperature range:  $+4^{\circ}\text{C}$ — $0$ — $-4^{\circ}\text{C}$ . It was found that under the action of low positive and negative temperature winter-vegetative plants do not lose their photosynthetic capacity. A gradual fall of temperatures lowers the photosynthetic capacity of the investigated plants. The temperature of  $-1^{\circ}\text{C}$  stimulates photosynthesis in relation to  $0^{\circ}\text{C}$ , which may be caused by the irritation of the photosynthetic apparatus through the direct action of this temperature.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Рабинович. Фотосинтез, т. II. М., 1951.
2. П. А. Генкель, С. А. Литвинов. Изв. Бюл. НИИ и Бюл. станции при Приморском гос. ун-те, т. VII, вып. 3. Пермь, 1930.
3. П. А. Прокофьев, Х. Х. Каримов, Р. И. Чернер. ДАН Таджикской ССР, VIII, № 1, 1965.
4. П. А. Иванов, И. М. Орлова. Журнал русск. биол. о-ва, 16, № 2—3. М., 1931.





ბ. შიხილავაშვილი

*TRITICUM ISPAHANICUM*-ის ფილოგენეტიკური შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. მენაბდემ 28.5.1971)

ისპაჰანის ხორბალი აღმოჩენილია ირანში ისპაჰანის მახლობლად ზ. დ. 2500 მ-ის სიმაღლეზე. გენეტიკოსმა ჰესლოტმა ის აღწერა, როგორც დამოუკიდებელი სახეობა *Triticum ispahanicum*-ის სახელწოდებით. [1].

კარიოტიპის მიხედვით იგი ეკუთვნის ხორბლის ტეტრაპლოიდურ ჯგუფს. ახალი სახეობის წარმოშობის შესახებ გამოთქმულია სხვადასხვა მოსაზრება [2—4]. ამ სახეობის ფილოგენეზური ადგილის დადგენის მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ შეჯვარების ციკლური მეთოდი: *Tr. ispahanicum* შეჯვარდა ხორბლის პოლიპლოიდური რიგის შემდეგ სახეობებთან: *Tr. aegilopoides* Bal., *Tr. monococcum* L. ( $2n=14$ ), *Tr. palaeo-colchicum* Men., *Tr. dicoccum* Shübl., *Tr. durum* Desf. ( $2n=28$ ); *Tr. macha* Dek et Men., *Tr. spelta* L. ( $2n=42$ ).

სახეობათაშორის ჰიბრიდებში ურთიერთდამოკიდებულება შესწავლილია  $F_1$  და  $F_2$  თაობებში. ჰიბრიდულ მცენარეთა განვითარებისა და ფორმათწარმოქმნის მიმდინარეობის მიხედვით შესაძლებელი გახდა შეჯვარებების 3 ჯგუფად დანაწილება.

1. პირველ ჯგუფს ჩვენ მივაკუთვნეთ ისპაჰანის ხორბლის შეჯვარება დიპლოიდურ სახეობებთან ( $2n=14$ ) *Tr. ispahanicum*  $\times$  *Tr. aegilopoides*, *Tr. ispahanicum*  $\times$  *Tr. monococcum*.

როგორც წესი, დადგინდა, რომ ისპაჰანის ხორბლის ( $2n=28$ ) შეჯვარების უნარიანობა გაძნელებულია როგორც ველურ, ისე კულტურულ ცალმარცვალასთან. შეჯვარების უნარი დაბალია (18—19%), თუმცა შეჯვარების შედეგად მიიღება კარგად შეესებული, აღმოცენების კარგი უნარის მქონე ჰიბრიდული თესვები. საერთოდ ისპაჰანის ხორბალსა და ცალმარცვლებს შორის შეჯვარება ხორციელდება იმ შემთხვევაში, თუ დედა მცენარედ აღებულია ქრომოსომთა უმცირესი რიცხვის მქონე სახეობა ( $2n=14$ ). ამ ჯგუფის პირველი თაობის ჰიბრიდული მცენარეები, როგორც წესი, ჰეტეროზისული განვითარებისაა. მოყვანილი ჯგუფის სახეობათა შეუთავსებლობა მცენარეთა დათავთავების პერიოდიდან იწყება. გენერაციული ნაწილი თითქმის ნორმალურად ვითარდება, მაგრამ მამრობითი ორგანოები — მტერის მარცვლები — უმეტეს შემთხვევაში დეფორმირებულია, რის შედეგად ჰიბრიდები აბსოლუტურად სტერილური რჩება.

2. მეორე ჯგუფს მივაკუთვნეთ შეჯვარებები ისპაჰანის ხორბალსა და ასლებს, ისპაჰანის ხორბალსა და მაგარ ხორბლებს შორის. ამ ჯგუფის შეჯვარებაში მონაწილეობდა ძველი კოლხური ასლი (*Tr. palaeo-colchicum*), ჩვეულებრივი ასლი (*Tr. dicoccum*) და მაგარი ხორბალი (*Tr. durum*). როგორც შედარებიდან დავრწმუნდით, ისპაჰანის ხორბალი კარგად ეჯვარება ხორბლის ამ სამივე სახეობას და იძლევა ფერტილურ თაობას. მაგრამ იმისდა მიხედვით, თუ რომელი მათგანი იღებს მონაწილეობას შეჯვარებაში, ფორმათწარ-

მოქმნის პროცესი თავისებურად მიმდინარეობს. მაგალითად, შეჯვარება *Tr. ispahanicum* × *Tr. palaeo-colchicum*-ს შორის მიმდინარეობს ისე, როგორც ეს დამახასიათებელია გენეტიკურად ახლობელ სახეობებს შორის: შეჯვარების მაღალი უნარი (81%), ჰიბრიდულ თესლთა აღმოცენების მაღალი პროცენტით (80%) და ჰიბრიდთა პირველი თაობის ჰეტეროზისული განვითარება აღნიშნულ თაობაში და ისპაჰანის ხორბლის ნიშან-თვისებებიდან ვლინდება თავთუნთა ცალფხიანობა და წავარძელებული თავთუნის კილი, ხოლო კოლხური ასლის ნიშან-თვისებებიდან — ბრტყელი თავთუნი და მრავალთავთუნიანობა.

ჰიბრიდთა მეორე თაობა ფორმათწარმოქმნის განსაკუთრებული ნაირსხვაობით ხასიათდება. სახეობრივ ნიშანთა კომპლექსის მიხედვით აქ ვლინდება *Tr. ispahanicum*-ისა და *Tr. palaeo-colchicum* ცალფხიანი და ორფხიანი ფორმები. გარდა აღნიშნულისა, წარმოიქმნება ახალი ბიოტიპები — *Tr. palaeo-colchicum* — უფხო, *palaeo-colchicum inflatum*, *palaeo-colchicum furcatum*. ჰიბრიდულ ბიოტიპთა ნაყოფიანობა მაღალია და ის მერყეობს 0,7—2,5-ს შორის.

ამ ჯგუფის მეორე წყვილის შეჯვარებაც *Tr. ispahanicum* × *Tr. dicocum* წარმატებით მიმდინარეობს. მას ახასიათებს შეჯვარებისა და ჰიბრიდულ თესლთა აღმოცენების მაღალი უნარი (90%). პირველი ჰიბრიდული თაობის მცენარის თავთავები ძალიან ემსგავსება ჩვეულებრივი ასლის თავთავებს: თავთავები ძნელადღეწვადია და კილიანი, თავთუნები ორყავილიანებია და ორმარტივიანები.

მეორე თაობაში ვლინდება ფორმათა დიდი ნაირსხვაობა. პოპულაციაში ვითარდება *Tr. dicocum*-ის ტიპის ორფხიანი და ცალფხიანი, შებუსვილთავთაიანი ფორმები, *Tr. ispahanicum*-ის ცალფხიანი და ორფხიანი ფორმები.

მოყვანილის მსგავსად იქცევა შეჯვარება *Tr. ispahanicum* × *Tr. durum*. ამ წყვილის მეორე ჰიბრიდულ თაობაში ფორმათაწარმოქმნა დიდი ნაირსხვაობით ხასიათდება. ძირითადად გამოთიშულია ახალი ნიშნებით შეესებულებული მშობელი ფორმები: *Tr. ispahanicum* — ცალფხიანი, ორფხიანი, ცალფხიანი შებუსვილი შავი ფხით, ორფხიანი თავთუნის კილი შავი არშიით; *Tr. durum* — ცალფხიანი და ორფხიანი. გამოითიშნენ აგრეთვე თავის სახეობრივ რადიკალს მოცილებული ფორმები: *Tr. dicocum* შიშველი, შებუსვილი, თავთუნის კილი შავი არშიით და ისეთი ფორმები, რომლებიც თავისი ნიშნებით (წავარძელებული კილები) უახლოვდებიან *Tr. polonicum*-ისა და *Tr. turanicum*-ს.

საერთოდ ამ ჯგუფში მონაწილე წყვილთათვის დამახასიათებელია შეჯვარების მაღალი უნარი (60—90%), მაღალი ნაყოფიანობა და ფორმათწარმოქმნის დიდი შესაძლებლობა, რაც დამახასიათებელია ახლო მონათესავე სახეობისათვის.

3. მესამე ჯგუფში თავსდება განსხვავებულ პლოიდურ სახეობათა შეჯვარებები: *Tr. ispahanicum* (2n=28) × *Tr. macha* (2n=42),

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ამ სახეობათა შეჯვარებისას ჰიბრიდული თაობა სიცოცხლისუნარიანია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც დედის როლში ისპაჰანის ხორბალი მონაწილეობს [2]. ეს მოსაზრება ჩვენი ცდით არ დადასტურდა. მართალია, ამ სახეობათა შორის შეჯვარება გაძნელებულია, მაგრამ სრულიად შესაძლებელი. ჩვენ ცდაში შეჯვარების უნარი უდრის 15%-ს, ხოლო თესლის აღმოცენებისა — 50%-ს. ჰიბრიდულ თაობას ვღებულობთ როგორც პირდაპირ, ისე პირუკუ შეჯვარებისას და თითოეული ჰიბრიდული მცენარე ნორმალური ზრდა-განვითარებითა და მაღალი ფერტილობითაც ხასიათდება.

მეორე თაობა ხასიათდება რთული დათიშვით. პოპულაცია ძირითადად შედგება მშობელი ფორმებისა და გარდამავალ ნიშანთა მქონე ბიოტიპებისაგან. ასეთებია: *macha-ispahanicum*, *macha-dicoccum*, *dicoccum-macha*.

4. გარდა აღნიშნულისა ვლინდება სრულიად ახალი ბიოტიპები, რომლებშიც ნათლად აისახება *Tr. aestivum*-ის სახესხვაობები, *Tr. macha speltoidea*, *Tr. dicoccum inflatum*.

ანალოგიურ სურათს იძლევა შეჯვარება *Tr. ispahanicum v. uniaristatum* × *Tr. spelta v. vulpinum*.

ეს ჰიბრიდული პოპულაცია ძირითადად ზემომოყვანილ წყვილთა მსგავსად ვითარდება.

F<sub>2</sub>-ში გამოითიშნენ როგორც დედის, ისე მამის ტიპის მცენარეები, მაგრამ მასში მოცემულია სრულიად ახალი ბიოტიპებიც: *Tr. dicoccum* ვადვილებული ლეწვადობით, *Tr. dicoccum*, რომლის თავთავის ქვედა ნაწილში გაორებული თავთუნები ვითარდება. უკანასკნელი ბიოტიპები ჩვენ მიუკუთვნებ *Tr. dicoccum v. shübleri* Körn. ეს სახეობა აღწერილია კერნიკეს მიერ (1889) პოპელცდორფის ბოტანიკური ბაღიდან. მისი წარმოშობა კი უცნობი იყო, ხოლო ფლიაკსბერგერი მის წარმოშობას ჰიბრიდული გზით ითვალისწინებდა [5], რაც ჩვენი მონაცემებით დამაჯერებლად დასტურდება.

ამგვარად, მოყვანილ სახეობათა შედარებითმა შესწავლამ დაგვანახა, რომ *Tr. ispahanicum* განკერძოებულა დიპლოიდური სახეობებისაგან, რაც საერთოდ დამახასიათებელია ტეტრაპლოიდური ჯგუფისათვის; ის მჭიდრო გენეტიკურ კავშირშია ხორბლის ტეტრაპლოიდურ სახეობებთან. შედარებით ახლოა ხორბლის ჰექსაპლოიდურ ჯგუფთან; უკანასკნელ ორ შემთხვევაში ჰიბრიდული პოპულაციების შედგენილობა გამოირჩევა ფორმათაწარმოქმნის დიდი შესაძლებლობით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 3.6.1971)

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

К. М. ЖИЖИЛАШВИЛИ

### К ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ *TRITICUM ISPAHANICUM*

Резюме

Сравнительное изучение вида *Tr. ispahanicum* Heslot показало обособленность его от диплоидных видов, характерную для тетраплоидной группы, генетическую близость с другими тетраплоидными видами пшеницы и относительную близость с гексаплоидной группой пшеницы. В двух последних случаях гибридная популяция характеризуется большим диапазоном формообразования.

K. M. ZHIZHILASHVILI

 TOWARD THE PHYLOGENETIC STUDY OF WHEAT  
*TRITICUM ISPAHANICUM*

## Summary

A comparative study of the species of wheat, *Triticum ispahanicum* Heslot has shown: (a) isolation of *Tr. ispahanicum* from the diploid species—characteristic of the tetraploid group; (b) genetic affinity with other tetraploid wheat species; (c) relative affinity with the hexaploid wheat group; in the two latter cases the hybrid population is characterised by a greater range of form creation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Heslot. Extr. des C. R. de l'Académie des Sciences, t. 247, 1958.
2. П. М. Жуковский. Культурные растения и их сородичи. Л., 1964.
3. Е. Ф. Мигушова, П. М. Жуковский. Труды по прикл. бот., т. 39, вып. 3, 1969.
4. В. Ф. Дорофеев. С.-х. биол., т. 1, № 1, 1966.
5. К. А. Фляксбергер. Культурная флора СССР, т. 1, Пшеница. Л., 1935.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Л. Д. ПХАКАДЗЕ, Ц. А. ОРДЖОНИКИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ДЫХАНИЯ В ХОДЕ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА У НОРМАЛЬНЫХ И БЕСКОРКОВЫХ КОШЕК

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 21.4.1971)

Известно, что при образовании условных рефлексов соматическая двигательная условная реакция выявляется всегда позже, чем вегетативные реакции [1]. Величину вегетативных сдвигов допустимо считать мерой интенсивности эмоциональной реакции [2], поэтому интересно выяснить, как ведут себя в процессе эмоционального реагирования вегетативные показатели.

Целью данной работы является исследование вегетативных компонентов условного оборонительного рефлекса у нормальных и бескорковых кошек.

Опыты ставились на шести бескорковых и двух нормальных кошках. Изоляция неокортекса производилась по методу М. М. Хананашвили [3]. У кошек без неокортекса через 1,5—2 месяца после операции вырабатывались условные оборонительные рефлексы. Условным раздражителем служил в одних случаях метроном 120 уд/в мин, а в других — тон 500 гц, безусловным сигналом—кратковременное раздражение уха электрическим током. Регистровались частота сердечных сокращений и дыхание. Частота сердечных сокращений измерялась в трех интервалах: до начала условного сигнала в течение 30 сек, во время условного сигнала и после него в течение 30 сек.

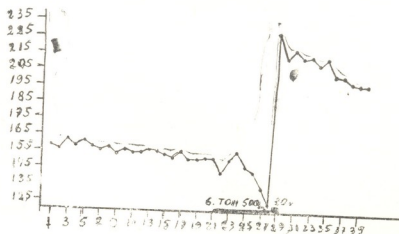


Рис. 1. Цифры по оси абсцисс—время в секундах, по оси ординат—частота сердцебиений в минутах. Утолщение сигнальной линии—условное раздражение, двойное утолщение—безусловное раздражение

Тон или метроном в отдельности, до выработки условного рефлекса вызывает ориентировочный рефлекс с заметным учащением сердечного ритма, которое продолжается и после выключения сигнала. Постепенно эта реакция ослабевает и уже после 6—8 применений тон не дает изменения сердечного ритма, что указывает на угашение ориен-



тировочной реакции. Эти данные расходятся с результатами других авторов [4, 5], которые во время ориентировочного рефлекса у кошек или не получали изменения сердечного ритма, или же наблюдали урежение сердцебиений.

Изолированное применение электрического раздражения уха вызывает сильное движение и учащение сердечного ритма и дыхания.

После этого начинали сочетание условного сигнала с электрическим раздражением. Тон 500 гц действует изолированно в течение 10 сек, после чего к нему присоединяется электрическое раздражение уха в течение полсекунды. Уже с шестого сочетания явно чувствуется тенденция к замедлению сердечного ритма на условный сигнал (рис. 1), а после 8—10 сочетаний условно-рефлекторная брадикардия выявляется постепенно как у нормальных, так и у бескорковых кошек. С началом условного сигнала затормаживается дыхание и замедляется сердцебиение (рис. 2).

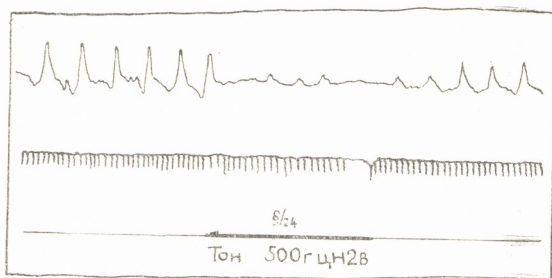


Рис. 2. Условнорефлекторное изменение дыхания и сердцебиения.  
Верхняя кривая—дыхание, нижняя—сердцебиение

Как указывалось выше, двигательный компонент условного оборонительного рефлекса выявляется позже и у бескорковых кошек постоянно выражен, но при наличии всегда меняется характер условной реакции: условнорефлекторная брадикардия оборонительного рефлекса сменяется тахикардией, однако начальное урежение сердечного ритма бывает всегда хорошо выражено (рис. 3). Совершенно очевидно, что тахикардия здесь вызвана возникновением моторной реакции.

Дифференцированный сигнал тон 1000 гц сначала вызывает такую же реакцию, как и тон 500 гц (урежение сердечного ритма), но уже с третьего применения на тон 1000 гц после начального урежения сердечного ритма, частота сердцебиений быстро возрастает и сравнивается с фоновой частотой.

Дальнейшее применение тона 1000 гц уже не влияет на сердечный ритм и дыхание.

Таким образом, полученные результаты показывают, что при выработке условного оборонительного рефлекса у кошек наблюдаются условнорефлекторная брадикардия и гипопное. Очевидно, что ожидание отрицательной эмоции у кошек связано преимущественно с активацией парасимпатических отделов вегетативной нервной системы. Эту характерную для ожиданий болевого раздражения тенденцию к уре-

жению сердцебиений отмечали П. В. Симонов [6] у людей и Г. Сантибенес [7] у кошек, тогда как другие авторы [8, 9] в таких же условиях получали тахикардию.

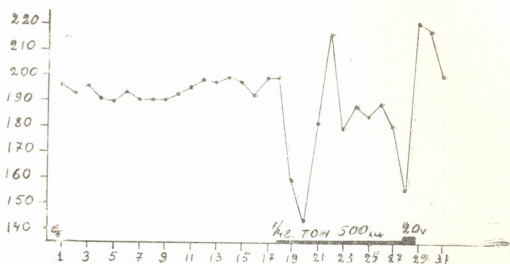


Рис. 3. Двигательный компонент меняет условнорефлекторную брадикардию на тахикардию. Обозначения те же, что на рис. 1

По мнению некоторых авторов [6], степень симпатических и парасимпатических влияний зависит от характера данной отрицательной эмоции. Активно оборонительные агрессивные реакции сопровождаются учащением сердцебиений, пассивно оборонительные — брадикардией.

Скорость образования вегетативных условных реакций у декоративных кошек (как по нашим наблюдениям, так и по данным других авторов) заметно не отличается от скорости образования таких же рефлексов у нормальных животных. При сравнении же скорости образования соматических двигательных рефлексов оказывается, что у животных без неокортекса они образуются значительно позже, чем у нормальных. Это показывает, что вегетативные компоненты условных рефлексов зависят от неокортекса в меньшей степени, чем соматические.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 6.5.1971)

აღაზიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ლ. შაბაძე, თ. ორჯონიძე

გულის ცემის სიხშირისა და სუნთქვის ცვლილებები თავდაცვითი პირობითი რეფლექსის გამომუშავების დროს ნორმალურ და უპერქო კატეზში

რეზიუმე

შევისწავლეთ თავდაცვითი პირობითი რეფლექსის ვეგეტატიური კომპონენტები ნორმალურ და უპერქო კატეზში. აღმოჩნდა, რომ თავდაცვითი პირობითი რეფლექსის დროს პირობითი სიგნალი იწვევს გულის რიტმის შე-

ნელებას და სუნთქვის შეკავებას. ამ მხრივ თვისობრივი განსხვავება არ არსებობს ნორმალურ და უქერქო კატებს შორის. როგორც ჩანს, უარყოფითი ემოციის მოლოდინის დროს კატებში პარასიმპატიკური ეფექტი ვლინდება.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

L. D. PKHAKADZE, Ts. A. ORJONIKIDZE

### CHANGES OF HEART RATE AND RESPIRATION DURING ACQUISITION OF A CONDITIONED DEFENSIVE REFLEX IN NORMAL AND DECORTICATED CATS

#### Summary

The vegetative components of a conditioned defensive reflex in normal and decorticated cats were studied. During a conditioned defensive reflex a conditioned signal was found to decrease the heart rate and inhibit respiration. In this respect no qualitative difference was found between the normal and decorticated cats. Apparently a parasympathetic effect manifests itself while the cat is expecting a negative emotion.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Ю. Беленков. Условный рефлекс и подкорковые образования мозга, 1965.
2. П. В. Симонов. Теория отражения и психофизиология эмоций. М., 1970.
3. М. М. Хананашвили. Физиол. ж. СССР, 47, 5, 1961, 661.
4. I. H. Santibanez, M. A. Saavedra, S. Middleton. Acta Biol. Exp., 23, 3, 1963, 165.
5. S. Iriew, D. R. Davies, A. C. Theacher. Nature, 200, 4910, 1963, 1026.
6. П. В. Симонов и др. ЖВНД, 14, 2, 1964, 204.
7. I. H. Santibanez, M. A. Saavedra, S. Tisler. Acta Biol. Exp., 25, 1965.
8. J. P. Seward, G. L. Humphrey. J. Comp. Physiol. Psychol., 66, 3, 1968, 764.
9. W. H. Gantt. Physiol. Rev., 40, 1960, 266.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

М. Г. МАРУАШВИЛИ

### ИЗМЕНЕНИЕ МЫШЕЧНОГО ТОНУСА ПРИ ОПУХОЛЯХ ЛОБНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурдзе 27.5.1971)

Клиника опухолей лобных долей достаточно полно освещена в литературе. Лобные доли являются крупнейшими отделами больших полушарий головного мозга. Опухоли этой локализации встречаются довольно часто.

В симптоматологии лобных поражений тонические реакции занимают одно из важнейших мест, причем особенность нарушения тонуса зависит от локализации патологического процесса в различных ее отделах.

Относительно патогенеза тонических реакций нет единогласия. Так, например, ряд авторов придерживается точки зрения, согласно которой тонические рефлексы возникают вследствие устранения тормозящего влияния коры на подкорковые образования. Эди и Кричли хватательный рефлекс на руках считают одним из проявлений тонической реакции, так же как магнитную реакцию Шустера, резкую выраженность которой можно объяснить обширностью поражения лобных долей и вторичным воздействием опухоли на подкорковую систему. А. С. Пендик описал тоническую флексорную гипертонию нижних конечностей у больных с опухолями каудального, верхнемедиального отдела лобной доли. По данным Е. А. Бунатяна, тонические реакции чаще наблюдаются при поражении медиальной стороны первой лобной извилины и реже при опухолях конвекситальной поверхности.

Таким образом, при опухолях с выраженной общемозговой симптоматологией и слабой выраженностью очаговых симптомов тонические реакции могут способствовать уточнению локализации процесса.

Для определения изменений мышечного тонуса при опухолях лобной локализации нами в 20 случаях проводились клинико-электромиографические исследования (10 опухолей чисто лобной локализации, 7 лобно-теменной и 3 лобно-височной с преимущественной заинтересованностью лобной доли).

Из 20 случаев 10 верифицированы на операции, 4—на секции. По морфологической структуре 9 арахноидэндотелиом, 2 астроцитомы, 1 ангиоретикулема и 2 глиомы. В 6 неверифицированных случаях морфологическую структуру опухолей установить не удалось, но опухоль была подтверждена ангиографически.

Возраст больных варьировал от 20 до 70 лет. Давность заболевания колебалась от 1 до 5 лет.

Наиболее существенным клиническим проявлением у всех исследованных больных была выраженная внутречерепная гипертензия, чаще с застойными сосками зрительных нервов, расстройством психики и эпилептическими припадками в большинстве случаев в виде серийных с фокальным началом.





Для определения стороны поражения имели значение нарушение функции черепно-мозговых нервов и парезы конечностей, последние наблюдались в 9 случаях и носили характер геми- или монопарезов. Явления пирамидного дефицита в виде анизорефлексии встречались у всех 20 больных, сопровождалась в некоторых случаях одно- или двусторонними патологическими рефлексиями на нижних конечностях.

В 2 случаях имелись расстройства координации в виде нарушения статики. У 2 больных наблюдались афатические расстройства.

Исследуя состояние мышечного тонуса с помощью электромиографии, мы получили данные, которые, с нашей точки зрения, можно разбить на 4 группы.

У первой группы больных (3) мышечный тонус как клинически, так и электромиографически не претерпевал изменений. Ввиду малого количества этих случаев, какой-либо закономерности тонусных изменений с характером и локализацией процесса установить не представляется возможным.

У второй группы больных (7) клинически тонусные изменения не наблюдались. Электромиографически же нам удалось установить одно- или двустороннюю тонусную патологию, чаще в виде пирамидной, реже смешанной гипертонии, преимущественно на стороне, противоположной очагу. Все эти опухоли были интрацеребральной локализации, лобные или лобно-теменные, преимущественно левосторонние.

У третьей группы больных (6) тонусные изменения как пирамидного, так и экстрапирамидного характера клинически и электромиографически совпадали.

И наконец, у больных четвертой группы (4) характер тонусных изменений не совпадал, а именно клинически выявлялась гипотония, а электромиографически — скрытая гипертония.

Клинико-электромиографические исследования мышечного тонуса у наших больных показали зависимость этих изменений от локализации и глубины опухоли.

Интрацеребрально расположенные опухоли у большинства наших больных дают возможность установить электромиографически наличие и характер изменений мышечного тонуса там, где клинически они не имели места. Эти изменения в большинстве случаев носили пирамидный характер, а иногда смешанный пирамидно-экстрапирамидный. Электромиографически они выражались в повышенной тонической электрической активности мышц конечностей противоположной очагу стороны, возникающие как спонтанно, так и при активных (синергических) реакциях.

Указанные тонусные изменения, которые нам удалось установить электромиографически при глубоком расположении опухоли с резко выраженными общемозговыми явлениями, говорят о вторичном вовлечении ретикулярной формации каудального отдела стволовых структур, в которых формируются тонусные феномены и которые анатомически тесно связаны с корой головного мозга, и, в частности, лобной.

Таким образом, результаты наших клинико-электромиографических исследований больных с опухолями лобной доли дополняют и уточняют картину тонусных изменений.

Институт клинической и  
экспериментальной неврологии  
МЗ ГССР

(Поступило 3.6.1971)



ა. მარუაშვილი

კუნთთა ტონუსის ცვლილებები უზღლის წილის სიმსივნეების დროს

რეზიუმე

მოცემულია კლინიკური და ელექტრომიოგრაფიული გამოკვლევები თავის ტვინის უზღლის წილის სიმსივნეების 20 შემთხვევაში. მათგან 14 ვერიფიცირებულია ოპერაციით და სექციით. ექვს შემთხვევაში სიმსივნე დადგინილ იქნა ანგიოგრაფიულად.

ელექტრომიოგრაფიული გამოკვლევების ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია გამოვლინებული ცვლილებების დამოკიდებულება სიმსივნის ლოკალიზაციასა და სიღრმესთან.

---

 HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY
 

---

M. G. MARUASHVILI

## CHANGES OF MUSCULAR TONUS IN FRONTAL LOBE TUMOURS

## Summary

The paper describes 20 cases of clinical and electromyographic studies of frontal lobe tumours. 14 cases were verified on operation and section and in 6 cases tumour was ascertained angiographically. On the basis of electromyographic investigations the dependence of the revealed changes on the localization and depth of the tumour is shown.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

О. С. БАКРАДЗЕ

К ВОПРОСУ О СРАВНИТЕЛЬНОЙ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ  
ЗРИТЕЛЬНОЙ И СОМАТОСЕНСОРНОЙ СИСТЕМ МОРСКИХ  
СВИНОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 1.6.1971)

Большинство работ, касающихся радиобиологических эффектов, в основном охватывает лишь пострadiационный период повреждения нервной системы. В литературе имеется ряд исследований, посвященных изменениям фоновой электрокортикограммы (ЭКоГ) [1—6] у разных видов животных, в том числе у морских свинок [7, 8]. Однако пока нет сведений об изменениях вызванной электрической активности в различных сенсорных системах при адекватном и неадекватном стимулировании «под лучом» у этих животных. В настоящей статье описаны результаты изучения динамики изменений вызванной активности «под лучом» в первичной зрительной (Col) и соматосенсорной (Cs) областях коры мозга морских свинок при фотостимуляции и электрокожном раздражении.

Опыты проводились в хронических условиях. Животным предварительно вживлялись серебряные электроды в указанные выше области коры головного мозга.

Регистрация ЭКоГ и амплитудно-спектральный анализ осуществлялись при помощи энцефалографа и анализатора ЕА-21 фирмы Санъей. Адекватное зрительное и электрокожное раздражение производилось от электронного стимулятора. Интенсивность каждой вспышки составляла 2 дж, а сила электронного раздражения 2—3. Перед облучением животные адаптировались к темноте. Облучение проводилось на рентгеновской установке типа РУТ-11 при условиях 200 кв, 20 мА без фильтра (1 мм Al). Во всех опытах мощность дозы равнялась 400—450 рад/мин.

Начало облучения сопровождалось диффузной десинхронизацией фоновой ЭКоГ, продолжительность которой обычно не превышала 2—5 минут. Механизм этого широко известного факта [1, 2, 9] полностью еще не выяснен, поэтому при изложении результатов основное внимание будет уделено тем изменениям, которые наблюдались после восстановления исходной ЭКоГ. На фоне радиационной десинхронизации при дозе 2—3 крад на 5-й минуте облучения в зрительной коре имело место увеличение вызванных ответов на фотовспышку (рис. 1,Б), а при дозе 4—6 крад на 10-й минуте (рис. 1,В) — их уменьшение. На 20-й минуте облучения (9—12 крад) (рис. 1,Г), как и следовало ожидать [5, 6, 10], вызванные ответы на фотовспышку исчезли, тогда как в соматосенсорной коре вызванные ответы на электрокожное раздражение не претерпели существенных изменений.

Из этих данных следует, что у морских свинок, так же как и у других млекопитающих, наиболее раннее угнетение вызванных ответов на адекватное зрительное стимулирование является следствием пов-

реждения сетчатки. Это предположение подтвердили наши опыты с выключением рецепторного аппарата зрительного анализатора путем электрического раздражения G1 [10].

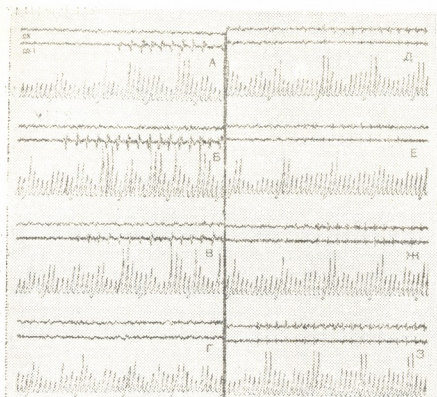


Рис. 1. Сравнительная динамика изменений электрокорковых ответов в соматосенсорной и зрительной проекционных областях коры мозга при электрокожном раздражении и фотостимуляции ненаркотизированная свободноподвижная морская свинка): А—Г—фотостимуляция, Д—З—электрокожное раздражение, А—Д—до лучевого воздействия, Б—Е—на 5-й минуте облучения, В—Ж—на 10-й минуте, Г—З—на 20-й минуте. Объяснения в тексте

В процессе дальнейшего облучения в зрительной коре вызванные ответы на фотостимуляцию больше не восстанавливались, тогда как в соматосенсорной коре вызванные ответы на электрокожное раздражение сохранялись вплоть до гибели животных, хотя их форма претерпевала существенные изменения.

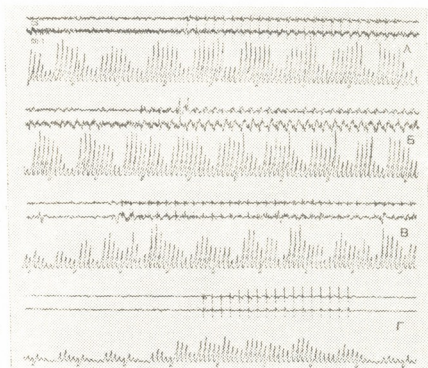


Рис. 2. Продолжение рис. 1; А—на 80-й минуте облучения, Б—на 130-й минуте, В—на 140-й минуте, Г—на 180-й минуте. Объяснения в тексте

На 140-й минуте облучения (доза 55—60 крад) (рис. 2, В) наблюдалось уменьшение отрицательного компонента вызванного ответа, а на 180-й минуте (доза 75—80 крад) (рис. 2, Г) — полное его исчезновение. При этом положительный компонент вызванных ответов практически не изменялся. Относительная радиорезистентность вызванных ответов в соматосенсорной коре и их сравнительно быстрое исчезнове-

ние в зрительной коре при воздействии ионизирующей радиации подтверждает результаты исследований, проведенных в нашей лаборатории [5, 6, 10], согласно которым исчезновение зрительного ответа обусловлено повреждением периферического аппарата зрения.

Представляет особый интерес своеобразное изменение вызванных ответов в предтерминальной стадии облучения. В соматосенсорном ответе, так же как и в зрительном, вызываемом раздражением G1 [10], наблюдается сначала уменьшение, а далее полное исчезновение отрицательного компонента вызванных ответов. По-видимому, в обоих случаях такой эффект обусловлен более ранним радиационным повреждением аксодендритных синапсов верхних слоев коры головного мозга, отражением активности которых, как известно, является отрицательное колебание вызванных ответов [11]. Подтверждением этому может служить тот факт, что возбуждающий постсинаптический потенциал тел пирамидных нейронов, выражением которых является положительная фаза первичного ответа, сравнительно резистентен к действию рентгеновых лучей [12].

Сравнение этих данных свидетельствует о том, что ионизирующая радиация не имеет какого-либо избирательного влияния на корковые представительства соматосенсорного и зрительного анализаторов.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 3.6.1971)

აქადემიისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ო. ბაკრაძე

ზღვის გოჭების მხედველობითი და სომატოსენსორული სისტემების  
 უმდარებითი რადიომგრძობელობის საკითხისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია მხედველობითი და სომატოსენსორული სისტემების უმდარებითი რადიომგრძობელობა. ცდები ტარდებოდა დაუნარკოზებულ და დაუფიქსირებელ ზღვის გოჭებზე. იმ დროს, როდესაც გამოწვეული პასუხები მხედველობით გამღიზიანებელზე თავის ტვინის ქერქში საბოლოოდ ითარგუნებოდა 13—18 კრადი დოზების ზემოქმედების შემდეგ, პასუხი კანის ელექტრულ გაღიზიანებაზე ქერქის შესაბამის მიმღებ უბანში უმდარებულ იყო სიკვდილამდე. ჩატარებული ცდების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ ზღვის გოჭებში, ისე როგორც სხვა ცხოველებში, მხედველობით სისტემაში მომხდარი ცვლილებები მთლიანად გამოწვეულია ბადურის რადიაციული დაზიანებით.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

O. S. BAKRADZE

ON THE RELATIVE RADIOSENSITIVITY OF THE VISUAL AND  
 SOMATOSENSORY SYSTEMS IN GUINEA PIGS

Summary

Relative radiosensitivity of the visual and somatosensory systems was studied. Experiments were carried out on unanesthetized and unrestrained guinea pigs. The cortical evoked responses to visual stimuli were found to



become abolished at the dose of 13—18 krads, while those induced by electrical skin stimulation persisted until the death of the animal. The data obtained allow to conclude that the changes occurring in the visual system of guinea pigs must be induced by radiation damage of the retina.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Г. Григорьев. Лучевые поражения и компенсация нарушенных функций. М., 1963.
2. М. Н. Ливанов. Некоторые проблемы действия ионизирующей радиации на нервную систему. М., 1962.
3. К. Ш. Надарейшвили. Вопросы влияния ионизирующей радиации на сердечно-сосудистую систему. Тбилиси, 1966.
4. H. Gangloff, O. Hug. In: *Advances in Biological and Medical Physics.*, 10, 1, 1965.
5. К. Ш. Надарейшвили, О. С. Бакрадзе. Радиобиология, 8, 4, 1968, 548.
6. К. Ш. Надарейшвили, О. С. Бакрадзе. Сб. «Современные проблемы деятельности и строения центральной нервной системы», II (XV). Тбилиси, 1968.
7. H. L. Andrews, K. C. Brace. *Am. J. Physiol.*, 175, 138, 1953.
8. K. C. Brace, H. L. Andrews, E. C. Thompson. *Am. J. Physiol.*, 179, 1954.
9. D. J. Kimeldorf, E. L. Hunt. *Ionizing radiation: Natural function and behaviour.* N. Y.-L., 1965.
10. О. С. Бакрадзе. Сообщения АН ГССР, 61, 1, 1971, 157.
11. А. И. Ройтбак. Сб. «Современные проблемы электрофизиологических исследований нервной системы». М., 1964.
12. А. И. Ройтбак, К. Ш. Надарейшвили, К. И. Моисеенко. Сб. «Современные проблемы деятельности и строения центральной нервной системы». II (XV). Тбилиси, 1968, 173.



ა. კვიციანი

ჰიპოთალამუსის გალიზიანებინ ბაზაზე მიღებული პირობითი რეფლექსი ახალი ძირის ბაზოთიზმად და ბაზოთიზმის შემადგენელი

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 16.5.1971)

სხვადასხვა სახის პირობით რეფლექსზე ახალი ქერქის გამოთიშვის გავლენის შესახებ აზრთა სხვადასხვაობა არსებობს [1, 2].

აზრთა სხვადასხვაობა აგრეთვე ტენის ღეროვანი ნაწილის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წარმონაქმნის — ჰიპოთალამუსის გალიზიანების ბაზაზე ემოციური რეაქციების მიღების შესახებ. მასერმანის [3] აზრით, ჰიპოთალამუსის უშუალო ელექტრული გალიზიანება ფსევდო ემოციურ რეაქციებს იწვევს. ამის გამო, ჰიპოთალამუსის გალიზიანების საფუძველზე შეუძლებელია პირობითი რეაქციის მიღება. რიგ ავტორთა [4—6] მონაცემების მიხედვით ჰიპოთალამუსის გალიზიანების ბაზაზე შესაძლებელია პირობითი რეაქციების გამომუშავება.

ჩვენი ამოცანა იყო ჰიპოთალამუსის გალიზიანების საფუძველზე გამოვეყენებინა პირობით-ემოციური რეაქცია და გავვერკვია ამ რეაქციის ბუნება ნორმალურ და ახალ ქერქგამოთიშულ კატებზე.

ამ მიზნით კატებს ნემბუტალის საერთო ნარკოზის ქვეშ სტერეოტაქსური ხელსაწყოთა საშუალებით ვუწერავდით კონსტანტანის მავთულის 150 მკ დიამეტრის შქონე ბი-ან მონოპოლარულ ელექტროდებს. ჩანერგვას ვაწარმოებდით ნიმერისა და შნაიდერის ატლასის გამოყენებით ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა უბნებში (დორზალური არე, პერივენტრიკულური არე, ვენტრომედიალური ბირთვი). ექსპერიმენტებს ვიწყებდით ჩანერგვიდან 5—10 დღის შემდეგ, დიდ საექსპერიმენტო გალიაში. ჰიპოთალამუსის ზემოთ აღნიშნულ უბნებს ვალიზიანებდით ბიპოლარულად სინუსოიდალური იმპულსებით, ცვლადი დენის გენერატორიდან. ძალის ინტენსივობას ვცვლიდით 3—10 ვოლტის ფარგალში, სინშირე უდრიდა 50 ჰერცს. პირობითად ვიღებდით საშუალო ინტენსივობის ზარს ან გენერატორის ტონს. ჰიპოთალამუსის გალიზიანების ბაზაზე გამომუშავებული პირობითი რეაქციის ბუნების გარკვევისათვის ვაწარმოებდით: 1) ჰიპოთალამუსის გარკვეული უბნების, როგორც ცალმხრივ, ასევე ორმხრივ დაზიანებას, რის შემდეგ ვაკვირდებოდით რეაქციებს პირობით სიგნალზე; 2) ახალი ქერქის გამოთიშვას დასაწყისში ვახდენდით ექსტრაპაციის მეთოდით, შემდეგ კი მ. ხანანაშვილის [7] მეთოდით. ახალი ქერქის გამოთიშვის ოპერაცია გადაიტანა 7 კატამ, აქედან 4 კატაზე წინასწარ გვქონდა გამომუშავებული შიშის პირობით-ემოციური რეაქცია, 3 კატაზე კი წინასწარ გამომუშავებული რეაქცია არ გვქონდა.

ნორმალურ კატებზე ჰიპოთალამუსის დორზალური ან პერივენტრიკულური არის საშუალო ინტენსივობის ძაბვით (3—4 ვოლტი) გალიზიანება შიშის რეაქციას იწვევს: ცხოველი კრთება, უგანიერდება გუგები, კნავის, დადის იქეთ-აქეთ ან იატაკზე გართხმული ადგილს ინაცვლებს ერთი მიმართულებით, ცდილობს თავი დააღწიოს საექსპერიმენტო გალიას. გალიზიანების განანგრძლივებისას ცხოველი აწარმოებს ურინაციას და ზოგჯერ დეფეკაციასაც. იგივე უბნების დიდი ძაბვით (7—10 ვოლტი) ხანმოკლე გალიზიანება იწვევს ცხოველის გააფთრებას — კატა დარბის ქაოსურად, ეჯახება საექსპე-

რომენტო ვალიის კედლებს და პირს ისე ამოძრავებს, თითქოს რალაცას კბენს, ზოგჯერ კიდურებით ახდენს დარტყმით მოძრაობას. ჰიპოთალამუსის ვენტრომედიალური ბირთვის ზღურბლოვანი ძალით გაღიზიანებაზე თავიდანვე შეინიშნება აგრესიის რეაქცია, რომელიც გამოიხატება ძალის გაზრდით ვადლის ცხოველის გააფთრებულ სირბილში. ზემოთ აღნიშნული უბნების ელექტრული გაღიზიანების შეწყვეტიდან 2—3 წუთის შემდეგ კატები მშვიდდებიან.

ნორმალურ კატებზე ბგერითი სიგნალი, რომელზედაც წინასწარ ვაქრობდით საორიენტაციო რეაქციას, ჰიპოთალამუსის აღნიშნული უბნების ელექტრულ გაღიზიანებასთან რამდენიმე (3—10) შეუღლების შემდეგ იწვევს შიშის პირობით-ემოციურ რეაქციას. ეს რეაქცია დასახელებული უბნების უშუალო ელექტრული გაღიზიანებით მიღებულ შიშის რეაქციასთან შედარებით ნაკლები ინტენსივობისაა. იგი ძირითადად ატარებს საორიენტაციო რეაქციის სახაით შიშის აშკარად გამოხატული კომპონენტების დართვით — ცხოველს უგანიერდება გუგები, უზშირდება სუნთქვა, ამახვილებს ყურადღებას, ზოგჯერ კნავის, მოძრაობს შეშინებული ან აპირებს გაქცევას. ხშირად ბგერის მოქმედების დროს, ისევე როგორც ძირითადი გაღიზიანების დროს, ცხოველი სპეციალურად მიცემულ საკვებს არ ეკარება და ბგერის შეწყვეტიდან მხოლოდ 5—10 წამისა და ზოგჯერ უფრო მეტი დროის გავლის შემდეგ იწყებს ჭამას. არა მარტო პირობითი სიგნალი, არამედ მთელი საექსპერიმენტო გარემო და თვით ექსპერიმენტორიც ცხოველში იწვევს უარყოფით-ემოციურ რეაქციას — ცხოველი წინააღმდეგობას გვიწვევს გალიაში მოთავსებისას, გვკაწრავს და სხვა.

ბგერაზე გამოიწვევებული პირობითი საორიენტაციო რეაქცია შიშის აშკარა კომპონენტებით ინახება 2—3 კვირის განმავლობაში.

ნორმალურ კატებზე ჰიპოთალამუსის იმ უბნების (ვენტრომედიალური და პერივენტრიკულური) მონოლატერალური ან ბილატერალური დაზიანება, რომელთა გაღიზიანების ბაზაზე შიშის პირობითი რეაქცია გამოიწვევდა, არ იწვევს პირობით სიგნალზე შიშის რეაქციის მოხსნას. ეს გვაძლევს საშუალებას დავასკვნათ, რომ დროებითი კავშირების შეკრა ჰიპოთალამუსის ამ უბნებში არ უნდა ხდებოდეს. ი. ბერიტაშვილის [8] აზრით, ყოველგვარი რეფლექსის გამოიწვევებისას დროებითი კავშირები წარმოიქმნება როგორც ნეოკორტექსში, ისე პალეოკორტექსში. ნეოკორტექსის მონაწილეობის გარეშე შესაძლებელია პირობითი რეფლექსების გამოიწვევა არქიპალეოკორტექსის საშუალებით. ეს იქიდან ჩანს, რომ მთელი ქერქის ამოცლისას საზოგადოდ პირობითი რეფლექსები არ მუშავდება.

მამასადამე, ჩვენი მონაცემების მიხედვით ჰიპოთალამუსის გაღიზიანების საფუძველზე მიღებული შიშის პირობითი რეაქციის სუბსტრატს არქიპალეოკორტექსი უნდა წარმოადგენდეს. ამის პირდაპირი დადასტურებაა ჩვენს მიერ კატებზე მიღებული შემდეგი ორი ფაქტი: 1. ახალი ქერქის გამოთიშვის შემდეგ, წინასწარ გამოიწვევებული შიშის პირობითი რეაქცია მთლიანად არ ქრება და შენარჩუნებულია გამარტივებული სახით. კერძოდ, თუ ახალი ქერქის გამოთიშვამდე პირობითი სიგნალი აშკარად გამოხატულ შიშის რეაქციას იწვევდა კვების აქტის შეკავებით, ახალი ქერქის გამოთიშვის ოპერაციის შემდეგ პირობით სიგნალზე კარგად შეიმჩნევა მხოლოდ საორიენტაციო რეაქცია შეკრთომითა და ყურადღების გამახვილებით. სხვა ბგერები კი ამ რეაქციას არ იწვევს. 2. ახალ ქერქგამოთიშულ კატებზე შეეძლოთ გამოგვემუშავებინა შიშის პირობით-ემოციური რეაქცია ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა უბნების (ვენტრომედიალური ბირთვი, დორზალური არე) და მეზენცეფალური ბადებრივი ფორმაციის ელექტრული გაღიზიანების საფუძველზე. მხოლოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ახალი ქერქის გარეშე შიშის პირობითი რეაქციის მისაღებად ნორმალურ კატებთან შედარებით შეუძლებელია უფრო მეტი რიცხვი იყო საჭირო. ნორმალური კატებისაგან განსხვავებით ახალ ქერქგამოთიშულ ცხოველებში შიშის პირობითი რეაქციის შენახვა უფრო ნაკლებ

ბი დროის განმავლობაში ხდებოდა — ნორმალურებში 2—3 კვირა, ოპერირებულებში რამდენიმე დღე. ამგვარად, ახალი ქერქის როლი უარყოფითი ემოციური რეაქციების მიმართ უნდა მდგომარეობდეს შიშის რეაქციის შენახვის გახანგრძლივებაში.

ემოციური რეაქციების სუბსტრატს რომ არქიპალეოკორტექსი წარმოადგენს, ამისი ერთ-ერთი დამადასტურებელი ფაქტია ის, რომ არსებობს ჰიპოთალამუსის ყველა უბნის მნიშვნელოვანი კავშირები არქიპალეოკორტექსის სხვადასხვა წარმონაქმნებთან [9].

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 18.6.1971)

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. В. КВИРЦХАЛИЯ

**УСЛОВНАЯ РЕАКЦИЯ, ВЫРАБОТАННАЯ НА БАЗЕ  
 РАЗДРАЖЕНИЯ ГИПОТАЛАМУСА, ДО И ПОСЛЕ  
 ВЫКЛЮЧЕНИЯ НОВОЙ КОРЫ**

Резюме

Условная отрицательная реакция страха на условный звук получена нами на базе раздражения разных участков гипоталамуса (дорзальная область, перивентрикулярная область, вентромедиальное ядро) после 3—10 сочетаний условного сигнала с безусловным. У нормальных кошек условная реакция страха, выработанная на базе раздражения разных участков гипоталамуса, сохраняется на 2—3 недели. Одностороннее или двустороннее повреждение тех участков гипоталамуса, раздражением которых получена условная реакция страха, не устраняет эту реакцию.

После экстирпации неокортекса выработанная условная эмоциональная реакция страха полностью не исчезает. Она проявляется в упрощенном виде — у таких кошек на условный сигнал сохраняется условная ориентировочная реакция в виде вздрагивания и настораживания.

У дeneоcортицированных животных вышеуказанная реакция вырабатывается только после нескольких десятков сочетаний условного и безусловного раздражителей и сохраняется только на несколько дней. Можно предположить, что как у нормальных, так и у дeneоcортицированных кошек условная отрицательная реакция страха вырабатывается главным образом через архипалеокортекс, а роль неокортекса заключается в продлении сохранения условной реакции страха.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. V. KVIRTSKHALIA

**A CONDITIONED RESPONSE EVOKED ON THE BASIS OF THE  
 STIMULATION OF THE HYPOTHALAMUS BEFORE AND AFTER  
 THE SWITCHING OFF OF THE NEOCORTEX**

Summary

On the basis of the author's experiments it may be concluded that both in the normal and deneocorticated cats the conditioned negative reaction of

fear is established mainly via the archepalaeocortex, while the neocortex mainly prolongs the retention of that conditioned reaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. А. Орджоникидзе, М. А. Нуцубидзе. Сообщения АН ГССР, 23, № 3, 1959.
2. Н. Ю. Беленков, В. Л. Сосенков. ЖВНД, 20, 3, 1970.
3. J. H. Masserman. Behavior and Neurosis. Chicago, 1943.
4. Н. Накао. Amer. J. Physiol., 194, 1958.
5. В. D. Cohen, G. W. Brown, M. L. Brown. J. Exptl. Psychol., 53, 1957.
6. А. Романюк. Нервные механизмы двигательной деятельности. М., 1966.
7. М. М. Хананашвили. Физиол. ж., СССР, 47, 5, 1961.
8. И. С. Беритов. Структура и функции коры большого мозга. М., 1969.
9. Дж. Брейди. Механизмы целого мозга. М., 1963.



ბ. ჯონაძე

## მიკროელემენტებისა და რიზობიუმის შტამების გავლენა სოიის ფოტოსინთეზზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ღურშიძემ 2.6.1971)

მიკროელემენტებისა და რიზობიუმის შტამების მოქმედებით მცენარეებში უმჯობესდება ხივითერებათა ცვლა, ძლიერდება ფოტოსინთეზის პროცესი, იზრდება მცენარეთა გამძლეობა სხვადასხვა დაავადებასა და არახელსაყრელ გარემო პირობებისადმი [1, 2].

მიკროელემენტებისა და რიზობიუმის შტამების გავლენა სამარცვლე პარკოსან კულტურებზე ნაკლებადაა შესწავლილი. გამოძინარე აქედან, ჩვენს მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა თესვების მიკროელემენტებითა და რიზობიუმის შტამებით ერთობლივი დამუშავების გავლენა ფოტოსინთეზის ინტენსივობის ცვალებადობაზე სოია „მოწინავე 7-ის“ ფოთლებში და  $C^{14}$ -ის ჩართვის ინტენსივობა ამინომჟავების, ორგანული მჟავებისა და შაქრების ფრაქციებში ვეგეტაციის ფაზებთან დაკავშირებით.

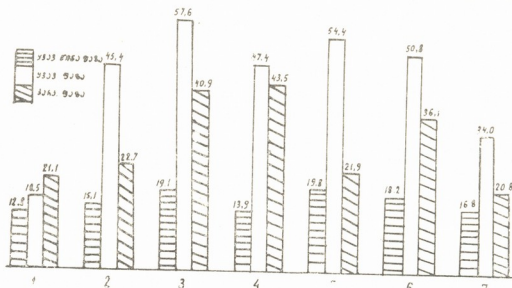
სოიის თესვები თესვამდე დავალბეთ მოლიბდენისა და მანგანუმის შემცველ მარილთა ხსნარებში ( $(NH_4)_2MoO_3$  და  $MnSO_4$  0,025 გ/ლ) 12 საათის განმავლობაში, ხოლო თესვის წინ თესვები დავამუშავეთ რიზობიუმის შტამებით (630,641, 647). ფოტოსინთეზის ინტენსივობა განვსაზღვრეთ რადიომეტრიული მეთოდით [3]. ჩვენს შემთხვევაში ნარევის წონაკი ( $BaCO_3 + BaC^{14}O_3$ ), რომელიც მოვათავსეთ 10-ლიტრიან გაზგოდერში, დამზადდა ისეთი გაანგარიშებით, რომ  $C^{14}$ -ის აქტივობა 1 ლ ჰაერზე 10 მიკროკიურს უდრიდა. ფოთლის კამერაში  $C^{14}O_2$ -ის ატმოსფეროსა და 23—25°C-ის პირობებში აღნიშნული მცენარის ფოთლები დავაყოვნეთ 10 წთ. შემდეგ ფოთლები დავაფიქსირეთ 80%-იან ეთილის სპირტში და სპირტულ გამონაწურში განვსაზღვრეთ საერთო რადიოაქტივობა 1 გ ნედლ მასალაზე გადაანგარიშებით. ამინომჟავების, ორგანული მჟავებისა და შაქრების ფრაქციები მივიღეთ იონ-ცვლადი ფისების საშუალებით [4].  $C^{14}$ -ის საერთო აქტივობისა და ფრაქციებში აქტივობის აღსარიცხავად გამოვიყენეთ მცირეფონიანი დანადგარი УМФ-1500 (ფონი 4 იმპ/წთ).

მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, თუ როგორ იცვლება ფოტოსინთეზის ინტენსივობა სოიის ფოთლებში ვეგეტაციის სხვადასხვა ფაზაში (იხ. დიაგრამა). საკონტროლოსთან შედარებით დანარჩენ ექვს ვარიანტში გაძლიერებულია ფოტოსინთეზის პროცესი ვეგეტაციის ყველა ფაზაში. საკონტროლო ვარიანტი საცდელი ვარიანტებისაგან განსხვავდება ფოტოსინთეზის ინტენსივობის მაქსიმუმითაც. საკონტროლო ვარიანტში ფოტოსინთეზი მაქსიმუმს აღწევს პარკობის ფაზაში, ხოლო დანარჩენ ვარიანტებში მაქსიმუმი ყუავილობის ფაზაშია. სწორედ აქ იჩინა თავი მიკროელემენტებისა და რიზობიუმის შტამების მოქმედების ეფექტი.

საკურადლებოა ჩვენს ცდებში შემჩნეული ფაქტი, რომ ფოტოსინთეზის ინტენსივობა და მისი მაქსიმუმიც მეტია ერთი რომელიმე მიკროელემენტისა და რიზობიუმის შტამების გამოყენებისას, ვიდრე ორივე მიკროელემენტისა და



რიზობიუმის შტამების ერთობლივი გამოყენების დროს. ფოტოსინთეზის ეფექტიანობით გამოირჩევა მოლიბდენიანი ვარიანტი.



სურ. 1. C<sup>14</sup>-ის საერთო აქტიუობა სოია „მოწინავე 7“-ის 1 გ ნედლეულში (10<sup>3</sup> იმპ/წთ): 1—საკონტროლო, 2—შტ. 647, 3—Mo+შტ. 647, 4—Mn+შტ. 647, 5—Mo+Mn+შტ. 647, 6—Mo+Mn+შერ. შტ. 630, 641, 647, 7—შერ. შტ. 630, 641, 647

C<sup>14</sup>-ის ჩართვის ინტენსივობის მხრივ შაქრების, ამინომჟავებისა და ორგანული მჟავების ფრაქციებში გარკვეული კანონზომიერება შეიმჩნევა. საკონ-  
ამინომჟავებში, ორგანულ მჟავებსა და შაქრებში C<sup>14</sup>-ის ჩართვის  
სიდიდე (10<sup>3</sup> იმპ/წთ)

ვარიანტი	ყვავილობის წინა ფაზა			ყვავილობის ფაზა			პარკობის ფაზა		
	ამინომჟავები	ორგანული მჟავები	შაქრები	ამინომჟავები	ორგანული მჟავები	შაქრები	ამინომჟავები	ორგანული მჟავები	შაქრები
საკონტროლო	3,2	0,7	8,0	4,8	1,2	12,4	5,1	2,3	13,4
შტ.647	5,0	0,8	9,2	12,4	2,8	30,2	5,3	3,4	13,8
შტ.647+Mo	7,1	1,0	11,0	16,9	3,5	37,2	6,8	3,8	30,2
შტ.747+Mn	4,7	0,9	8,2	12,8	2,2	32,4	8,0	4,4	31,2
შტ.647+Mo+Mn	6,9	0,8	12,1	13,4	5,2	35,4	5,2	2,8	13,9
შტ.630,641,647 Mo+Mn	7,1	0,7	10,5	12,2	4,8	33,6	5,8	3,9	26,2
შერ. შტამი 630,641,647	6,5	0,7	9,4	10,3	2,3	21,4	5,2	2,2	13,5

ტროლო ვარიანტთან შედარებით C<sup>14</sup>-ის ჩართვა დანარჩენ ვარიანტებში გაძლიერებულია როგორც შაქრებში, ასევე ამინომჟავებსა და ორგანულ მჟავებში — ვეგეტაციის სამივე ფაზაში (იხ. ცხრილი). C<sup>14</sup>-ის ჩართვა შაქრებში, ამინომჟავებში და ორგანულ მჟავებში (საკონტროლოსგან განსხვავებით) ყველა ვარიანტის მცენარეში მაქსიმალურია ყვავილობის ფაზაში, როცა საკონტროლო ვარიანტის მცენარე ამ შედეგს პარკობის ფაზაში აღწევს. ამ ცდებშიც C<sup>14</sup>-ის ჩართვის ინტენსივობით გამოირჩევა მოლიბდენიანი ვარიანტი.

ამრიგად, სოიის თესვების მიკროელემენტებითა და რიზობიუმის შტამებით თესვისწინა დამუშავებამ გაზარდა ფოტოსინთეზის პროცესი და მისი მაქსიმუმი (ყვავილობის ფაზაში) საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით. ასევე გაძლიერდა ჩართვა დასახელებულ ნივთიერებათა ფრაქციებშიც.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 4.6.1971)

Г. К. ДЖОХАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ШТАММОВ РИЗОБИУМА  
НА ФОТОСИНТЕЗ СОИ

Резюме

Изучено влияние предпосевной обработки семян сои Мощнаве-7 растворами солей молибдена и марганца и штаммов ризобии на изменение интенсивности фотосинтеза в листьях в зависимости от фаз вегетации, а также на интенсивность включения  $C^{14}$  в фракции аминокислот, органических кислот и сахаров. Предпосевная обработка семян сои микроэлементами и штаммами ризобии вызывает повышение интенсивности фотосинтеза, усиление включения  $C^{14}$  во все указанные фракции веществ с сохранением максимальной интенсивности этих процессов в фазе цветения.

BIOCHEMISTRY

G. K. JOKHADZE

THE INFLUENCE OF MICROELEMENTS AND THE STRAINS OF  
RHIZOBIUM ON SOYA PHOTOSYNTHESIS

Summary

The present study was concerned with the influence of presowing treatment of the *Motsinave 7* soya seeds with the salt solutions of molybdenum and manganese and the strains of rhizobium on the change of the intensity of photosynthesis in the leaves, depending on the phases of the vegetation, as well as with the influence on the intensity of the inclusion of  $C^{14}$  in the fraction of the amino acids, organic acids and sugars.

Presowing treatment of soya seeds with microelements and the strains of rhizobium causes an increase of the intensity of photosynthesis, reinforcement of the incorporation of  $C^{14}$  in all the mentioned fractions of substances, with the preservation of the maximum intensity of these processes in the phase of flowering.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Я. Школьник. Минер. элементы и механизм фотосинтеза. Кишинев, 1969.
2. И. Ф. Беликов. Физиол. растений, 1961, 8, № 3, 265—269.
3. О. В. Заленский, О. А. Семихатова, В. Л. Вознесенский. Методы применения радиоактивного углерода  $C^{14}$  для изучения фотосинтеза. М.—Л., 1955.
4. Р. Я. Школьник, Н. Г. Домац, В. Г. Костилов. Биохимия, т. 6, 26, вып. 4, 1961, 621—625.

О. Т. ХАЧИДЗЕ

## ВКЛЮЧЕНИЕ $C^{14}$ РАДИОАКТИВНОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ В БЕЛКИ ЛИСТЬЕВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 10.6.1971)

В настоящее время доказано, что образование белка в листьях растений тесно связано с процессом фотосинтеза, и белок листьев считается одним из продуктов фотосинтеза [1—5].

Эксперименты, проведенные в атмосфере радиоактивной углекислоты, показывают, что углерод, поглощенный в процессе фотосинтеза, включается в белки различных структур клетки [6—9], при этом на основании изучения локализации синтеза белка в листьях особая роль приписывается хлоропластам [7—9].

Ранее нами были опубликованы данные об образовании аминокислот в листьях виноградной лозы в процессе фотосинтеза по фазам вегетации [10]. В настоящей статье приведены полученные нами результаты, касающиеся включения радиоактивного углерода, поглощенного в процессе фотосинтеза в белках листьев виноградной лозы при различных экспозициях, и распределения  $C^{14}$  в белках клеточных структур листьев.

Для опытов были взяты плодоносящие лозы сорта Ркацители. Опыты мы ставили в камерах из органического стекла в атмосфере  $C^{14}O_2$ , концентрация углекислоты составляла 1%, а удельная радиоактивность  $C^{14}$  — 100 мк/л. Свободные аминокислоты экстрагировали 80% спиртом. Из нерастворимых в спирте остатков белок экстрагировали 2% NaOH, осаждали трихлоруксусной кислотой (конечная концентрация 5%), осадок промывали 5% ТХУ, смесью спирт-хлороформ-серный эфир (2:2:1), 96% спиртом, эфиром и высушивали. Гидролиз белка проводили в 6 N HCl в запаянных ампулах в течение 24 часов при  $t$  110°C. Соляную кислоту упаривали в фарфоровых чашках на водяной бане.

Для хроматографии была применена хроматографическая бумага марки М, предварительно промытая раствором трилона Б. Растворителем служила смесь *n*-бутилового спирта, уксусной кислоты и воды в двух соотношениях — 40:10:50 и 40:15:5, каждую смесь пропускали по 3 раза. После хроматографии получали радиоавтограммы на рентгеновских пленках и идентифицировали отдельные компоненты. Отсчет радиоактивных пятен вели торцовым счетчиком БФЛ-25 на установке ПП-8.

Для установления распределения радиоактивного углерода в белках фракций клетки опыты проводили на молодых и старых листьях. Листья помещали на 10 минут в ток  $C^{14}O_2$ , удельная радиоактивность составляла 250 мк/л. Для фракционирования по 20 г листьев растирали в растворе 0,5 М глюкозы с фосфат-NaCl буфером, pH 7,2. Экстракты фильтровали в четырехслойной марле. Отдельные фракции выделяли дифференциальным центрифугированием. Ядра и осколки кле-

29. „მეცნიერება“, ტ. 64, № 2, 1971



ток осаждали при 500 г 3 минуты, хлоропласты — при 5000 г 5 минут, митохондрии — при 20 000 г 20 минут, рибосомы — при 110 000 г 60 минут. Из надосадочной жидкости белок осаждали 5% ТХУ. Все операции проводили при 0—4°C. Полученные фракции обрабатывали по Си кевичу [11]. Во фракциях белков определяли радиоактивность.

Опыты, проведенные на целых растениях, показали, что с увеличением экспозиций сильно изменяется распределение радиоактивности во фракциях свободных и белковых аминокислот листьев.

При 1-минутной экспозиции общая радиоактивность листьев составляла 275 000 имп/г/мин, при этом 10,3% радиоактивности всего усвоенного С<sup>14</sup> оказались в свободных аминокислотах, в то время как радиоактивность белковых аминокислот составляла только 0,5% от общей радиоактивности листьев. После 10 минут общая радиоактивность листьев была 1 999 000 имп/г/мин, радиоактивность свободных и связанных аминокислот — соответственно 6,5 и 2,3%.

После 1 часа общая радиоактивность листьев увеличилась до 4 447 000 имп/г/мин, соотношение радиоактивности свободных аминокислот снизилось до 6,4%, а радиоактивность фракции белковых аминокислот увеличилась до 8,3%.

Радиоактивность отдельных аминокислот белков при различных экспозициях представлена в табл. 1.

Таблица 1  
Содержание С<sup>14</sup> в аминокислотах белка при разных экспозициях (фаза цветения)

Белковые аминокислоты	Радиоактивность							
	1 минут		10 минут		30 минут		60 минут	
	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%
Аргинин			2100	4,6	9740	6,7	26 260	7,1
Аспарагиновая к-та			3150	6,5	11 920	8,2	44 390	12,0
Серин	495	33,0	8450	18,5	19 480	13,4	67 690	18,3
Глицин	785	53,0	6260	13,7	13 810	9,5	43 650	11,8
Глутаминовая к-та	191	13,0	2420	5,3	6150	4,2	13 690	3,7
Аланин	сл.		4342	9,5	14 825	10,2	30 700	8,3
Лейцин			3336	7,3	17 880	8,3	42 542	11,5
Валин			5070	11,1	12 060	12,3	31 812	8,6
Остальные аминокислоты			10970	22,0	39 970	27,0	78 054	22,0
Общая радиоактивность белковых аминокислот, имп/г/мин	1500		45 700		145 350		369 930	

При 1-минутных опытах вся радиоактивность белка оказалась в серине, аланине, глицине и глутаминовой кислоте. При 10-минутной экспозиции в белках оказались мечеными все аминокислоты, которые были радиоактивными в свободном виде. По-видимому, при таких экспозициях все аминокислоты, образовавшиеся в процессе фотосинтеза, включаются в белки.

При увеличении экспозиции постепенно увеличивается общая радиоактивность всех белковых аминокислот, но отдельные аминокислоты включаются в белки не с одинаковой скоростью. В белковых аминокислотах относительная радиоактивность аспарагиновой кислоты,



аргинина, лейцина повышается, валлина после 30 минут понижается, серина в первые 30 минут понижается, потом снова возрастает, глицина и глутаминовой кислоты гораздо выше при 1-минутных опытах.

В табл. 2 приведены данные о распределении  $C^{14}$ , поглощенного при фотосинтезе в белках клеточных фракций листьев виноградной лозы. 78% от суммарной радиоактивности белков клеточных фракций листьев оказалось в белках хлоропластов, 18—19% — в белках митохондрий, 2—3% — в белках рибосом и только 1% — в растворимых белках.

Таблица 2  
Распределение  $C^{14}$ , поглощенного в процессе фотосинтеза в белках клеточных фракций листьев разных возрастов

Белки клеточных фракций	Молодые листья (X—XI междуузлия)		Старые листья (II—III междуузлия)	
	Радиоактивность белка		Радиоактивность белка	
	имп/мин	имп/мин на 1 мг белка	имп/мин	имп/мин на 1 мг белка
Хлоропласты	1 503 425	1775	503 236	2160
Митохондрий	365 700	1590	117 390	2730
Рибосомы	35 464	1364	21 000	1500
Растворимые белки	19 800	900	7700	700

$C^{14}$  гораздо интенсивнее включается в белки молодых листьев. Общая радиоактивность белков в хлоропластах и митохондриях старых листьев оказалась приблизительно в 3 раза меньше, чем в белках этих же фракций молодых листьев.

Удельная радиоактивность белков клеточных фракций молодых и старых листьев при расчете на 1 мг белка не различается так резко. При этом удельная радиоактивность белков старых листьев даже выше, чем молодых. Это особенно характерно для белков фракций хлоропластов и митохондрий.

В наших экспериментах самая низкая удельная и общая радиоактивность была получена для растворимых белков.

Высокую удельную радиоактивность белков старых листьев наблюдал также Н. Л. Клячко [12] на основании включения  $C^{14}$ -лейцина в белки в опытах на листьях махорки и табака. Автор приходит к выводу, что удельная радиоактивность белков в старых листьях может возрастать только с усилением его распада и что в старых листьях количество белка уменьшается быстрее, чем интенсивность его синтеза, а следовательно, повышается его радиоактивность.

Изучение скорости синтеза белка и обновления аминокислот в листьях виноградной лозы нами продолжается.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений



O. ხაჩიძე

 რადიოაქტიური ნახშირორჟანგის  $C^{14}$ -ის ჩართვა ვაზის ფოთლების  
 ცილებში

რეზიუმე

შესწავლილია ფოტოსინთეზის პროცესში შთანქმეული რადიოაქტიური ნახშირორჟანგის  $C^{14}$ -ის განწილება ვაზის ფოთლის თავისუფალ და ცილის ამინომჟავათა ფრაქციებში. გამოკვლეულია წარმოქმნილ რადიოაქტიურ ამინომჟავათა ჩართვა ცილაში სხვადასხვა ექსპოზიციის დროს. დადგენილია ფოტოსინთეზის პროცესში ასიმილირებული  $C^{14}$ -ის განწილება ვაზის ახალგაზრდა და ხნიერი ფოთლების ქლოროპლასტების, მიტოქონდრიების, რიბოსომების და ხსნადი ცილების ფრაქციებში.

BIOCHEMISTRY

O. T. KHACHIDZE

 INCORPORATION OF  $C^{14}$  OF RADIOACTIVE CARBON DIOXIDE  
 INTO THE PROTEIN OF GRAPEVINE LEAVES

Summary

The distribution of the radioactive  $^{14}CO_2$  in the fractions of free and protein amino acids absorbed during photosynthesis and incorporation of the formed amino acids into proteins at various exposures have been studied. The distribution of  $^{14}C$  assimilated in the process of photosynthesis in the proteins of chloroplasts, mitochondria, ribosomes and in soluble proteins of the young and aged leaves of grapevine has been ascertained.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Начипорович. Труды Ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева АН СССР, 8, вып. 1, 1953, 3.
2. А. А. Начипорович. Труды V МБК Симпозиум VI. М., 1962, 360.
3. Т. Ф. Андреева. ДАН СССР, 102, № 1, 1955, 165.
4. Т. Ф. Андреева, Э. Я. Налъборчик, М. В. Тихомиров. Проблемы фотосинтеза. М., 1959, 272.
5. Т. Ф. Андреева. Фотосинтез и азотный обмен листьев. М., 1969.
6. В. Parthier. Biochim. et Biophys. Acta, 72, 3, 1963, 503.
7. О. П. Осипова, М. К. Николаева. Физиол. раст., 11, 1964, 211.
8. Н. М. Сисакян, И. И. Филипович. ДАН СССР, 103, 1955, 579.
9. Б. П. Плешков, Ш. Иванко. Биохимия, 21, 1956, 496.
10. О. Т. Хачидзе, П. А. Тхелидзе, И. А. Матикашвили. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 1, 1967, 85.
11. P. Siekevitz. The Journal of Biological Chemistry, 195, № 2, 1952, 569.
12. И. Л. Клячко. Физиол. раст., 15, № 4, 1968, 696.

Е. Г. ГОЦИРИДZE, М. Г. ГВАБЕРИДZE

К ИЗУЧЕНИЮ БЕЛКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА, РАСТВОРИМЫХ  
В ПОДКИСЛЕННЫХ ЛИПОРАСТВОРИТЕЛЯХ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 23.6.1971)

По литературным данным, белки головного мозга, растворимые в подкисленных липорастворителях, содержат значительное количество моноаминодикарбоновых кислот [1]. Они обладают также большой скоростью обновления [2]. Нашими исследованиями установлена возможность участия этих соединений в обмене кислотолабильного (амидного) азота [3, 4]. В нижеследующем сообщении приводятся данные дальнейшего их изучения.

Белки, растворимые в подкисленных липорастворителях, мы выделяли из головного мозга крыс (150—200 г) или кроликов (1—1,5 кг). К охлажденному водному гомогенату (2,5 мл на 1 г) добавляли трихлоруксусную кислоту (ТХУ) до 10% содержания. Осадок обрабатывали смесью метилового спирта и эфира (3:1), а затем смесью хлороформа и метилового спирта (2:1). Из объединенного экстракта нейтрализацией 1 н. NaOH осаждали исследуемые белки. Полученный осадок промывали эфиром и высушивали. Экстрагирование осадка триэтилфосфатным или боратым буфером (рН 8,6) переводит в раствор часть исследуемых белков. Эти белки изучали отдельно от белков, нерастворимых в приведенных условиях. Для сравнения электрофоретическое разделение исследуемых соединений проводили одновременно с фракционированием суммарных водорастворимых белков головного мозга и белков сыворотки крови [5]. Водорастворимые белки головного мозга экстрагировали гомогенизацией в растворе сахарозы (0,25 М, 2 мл на 1 г ткани). Центрифугирование гомогената проводили при  $105000 \times g$ . Надосадочный раствор пропускали через колонку сефадекса (g 200) при 0°C. Низкомолекулярную фракцию гель-фильтра концентрировали путем диализа в установке с сефадексом (g 200) и гумнарабиком до содержания белка 30 мг/мл.

В опытах с применением фармакологических веществ камфору (210 мг/кг живого веса) и нембутал (50 мг/кг живого веса) вводили крысам интраперитонеально. После проявления эффекта животных забивали. Извлеченный мозг делили на две симметричные половины и охлаждали до  $-4^\circ\text{C}$ . Срезы готовили из половин головного мозга различных крыс при 0°C, помещали их в двух сосудах с бикарбонатным раствором Рингера—Кребса (рН 7,4). Одну часть срезов фиксировали добавлением 10% ТХУ и охлаждали, другую инкубировали при аэробных условиях (37°C, 1,5 часа). После гомогенизации исследуемые соединения извлекали липорастворителями по вышеуказанной методике. Суммарный белок определяли по Кьельдалю, а также по Лоури [6] и биуретовым методом, аминный азот — в гидролизате 6 н. HCl (18 ча-

сов, 100°C) по Розену [7], фосфор — по Фиске-Субарроу [8], кислотолабильный азот — методом изотермической дистилляции.

Осадок, выпадающий после нейтрализации экстракта, дает положительную биуретовую реакцию, аминный азот в гидролизате этого осадка составляет 81,4% от суммарного азота. Полученные данные подтверждают белковую природу исследуемых соединений. Промывка осадка эфиром удаляет из них значительное количество фосфолипидов. Характерно, что определение по Лоури дает завышенные данные, по сравнению с методом Кьельдаля; видимо, это обусловлено большим содержанием ароматических аминокислот [9].

В осадке, полученном при нейтрализации экстракта, содержание азота по Кьельдалю составляет 54,4 мг% (из расчета на влажную ткань). При pH 8,6 (боратный буфер,  $M=0,4$ ) растворяются 8,9 мг%, остаются нерастворенными 45,2 мг%, т. е. около 84%. Содержание фосфора в осадке 2,8 мг% (из расчета на влажную ткань), а отношение азота к фосфору 19. Растворимая при pH 8,6 часть содержит фосфора больше, чем нерастворимая (отношение азота к фосфору 10 и 24 соответственно). Кислотолабильный азот в осадке составляет 7,3 мг% от суммарного азота, при этом в растворимой части белков его содержание 10%, а в нерастворимой 6,6%. Установлено, что электрофорез белков, извлекаемых из исследуемых соединений при pH 8,6 трициклатным буфером, выявляет девять фракций (рис. 1). Водорастворимые белки головного мозга дают 13—14 полос. По сравнению с белками сыворотки крови, первые три фракции исследуемых и водорастворимых белков двигаются от старта быстрее, однако они более четки на электрофореграмме исследуемых соединений.

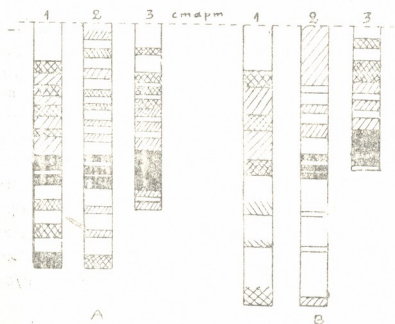


Рис. 1. Схематическое изображение электрофореграммы (крахмальный гель) белков головного мозга (1,2) и сыворотки крови (3) в кислой среде: 1—растворимая при pH 8,5 часть соединений, извлеченных подкисленными липорастворителями; 2—гомогенат после центрифугирования при  $105000 \times g$ ; А—прерывистый электрофорез, Б—непрерывный электрофорез

Содержание суммарного азота исследуемых соединений возрастает с 46,7 до 60,5 мг%, т. е. на  $13,8 \pm 5,3$  мг% при инкубации срезов головного мозга крысы, не подвергнутых воздействию фармакологических веществ, снижение кислотолабильного азота при этом статистически недостоверно. Прирост суммарного азота при инкубации срезов более заметен (37,3 мг%, т. е. с 50,7 до 88 мг%) после введения камфоры, содержание кислотолабильного азота снижается в них статистически достоверно с 7 до 5,1%. Установлено, что в аналогичных условиях опыта действие нембутала имеет противоположный характер: суммарный азот снижается с 54,5 до 50,9 мг%, содержание кислотолабильного азота при этом остается неизменным.

В ряде опытов гомогенат головного мозга предварительно освобождали от липидов смесью хлороформа и метилового спирта (2:1). Отмытый от липидов остаток обрабатывали по вышеуказанной методике. Содержание азота в осадке из экстракта, полученного таким образом, снизилось на 30%. По-видимому, это обусловлено удалением протеолипидов смесью хлороформа и метилового спирта.

Можно предполагать, что исследуемые соединения — смесь фосфатидопептидов, фосфопептидов, кислоторастворимых белков.

Итак, в головном мозге крысы содержание азота веществ, растворимых в подкисленных липорастворителях, достигает 54,4 мг%. Его количество увеличивается при инкубации срезов, увеличение более четко выявляется в головном мозге крысы, которым предварительно была введена камфора. Исследуемые соединения содержат фосфор (отношение азота к фосфору 19) и метаболически активный кислотолабильный азот.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 24.6.1971)

ბიოქიმია

ბ. გოცირიძე, მ. ჯვაბერიძე

## შემკვვებულ ლიპოგამსხნელებში ხსნადი ცილების შემწავლისათვის თავის ტვინში

რეზიუმე

ვირთავის თავის ტვინის ჰომოგენატის სამქლორმარმქავათი დამუშავებული ნალექი ლიპოგამსხნელებით ექსტრაგირდება. მიღებული ხსნარის განეიტრალება იძლევა ნალექს, რომელშიც საერთო აზოტის რაოდენობა უდრის 54,4 მგ%-ს (ქსოვილის ნედლ წონაზე), ხოლო აზოტისა და ფოსფორის შეფარდება—19-ს. ნალექის ხსნადი ნაწილი (ტრის-ციტრატის ბუფერი,  $M=0,07$ ,  $pH$  8,6)) სახამებლის გელში ელექტროფორეზის დროს 9 ფრაქციას იძლევა. ქაფურის შეყვანის შემდეგ თავის ტვინის ანათლების ინკუბირების პირობებში აღნიშნულ ნალექში აზოტოვანი ნაერთების რაოდენობა იზრდება, ხოლო მკავე-ლაბილური აზოტის რაოდენობა მათში მცირდება.

BIOCHEMISTRY

H. G. GOTSIRIDZE, M. G. GVABERIDZE

## TOWARDS THE STUDY OF BRAIN PROTEINS SOLUBLE IN ACIDIFIED LIPID-SOLVENTS

Summary

Trichloroacetic acid precipitate of the rat brain homogenate was extracted by lipid solvents. Neutralization of the extract yielded a precipitate in which the ratio of nitrogen and phosphorus was 19. The content of total nitrogen was 54.4 mg per cent (wet weight of tissue). Electrophoresis of the soluble part of the precipitate (tris-citrate buffer,  $M = 0.07$ ,  $pH = 8.6$ ) in starch gel exhibited 9 fractions. Incubation of brain slices after caffeine administration in the precipitate revealed an increase in the amount of nitrogen compounds and a decrease in acid-labile nitrogen.

## ՎՈՅՈՐՏՆԵՐԻՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. K. Gaitonde. *J. Neurochem.*, 8, 3/4, 1961, 234; *Biochem. J.*, 80, 2, 1961, 277.
2. F. Wolfgram. *J. Neurochem.*, 13, 6, 1966, 461.
3. Ս. Ա. Կոմեդյանի. *Вопросы биохимии мозга*. Ереван, 3, 1967, 243.
4. P. A. Kometiani, H. E. Klein, N. V. Gvalia, H. G. Gotsiridze. *J. Neurochem.*, 17, 1970, 1331.
5. M. D. Poulik, O. Smithies. *Biochem. J.*, 68, 4, 1958, 636.
6. J. B. Lowry. *J. Biol. Chem.*, 193, 1, 1951, 165.
7. H. Rosen. *Arch. Biochem. Biophys.*, 67, 1, 1957, 10.
8. C. Fiske, J. Subbarow. *J. Biol. Chem.*, 66, 1925, 375.
8. F. Wolfgram, A. S. Rose. *J. Neurochem.*, 8, 3, 1961, 161.



Н. Г. МГЕЛАДЗЕ

## ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА В ПЕЧЕНОЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГЕПАТИТЕ И ЦИРРОЗЕ ПЕЧЕНИ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 24.6.1971)

Общей реакцией печени в ответ на токсическое повреждение является ненормальное накопление жира в ее паренхиматозных клетках. Ожирение печени — результат отсутствия равновесия между скоростью синтеза и скоростью утилизации печеночных триглицеридов.

На уровень липидов в печени влияет ряд факторов, в частности скорость освобождения свободных жирных кислот из жировой ткани, метаболизм жирных кислот в самой печени, их синтез, окисление и внедрение в триглицеридах, выведение жира из печени в состав липопротеидов и др.

Нарушение равновесия одного из перечисленных процессов ведет к развитию жировой инфильтрации печени. Жировая инфильтрация, обусловленная воздействием различными гепатотропными ядами, вызывает нарушение основных функций печени и способствует дальнейшему развитию цирротических процессов.

Некоторыми авторами [1—4] были изучены изменения липидного обмена в печени при ее остром токсическом поражении. Однако механизм нарушения жирового обмена при развитии хронического гепатита и цирроза печени нельзя считать достаточно выясненным.

Целью настоящей работы является исследование изменения некоторых показателей липидного обмена при развитии экспериментального токсического гепатита и цирроза печени.

Указанное патологическое состояние воспроизводилось на кроликах путем подкожного введения четыреххлористого углерода по методике, разработанной А. Г. Самадшвили [5].

Наблюдения проводились на 50 кроликах, животные забивались через 1—2—3—4 месяца после введения препарата. В печеночной ткани и в сыворотке крови подопытных животных нами определялись содержание общих липидов, неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК),  $\beta$ -липопротеидов, фосфолипидов, фракции холестерина, а также липолитическая активность печени. Липиды экстрагировались по Фольчу, содержание общих липидов определялись колориметрическим методом,  $\beta$ -липопротеидов в печеночной ткани — по Бурстейну и Саман, в сыворотке — по Ледвиной, фракции холестерина — по методу Блюра, количество общих фосфолипидов изучалось по фосфору, содержание фосфора — по Фиске и Суббароу, липолитическая активность печеночной ткани — по методу, описанному Лейтес и Чжоу-Су, количество НЭЖК — по Доли. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики. Результаты приведены в виде  $M \pm m$ .

Как видно из таблицы, через месяц после введения  $CCl_4$  у кроликов содержание общих липидов в сыворотке крови, по сравнению с



контрольной группой, нарастает от 252 мг% в норме до 282 мг%. Далее на 2-м месяце введения  $CCl_4$  следует более резкое увеличение и количество общих липидов в сыворотке достигает 492 мг% ( $P < 0,0001$ ). Через 3 месяца после введения препарата содержание общих липидов несколько уменьшается и к концу эксперимента их уровень ниже нормы (221 мг%).

Параллельно наблюдается нарастание общих липидов печени. Увеличение отмечается с 1-го же месяца после введения  $CCl_4$ . В норме концентрация общих липидов в печени составляет 646 мг%. В течение 1-го месяца она достигает 710 мг%; в дальнейшем увеличение продолжается, достигая максимума (1103 мг%) на 2-м месяце после отравления. После этого следует незначительное уменьшение (по сравнению с предыдущей серией) с последующим увеличением. Эти изменения статистически достоверны ( $P < 0,001$ ).

Интересно отметить тот факт, что увеличение содержания общих липидов печени на 30—60-й день сопровождается параллельным нарастанием общих липидов сыворотки, а в более поздние сроки (90—120 дней) при уменьшении сывороточных общих липидов наблюдается увеличение общих липидов печени. По-видимому, накопление жира в печени при хроническом токсическом гепатите обусловлено усиленной мобилизацией жира из депо и поступлением в печень или же понижением липолиза триглицеридов в самом органе.

Отметим, что периодам увеличения содержания общих липидов в печени (30—60 дней) соответствует понижение липолитической активности этого органа, тогда как в периоды относительного снижения содержания общих липидов (90—120 дней) липолитическая активность либо повышалась, либо не изменялась. Надо полагать, что повышение липолитической активности печени является выражением компенсаторной реакции печени против накопления жира.

Проведенные исследования показали, что под влиянием  $CCl_4$  наблюдается повышение содержания НЭЖК. Содержание НЭЖК повышается не постоянно, а периодически на 90 и 120-й день, и это происходит тогда, когда содержание общих липидов относительно понижено.

Повышение содержания НЭЖК в периоды относительного снижения общих липидов в печени можно рассматривать, с одной стороны, как следствие повышения липолитической активности печени, а с другой, как результат нарушения ресинтеза триглицеридов в пораженной печеночной ткани.

Динамика изменения содержания  $\beta$ -липопротеидов в печеночной ткани указывает на его значительное снижение после введения  $CCl_4$ . В течение 1-го же месяца наблюдается снижение содержания  $\beta$ -липопротеидов на 33,2%, по сравнению с контрольной группой. Далее на 2—3-м месяце следует незначительное увеличение, а к концу эксперимента снижение более выражено. Аналогичным изменениям подвергаются  $\beta$ -липопротеиды в сыворотке крови. Нужно полагать, что уменьшение содержания  $\beta$ -липопротеидов обусловлено нарушением синтеза их белковой половины в печеночной ткани.

Связь уровня сывороточного холестерина и его эфиров с интенсивностью поражения печени отмечена многими авторами. Мы наблюдали снижение содержания общего холестерина и значительное уменьшение концентрации холестерин-эстеров в сыворотке крови.

Уменьшение сывороточного холестерина сопровождается падением эстерифицирующей функции печеночной ткани. В норме концентрация эстерифицированного холестерина составляет 198 мг%, далее изме-

нения менее выражены, с последующим понижением. И к концу эксперимента снижение резко выражено (на 73,1%).

Таким образом, изменение содержания общего холестерина и его эфиров зависит от продолжительности отравления. По-видимому, нарушается эстерификация холестерина в самой печени.

Полученные данные указывают на значительные изменения в содержании общих фосфолипидов, которое в норме составляет 109,3 мг%. Далее происходит некоторое увеличение с последующим уменьшением; к концу эксперимента снижение более значительно (на 51%). Нужно полагать, что уменьшение содержания общих фосфолипидов обусловлено, с одной стороны, нарушением липолиза триглицеридов в печени, а с другой стороны, нарушением образования фосфолипидов в этом органе.

На основании проведенной работы выясняется, что введение четыреххлористого углерода кроликам вызывает значительные сдвиги в обмене липидов. Выражено закономерное падение содержания общих фосфолипидов,  $\beta$ -липопротеидов и эфиров холестерина как в печени, так и в сыворотке. Наблюдается последовательное увеличение содержания общих липидов печеночной ткани, достигающее максимума на 2-м месяце введения препарата. На 120-й день в печеночной ткани происходит нарастание общих липидов, но их содержание в сыворотке крови понижается. Очевидно, в этом периоде развития жировой дистрофии печени накопление жира происходит вследствие нарушения его выхода из этого органа. Отмечается уменьшение  $\beta$ -липопротеидов в печени с самого же начала эксперимента, оно продолжается и в дальнейшем. Снижение содержания фосфолипидов наблюдается на 2-м месяце эксперимента. Изменение содержания общего холестерина и его эфиров происходит с самого же начала эксперимента (на 30-й день).

Таким образом, нарушение содержания отдельных компонентов жирового обмена происходит параллельно с углублением деструктивных процессов в паренхиме печени.

Основной причиной развития жировой инфильтрации печени, вызванной воздействием четыреххлористого углерода, является нарушение процессов выхода жира из этого органа. Нужно полагать, что задержка жиров в печени обусловлена недостаточным образованием общих фосфолипидов и  $\beta$ -липопротеидов.

Институт экспериментальной и  
 клинической терапии  
 МЗ ГССР

(Поступило 25.6.1971)

ბიოგრაფია

ბ. შავლაძე

ლიკიდური ცვლის ზოგიერთი მაჩვენებლის შესწავლისათვის ლვიძლის ქსოვილში მასპერიმენტული ჰეპატიტებისა და ციროზების დროს

რ ე ბ ი მ ე

დადგენილია, რომ კურდღლებში ოთხქლოროანი ნახშირბადის შეყვანა იწვევს ექსპერიმენტულ ჰეპატიტს და ლვიძლის ციროზს. ამ დროს სისხლში, ისე როგორც ლვიძლის ქსოვილში, მცირდება  $\beta$ -ლიპოპროტეიდები, საერთო ფოსფოლიპიდები და ესთერიფიცირებული ქოლესტერინი. ლვიძლის ქსოვილში

აღინიშნება ლიპოლიზური აქტივობისა და არაესთერიფიცირებული ცხიმოვანი შეკვებების რაოდენობის მომატება, რასაც თან სდევს საერთო ლიპიდების რაოდენობის მატება.

BIOCHEMISTRY

N. G. MGELADZE

TOWARDS THE STUDY OF SOME INDICES OF LIPID METABOLISM  
 IN LIVER TISSUE IN EXPERIMENTAL HEPATITIS AND LIVER  
 CIRRHOSIS

Summary

In rabbits administration of  $CCl_4$  caused experimental hepatitis and cirrhosis. With a decrease of the total phospholipid content, beta-lipoproteins and cholesterol esthers in the liver and serum. Successive increase of liver tissue total lipids, which reaches its peak in the second month of  $CCl_4$  administration, is observed. The growth of the lipolytic activity of the liver is accompanied by an increase of the non-esterified fatty acid content of the liver.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Дударова. Вопросы мед. химии, т. XI, в. 2, 1965.
2. R. O. Recnagel, B. Lombardi. J. Biol. Chem., v. 236, № 2, 1961.
3. R. O. Recnagel. Am. J. Pathol., 36, 1960, 121.
4. M. C. Schorz, R. O. Recnagel. Biochim. et Biophys. Acta, 41, 151, 1960, 151.
5. А. Г. Самадашвили. Актуальные вопросы экспериментальной и клинической терапии. Тбилиси, 1965.



Э. Г. ТКЕШЕЛАШВИЛИ, С. ИСКАНДАРОВ, К. С. МУДЖИРИ,  
С. Ю. ЮНУСОВ (член-корреспондент АН СССР)

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛКАЛОИДОВ *LEONTICE SMIRNOWII* TRAUTW.

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 24.6.1971)

Растения рода *Leontice* (семейства *Berberidaceae*) широко распространены на территории Средней Азии. Из них *Leontice Smirnowii* представляет эндем Грузии. Растение богато алкалоидами. Ранее из суммы был выделен только леонтамин [1].

Нами исследовалась сумма алкалоидов, полученная при экстракции сухих клубней *Leontice Smirnowii*, собранных в стадии цветения (4%). При обработке хлороформного экстракта суммы 5% серной кислотой выделен кристаллический сульфат. Из последнего получено основание, кристаллизующееся из смеси хлороформа и ацетона. Сравнением всех физических свойств указанного алкалоида нами установлена его идентичность с таспином, ранее выделенным из других видов *Leontice* [2--4].

Сумма была разделена на эфирную и хлороформную части. Хроматографированием первой на тонком слое окиси алюминия, силикагеля и на бумаге установлено наличие восьми алкалоидов.

При обработке этой сложной смеси безводным эфиром в малом количестве выделено кристаллическое основание с т. пл. 110°.

Из маточника в виде перхлората был выделен кристаллический алкалоид с т. пл. 151—152°, который составляет 10—12% от суммы. Основание оптически активное,  $[\alpha]_D +218^\circ$ , имеет состав  $C_{21}H_{25}NO_4$ , дает кристаллический перхлорат, пикрат и йодметилат. Все четыре атома кислорода в молекуле находятся в виде  $-OCH_3$ -группы.

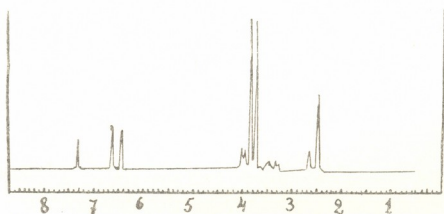


Рис. 1

В ИК-спектре, наряду с полосами поглощения метоксильных групп, имеются полосы поглощения, указывающие на наличие  $\text{>N-CH}_3$ -группы и ароматического кольца. Сигналы O,N-метильных групп и четырех ароматических p-протонов в ЯМР-спектре (рис. 1) подтверждают наличие двух симметрично замещенных бензольных колец.





Кривая адсорбции УФ-спектра сходна с таковыми алкалоидов павинизопапиновой группы. Действительно, в масс-спектре алкалоида имеются в основном два пика с  $m/e$  355 ( $M^+$ , 30%), 204 (100%). Последний соответствует иону диметоксид-N-метилизохинолина [5]. Для подтверждения этого йодметилат основания подвергали гофманскому распаду. При этом образовалось дес-N-метилоснование, в ЯМР-спектре (рис. 2) которого обнаруживались сигналы протонов четырех мето-

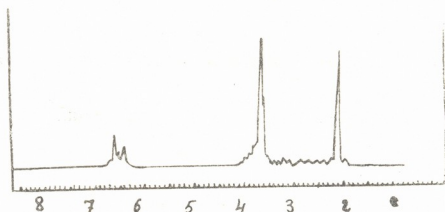
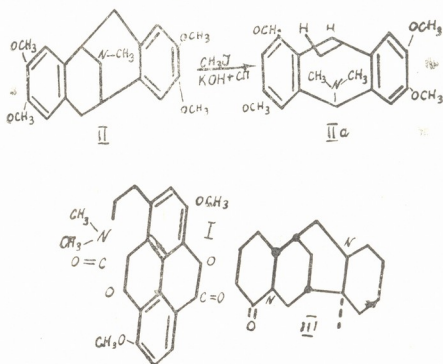


Рис. 2

кисильных и двух N-метильных групп. Наличие шестипротонного мультиплета при  $\delta$  6,5 м. д. указывает на образование еще одной двойной связи, сопряженной с двумя ароматическими кольцами (II-a) и на па-



рушение симметрии молекулы. Указанные свойства можно объяснить строением тетраметокси-N-метилпавина (II). Следовательно, основание новое, является правовращающим антиподом аргемина, выделенного из *Argemone hispiola* [6].

Из маточника d-аргемина нами выделен перхлорат с т. пл. 211°. Сравнением ИК- и масс-спектров и всех свойств этого алкалоида и l-лупанина установлена их идентичность [7].

Для хроматографии мы использовали следующую систему растворителей: хлороформ-метанол (2:1), ТСХ силикагель-типс (9:1).

Спектры ЯМР получены на приборе JNM-4H-100/100 МГц, В СDCI<sub>3</sub>, внутренний эталон ГМДС.

12,5 кг воздушно-сухих измельченных клубней смачивали 8% аммиаком и алкалоиды извлекали хлороформом; при обработке объединенных хлороформных экстрактов 5% серной кислотой выпал сероватый осадок сульфата таспина, который после перекристаллизации из воды обугливается при температуре свыше 360°. Выход 1,5 г. Кислый маточник таспина подщелачивали концентрированным аммиаком и извлекали сначала эфиром (460 г), а затем хлороформом (39 г).

Из 460 г эфирной части при сгущении после высушивания безводным сульфатом натрия выпали кристаллы с т. пл. 110—111°. Это основание хорошо растворимо во всех органических растворителях. Молекулярный вес 264 (масс-спектрометрически). Маточник после выделения основания с т. пл. 110° растворяли в метаноле, подкисляли 54% хлорной кислотой, растворитель отгоняли и растворяли в 500 мл воды. Водный раствор перхлората суммы делили на переходившие и не переходившие в хлороформ части. Из первой обработкой спиртом выделили перхлорат с т. пл. 165°. Выход 63 г.

d-аргемонин. 5,3 г перхлората обрабатывали 10% аммиаком и извлекали эфиром. При сгущении эфирного раствора выпали белые кристаллы с т. пл. 152—153°,  $[\alpha]_D + 218$  (С 2,11, спирт),  $R_f = 0,9$ . Найдено: С 71,21; 71,01; Н 7,1; 7,00; N 3,92; 3,9. Вычислено: C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>NO<sub>4</sub>; С 71,05; Н 7,09; N 3,97. М. в. = 355 (масс-спектрометрически).

Йодметилат получили при кипячении основания в спирте с йодистым метилом в течение 3 часов. После перекристаллизации из спирта т. пл. 265°.

Дес-N-метиларгемонин получили при нагревании йодметилата с 30% спиртовым раствором едкого калия в течение 5 часов. Дес-основание аморфное, хорошо растворимо в спирте, хлороформе, ацетоне,  $R_f = 0,49$ .

Не переходившие в хлороформ перхлораты подщелачивали аммиаком и извлекали эфиром. После отгонки эфира растворяли в хлороформе и делили по силе основности на 13 фракций.

При хроматографировании 4—7 фракций на колонке с силикагелем выделили перхлорат с т. пл. 211°. Выход 1,6 г.

l-лупанин. Из 1,6 г перхлората получили 1,1 г основания в виде густого бесцветного масла,  $[\alpha]_D - 75,3^\circ$  (С 2, спирт), перхлорат  $R_f = 0,52$ , м. в. = 248 (масс-спектроскопически). ИК-спектр полностью совпадает со спектром образца лупанина.

Таким образом, клубни отавника содержат 4% суммы алкалоидов, состоящей из сложной смеси алкалоидов, входящих в различные группы. Выделенный новый алкалоид оказался оптическим антиподом аргемонины.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

Академия наук Узбекской ССР  
Институт химии растительных веществ

(Поступило 25.6.1971)

БИОФИЗИКА

ბ. ტყეშელაშვილი, ს. ისახანდაროვი, ძ. მუჯირი, ს. იუზუხოვი (სსრკ მეცნ. აკადემიის  
წევრ-კორესპონდენტი)

LEONTICE SMIRNOWII TRAUTW. ალკალოიდების შემსწავლა  
რეზიუმე

საქართველოში მოზარდი მცენარე *Leontice Smirnowii* Trautw. ტუბერებიდან გამოვყავით 4% ალკალოიდების ჯამი. როგორც შემადგენლობის ჯამის დაყოფის

ფისას მივიღეთ ალკალოიდი ტასპინი, *L*-ლუპანინი და ახალი ფუძე, რაც ალკალოიდ არგემონინის ოპტიკურ ანტიპოდს წარმოადგენს. გამოყოფილი სამივე ფუძე ალკალოიდების სხვადასხვა ჯგუფებს მიეკუთვნება.

BIOCHEMISTRY

E. G. TKESHELASHVILI, L. ISKANDAROV, K. S. MUJIRI, S. Yu. YUNUSOV

INVESTIGATION OF ALKALOIDS OF *LEONTICE SMIRNOWII*  
 TRAUTW.

Summary

The sum of 4 per cent of alkaloids have been isolated from the tubers of *Leontice Smirnowii* Tr. growing in Georgia. Partition of the complex sum yielded the alkaloid thaspin, *L*-lupanine, and a new base which represents an optical antipode of the alkaloid argemonine. The reduced three bases belong to distinct alkaloid groups.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Бостоганашвили. Труды Ин-та фармакохимии АН ГССР, т. I, вып. 10, 1967, 138.
2. Т. Ф. Платонова, А. Д. Кузовков, П. С. Массаретов. ЖОХ, 23, 1953.
3. С. Искандаров, Р. Н. Нуриддинов, С. Ю. Юнусов. ХПС, 26, 1967.
4. С. Искандаров, С. Ю. Юнусов. ХПС, 132, 1969.
5. L. Dolejs, H. Hanus. J. Am. Pharm. Assoc., 40, 1951, 19.
6. S. Shermezhorn, U. Soine. J. Am. Pharm. Assoc., 19, 1949, 1955.
7. С. Ю. Юнусов, Л. Г. Сорокина. ЖОХ, 19, 1949, 1955.



მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

დ. კატარაია, ნ. ლუჩაიშვილი, ნ. რამიშვილი

საქართველოს მაღალმთიანი ზონის ზოგიერთ ნიადაგში აპტინომი-  
ციტების გავრცელების შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 23.6.1971)

აპტინომიცეტების გავრცელებისა და მათი ბიოლოგიური თვისებების შესწავლა მიკრობიოლოგიის ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს. ცნობილია, რომ აპტინომიცეტები პროდუცენტებია ბიოლოგიურად ისეთი აპტინური ნივთიერებებისა, როგორცაა ანტიბიოტიკები, ვიტამინები, ფერმენტები, ამინომჟავები და ჰორმონები. მათ ფართო გამოყენება აქვთ მედიცინასა და სოფლის მეურნეობაში. ნ. კრასილნიკოვის მიხედვით აპტინომიცეტები შეადგენენ დაახლოებით 65%-ს ნიადაგში არსებულ მიკროორგანიზმთა შორის [1]; აპტინომიცეტების გავრცელების საკითხი შესწავლილია ე. მიშუსტიჩის [2], ა. კორენიაკოს [3], ვ. კუზნეცოვისა [4] და სხვათა მიერ. საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში აპტინომიცეტების გავრცელება, მათი ანტაგონისტური თვისებები განხილულია დ. კატარაიასა და ა. კუჩავას [5] შრომაში.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა მაღალმთიანი ზონის ზოგიერთ ნიადაგში აპტინომიცეტების გავრცელება, მათი ანტაგონისტური თვისებები და ჯგუფობრივი შემადგენლობა. საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში და კავკასიონის ზოგიერთ პუნქტში 1969—1970 წლის ივლის-აგვისტოში 0—20 სმ სიღრმეზე აღებული იყო ნიადაგის 50 ნიმუში: ველის, ფართოფოთლოვანი და წიწვოვანი ტყის, სუბალპური და ალპური სარტყელში ზღვის დონიდან 800-დან 3600 მეტრამდე; ტყის ყომრალ, ჭაობიან, თიხნარ, ნახევარუდაბნოს, მთა-მდელოს და მთა-მდელოს კორდიან ნიადაგებში. ნიადაგის ნიმუშების დამუშავება, ბაქტერიებისა და აპტინომიცეტების საერთო რაოდენობის დადგენა, მათი მორფოლოგიური და კულტურალური თვისებების შესწავლა წარმოებდა იმ მეთოდებით, რომელიც ნ. კრასილნიკოვის და მათი თანამშრომლების მიერაა აღწერილი [1].

ანტაგონისტური თვისებების შესასწავლად გამოყენებული იყო შემდეგი ტესტ-ორგანიზმები: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus tumofaciens*, *Bacillus michiganensis*, *Bacterium coli*, *Sarcina lutea*, *Candida albica*, *Saccharomyces cereviceae*, *Verticillium dahliae*, *Fusarium vasinfectum*.

ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე აღებულ ნიმუშებში გავოვლინდა, რომ ტყის ყომრალ, მთა-მდელოს, მთა-მდელოს კორდიან, ალპური სარტყლის მთა-მდელოს კორდიან ნიადაგებში ბაქტერიების საერთო რაოდენობა სიმალის მატებასთან ერთად იზრდება, აპტინომიცეტებისა კი ეცემა (იხ. ცხრილი). აპტინომიცეტებით მდიდარია მთა-მდელოს კორდიანი, ალპური სარტყლის მთა-მდელოს ჭაობიანი და ნახევარუდაბნოს ნიადაგები. მათი პროცენტული რაოდენობა მიკროორგანიზმთა საერთო ოდენობიდან იცვლება 32-სა და 90%-ს შორის. ტყის ყომრალ, თიხნარ და მთა-მდელოს ნიადაგებში აპტინომიცეტების ოდენობა კი შედარებით მცირეა 8—9% (იხ. ცხრილი).

ტყის ყომრალ, თიხნარ, ნახევარუდაბნოს, ჭაობიან, მთა-მდელოს, მთა-მდელოს კორდიან და ალპური სარტყლის მთა-მდელოს კორდიან ნიადაგებიდან გამოყოფილი იყო აპტინომიცეტის 800 კულტურა.





მორფოლოგიური და კულტურალური თვისებების შესწავლის საფუძველზე დადგენილია მათი ჯგუფობრივი შემადგენლობა. ტყის ყომრალი ნიადაგის ნიმუში, აღებული ზღვის დონიდან 800—900 მ სიმაღლეზე, მდიდარია აქტინომიციტებით, რომლებიც მიეკუთვნება *Griseus*, *Chromogenus*, *Fradia*, *Globisporus*, *Olivaceus*, *Aurantiacus*-ის წარმომადგენლებს, ხოლო 1700 მ

ნიადაგის ტიპი	სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 1 გ მშრალ ნიადაგში ხოტ-პეტონიან ავარზე	აქტინომიციტები გლეჯობიან საკვებ არეზე	
			რაოდენობა	%
ტყის	800—900	780.00	2200.0	29
	1000	1442.500	1900.0	18
ყომრალი	1250—1500	1200000	24.000	19
	1700	2856.500	1440.0	5
თიხნარი	1200	966.000	1200.0	12
ნახევარუდაბნოს	1400	88.000	6400.0	70
ჭაობიანი	1870	25.000	18000.0	32
მთა-მდელოს	1800—1900	700.00	100.00	14
	2000—2500	15000.0	120.00	8
მთა-მდელოს კორდიანი	1900	268000	246000	90
ალპური სარტყლის მთა-მდელოს კორდიანი	3500—3600	310000	120.000	40

სიმაღლეზე ამავე ტიპის ნიადაგში გამოვლინდნენ რუხი, ვარდისფერი, იისფერი და წითელი ფერის კულტურები. ნახევარუდაბნოსა და ჭაობიან ნიადაგებში გვხვდება მხოლოდ რუხი და ვარდისფერი აქტინომიციტები, ხოლო თიხნარი ნიადაგი გარდა ზემოთ ხსენებული ორი ჯგუფისა შეიცავს კიდევ ცისფერ აქტინომიციტებს. მთა-მდელოს ნიადაგში, 1900 მ სიმაღლეზე გამოვლინდნენ რუხი, მურა, ვარდისფერი და იისფერი აქტინომიციტები, ხოლო 2000—2500 მეტრზე კი გავრცელებულია *Griseus*-ს და *Fradia*-ს ჯგუფის კულტურები. მთა-მდელოს კორდიანი ნიადაგი 1900 მ სიმაღლეზე შეიცავს რუხ და ყვითელი ფერის აქტინომიციტებს, ხოლო 3500—3600 მ *Griseus*, *Fradia* და *Globisporus*-ის ჯგუფის წარმომადგენლებს.

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგში აქტინომიციტების შესწავლის შედეგად მივიღეთ, რომ ტყის ყომრალი ნიადაგის ნიმუში, რომელიც აღებული იყო ზღვის დონიდან 800—900 მ სიმაღლეზე, მდიდარია აქტინომიციტებით, ხოლო თიხნარი, ნახევარუდაბნოს, მთა-მდელოს, ჭაობიან, მთა-მდელოს კორდიან, ალპური სარტყლის მთა-მდელოთა კორდიან ნიადაგებში აქტინომიციტების შემცველობა შედარებით ერთფეროვანია. რუხი ფერის აქტინომიციტებით მდიდარია ტყის ყომრალი, თიხნარი, ნახევარუდაბნოს, ჭაობიანი, მთა-მდელოს, მთა-მდელოს კორდიანი და ალპური სარტყლის მთა-მდელოს კორდიანი ნიადაგები. მათი რაოდენობა უდრის გამოყოფილი აქტინომიციტების 50%-ს. მურა და ვარდისფერი აქტინომიციტები გვხვდებიან 16%-მდე. რაც შეეხება *Globisporus*, *Violaceus*, *Ruber*, *Glaucus*, *Olivaceus* და *Aurantiacus* ჯგუფის აქტინომიციტები მცირე რაოდენობითაა—1—4%-მდე.

ანტაგონისტური თვისებების გამოკვლევის საფუძველზე აღმოჩნდა, რომ აქტინომიციტები აქტიური არიან გრამდადებითი ბაქტერიების მიმართ?—66%-მდე, ხოლო გრამუარყოფით ბაქტერიებზე მოქმედებს 2,5%, სოკოებზე 1,5—4%, საფუარებზე 1,5—5%.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 24.6.1971)



## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

დ. თ. პატარაია, ნ. ვ. დურმიშიძე, ნ. ვ. რამიშვილი  
 К ИЗУЧЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКТИНОМИЦЕТОВ  
 В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ ВЫСОКОГОРНОЙ ЗОНЫ ГРУЗИИ

## Резюме

Исучено распространение актиномицетов в буроземной, болотистой, суглинистой, полупустынной, горно-луговой, горно-луговой дерновой почвах. Выявлено, что с возрастанием высоты над уровнем моря количество бактерий в горно-луговой, горно-луговой дерновой, горно-луговой дерновой альпийского пояса и в буроземной почвах увеличивается, а актиномицетов уменьшается. Во всех исследуемых почвах преобладающее количество выделенных актиномицетов (50%) относится к серой группе *Griseus*. Довольно широко распространены актиномицеты групп *Chromogenus* и *Fradia* (16%). Актиномицеты групп *Globisporus*, *Violaceus*, *Ruber*, *Glaucus*, *Olivaceus* и *Aurantiacus* встречаются сравнительно редко (1—4%).

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

D. T. PATARAYA, N. V. DURMISHIDZE, N. V. RAMISHVILI

TOWARDS THE STUDY OF THE ACTINOMYCETE DISTRIBUTION  
 IN SOME SOILS OF THE HIGHMOUNTAIN ZONE OF GEORGIA

## Summary

The distribution of actinomycetes in the brown earth, swampy, loamy, semi-arid, mountain meadow, and mountain meadow soddy soils was studied. It was found that with an increase of altitude the number of bacteria increases in the mountain meadow, mountain meadow soddy, alpine-belt mountain meadow soddy and brown earth soils, whereas that of actinomycetes decreases. In all the soils under study the majority of the identified actinomycetes belong to the gray group, *Griseus* (50%). The actinomycetes of the groups *Chromogenus* and *Fradia* are distributed widely enough (16%). The actinomycetes of the groups *Globisporus*, *Violaceus*, *Glaucus*, *Olivaceus* and *Aurantiacus* occur comparatively rarely (1—4%).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Красильников. Актиномицеты-антагонисты и антибиотические вещества. М., 1950.
2. Е. Н. Мишустин. Успехи совр. биол., XXXVII, 1, 1954.
3. А. И. Коренько, А. Г. Кучаева, И. Е. Мишустина. Микробиология, XXIV, 1, 1955.
4. В. Д. Кузнецов. Микробиология, XXIX, 4, 1960.
5. Д. Т. Патарая, А. Г. Кучаева. Сообщения АН ГССР, XLVI, № 2, 1967.

Л. А. КАНЧАВЕЛИ (академик АН ГССР), Г. С. КАЛИЧАВА

О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ И ЗАБОЛЕВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

В данной работе методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) проведено сравнительное исследование процесса фотосинтеза в здоровых и пораженных листьях табака и лимона, изучены спектры действия свободнорадикальных центров, возникающих в фотосистеме I при освещении ее красным светом. Эти центры, называемые пигментом-700 (p-700), характеризуются узким сигналом ЭПР с  $g=2,0025$  и полушириной  $\Delta H \sim 7$  эрст. Прослежена зависимость интенсивности этого сигнала от дополнительной подсветки более коротковолновым светом (эффект Эмерсона).

Эксперименты мы проводили на больных ВТМ и здоровых листьях табака (*Nicotiana tabacum*) и лимонов. Лимоны были поражены усыханием, вызванным грибом мальсекко. Измерение сигнала проводили на интактных листьях при комнатной температуре на радиоспектрометре Thomson CSF, TSN-254.

Подсветку осуществляли двумя осветителями от микроскопа МБС-1 мощностью 20 вт. Спектры сняты с использованием фильтров СС-8, СЗС-8, ЗС-1, ЗС-8, КС-11, КС-18, КС-19, СС-4, СС-5, СЗС-20.

Для снятия спектров действия одиночные фильтры помещали перед передней крышкой резонатора, выполненной в виде сетки, пропускающей половину светового потока. В опытах по изучению эффекта Эмерсона два фильтра располагали под углом перед передней крышкой резонатора. Во всех случаях проводили многократную запись сигналов ЭПР в заданных условиях. При всех измерениях наблюдали точное воспроизведение записи сигналов.

На рис. 1 приведены сигналы ЭПР, наблюдаемые в листьях табака в темноте и при освещении красным светом (фильтр КС-19). Сиг-

Рис. 1. Форма сигналов ЭПР листьев лимона в темноте (а) и при красном освещении (б). Пунктиром проведены темновой и световой сигналы. Условия записи: мощность СВЧ 15 вв, частота СВЧ 9550 мггц, частота ВЧ модуляции поля 6 кгц, амплитуда ВЧ модуляции поля 4 эрст, Т°С 20°. Усиление при обеих записях одинаково



нал, наблюдаемый в темноте (темновой сигнал), характеризуется  $\Delta H \approx 19-20$  эрст,  $g=2,006$ , сигнал, возникающий на свету (световой сигнал), имеет  $\Delta H=7$  эрст,  $g=2,0025$ . Эти сигналы сняты при амплитуде модуляции ВЧ поля 2 эрст. В этих случаях на свету темновой и световой сигналы, накладывающиеся друг на друга, легко различаются. В дальнейших измерениях для повышения чувствительности и более четкой регистрации сигналов использовали модуляцию ВЧ поля

10 эрст. При этом перегиб, обусловленный наличием темного и светового сигналов, сглаживается и наблюдается сигнальный сигнал.

На рис. 2 приведена зависимость интенсивности сигналов в здоровых и больных листьях табака и лимона от длины волны падающего

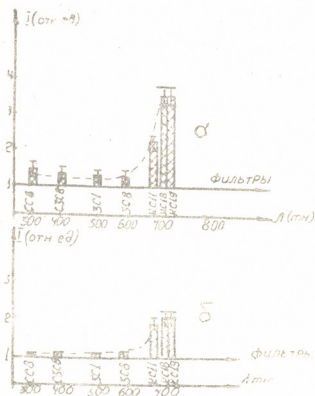


Рис. 2. Зависимость интенсивности сигналов ЭПР в здоровых (а) и больных (б) листьях лимона от длины волны подсветки (спектры действия). Ось ординат—отношение интенсивности светового и темного сигналов ЭПР при заданном фильтре. Ось абсцисс—полосы пропускания фильтров. Условия регистрации те же, что и на рис. 1

на них света. Как для больных, так и для здоровых листьев увеличение интенсивности сигнала на свету наблюдается только при освещении светом с  $\lambda > 680$  мкм. В здоровых листьях интенсивность сигнала повышается в 3—4 раза по сравнению с сигналом, наблюдавшимся в темноте. В больных листьях сигнал при красной подсветке увеличивается не более чем в 2 раза. Абсолютная интенсивность световых сигналов в здоровых листьях в 1,5 раза выше, чем в больных. В листьях лимона, подвергнутого лечению различными химическими агентами ( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{FeДТПУ}$ ), имевшими положительный терапевтический эффект, интенсивность светового сигнала почти совпадала с контролем. Относительные интенсивности световых сигналов ЭПР в листьях здоровых, больных и обработанных химическими агентами лимонов представлены на рис. 3.

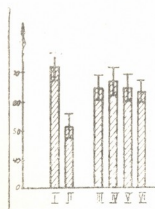


Рис. 3. Относительные интенсивности световых сигналов ЭПР в здоровых (I), больных (II) и обработанных  $\text{FeSO}_4$  (0,3) (III),  $\text{MgSO}_4$  (IV), хеллатом (V) и  $\text{ДТПУ-Fe}$  (0,5) (VI) лимонов (фильтр КС-19). Условия регистрации те же, что и на рис. 1

Суть эффекта Эмерсона состоит в том, что при подсветке листьев, освещенных красным светом, дополнительно через фильтр ЗС-8 сигнал ЭПР снижается. Этот эффект связывается включением фотосистемы II при дополнительной подсветке. В этом случае фотосистема II окисляет воду и передает электроны на р-700, который при освещении

красным светом находится в окисленной форме [3], ответственной за сигнал ЭПР. Частичное восстановление р-700 приводит к снижению интенсивности сигнала ЭПР.

На рис. 4 показано изменение интенсивности сигналов ЭПР больных и здоровых листьев при включении и выключении дополнительной подсветки. Статистический анализ измерений показывает, что при дополнительной подсветке интенсивность сигналов в здоровых листьях снижается на  $35 \pm 5\%$ , тогда как в больных на  $25 \pm 5\%$ . Обработка здоровых листьев паром в течение 2—3 минут приводило к полному снятию с них дополнительной подсветки — интенсивность сигнала ЭПР не изменялась.

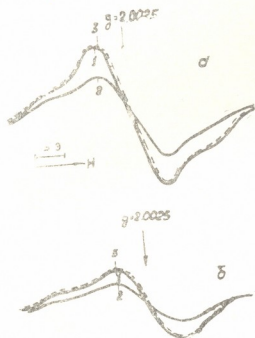


Рис. 4. Наблюдение эффекта Эмерсона методом ЭПР в здоровых (а) и больных (б) листьях лимона: 1—фильтр КС-19; 2—дополнительная подсветка, фильтр КС-19+3С-8; 3—сигнал после выключения дополнительной подсветки. Условия регистрации те же, что и на рис. 1

Сопоставление результатов измерений для больных и здоровых листьев показывает, что наиболее резкое отличие наблюдается для интенсивности сигналов ЭПР, возникающих в листьях при красной подсветке. В пораженных листьях сигналы в 1,5—2 раза ниже, чем в здоровых. Это снижение можно связать с отмиранием или с нарушением фотосинтетических процессов в некоторой части листа. К такому выводу приходят и другие исследователи, изучавшие фотосинтез больных и здоровых листьев другими методами [4].

Интересен также факт повышения интенсивности световых сигналов ЭПР при вылечивании лимонов различными терапевтическими химическими агентами. Нормализация метаболизма коррелирует с достижением контрольной интенсивности световых сигналов.

Терапевтическое действие металлов переменной влажности, входящих в состав применяемых химических агентов, может быть обусловлено тем, что железо входит в активные центры цитохромов и железосерных белков, функционирующих в митохондриях, хлоропластах и микросомах, марганец же является необходимым компонентом кислото выделяющей ферментной системы хлоропластов. При заболевании растения (лимонов мальсекко, табака ВТМ) эти жизненно важные системы нарушаются и добавление вышеуказанных металлов, возможно, снимает это нарушение, способствуя биосинтезу окислительно-восстановительных ферментов и нормальному их функционированию в электронпереносных цепях. Кроме того, известно, что металлы обладают антиоксидантными свойствами. Их введение в заболевшее растение приводит к подавлению процессов автоокисления, вызывающему накопле-





ние в пораженной клетке чрезвычайно вредных для жизнедеятельности перекислых радикалов.

Снижение эффекта Эмерсона может быть обусловлено двумя причинами. Во-первых, перенос электрона между фотосистемами I и II по цепочке цитохромов может нарушаться в результате деструктивных процессов, в частности, может происходить разрушение белково-липидных мембран, обеспечивающих структурную организацию и взаиморасположение фотосистемы I и II. Нарушение мембран в большинстве случаев связывает с автоокислительными процессами, возникающими при патологии клетки. Накопление перекислых радикалов приводит к окислению липидов и некоторых групп белка. Во-вторых, весьма возможно нарушение ферментной системы, катализирующей окисление  $H_2O$  с образованием кислорода (фотосистема II). Известно, что эти системы включают в себя большое количество марганца. Между тем, установлено, что при заболевании растений комплексы марганца разрушаются и марганец выходит в среду. Таким образом, снижение эффекта Эмерсона в больных листьях, возможно, отражает нарушение весьма лабильной марганец-содержащей ферментной системы, непосредственно ответственной за выделение кислорода при фотосинтезе. Опыты с нагреванием свидетельствуют о тонкой взаимосвязи наблюдаемого нами эффекта Эмерсона с структурной организацией хлорофилла.

Грузинский институт защиты растений

(Поступило 24.6.1971)

ფიტოპათოლოგია

ლ. კანჩაველი, გ. კალიჩავა

უჯრედის ფოტოსინთეზის აქტივობასა და მცენარის დაავადებას  
შორის კავშირის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ემერსონის ეფექტი (რაც უჯრედის ორი ფოტოსისტემის არსებობითაა განპირობებული) და მცენარის დაავადება ურთიერთკავშირშია. ნაჩვენებია, რომ დაავადებულ მცენარეში ამ ეფექტის აქტივობის შემცირება შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ლაბილური მარგანეცის შემცველი ფერმენტული სისტემის დარღვევით მე-2 ფოტოსისტემაში.

PHYTOPATHOLOGY

L. A. KANCHAVELI, G. S. KALICHAVA

## ON THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND INCIDENCE OF DISEASE IN PLANTS

Summary

Interrelationship is shown to exist between the Emerson effect (whose presence is conditioned by availability of two photo systems in the cell) and the occurrence of diseases in plants. It is suggested that the decrease in the activity of the Emerson effect may be the result of some disorder of the labile manganese-containing enzymic system in the second photo system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Commoner, J. J. Heise, B. B. Lippincott. Science, 126, 57, 1957.
2. R. Emerson. Science, 125, 1957, 754.
3. D. J. Arnon. Nature, 184, 1959, 10.
4. Б. А. Рубин, Е. В. Арциловская. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., 1968.



Р. И. ЧХЕТИА, А. Л. МИКЕЛАДЗЕ

## ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ЖЕЛУДКА ЧЕЛОВЕКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 5.5.1971)

Несмотря на многочисленные клинико-морфологические исследования секреторной деятельности желудка, еще не разработаны функционально-морфологические критерии оценки состояния клеток слизистой оболочки желудка. Дальнейшим этапом структурно-функционального анализа патологического состояния слизистой оболочки желудка являются электронномикроскопические исследования ультраструктур его клеток. В литературе имеются лишь единичные сообщения об электронномикроскопической картине слизистой оболочки желудка здорового человека [1—4]. Электронномикроскопические исследования при хронических гастритах также немногочисленны [4—6].

В настоящем сообщении мы задались целью дать характеристику ультраструктуры клеток желудка, полученной путем аспирационной биопсии у людей, не имеющих в функционально-клиническом отношении каких-либо патологических проявлений.

Исследования показали детали субмикроскопической организации главных желез желудка.

Все железистые клетки расположены на базальной мембране. Последнее представляет собой непосредственное продолжение базальной мембраны желудочных валиков. Базальная мембрана неравномерной толщины — от 1000 до 5000 А. В ее толще замечается нежная фибриллярная масса средней плотности, которая легко выделяется на светлом фоне клеток. В петлях базальной мембраны смежных желез расположены капилляры с уплощенными эндотелиальными клетками. Внешняя поверхность базальной мембраны более извилистая, на ней расположены своим основанием железистые клетки (главные, обкладочные, добавочные). Преобладающее большинство этих клеток имеет вид усеченного конуса, и их апикальная часть обращена собственно в просвет железы.

Главные клетки расположены в непосредственном контакте между собой. Их цитоплазматические мембраны местами образуют маленькие складки (рис. 1), имеют резко выраженную угловатую форму (полигональны). Вся цитоплазма заполнена параллельно расположенными волнистыми узкими цистернами эндоплазматической сети, мембрана которых густо покрыта рибосомами. Цитоплазматическая мембрана в апикальной части образует короткие пальцевидные микроворсинки, обращенные в просвет железы. На мембране этих ворсинок часто виден небольшой слой осмиофильной массы. В матриксе цитоплазмы мало свободных рибосом. Цитоплазма содержит гранулы зимогена, которые преимущественно локализованы в апикальной части клетки. Аппарат Гольджи небольшой. Ядро расположено в базальной части клетки, ее оболочка несколько извилистая, мембраны ядра видны отчет-



ливо; внутренняя толще, чем внешняя. Митохондрии в небольшом количестве, малые, округло-овальной формы, реже удлинены до 1,5—2 мкм. Границы между смежными клетками в апикальной части имеют небольшие десмосомы в виде замыкательных пластинок. Эти клетки составляют основную массу главных желез желудка в их глубоких частях.

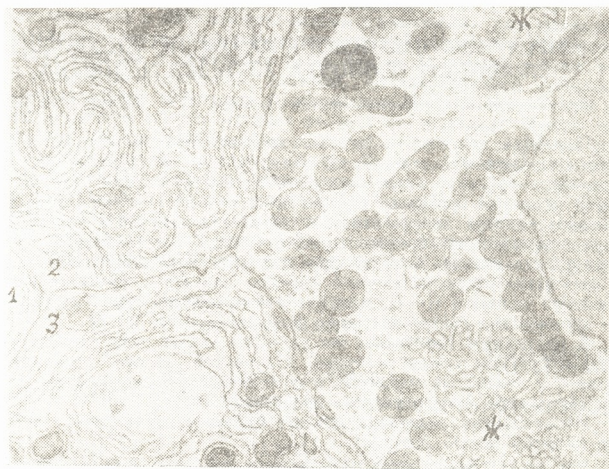


Рис. 1. Главные клетки (1, 2, 3); Я—ядро, Ж—желудочные каналы обкладочной клетки, 12700

Между главными клетками местами расположены единичные обкладочные клетки, имеющие значительно большую массу цитоплазмы. Как ядро, так и перикарион этих клеток большей величины по сравнению с другими клетками железы (рис. 1). Ядро большое, с извилистой мембраной, зерна хроматина расположены диффузно, их электроннооптическая плотность меньше плотности ядер главных клеток. Обкладочные клетки отличаются богатством содержания округло-овальных и удлиненных крупных митохондрий (десятки и сотни на срезе клетки) с хорошо выраженными кристами внутренней мембраны. В матриксе небольшие группы полисом. Аппарат Гольджи развит слабо, нередко расположен на самой периферии клетки. Наиболее характерным для обкладочных клеток является наличие в их эндоплазматической системе специальных образований, имеющих свободные от рибосом мембраны и определяемых как «внутриклеточные каналцы». Эти образования очень компактны, четко ограничены, содержат много микроворсинок и простираются на протяжении нескольких микрон. Однако наши наблюдения показали, что при нарушении секреторной деятельности желудка (гиперацидное состояние) описанные каналцы резко расширяются (рис. 2), иногда теряют обычную структуру, их мембранные образования значительно сглаживаются. Эти изменения

мы причисляем к группе структурных изменений, характерных для гастритов с повышенной секреторной функцией желудка. Приводим наблюдение.

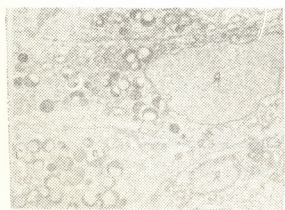


Рис. 2. Расширение и деформация желудочных канальцев (Ж) обкладочной клетки, 24000

Рис. 3. Добавочные клетки; Я—ядра, С—слизистые гранулы 8200

Обследуемая Н., 22 лет, без всяких жалоб на состояние здоровья. Аспирационная биопсия была проведена для электронномикроскопического изучения нормальной структуры слизистой оболочки желудка. Однако после выявления в обкладочных клетках вышеописанных изменений было проведено тщательное обследование (кислотность в титрационных единицах, интра-экстрагастральная рН-метрия, количество пепсина- пепсиногена и хлоридов в желудочном соке, биопсионном материале и крови) с целью уточнения функционального состояния железистого аппарата желудка. Почти по всем этим показателям отмечалось резкое повышение секреторной функции желудка.

Добавочные клетки отличаются своей удлинненной формой. Ядро расположено в базальной части клетки, а основная масса органелл в апикальной части, на поверхности которой отмечаются единичные микроворсинки, содержащие небольшие пиноцитные везикулы. В апикальной части много маленьких круглых лизосом и слизистых гранул. Эндоплазматическая сеть и аппарат Гольджи выражены слабо, однако последний в виде маленьких комплексов занимает значительную территорию цитоплазмы. Встречаются вакуоли с плотной сердцевиной (рис. 3).

Настоящее исследование, кроме подробного описания ультраструктуры клеток главных желез желудка, устанавливает возможность электронномикроскопического диагностического обоснования структурных состояний слизистой оболочки желудка при гиперацидном гастрите.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

Тбилисский институт  
 усовершенствования врачей  
 МЗ СССР

(Поступило 14.5.1971)

კისტოლოგია

რ. ჩხეტიანი, ა. შივალაძე

ადამიანის კუჭის ლორწოვანი გარსის ელემენტულმიკროსკოპიული გამოკვლევა

რეზიუმე

აღწერილია ჯანმრთელი ადამიანის კუჭის ლორწოვანი გარსის მთავარი ცირკლების ულტრასტრუქტურა. ჩატარებულია კუჭის დარღვეული სეკრეცი-

ული ფუნქციის, კერძოდ ჰიპერაციდული მდგომარეობის ელექტრონულმიკროსკოპიული დიაგნოსტიკა, აღნიშნული პათოლოგიური მდგომარეობის სუბმიკროსკოპიული სუბსტრატის გამოვლინების საფუძველზე.

HISTOLOGY

R. I. CHKHETIA, A. L. MIKELADZE

AN ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF THE HUMAN STOMACH  
MUCOSA

Summary

The ultrastructure of the major glands of the stomach mucosa of healthy human beings is described. Electron microscopic diagnosis is made of the disturbed secretory function of the stomach, namely of hyperacidity. The diagnosis is based on the identification of the submicroscopic substratum of the pathologic state.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Dalton. J. Nat. Cancer. Inst., 13, 1953, 983.
2. A. Haily. J. Anat. (Lond.), 94, 1960, 425.
3. J. Rhodin. An Atlas of Ultrastructure. Phil., 1963.
4. К. С. Митин. Сб. «Актуальные вопросы гастроэнтерологии». М., 1971, 175.
5. З. А. Бондарь, Л. Ю. Жаворонкова. Сб. «Проблемы профилактики и лечения желудочно-кишечного тракта». М., 1969, 22.
6. З. А. Бондарь, Л. Ю. Жаворонкова, К. С. Митин. Сов. мед., 4, 1970, 48.



И. Г. МЕСТИАШВИЛИ, В. М. НАЦВЛИШВИЛИ, Е. Н. ЦВЕРАВА,  
Л. М. ФРИДМАН, Ц. И. ЧАНТУРИЯ

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА БИОХИМИЧЕСКИМ И ЦИТОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЯ

(Представлено академиком М. Я. Татишвили 18.6.1971)

По мнению ряда исследователей, у здорового взрослого человека, помимо НвА, соотоящего из малых компонентов А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>, синтезируются также НвF в количестве 1—2% и даже 4%, по данным различных авторов [1—3]. Некоторые исследователи считают, что вышеуказанные показатели не относятся к НвF, а являются отражением некоторых продуктов распада НвА, проявляющих свойства НвF при исследовании определенными методами, в том числе, методом щелочной денатурации [4]. Несмотря на тщательное изучение малых компонентов НвА [5], а также состава щелочноустойчивой фракции крови взрослого [6], в вопрос синтеза НвF у взрослого человека до настоящего времени не внесено ясности.

Исходя из вышеизложенного мы поставили перед собой задачу изучить НвF у взрослых в физиологическом состоянии и при некоторых патологических сдвигах организма двумя методами исследования одновременно: методом щелочной денатурации [7] и цитологическим определением гемоглобина на мазках крови [4].

Для сравнительной оценки двух вышеуказанных методов измерения НвF в смесях различных соотношений пуповинной крови и АВО-совместимой крови взрослого.

С целью изучения НвF у здорового человека исследовали гемоглобин 30 здоровых детей в возрасте от 6 месяцев до 16 лет, а также свыше 100 здоровых взрослых лиц.

С целью изучения НвF при различных патологических состояниях организма исследовали кровь 125 беременных женщин в различные сроки беременности, а также 176 больных различными формами таласемии и 160 больных различными заболеваниями системы крови.

Все исследования проводились параллельно двумя вышеуказанными методами. Чтобы устранить помехи при определении НвF методом щелочной денатурации, неденатурированный НвF отделяли не только центрифугированием, но дополнительно и фильтрацией. При цитологическом изучении крови больных с высоким ретикулоцитозом, мазки после фиксации помещали в 5% раствор поваренной соли с целью устранения ошибочного эффекта, созданного ретикулоцитами.

Как показали наши наблюдения, в искусственно приготовленных смесях НвА и НвF с различными концентрациями НвF показатели уровня НвF при исследовании двумя методами изменяются соответственно изменению разведения, причем увеличение или уменьшение НвF на 10% при определении методом щелочной денатурации соответ-





ствуется увеличению или уменьшению количества эритроцитов, содержащих НвF, приблизительно на 100% при определении цитологическим методом. В разведении 1:1000 и более НвF не выявлялся методом щелочной денатурации, в то время как цитологическим методом постоянно обнаруживались эритроциты, содержащие НвF.

В результате изучения гемоглобина здоровых детей в возрасте от 6 месяцев до 16 лет и здоровых взрослых выяснилось, что НвF у них встречается исключительно редко, не превышая 0,5% при определении методом щелочной денатурации и не более единичных на препарат эритроцитов, содержащих НвF, при цитологическом исследовании.

Изучение крови беременных женщин в различные сроки нормального и патологического течения беременности выявило, что появление значительного количества эритроцитов, содержащих НвF, не всегда отображается при биохимическом исследовании, особенно в тех случаях, когда речь идет о количестве эритроцитов, содержащих НвF, не превышающем 10%, при определении цитологическим методом.

Как показали наши наблюдения, при различных формах талассемии отмечается соответствие показателей уровня НвF, определяемых одновременно биохимическим и цитологическим методами исследования. При этом изменения количества НвF в результате развернутых терапевтических мероприятий выявлялись обоими методами: изменение уровня НвF на 1% при определении методом щелочной денатурации соответствовало изменению числа эритроцитов, содержащих НвF, приблизительно на 10% при цитологическом исследовании. По нашим данным, при наличии высокого уровня НвF (выше 50%) для наблюдения эффективности проведенного лечения цитологический метод менее показателен, чем биохимический. При латентных же формах талассемии с наличием малого количества НвF, особенно при массовых исследованиях, цитологический метод незаменим не только по причине технической легкости и доступности, но и по возможности обнаружения минимального количества НвF и изучения специфики эритроцитов, содержащих НвF: размера, формы, окраски и, что главное, насыщенности отдельных эритроцитов фетальным гемоглобином.

Изучение гемоглобина больных с различными видами анемий и лейкозов также выявило корреляцию между показателями НвF, полученными двумя различными методами. И в данных случаях цитологический метод оказался более чувствительным для определения минимальных показателей НвF и тем более для наблюдения над динамикой НвF в течение заболевания.

Как показывает анализ полученных нами результатов исследования, по истечении периода внутриутробной жизни, новорожденности и раннего детства у здорового человека НвF синтезируется исключительно редко, не превышая 0,5% при биохимическом определении и единичных на препарат эритроцитов, содержащих НвF. Наши данные в этом отношении не совпадают с таковыми исследователей, допускающих при определении методом щелочной денатурации значительное количество НвF в крови взрослого человека в физиологическом состоянии [1—3]. Невозможность обнаружения НвF в эритроцитах на мазках крови в таких случаях сторонники вышеуказанного мнения объясняют равномерным распределением малого количества НвF в большом числе эритроцитов. Исходя из нашего фактического материала мы разделяем мнение ряда исследователей [4, 8], что при изучении гемоглобина методом щелочной денатурации показатели спектрофотометрического измерения, приписываемые НвF, являются ошибочными и могут отображать неизвестные нам продукты распада НвА. Наше мнение под-

крепляется полученными нами данными, выявившими большую чувствительность цитологического метода, по сравнению с биохимическим при определении малого количества HbF у больных различными формами талассемии и другими заболеваниями системы крови, а также у беременных женщин. Кроме того, наше мнение подтверждается данными ряда исследователей, обнаруживших большую чувствительность цитологического и иммунологического методов определения HbF, по сравнению с методом щелочной денатурации [9, 10]. Наши данные в отношении прекращения синтеза HbF у взрослого человека в физиологических условиях полностью совпадают с данными многочисленных исследователей [4, 8, 9].

Итак, выявление HbF в количестве более 0,5% при определении методом щелочной денатурации и более чем единичных на препарат эритроцитов, содержащих HbF, следует считать отклонением от нормы. Цитологический метод определения HbF является более чувствительным, по сравнению с методом щелочной денатурации, особенно при наличии малого количества HbF в крови. Методу щелочной денатурации следует отдавать предпочтение в случаях наличия высокого уровня HbF в крови (выше 50%).

Институт гематологии и переливания крови

им. акад. Г. М. Мухадзе

МЗ ГССР

(Поступило 18.6.1971)

ციტოლოგია

ი. მესტიაშვილი, ვ. ნაცვლიშვილი, ე. წვერავა, ლ. ფრიდმანი, ღ. ჰანტურია  
ფეტალური ჰემოგლობინის შედარებითი გამოკვლევა გიოქიმისტრი  
და ციტოლოგიური მეთოდებით

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ფეტალური ჰემოგლობინის არსებობა მოზრდილი ადამიანის სისხლში 0,5%-ზე ზევით ტუტოვანი დენატურაციის მეთოდით გამოკვლევისას და HbF-ის შემცველი ერიტროციტების ერთეულზე ზევით გამოჩენა პრეპარატში ციტოლოგიური მეთოდით შესწავლისას, ნორმიდან გადახრად უნდა ჩაითვალოს.

ფეტალური ჰემოგლობინის გამოკვლევის ციტოლოგიური მეთოდი უფრო მგრძობიარეა ტუტოვანი დენატურაციის მეთოდთან შედარებით, განსაკუთრებით მაშინ, როცა საქმე ეხება ფეტალური ჰემოგლობინის დაბალ დონეს სისხლში: ტუტოვანი დენატურაციის მეთოდს კი უპირატესობა უნდა მიეცეს ფეტალური ჰემოგლობინის მაღალ დონეზე არსებობისას მისი ზუსტი პროცენტული განსაზღვრის საჭიროების შემთხვევაში.

CYTOLOGY

I. G. MESTIASHVILI, V. M. NATSVLISHVILI, E. N. TSVERAVA, L. M. FRIEDMAN,  
Ts. I. CHANTURIA

A COMPARATIVE STUDY OF THE FOETAL HAEMOGLOBIN BY THE  
BIOCHEMICAL AND CYTOLOGICAL METHODS

Summary

It has been ascertained that foetal haemoglobin levels above 0.5 per cent, as shown by the alkali denaturation test, and those above a single foetal erythrocyte in the blood smear preparation should be taken to be a



deviation from the norm. The cytological method of foetal haemoglobin assessment has been found to be more sensitive in comparison with the alkali denaturation test, especially in estimating small quantities of foetal haemoglobin. Preference should be given to the alkali denaturation test when exact quantitative estimation of high levels of foetal haemoglobin is called for.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. H. J. Huisman, J. H. P. Jonxis, A. Dozy. *Biochem. Biophys. Acta*, 18, 1955.
2. P. Sturgeon, W. A. Schroeder, R. T. Jones, W. R. Berger. *Brit. J. Haemat.*, 9, 1963.
3. А. С. Циркина. Исследования качественных форм гемоглобина эритроцитов при различных патологических состояниях организма. Автореферат, М., 1963.
4. E. Kleihauer, K. Betke. *Internist*, 1, 1960.
5. W. B. Latrer, L. H. Beaven. *Brit. J. Haemat.*, 6, 1960.
6. I. Falbe-Hansen. *Brit. J. Haemat.*, 7, 1961.
7. K. Singer, A. I. Chernoff, L. Singer. *Blood*, 6, 1951.
8. W. Künzer. *Z. Kinderheilk.*, 73, 1953.
9. L. H. Beaven, M. J. Ellis, J. C. White. *Brit. J. Haemat.*, 6, 1960.
10. E. M. Clayton, W. D. Feldhaus, J. M. P<sub>h</sub>ythyon. *Amer. J. Clin. Path.*, 40, 1964.



УДК 551.481.1

ჰიდრობიოლოგია

6. ჩიკვაძე

გლდანის ტბების კალაგური ჰიდრობიოცენოზის უმდგენილოგისა და ცხოვრების ნირის უმსწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ონიანმა 20.5.1971)

საქართველოს ველებისა და ნახევრადუდაბნოების ზონაში მრავლად გვხვდება სხვადასხვა ტიპის წყალსატევები (თირითადად მეზოპალინური ან ულტრაპალინური ტიპისა), რომელთაც ახასიათებს წარმოშობის, მარილიანობის, ტემპერატურის და სხვა ჰიდროლოგიურ ფაქტორთა მერყეობის დიდი ამპლიტუდა. ზემოაღნიშნულ ტიპების პელაგური ჰიდრობიოცენოზების ურთიერთდამოკიდებულება და სიცოცხლის პირობები საკმაოდ განსხვავებულია. ასეთი წყალსატევების შესწავლა საინტერესოა იმ მხრივ, რომ მათი ბინადარნი სპეციფიური თავისებურებებით გამოირჩევიან. გარდა ამისა, წყალსატევებში შიშვლიან ბიოლოგიური პროცესების შედეგად წარმოიშობა საპროკლიო, რომელიც გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში და მრეწველობაში. ზოგიერთი მლაშე წყალსატევის ფსკერი დაფარულია ტალახით, რაც ეფექტურად გამოიყენება მედიცინაში. დადგენილია, რომ სამკურნალო ტალახის ჩამოყალიბებაში დიდ როლს თამაშობს ბიოლოგიური ფაქტორი. დაბოლოს წყალსატევების ფსკერის ჩამოყალიბების პროცესი, რომელსაც მრავალმილიონიანი საუკუნის ისტორია აქვს, საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს დედამიწის ქერქისა, და, კერძოდ, ნიადაგის სტრუქტურასაც.

ამგვარად, წყალსატევების შესწავლა მხოლოდ სათევზმეურნეო ან სანიტარული ჰიდრობიოლოგიის ამოცანებით არ განისაზღვრება.

გლდანის ტბები თბილისიდან 12 კმ-ის დაცილებით, მის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მდებარეობს ზღვის დონიდან 550 მ სიმაღლეზე. ტბები იკვებება ატმოსფერული ნალექებით და გრუნტის წყლებით. დიდი ტბის საშუალო სიგრძეა 920 მ, სიგანე — 305 მ, სიღრმე — 1,5 მ, მაქსიმალური — 1,6 მ, პატარა ტბის საშუალო სიგრძეა 315 მ, სიგანე — 140 მ და სიღრმე — 1,2 მ. ტბების მიდამოები დაფარულია ბალახეული მცენარეულობით. ხე-მცენარეებს არ ვხვდებით.

გლდანის ტბების ლიმნოლოგიური თავისებურებანი განპირობებულია ლანდშაფტურ-გეოგრაფიული ფაქტორებით. როგორც ცნობილია, ეს წყალსატევები მოქცეულია აღმოსავლეთ საქართველოს ველებისა და ნახევრადუდაბნოების ზონაში, რომლისთვისაც დამახასიათებელია კონტინენტური კლიმატური პირობები, ტემპერატურის სეზონური და დღეღამური მერყეობის მნიშვნელოვანი ამპლიტუდა, შედარებით მცირე ნალექები, ბიცობი ნიადაგები, რომლებიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ გლაუბერის მარილებს. რა თქმა უნდა ყველაფერი ეს დიდ გავლენას ახდენს ტბების ფიზიკურ-ქიმიურ პირობებზე და მოსახლეობის ხასიათზე.

გლდანის ზემოაღნიშნულ ტბების შესწავლა 1967 წლის იანვრიდან დაიწყო. ყოველთვიურად ვიღებდით პლანქტონის სინჯებს აპრელის (№ 60) თვისობრივი ბადით და ვახდენდით ლაბორატორიაში მათ კამერალურ დამუშავებას. წყლის ტემპერატურას ვზომავდით ჩვეულებრივი წყლის თერმომეტრით. მართლაც კონცენტრაციის განსაზღვრის მიზნით ჩვენ ყოველთვიურად ვიღებდით 31. „მოამბე“, ტ. 64, № 2, 1971





წყლის სინჯებს. მარილიანობას ვსაზღვრავდით გარკვეული მოცულობის წყლის აორთქლებით და მშრალი ნაშთის აწონვით. სეზონურად ვიკვლევდით მარილთა შედგენილობას და მათ ურთიერთშეფარდებას ქიმიური ანალიზით. ამ მიზნით სინჯების ქიმიურ გამოკვლევას ვაწარმოებდით რესპუბლიკურ სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიურ სადგურში.

ყოველთვიური ტემპერატურული მაჩვენებლების შედარებით აღმოჩნდა, რომ გლდანის ტბების წყლის ტემპერატურა წლის განმავლობაში დიდ მერყეობას განიცდის. ტემპერატურული რეჟიმი განპირობებულია კონტინენტური კლიმატით. ტბების წყლები მაქსიმალურად ცივდება ზამთარში და მაქსიმალურად თბება ზაფხულში. წლის განმავლობაში ტემპერატურა გლდანის ტბებში შემდეგ ფარგლებში მერყეობს: დიდ ტბაში — 2-დან 24°-მდე, ხოლო პატარა ტბაში 1-დან 23°-მდე. ტბებს შორის ტემპერატურული სხვაობა უმეტესად 1—2°-ს არ აღემატება. ამგვარად გლდანის ტბების ტემპერატურა იანვრიდან მატულობს, შემდეგ კი კლებულობს.

დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ მარილიანობა გლდანის ტბებში წლის განმავლობაში საგრძნობლად მერყეობს. ყველაზე მცირე მარილიანობა აღინიშნა მარტისა და აპრილის თვეებში (დიდი ტბა — 40,19‰; პატარა ტბა — 67,61‰, 75,32‰), რაც განპირობებულია იმით, რომ ნალექები გაზაფხულზე წვიმების სახით იწვევს წყალში გახსნილი მარილების განზავებას და ტბის მარილიანობის შემცირებას. ყველაზე დიდი მარილიანობა აღინიშნა აგვისტოში (დიდი ტბა — 46,6‰; პატარა ტბა — 87,14‰). ეს გამოწვეულია აორთქლების ინტენსიური გადიდებით, რაც ტემპერატურის მომატებასთან არის დაკავშირებული.

დაკვირვებების საფუძველზე შეიძლება აღენიშნოთ, რომ გლდანის პატარა ტბის მარილიანობა ვაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე დიდი ტბისა. ეს კი შესაბამის გავლენას ახდენს მასში მოსახლე ჰიდრობიონტთა სიცოცხლის პირობებზე და მათს განვითარებაზე. გლდანის ტბებში გაუმდინარი წყალსატევებია, რაც ხელს უწყობს მათში მარილთა კონცენტრირებას. მარილები სიღრმეში შეტანა ძირითადად მიმდინარეობს ტბების აუზის ნიადაგთა მარილების ხარჯზე. წვიმებისა და თოვლის მიერ წარმოქმნილი ნიადაგები რეცხავენ ამ მარილებს და გადააქვთ ტბაში.

1967 წელს სეზონურად აღებული წყლის სინჯების ქიმიური ანალიზით გამოირკვა, რომ გლდანის დიდ ტბაში ქლორიდებისა და სულფატების რაოდენობა ზაფხულსა და შემოდგომაზე მეტია, ვიდრე გაზაფხულსა და ზამთარში, ხოლო კარბონატებისა — პირიქით.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  და  $\text{N}_2\text{O}_5$  ტბებში არცერთ სეზონში არ აღმოჩნდა. ჟანგვადობა ყველაზე ნაკლებია ზამთარში, შემდეგ მატულობს და მაქსიმუმს აღწევს ზაფხულში (39,6 მგ  $\text{O}_2$ /ლ). პატარა ტბაში ქლორიდების რაოდენობა ყველაზე მეტია სექტემბერში, ხოლო ყველაზე ნაკლებია დეკემბერში. კარბონატების რაოდენობა კი პირიქით — ყველაზე მეტია დეკემბერში და ნაკლები სექტემბერში.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  და  $\text{N}_2\text{O}_5$  ამ ტბაში არ აღმოჩნდა არცერთ სეზონში. ჟანგვადობა ზამთარში ყველაზე ნაკლებია, შემდეგ იზრდება და მაქსიმუმს აღწევს სექტემბერში (41,0 მგ  $\text{O}_2$ /ლ).

გლდანის ტბის სანაპირო ზოლზე ვხვდებით მლაშნარის მცენარეებს:

1. *Suaeda setigera* Iljin. *Suaeda prostrata* Pall. *Phragmites communis* Trin. ფიტოპლანქტონს ქმნიან შემდეგი სახეობები: 1. *Cladophora glomerata* (L) Kürz (ფონის შემქმნელია). 2. *Ulothrix limnetica* Lemm. დიდი რაოდენობითაა კაჟოვანები, ლურჯმწვანე წყალმცენარეებიდან — 3. *Synechocistis Salina* Wils.
4. *Lynghya Hieronymusii* Lemm. S. *Oscillatoria irrigua* Gow.

გლდანის პატარა ტბის სანაპირო ზოლზე ვხვდებით: 1. *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. B. ს. ფიტოპლანქტონს ქმნიან შემდეგი სახეობები: ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებიდან: 1. *Oscillatoria margaritifera* (Kürz) მასობრივია 2. *Oscillatoria subuliformis* Kürz.



ჩვენ მიერ მოპოვებული პლანქტონის სინჯების დამუშავებით გამოირკვა, რომ გლდანის ტბების ზოოპლანქტონი ღარიბია სახეობათა შემადგენლობით. მათში წარმოდგენილია შემდეგი სახეობები: ციბრუტელები (*Rotatoria*) — *Brachionus plicatilis* O. F. Müller, ულვაშტოტიანი კიბოსნაირები (*Cladocera*) — *Daphnia atkinsoni* (Baird), ნიჩაბუხიანი კიბოსნაირები (*Copepoda*) — *Arctodiaptomus salinus* (Daday), *Acanthocyclops bisetosus* (Rehberg), *Clethrocampus retrogressus* (Schmank), ნიჟარაიანი კიბოსნაირები (*Ostracoda*) *Eucypris inflata* G. O. Sars და მწერთა წყლის ფაუნები სულ 6 სახეობა.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ორგანიზმები ჰალობიონტებია, მლაშე წყალსატევებისათვის დამახასიათებელი სპეციფიკური ორგანიზმებია. ჰალობიონტების სახეთა რიცხვი ფრიალ შეზღუდულია, სამაგიეროდ ინდივიდები მასობრივად ვითარდებიან. ჩვენ მიერ შესწავლილი ტბების სინჯებში გაბატონებული ფორმებია: *Arctodiaptomus salinus* (Daday) დიდ ტბაში და *Brachionus plicatilis* (O. F. Müller) პატარა ტბაში. დანარჩენი სახეები მცირე რაოდენობით გვხვდება, რაც განპირობებულია სხვადასხვა თვეში მარილთა კონცენტრაციის, ტემპერატურისა და სხვა ფაქტორების სხვადასხვაგვარი თანაფარდობით.

*Arctodiaptomus salinus* (Daday) დიდ ტბაში მასობრივად გვხვდება აპრილიდან სექტემბრის ჩათვლით. შემოდგომაზე მათი რაოდენობა კლებულობს, ხოლო ზამთარში მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ე. ი. ეს ორგანიზმები უდიდეს განვითარებას საფხულში აღწევენ.

პატარა ტბაში *Arctodiaptomus salinus* (Daday) მასობრივადაა წარმოდგენილი მხოლოდ აპრილსა და მაისში, დანარჩენ თვეებში მცირე რაოდენობით ან სრულიად არ გვხვდება. შეიძლება ეს განპირობებული იყოს იმით, რომ პატარა ტბა უფრო მაღალი მარილიანობით ხასიათდება და *Arctodiaptomus salinus* (Daday) -ის ზრდა-განვითარებაზე მაღალი მარილიანობა, როგორც ჩანს დადებითად არ მოქმედებს.

*Brachionus plicatilis* (O. F. Müller) პატარა ტბაში ზამთრის თვეებში შედარებით მცირე რაოდენობითაა, ხოლო დანარჩენ თვეებში მასობრივია. დიდ ტბაში ეს ჰალობიონტი მასობრივია საფხულში და შემოდგომაზე. დანარჩენ თვეებში ან ერთეულებია, ან სულ არ არის.

ჩვენი დაკვირვებიდან ის დასკვნა უნდა გამოვიტანოთ, რომ *Brachionus plicatilis* (O. F. Müller)-ის ორგანიზმში მარილთა იონური კოეფიციენტი მაღალია, ამიტომ მისი ზრდა-განვითარებისათვის პატარა ტბა უფრო ხელსაყრელია. იგი შეიძლება ჩაითვალოს გლდანის პატარა ტბის მკვიდრად.

დანარჩენი კიბოსნაირები ტბებში მცირე რაოდენობით გვხვდება. მათი სიმცირე შეიძლება განპირობებული იყოს ამ ტბების მარილთა კონცენტრაციის დიდ ფარგლებში მერყეობით. ჩვეულებრივად, ეს ორგანიზმები იმ ტბებში, სადაც მათთვის ხელსაყრელი პირობებია, დიდი რაოდენობით გვხვდება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 22.5.1971)

ГИДРОБИОЛОГИЯ

Н. Н. ЧИКВАИДЗЕ

ОБРАЗ ЖИЗНИ И СОСТАВ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ГИДРОБИОНТОВ  
ГЛДАНСКИХ ОЗЕР

Резюме

В представленной работе описаны образ жизни и состав пелагических гидробионтов Глданских озер, дана морфометрическая характери-

стика озер, приведены температура в период наблюдения, соленость и химический состав воды, растительность и видовой состав гидробионтов.

HYDROBIOLOGY

N. N. CHIKVAIDZE

THE MODE OF LIFE AND COMPOSITION OF PELAGIC HYDROBIONTS  
IN THE GLDANI LAKES

## Summary

The paper describes the mode of life and composition of pelagic hydrobionts in the Gldani lakes. Morphometric characteristics of the lakes, their temperature at the time of observation, salinity, chemical composition of water, vegetation and specific composition of the hydrobionts are given.

Б. И. МГАЛОБЛИШВИЛИ

## К ИЗУЧЕНИЮ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСУДИСТЫХ РЕАКЦИЙ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 22.5.1971)

Методом реографического исследования нами были обследованы 60 больных шизофренией. Принимая во внимание чувствительность реографических кривых к возрастным факторам, мы исследовали больных с учетом возраста, формы и продолжительности заболевания. Контрольную группу составляли 30 здоровых людей, возраст которых соответствовал возрасту больных.

Основные исследования проводились с помощью реографической приставки «Реовар-2» с регистрацией на электроэнцефалографе. Применялись электроды со стандартными отведениями: лобный бугор — сосцевидный отросток, справа и слева.

Больные исследовались в относительном покое, в сидячем положении, с закрытыми глазами. Соблюдались все технические рекомендации, неоднократно описанные различными авторами.

Из многочисленных параметров реографических циклов нами были просчитаны лишь те, физиологический смысл которых в настоящее время в какой-то мере ясен: амплитуда основной реографической волны (А), отражающая, как известно, прежде всего кровенаполнение сосудов исследуемого участка; отношение амплитуды основной реографической волны к высоте инцизуры (С) над изолинией (А/С); отношение амплитуды основной волны или систолического колена реоэнцефалограммы к амплитуде диастолической волны, которое, по мнению авторов, показывает уровень внутричерепного тонического напряжения артериальной системы; время от одного из зубцов ЭКГ (О) до начала восходящей части реографического цикла (ОТ) — время распространения реографической волны, регистрируемое только при одновременной записи реоэнцефалограммы и электрокардиограммы; время подъема, или длительность восходящей части основной реографической волны ( $\alpha$ ), отражающее, согласно данным ряда авторов, способность сосуда к растяжению под действием притекающей массы крови во время систолы и позволяющее косвенно судить о скорости кровенаполнения сосудов; время спуска (В), или длительность нисходящей части основной реографической волны, которое характеризует эластичность сосудистой стенки, т. е. способность сосуда путем сокращения возвращаться к исходному состоянию. В наших реоэнцефалографических исследованиях в качестве функциональных проб применялись инъекции 5%—1,0 раствора никотиновой кислоты.

Усредненные данные некоторых основных параметров РЭГ больных шизофренией и контрольной группы при применении функциональной нагрузки—внутримышечного введения 5%—1,0 раствора никотиновой кислоты (на высоте действия) показали, что у больных шизофренией в возрасте от 17 до 29 лет функциональная нагрузка вызы-



вает наибольшее изменение параметров в сравнении с той же возрастной группой практически здоровых людей. Наиболее отчетливо меняется показатель токсического напряжения (А/С). Подобный эффект можно объяснить относительно повышенной функциональной лабильностью тонуса церебральных сосудов у больных шизофренией.

На основании анализа наших наблюдений в сравнении с контролем можно отметить некоторую неустойчивость исследованных нами параметров (без каких-либо нагрузок) реографических циклов преимущественно в свежих случаях заболевания. Подобная неустойчивость (особенно параметров А/С) достоверно отмечается в первой возрастной группе (от 17 до 29 лет) и носит характер тенденции во второй возрастной группе (от 30 до 46 лет).

Первую возрастную группу составляли больные шизофренией с продолжительностью процесса не более 2 лет, а вторую — с давностью заболевания более 10 лет. Безусловно, подобное распределение больных указывает на то, что относительная лабильность сосудистых реакций зависит главным образом от продолжительности шизофренического процесса. Об этом свидетельствуют и те факты, что как в первой, так и во второй возрастной группе контрольного контингента здоровых в процессе исследования основные параметры реоэнцефалографических циклов существенно не изменялись.

Наши исследования показывают наибольшую нестабильность основных параметров у больных шизофренией в сравнении со здоровыми людьми соответствующих возрастов. Реоэнцефалографические исследования у больных различными формами шизофрении выявили более выраженную неустойчивость сосудистого тонуса у больных шизофренией кататонической формы по сравнению с контрольной группой. Подобная неустойчивость резко проявляется при применении функциональных нагрузок и, по-видимому, обусловлена более глубоким расстройством центральных механизмов, регулирующих сосудистый тонус и при этом заболевании.

По данным реоэнцефалографических исследований, больные такими формами шизофрении, как простая, параноидная, также имеют тенденцию к неустойчивости сосудистого тонуса, но выраженную в меньшей степени. Причем можно отметить некоторое «ползание» показателей, особенно А/С, и некоторую разницу в конфигурации отдельных циклов. Амплитудная асимметрия между правой и левой гемисферами относительно невелика и может быть объяснена конституционными особенностями.

Возникает вопрос, не зависит ли лабильность сосудистого тонуса по данным реоэнцефалографических исследований от давности шизофренического процесса.

Результаты наших исследований показали большую реактивность, особенно по показателю тонического напряжения А/С, в группе недавно заболевших в сравнении с группой больных с давней манифестацией заболевания.

У больных с давностью заболевания до 2 лет при фоновой РЭГ наблюдается некоторая неустойчивость формы и циклов параметров. На высоте действия никотиновой кислоты имеет место отчетливая реакция, изменяется конфигурация циклов (показатель А/С приближается к единице), появляются волны второго порядка.

Сравнивая эти данные с результатами реоэнцефалографических исследований у больных шизофренией с далеко зашедшим процессом, можно отметить, что пониженная реактивность сосудистых реакций яв-



ღიანია ნაიბოლე ხარაქტერიული დია დალეკო ჯაშედშიხი სლუაჟი შიზოფრენიის.

იზმენიენი ოსოვნიხი კომპონენტი რეოგრაფიკული ვოლნი უ ბოლნიხი შიზოფრენიის ხარაქტერიული დია ვსიხ ოსოვნიხი ფორმი ზაბოლევაიანი დი ვერაჟაიუნთა ვ ნეუსოიხივოუსტი პოკაზატელი ტონიკესოკო ნაპრიაჟენიის სოსუდოვ.

ნეუსოიხივოუსტი ისსლედოვანიხი ნაიმი პარამეტრი რეოენცეფალოგრაფიკულიხი ციკლოვ უ ბოლნიხი შიზოფრენიის ვ სრავნიენი ს კონტროლინო კონტინგენტი ჯდოვოიხი ლოდეი უსილვაიუნთა ოთ ვოდეივსთია ფარმაკოლოგიკულიხი ნაგრუოკი, ვ ჟაწთისთია, ნა ფონე ვლიაიშიხი ნიკოტინოვიი კისლოთი. სტენიენი ნეუსოიხივოუსტი სოსუდისოკო ტონუსი ვ მენიშეი სტენიენი პოდვერგაიუნთა ვლიაიენი ოსოვნიხი ფორმი შიზოფრენიკესოკო პროცესო.

რეზულთატი რეოენცეფალოგრაფიკულიხი ისსლედოვანიხი სოვპადაიუნთ ს დანიიმი პროვედენიხი ნაიმი რანეე პლეთიზმოგრაფიკულიხი რეგისტრაციი სოსუდისთიხი რეაქციი პრი შიზოფრენიის ვ თოთ ოთნოშენი, ჟო ოსოვნიხი კომპონენტი პლეთიზმოგრაფიკულიხი კრივიხი ისსლედოვანიხი კოლიკესთენიენი კოლებანი ვ ზავისმოსოი ოთ ფორმი ზაბოლევაიანი, ა კაჩესთენიენი ოსობენიენი სოსუდისთიხი რეაქციი ობუსოვლენი ვლიანო ბრავო პროდოღიკესთენიენი შიზოფრენიკესოკო პროცესო. იმენიო პრი სვეჟიხი სლუაჟიხი ლიობოი ფორმი შიზოფრენიის პლეთიზმოგრაფიკულიხი კრივიხი ხარაქტერიულიუნთა პრენუშესთენიო ლაბილნიო ვოლნობრავნიოსთია ნა ფონე ასიმეტრიის, უღღუბლიაიუნთა ოთ ვოდეივსთია დისტანტიხი, ორიენტიროვოჩნიხი, ბეზუსოვლენი, ტემპერატურნიხი რაივრაჟენიი, ვ თო ვრეაი კაკ ნა ფონე დეივსთია ამინაზინი სნიკიტელნიო სგლაივიაუნთა სოსუდისთია რეაქტივნიოსთია.

თბილისი ინსტიტუტი პსიხიატრიის  
იმ. მ. მ. ასათიანი

(პოსუტილო 28.5.1971)

ქვემოთხატული მემორია

ბ. მალაოგლიოვილი

სისხლქარღვოთა რეაქციის რეოენცეფალოგრაფიული შესწავლისათვის შიზოფრენიის დროს

რეზიუმე

დადგენილია, რომ რეოენცეფალოგრაფიული ტალღების ძირითადი კომპონენტების ცვლადობა დამახასიათებელია შიზოფრენიის ყველა კლინიკური ფორმისათვის და ძირითადად მედავენდება სისხლქარღვოთა ტონუსის მაჩვენებელი პარამეტრების ლაბილობა, რაც უფრო რელიეფური ხდება ფარმაკოლოგიური დატვირთვის ფონზე, კერძოდ ნიკოტინის მკვების ინექციის მოქმედების სიმადლეზე.

აღმოჩნდა, რომ სისხლქარღვოთა ტონუსის მერყეობა შიზოფრენიის დროს ნაკლებად უნდა იყოს დამოკიდებული დაავადების კლინიკურ ფორმაზე. ანალოგიურად, ჩვენ მიერ აღრე მიღებული პლეთიზმოგრაფიული გამოკვლევის შედეგებისა, რეოენცეფალოგრაფიული ტალღების ძირითადი კომპონენტების ლაბილობის თავისებურებანი არსებითად დამოკიდებულია შიზოფრენიული პროცესის მიმდინარეობის ხანგრძლივობაზე.



B. I. MGALOBlishvili

RHEOENCEPHALOGRAPHIC INVESTIGATION OF VASCULAR  
REACTIONS IN SCHIZOPHRENIA

## Summary

The brain blood circulation has been studied in schizophrenic patients by the rheoencephalographic method. All clinical forms of schizophrenia reveal tonus lability of the brain blood vessels. The lability of the vessels is more prominent in pharmacological loading (1 ml injection of a 5% solution of nicotinic acid). The peculiarity of the lability of vessels depends mainly on the duration and the course of the schizophrenic process.

Т. А. ЛОМИНАДЗЕ, А. С. САХАРОВ

К ХОРОЛОГИИ АММОНИТОВ РОДА *Kosmoceras*  
 СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА В СРЕДНЕЕ  
 КЕЛЛОВЕЙСКОЕ ВРЕМЯ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 9.6.1971)

Представители рода *Kosmoceras* имеют большое значение для установления возраста и расчленения среднекекловейских отложений на всей территории Северо-Восточного Кавказа. Однако распределены космоцерасы на территории от р. Баксан на западе до р. Казикумухское Койсу на востоке неравномерно, и поэтому их стратиграфическое значение, к сожалению, не везде равнозначно.

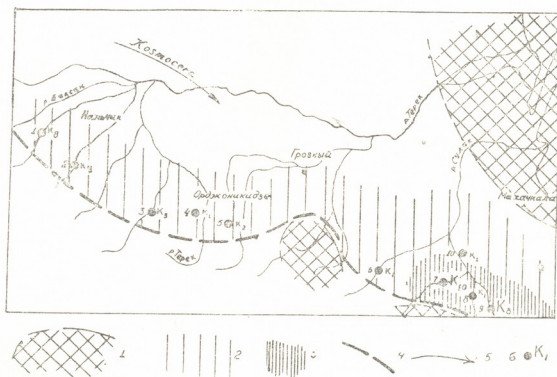


Рис. 1. Схема географического распространения среднекекловейских космоцерасов на территории Северо-Восточного Кавказа. 1—предполагаемая суша; 2—район с угнетенной фауной; 3—район с процветающей фауной; 4—южная граница ареала аммонитов рода *Kosmoceras*; 5—направление миграции среднекекловейских космоцерасов; 6—п.unkt. сборов аммонитов. Знаменатель показывает число определенных видов. Пункты сборов аммонитов: 1—р. Чегем; 2—р. Черек Балкарский; 3—р. Ардон; 4—ручей Дичжуаком; 5—перевал Герчеч, 6—с. Агвали; 7—с. Голотль; 8—с. Губиб; 9—с. Цудахар; 10—с. Ирганай

Намечаются два района, отличающихся друг от друга как по типу пород, так и по фауне. Первый район содержит фауну угнетенного облика. Охватывает он весь Северо-Восточный Кавказ, исключая бассейны рр. Аварское Койсу и Андийское Койсу. Второй район включает



в себя весь Горный Дагестан до широты с. Ирганай и характеризуется фауной, указывающей на весьма благоприятные биомические условия, существовавшие в период осадконакопления среднего келловея.

Самым западным пунктом, где были обнаружены космоцерасы, является разрез по р. Чегем. В алевролитистых карбонатных глинах с многочисленными бобовинами железняка вместе с среднекелловейскими *Hecticoceras*, *Erymnoceras*, *Perisphinctidae* были обнаружены *Kosmoceras castor* Rein., *K. gulielmii* Sow., *K. jason* Rein., *K. jenzeni caucasica* Tchikh., *K. tchegemensis* Tchikh., *K. tchikhachevi* Sakh., *K. cf. baylei* Tint., *K. aff. gulielmii* Sow. Все эти формы небольших размеров с признаками угнетенности. Здесь же в верхнекелловейском слое сгущения часто попадаются переотложенные среднекелловейские виды этого рода.

Это, пожалуй, единственный разрез в районе с угнетенной фауной, где собрано восемь видов космоцерасов. В соседних разрезах по рр. Черек Балкарский и Ардон наблюдается резкое сокращение количества видов и особей этих аммонитов. Так, по р. Черек Балкарский найдены *K. jason* Rein., *K. castor* Rein., *K. aff. gulielmii* Sow., *K. caucasicus* Khim., а по р. Ардон—*K. pollux* Rein., *K. castor* Rein и *K. aff. bigoti* R. Douv., причем в последнем разрезе аммониты находятся в переотложенном состоянии в верхнекелловейском глинистом, конгломератовидном, органогенно-обломочном известняке.

В Горной Ингушетии найдено всего три экземпляра аммонитов рода *Kosmoceras*. В долине ручья Диджуаком в буро-желтых глинах обнаружен *Kosmoceras* sp. indet., а у перевала Герчеч в черных некарбонатных глинах—*K. pollucium* Teiss. и *K. alenae* Sakh.

В восточной части района с угнетенной фауной космоцерасы встречены по р. Андийское Койсу (с. Агвали) — *Kosmoceras* sp. indet. и у с. Ирганай по р. Аварское Койсу—*K. grossouvrei* R. Douv. (три экземпляра).

Иной облик имеет фауна в среднекелловейских отложениях Горного Дагестана. Сравнительно небольшой по площади, но чрезвычайно богатый фаунистическими остатками, этот район позволяет разработать детальную биостратиграфическую схему среднего келловея. Особенно многочисленны космоцерасы в разрезе у с. Голотль. В 1,5—2 км от с. Голотль вниз по течению р. Аварское Койсу нами были обнаружены *Kosmoceras jason* Rein., *K. obductum* Buck., *K. pollux* Rein., *K. castor* Rein., *K. ornatum* Schloth., *K. trinode* Buck., *K. zugium* Buck., *K. aff. herakles* Tint., *K. aff. clavifer* Tint. *K. cf. castorinum* Tint. Приурочены эти аммониты к глинистым известнякам. Вместе с ними встречены многочисленные среднекелловейские *Hecticoceras*, *Erymnoceras*, *Reineckeia*, *Perisphinctidae*. Весь фаунистический комплекс указывает на среднекелловейский возраст этих отложений. Собранные в этом разрезе космоцерасы очень крупные, отдельные экземпляры превышают 70—80 мм в диаметре, с хорошо сохранившимся усьем и боковыми ушками.

Подобное же местонахождение космоцерасов расположено по р. Казикумухское Койсу у с. Цудахар, где из глинистых известняков по правому берегу реки были извлечены *Kosmoceras jason* Rein., *K. orna-*

*tum* Schloth., *K. duncani* Sow., *K. pollux* Rein., *K. gulielmii* Sow., *K. daghestanicum* Kas., *K. macrocephalum* Kas., *K. crassum* Tint. У с. Гуниб в песчаных известняках был встречен плохой сохранности *K. cf. zugium brinkmanni* Tint.

Территорию Горного Дагестана в пределах бассейнов рр. Аварское Койсу и Андийское Койсу в среднее желловейское время покрывало мелкое и спокойное море с илистым дном. Благоприятные бионические условия способствовали развитию крупных популяций аммонитов. На всей остальной части территории Северо-Восточного Кавказа происходило накопление алевритовых и песчаных осадков с большим содержанием железа. Космоцерасы в этих отложениях редки и небольших размеров. Гидродинамические и бионические условия в этом районе не способствовали развитию этих животных.

№	Наименование вида	Район с угнетенной фауной (Северо-Восточный Кавказ без Дагестана)	Район с процветающей фауной (Дагестан)
1	<i>Kosmoceras (Zugokosmoceras) jason</i> (Rein.)	+	+
2	<i>K. (Z.) zugium</i> Buck.	—	+
3	<i>K. (Z.) zugium brinkmanni</i> Tint.	—	cf.
4	<i>K. (Z.) alenae</i> Sakh.	+	—
5	<i>K. (Z.) daghestanicum</i> (Kas.)	—	+
6	<i>K. (Z.) crassum</i> Tint.	—	+
7	<i>K. (Z.) obductum</i> (Buck.)	—	+
8	<i>K. (Kosmoceras) baylei</i> Tint.	cf.	+
9	<i>K. (K.) bigoli</i> R. Douv.	aff.	—
10	<i>K. (K.) grossouvei</i> R. Douv.	—	+
11	<i>K. (K.) castorinum</i> Tint.	—	cf.
12	<i>K. (K.) trinode</i> (Buck.)	—	+
13	<i>K. (K.) pollucinum</i> Teiss.	+	—
14	<i>K. (K.) clavifer</i> Tint.	—	aff.
15	<i>K. (K.) jenzeni caucasica</i> Tchikh.	+	—
16	<i>K. (K.) duncani</i> (Sow.)	—	+
17	<i>K. (Gulielmiceras) gulielmii</i> (Sow.)	+	+
18	<i>K. (G.) macrocephalum</i> (Kas.)	+	—
19	<i>K. (G.) tchikhatchevi</i> Sakh.	+	+
20	<i>K. (Spinikosmoceras) castor</i> (Rein.)	+	+
21	<i>K. (S.) pollux</i> (Rein.)	+	+
22	<i>K. (S.) ornatum</i> (Schloth.)	—	+
23	<i>K. (S.) caucasicus</i> (Khim.)	+	—
24	<i>K. (S.) tchegemensis</i> (Tchikh.)	+	—
25	<i>K. (S.) herakles</i> Tint.	—	aff.

Космоцерасы из среднего желловя Северо-Восточного Кавказа представлены 25 видами, принадлежащими к четырем под родам. Большинство из определенных аммонитов в своем облике несет много общих черт с западноевропейскими экземплярами. Правда, есть и некоторые отличия, что, по всей вероятности, связано с географическим положением Северо-Восточного Кавказа. Кроме того, из 25 видов семь новые, нигде, кроме Дагестана и Кабардино-Балкарии, они до настоящего времени не найдены.

Такое разнообразие в видовом составе среднелловейских космоцерасов наблюдается в СССР только на Северном Кавказе и именно в Дагестане. В сопредельных районах число видов среднелловейских космоцерасов гораздо меньше. В Туаркыре [1] присутствует всего четыре вида, еще далее на восток в Узбекистане [2] — только один вид. Восемь видов среднелловейских космоцерасов найдено на Мангыш-



лаке [3]. Пять видов обычно встречаются в Саратовском Поволжье и в центральных районах Русской платформы [4]. Необходимо отметить, что почти все виды среднекембрийских космоцерасов, описанные из сопредельных областей, найдены и на Северном Кавказе.

Отсутствие в Закавказье этих широко распространенных в Европе аммонитов позволяет провести южную границу их распространения на Кавказе по Кавказскому хребту.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

Северо-Кавказский государственный  
 институт нефтяной промышленности

(Поступило 11.6.1971)

პალეობიოლოგია

თ. ლომინაძე, ა. სახაროვი

გვარი *KOSMOCERAS*-ის ამონიტების ჩოროლოგიის საკითხისათვის  
 ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიაში

რეზიუმე

ნაღებების ტიპისა და ფაუნის საფუძველზე ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიაში შუა კალოვიურ დროს გამოიყოფა ორი, ერთმანეთისაგან განსხვავებული რაიონი. პირველი რაიონი, რომელშიც გვხვდება დაკნინებული კოსმოცერასები მოიცავს მთელ ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიას მდინარეების ავარის კოისუსა და ანდის კოისუს გამოკლებით. მეორე რაიონი მოიცავს მთელ მთიან დაღესტანს ს. ირგანიმდე. შუა კალოვიურ დროს ამ უბანში განსაკუთრებით ხელსაყრელი პირობები იყო ფაუნის განვითარებისათვის.

PALAEOBIOLOGY

T. A. LOMINADZE, A. S. SAKHAROV

## ON THE CHOROLOGY OF THE *KOSMOCERAS* AMMONITES OF NORTH-EASTERN CAUCASUS IN THE MIDDLE-CALLOVIAN

Summary

In north-eastern Caucasus two regions are outlined, differing as to the type of rocks and fauna. The first region contains stunted representatives of *Kosmoceras*. It covers the whole north-eastern Caucasus, with the exception of the basins of the Avar Koyusu and Andy Koyusu rivers. The second region includes the whole Mountainous Daghestan, as far as the village Irganai; it is characterized by fauna which points to rather favourable bionomic conditions existing during the period of sedimentation in the Middle Callovian.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Аманниязов. Стратиграфия и аммониты верхнеюрских отложений Туаркыра. Ашхабад, 1962.
2. Сб. «Опорные разрезы юрской системы Узбекистана и сопредельных районов». Ташкент, 1969.
3. Е. И. Соколова. Труды ВНИГРИ, нов. сер., вып. 49, 1950.
4. Н. Т. Сазонов. Юрские отложения центральных областей Русской платформы. Л., 1957.



И. Н. КОБЕШАВИДЗЕ

## К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВНОЙ ФОРМЕ В ЯЗЫКЕ ОРХОНО-ЕНИСЕЙСКИХ НАДПИСЕЙ

(Представлено академиком С. С. Джикия 7.9.1971)

1. В языке орхоно-енисейских надписей (ОЕН) встречается достаточное количество примеров условной формы на *-sar*. Частота встречаемости, равно как и наличие специфического для тюркских языков условного значения, говорит о том, что рассматриваемая форма стабилизирована в виде важного компонента грамматики, и казалось бы, ничто не мешает для включения ее в категорию, именуемую наклоном.

1.1. Однако статус склонения ставится под сомнение ввиду недостаточности формы, что выражается в отсутствии ее связи с категорией лица и числа, в отличие от более позднего периода, когда условная форма регулярно взаимодействует с личными показателями ([1], 241; [2] 31; [3], 146).

1.2. Все примеры, которые фиксируются в текстах ОЕН, относятся либо ко 2 л. ед. ч., либо к 3 л. ед. и мн. ч., дифференциация которых вытекает только из контекста: 2 л. ед. ч.: *ol järgärü barsar tūrķ bodun öltäč: säñ* КТМ8 „если ты, тюркский народ, пойдешь в те земли, ты погибнешь“; 3 л. ед. ч.: *tūrķ qaγan ötükän jış olursar iltä buñ joq* КТМ3 „если в Оюкенской черни [на престоле] сидит тюркский каган, то в племенном союзе тюрков нет печали“; 3 л. мн. ч.: *bir kisi jañılsar oγuşı bodunı bisükünä täsi gıdmaz ärmis* КТМ6 „если отдельные люди [из тюрков] и соблазнялись, то целые роды до свойственников отклонялись“.

2. Показатель условной формы на *-sar* является составленным ([4], 168; [5], 74; [6], 120-126; [7], 452-455; [8], 35-63; [9], 298 сл)<sup>1</sup>. В нем несомненно проступают элементы *-sa-* (со значением желания) и *-g* (аффикс настоящего будущего времени).

2.1. Возможности сочетания показателя дезидеративности *-sa-* с временными морфемами прослеживаются не только на примере *-g*, но и на примере аффикса прошедшего времени: *ägär bolsadı, rast* „если бы было правильным“ ([10], 107), *bolmasadı* „если бы он не был“ ([3], 146).

2.1.1. В новосуйгурском языке имеется форма *körsät*—„показывать“ ([11], 648), где аффикс понудительного залога *-t-*, присоединяясь к аффиксу *sa-* образует в целом форму *körsät*—буквально означающую „заставить желать видеть“.

<sup>1</sup> Иное мнение у В. В. Радлова, считающего, что *ärsär* происходит от *ärsi(k)-är* ([12], 96).



2.1.2. В каракалпакском языке до сих пор распространены формы на -sa- в виде показателя -sar, -sav и -saq, указывающие на пристрастие деятеля к тому, что обозначается исходным именем: сув-са-р „бобер“ („привыкший к воде“), томак-са-в „обжора“ („стремящийся к пище“), сорам-са-к „попрашайка“ („любящий просить“) ([7], 452 сл).

2.2. Аффикс -sa-, -sä- мог присоединяться не только к глагольному корню, например, kör-<sup>(1)</sup>, но и к его производному körgüg<sup>(2)</sup>. Это свидетельствует о тенденции показателя -sa- в значении „желать“ в большей степени взаимодействовать с именными основами ([9], 300 сл), в то время как аффикс -sa- во взаимодействии с глагольными основами приносит значение условности, хотя о полной дифференциации условной формы и формы желания говорить трудно.

3. Если формы типа tavarsaq МҚ II 56 „тот кто любит вещи, богатство“ ([13], 542), служат для образования субстантивированных понятий, то формы типа barsaq „если пойдет“ в самом начале служат для образования причастных форм со значением „желающий сделать что-либо“ и, вероятно, только на более поздней стадии языка же ОЕН начинает выкристаллизовываться значение условной формы.

3.1. В такой функции несколько меркнет уже причастная природа показателя -sar.

4. Хотя Т. Текин приводит ряд примеров рассматриваемой формы, где, по его мнению, содержится значение, указывающее на обстоятельства, при которых происходит действие ([14], 186)<sup>(3)</sup>, тем не менее даже в этих примерах можно идентифицировать значение, сопряженное с условной формой: süñüş bolsar çäriğ itär ärti ab ablasar äräñ älä täğ ärti; КЧ9 „когда было сражение, он направлял войско, когда была охота, он напоминал громадного сокола“ ([14], 186; [15], 28). közdä jaş kälsär tidä könültä siğit kälsär janturı sağıntım КТ 51 „так с грустью думал я, в то время как из глаз моих лились слезы и сильные (?) вопли исходили из [глубины] сердца, я снова и снова скорбел“.

5. В процессе эволюции рассматриваемой формы наблюдался также период, когда данная форма не обязательно обладала условным значением. В языке ОЕН встречаем пример, где можно проследить форму на -sar, выступающую вместе с предшествующими словами в значении придаточного предложения причины: äğ ärdäm ilim bolsar bodun isriğ jörümädi Е 29<sub>2</sub> „так как моя страна обладала доблестью, народ не был (буквально „не ходил“) возбужденным“.

6. Некоторые аспекты функционирования формы на -sar остаются и поныне неясными, в частности, в какой мере этот показатель дает возможность образовывать именные формы наподобие -duq и -mış.

<sup>(1)</sup> körsä—: män anı körsädim МҚ III 295 „я хотел увидеть его“ [13, 318].

<sup>(2)</sup> körgüsä—: isig jüzünüzän körgüsäjür biz küsäjür biz Man I 10<sub>10</sub> „мы хотим видеть твой привлекательный лик, мы желаем“ [13, 318].

<sup>(3)</sup> Т. Текин, в частности, рассматривает условную форму на -sar в одном ряду с деепричастными формами на -rap; -jip; -yalı; -ča ([14], 183).

6.1. В текстах языка ОЕН показатель *-sar* в субстантивированной форме не встречается. Однако в предложении *atsar alp ärtiñiz utsar küč ärtiñiz* Е 28, „[нужно] было стрелять—вы были героем, [нужно] было побеждать—вы были силой“ И. А. Батманов усматривает слова с агентивным значением [16, 89] и в этом предположении имеется своя правда, поскольку форму *atsar* и *utsar* удобно рассматривать и как субстантивированные в значении „желающий стрелять“ и „желающий побеждать“.

6.2. Но можно думать, что основное употребление формы на *-sar*—предикативное.

7. По позиции показателя отрицательного аспекта *-ta-*, который располагается на границе между морфемами словообразования и словоизменения, составной аффикс *-sar* принадлежит к сфере словоизменения: *üzä täñri basmasar asra jär tälinmäsar türk bodun iñiñin törüñin käm artatı* КТ 22 „когда Небо вверху не давило [тебя], и Земля внизу не разверзлась [под тобой], о, тюркский народ, кто мог погубить твое государство?“.

8. На стадии языка ОЕН рассматриваемая форма находится в начальной фазе своего формирования и модификации условной формы на *-sar* в языке более позднего периода объясняются взаимовлиянием различных лично-временных парадигм.

Академия наук Грузинской ССР

Институт востоковедения

(Поступило 9.9.1971)

ენათმეცნიერება

ი. კობეშავიძე

პირობითი ფორმის საკითხისათვის ორხონისა და ენისეის ძეგლების  
 ენაში

რეზიუმე

ფორმანტი *-sar* ორხონისა და ენისეის ძეგლების ენაში მართოდენ პირობითობის გადმოცემით არ განისაზღვრება. რიგ შემთხვევებში იგი სხვა გრამატიკულ ფუნქციებსაც ასრულებს.

ფორმა *-sar* შედგება დეზიდერატივისა (*-sa-*) და აორისტის (*-r*) მორფემებისაგან.

LINGUISTICS

I. N. KOBESHAVIDZE

CONCERNING THE CONDITIONAL FORM IN THE LANGUAGE  
 OF THE ORKHON-YENISEI INSCRIPTIONS

Summary

The function of the affix *-sar* in the language of the Orkhon-Yenisei inscriptions is not only that of expressing conditionality. In a number of cases it has other grammatical functions as well. The form *-sar* consists of (*-sa-*) and (*-r*) morphemes of the desiderative and aorist.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Brockelmann. Osttürkische Grammatik der islamischen Literatursprachen Mit-telasiens. Leiden, Brill, 1954.
2. Schinkewitsch. Rabusis Syntax. Mitteilungen des Seminars für Orientalische Sprachen. Berlin, 1927.
3. А. М. Щербак. Грамматический очерк тюркских текстов X-XIII вв. из-Восточного Туркестана. М.—Л., 1961.
4. Г. И. Рамstedт. Введение в алтайское языкознание. М., 1957.
5. G. Ramstedt. Journal de la Societe Finno-Ougrienne, XXVIII. Helsinki, 1912.
6. G. Ramstedt. Zum türkischen Konditional. Finnische Forschungen, XXIX, 1-3. Helsinki, 1946.
7. Н. А. Баскаков. Каракалпакский язык, II, Фонетика и морфология. М., 1952.
8. Н. А. Баскаков. Сб. «Академику Владимиру Александровичу Гордлевскому к его семидесятипятилетию». М., 1953.
9. Э. В. Севортян. Аффиксы глаголообразования в азербайджанском языке, 1962.
10. А. К. Боровков. Лексика среднеазиатского тefsира XII-XIII вв. М., 1963.
11. Уйгурско-русский словарь. М., 1963.
12. W. Radloff. Die Alttürkische Inschriften der Mongolei, neue Folge. Stp. 1897.
13. Древнетюркский словарь. Л., 1969.
14. Т. Текин. A Grammar of O khon Turkic. Bloomington, 1968.
15. С. Е. Малов. Памятники древнетюркской письменности Монголии и Киргизии. М.—Л., 1959.
16. И. А. Батманов. Язык енисейских памятников древнетюркской письменности. Фрунзе, 1959.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

ნიკო მუსხელიშვილი (დაბადებიდან 80 წლის შესრულების გამო) 259

მათემატიკა

- \*გ. თევზაძე. შოკეშული ვეილის ბმულობითი  $W(f_{ij}; q_i)$  და ასიმპტოტური ბადის ტენზორით პროექციული სივრცის ზედაპირის განსაზღვრის შესახებ 266
- \*გ. კაპანაძე. რისის პოტენციალები და კარტანის ტოპოლოგია 268
- \*ნ. რობიტაშვილი. უკუშეთოდისა და რეზოლუციის მეთოდის შეთავსება 271
- \*ი. სხირტლაძე. ფურიე — უოლმის მწკრივთა აბსოლუტური კრებადობის შესახებ 276
- \*ლ. იდელსი. შეჯამებადი ინტეგრალების შესახებ 280
- \*დ. გოგუაძე. რადონ — გიუნტერ — დუბროვსკის განზოგადებულ ინტეგრალურ განტოლებათა ამოხსნა შიმდეგრობითი მიახლოების მეთოდით 284
- \*ქ. წითლანაძე. ფუნქციონალის დიფერენცირების შესახებ 287

მიქანიკა

- \*მ. შიქელაძე. ნებისმიერად დატვირთული შეკრული ცილინდრული პლასტიკური გარსების ხახვერად უმომენტო თეორია 292

ღრეპაღობის თეორია

- \*თ. ძეუხარგია. ცვალებადი სისქის წრიული ფირფიტის სიმეტრიული დუნვა 296

კიბერნეტიკა

- \*ჭ. ყიფშიძე, ა. მაძისთვალთვი, რ. მეგრელიშვილი, თ. ნიკოლაიშვილი, ბ. ტოგონიძე. გამოსახულებათა კონფიგურაციებად დაყოფისა და მათი ამოცნობის ერთი მეთოდის შესახებ 299

ფიზიკა

- \*ლ. რაზდოლსკაია. ნ. როინიშვილი. კოსმოსური სხივების გამჭოლავ დვარბში ზოგიერთი ცრუფიზიკური ეფექტის შესახებ 304
- \*ი. ფურცელაძე, ლ. ხავეთასი, ლ. ხითარიშვილი. მესერული შთანთქმა აზოტით ლევირებულ  $\alpha$ -Sic (6H) კრისტალებში 308
- \*გ. ბარამიძე. დამუხტული გრიგლების რხევითი სპექტრის შესახებ 311

ბიოფიზიკა

- \*ა. გველესიანი. ჰაერში თავისუფლად ვარდნილი წყლის წვეთის ჰიდროდინამიკური მახასიათებლები 316
- \*ქ. თავართქილაძე. მზის გამოსხივების ინტეგრალური ინტენსივობით ატმოსფერული აეროზოლების ოპტიკური სისქის განსაზღვრის მეთოდის სიზუსტის შეფასება 320
- \*გ. სულაქველიძე, ი. სულაქველიძე. ტროპოსფეროს ვერტიკალურ სექტში შოთავსებული სრული ენერჯია 324

ანალიზური ქიმია

- \* ვ. ერისთავი, ვ. წვენიაშვილი, შ. კეკელია. ალუმინისა და ბერილიუმის პოლაროგრაფიული განსაზღვრის საკითხისათვის 326
- \*ა. დანელია, დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. ერისთავი. ვოლფრამის დაცილება ანიონიტების კარბონატული ფორმით თანამგზავრი ელემენტებისაგან 331



## ფიზიკური კიბია

- \*ვ. ვარაზაშვილი. W-ტიპის ჰექსაგონალური ბარიუმის ფერიტების ზოგიერთი თვისების შესწავლა 335

## კიბიური ტიპნოლოგია

- \*თ. გაბადაძე, ლ. ნიკიტინა, ნ. ნერგაძე, ვ. გარაშინი. ალუნიტიანი დაძაბავი ცემენტის მიკროსკოპიული გამოკვლევა 339

## ფარმაკოკიბია

- \*ვ. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. მუჯირი, ქ. მუჯირი. აკუამინი და ნორფლუოროკუურანინი საქართველოში მოზარდი გველის სუროდან 343
- \*გ. ჩხიკვაძე, ვ. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. ვახნაძე, ქ. მუჯირი. ალკალოიდები მაიორიდინი და რეზერპინინი სუროვარიდან 346

## გეოლოგია

- \*გ. ქელიძე. პოხტური ნალექების დანაწილების შესახებ 352

## პალეონტოლოგია

- \*გ. ლოხაძე. საქართველოს გვიანკარტული ექინოიდების ზოოგეოგრაფიული დახასიათება 355

## პეტროლოგია

- ძ. ცხელიშვილი. ხრამის მასივის გრანიტოიდების გრანატიანი სახესხვაობის შესახებ 357
- \*მ. ტოგონიძე. გორაბის ინტრუზივის სკარნები (ცენტრალური აფხაზეთი) 364

## მინერალოგია

- \*ქ. ჩიხელიძე. მუასანიტის პირველი აღმოჩენა საქართველოს ქანებში (ძირულის მასივი) 367

## სამშენებლო მიქანობა

- \*თ. ბოხუა. ფილების თავისუფალი რხევის გამოკვლევის ერთი მეთოდის შესახებ 372

## მეტალურგია

- \*გ. მამფორია. უნახშირბადო აზოტური მანგანუმის ქრომთან შენადნობების მიღება 375

## მანქანათმშენობა

- ნ. დავითაშვილი. ხუთგოლა სფერული მექანიზმების კინემატიკური კვლევის საკითხისათვის 377
- \*ზ. ნაცველიშვილი, ი. პაპალაშვილი. სივრცითი მექანიზმების კინემატიკური კვლევა კონტურის პირობითად გათიშვის მეთოდით 384
- \*ლ. ზურაბიშვილი. სივრცითი ოთხგოლა მექანიზმების მდებარეობის ფუნქციის განსაზღვრა კონტურის პირობითი გათიშვის მეთოდით 388

## ჰიდროტექნიკა

- \*გ. ძამრაძე, ი. მუხაევ. მეწყერით გამოწვეული ტალღები წყალსაცავში 392

ელემენტარობა

\*ვ. ახალკაცი, კ. წერეთელი, ნ. ბლექინი. ძაბვის რყევების დეტექტორი 396

მასალათა ტექნოლოგია

\*ვ. ბალავაძე. შალალი სიმტკიცის, ნაკლები დეფორმირებისა და წყალგაუმტარი მსუბუქი ბეტონის შექმნის საკითხისათვის 400

ნიადგმცოდნეობა

\*თ. ურუშაძე. ბ. გრადუსოვი. თიხის მინერალები არიდული მეჩხერების ნიადაგებში 404

ჯ. შაქავარიანი. შიდა ქართლის დასავლეთი ნაწილის შავმიწისებრი დაწილული ხიდაგების ძიკრომორფოლოგიისა და ლამის ფრაქციის მინერალოგიური შედგენილობის შესახებ 405

აბროჰიმი

\*ნ. კვარაცხელია, ჯ. კახაძე. ხორბლის აზოტოვანი ცელისა და კვების შესწავლისათვის 411

მეტაქევიზა

\*ა. კანდელაკი. კამბიუმის მოქმედების გავრცელება პერქნიან მცენარეთა მთავარ და გვერდითა ფესვებში 415

ბოტანიკა

\*გ. ნახუცრიშვილი. ცენტრალური კავკასიონის მცენარეების ფოტოსინთეზის შესახებ ზამთარში 419

მცენარეთა ფიზიოლოგია

შ. გაბიძაშვილი. ზოგიერთი ზამთარმწვანე მცენარის ფოტოსინთეზის თავისებურებები ხულთან ახლო მდებარე ტემპერატურაზე 421

ბინებრიკა და სელექცია

კ. ქიქილაშვილი. *Triticum Ispahanicum* -ის ფილოგენეტიკური შესწავლისათვის 425

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

\*ლ. ფხაკაძე, ც. ორჯონიკიძე. გულისცემის სიხშირისა და სუნთქვის ცვლილებები თავდაცვითი პირობითი რეფლექსის გამომუშავების დროს ნორმალურ და უქერქო კატებში 431

\*შ. შარუაშვილი. კუნთთა ტონუსის ცვლილებები შუბლის წილის სიმსივნეების დროს 435

\*ო. ბაქრაძე. ზღვის გოჭების მხედველობითი და სომატოსენსორული სისტემების შედარებითი რადიომგრძნობელობის საკითხისათვის 439

ა. კვიციანი. ჰიპოთალამუსის გალიზიანების ბაზაზე მიღებული პირობითი რეფლექსი ახალი ქერქის გამოთიშვამდე და გამოთიშვის შემდეგ 441

ბიოჰიმი

გ. ჯონაძე. მიკროელემენტებისა და რიზობიუმის შტამების გავლენა სოიის ფოტოსინთეზზე 445

- \*ო. ნახიძე. რადიოაქტიური ნახშირორჟანგის C<sup>14</sup>-ის ჩართვა ვაზის ფოთლების ცილებში 452
- \*ე. გოცირიძე, მ. ღვაბერიძე. შეშავებულ ლიპოგამქსნელებში ხსნადი ცილების შესწავლისათვის თავის ტვინში 455
- \*ნ. მგელაძე. ლიპიდური ცვლის ზოგიერთი მაჩვენებლის შესწავლისათვის ექსპერიმენტული ჰეპატიტებისა და ციროზების დროს 459
- \*ე. ტყეშელაშვილი, ს. ისკანდაროვი, ქ. მუჯირი, ს. იუნუსოვი (სსოკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). *Leontice smirnovii* Trautw. ალკალოიდების შესწავლა 463
- მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია**
- დ. პატარაია, ნ. დუმბიშიძე, ნ. რამიშვილი. საქართველოს შალაღითიანი ზონის ზოგიერთ ნიადაგში აქტინომიცეტების გავრცელების შესწავლისათვის 465
- ფიტოკათოლოგია**
- \*ლ. ყახჩაველი, გ. ყალიჩაეა. უჯრედის ფოტოსინთეზის აქტივობასა და მცენარის დაავადებას შორის კავშირის შესახებ 472
- ჰისტოლოგია**
- \*რ. ჩხეტია, ა. შიქელაძე. ადამიანის კუჭის ლორწოვანი გარსის ელექტრონულმიკროსკოპიული გამოკვლევა 475
- ციტოლოგია**
- \*ი. მესტიაშვილი, ვ. ნაცვლიშვილი, ე. წვერაძე, ლ. ფრიდმანი, ც. ქახტურია. ფეტალური ჰემოგლობინის შედარებითი გამოკვლევა ბიოქიმიური და ციტოლოგიური მეთოდებით 470
- ჰიდრობიოლოგია**
- ნ. ჩიკვაძე. გლდანის ტბების პელაგური ჰიდრობიონტების შედგენილობისა და ცხოვრების ნირის შესწავლისათვის 481
- მკვებრივნივთები**
- \*ბ. მგალობლიშვილი. სისხლძარღვთა რეაქციის რეოენცეფალოგრაფიული შესწავლისათვის შიზოფრენიის დროს 487
- პალეობიოლოგია**
- \*თ. ლომინაძე, ა. სახაროვი. გვარი *Kosmoceras* -ის ამონიტების ხოროლოგიის საკითხისათვის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კავკასიაში 492
- ენათმეცნიერება**
- \*ი. კობეშაძე. პირობითი ფორმის საკითხისათვის ორზონისა და უნისეის ქელების ენაში 495

## СОДЕРЖАНИЕ

НИКОЛАИ ИВАНОВИЧ МУСХЕЛИШВИЛИ (к 80-летию со дня рождения)	260
<b>МАТЕМАТИКА</b>	
Г. Н. Тевзадзе. Об определении поверхности проективного пространства заданной Вейлевой связностью $W(f_{ij}, q_i)$ и тензором асимптотической сети	263
Дж. Б. Капанадзе. Потенциалы Рисса и топология картана	267
Н. Г. Робиташвили. Совмещение обратного метода и метода резолюции	269
И. А. Схиртладзе. Об абсолютной сходимости рядов Фурье — Уолша	273
Л. В. Идельс. О суммируемых интегралах	277
Д. Ф. Гогоуадзе. Решение обобщенных интегральных уравнений Радона — Гюйтера — Дубровского методом последовательных приближений	281
К. Э. Цитладзе. О дифференцировании функционалов	285
<b>МЕХАНИКА</b>	
М. Ш. Микеладзе. Полубезмоментная теория замкнутых цилиндрических пластичных оболочек, подвергающихся действию произвольной нагрузки	289
<b>ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ</b>	
Т. В. Меунаргия. Симметричный изгиб круглой пластинки переменной толщины	293
<b>КИБЕРНЕТИКА</b>	
Д. Ш. Кипшидзе, А. Г. Мамиствалов, Р. П. Мегрелишвили, Т. Г. Николайшвили, В. А. Тогоидзе. Об одном методе разбиения изображений на конфигурации и их опознавание	297
<b>ФИЗИКА</b>	
Л. А. Раздольская, Н. Н. Ройнишвили. О некоторых ложных «физических» эффектах в проникающих ливнях космических лучей	301
И. М. Пурцеладзе, Л. Г. Хавтаси, Л. С. Хитаршвили. Решеточное поглощение в кристаллах $\alpha$ -SiC (6H), легированных азотом	305
Г. А. Барамидзе. О спектре колебаний заряженных вихрей	309
<b>ГЕОФИЗИКА</b>	
А. И. Гвелесиани. Гидродинамические характеристики свободно падающих капель воды в воздухе	313
К. А. Таварткиладзе. Оценка точности определения оптической толщи атмосферных аэрозолей по интегральной интенсивности излучения солнца	317
Г. К. Сулаквелидзе, Я. Г. Сулаквелидзе. Полное количество энергии, заключенной в вертикальном столбе тропосферы	321

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. Д. Эристави, В. Ш. Цвениашвили, Ш. А. Кекелия. К вопросу полярнографического определения алюминия и бериллия 325
- А. Г. Данелия, Д. И. Эристави (член-корреспондент АН ГССР), В. Д. Эристави. Отделение вольфрама от сопутствующих элементов на  $CO_3$ -форме анионитов 329

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. С. Варазашвили. Некоторые свойства гексагональных бариевых ферритов типа W 333

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Т. Г. Габададзе, Л. В. Никитина, Н. Г. Нергадзе, В. Р. Гарашин. Микроскопические исследования алунитового напрягающего цемента 337

### ФАРМАКОХИМИЯ

- В. С. Асатиани (академик АН ГССР), М. М. Муджири, К. С. Муджири. Акуамин и норфлуорокурарин из барвинка травянистого, произрастающего в Грузии 341
- Г. В. Чхиквадзе, В. С. Асатиани (академик АН ГССР), В. Ю. Вацнадзе, К. С. Муджири. Алкалоиды майоридии и резерпинии из *Vinca Pubescens* 345

### ГЕОЛОГИЯ

- Г. Ф. Челидзе. О подразделении понтических отложений 349

### ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- Г. С. Гонгадзе. Зоогеографическая характеристика позднемиловых эхиноидей Грузии 352

### ПЕТРОЛОГИЯ

- М. С. Цхелишвили. О гранатовой разновидности гранитоидов Храмского массива 359
- М. Г. Тогоидзе. Скарпы Горабского интрузива (Центральная Абхазия) 361

### МИНЕРАЛОГИЯ

- К. С. Чихелидзе. Первая находка муассанита в породах Грузии (Дзирульский массив) 365

### СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Т. А. Бохуа. Об одном способе исследования свободных колебаний пластинок 369

### МЕТАЛЛУРГИЯ

- Г. Ш. Мампория. Получение безуглеродистых азотсодержащих хромомарганцевых сплавов 373

### МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Н. С. Давиташвили. К вопросу кинематического исследования пятизвенных сферических механизмов 380



3. С. Нацвлишвили, И. Ш. Папалашвили. Кинематическое исследование пространственных механизмов способом условного размыкания контура 381

Л. А. Зурабишвили. Определение функции положения пространственного четырехзвенного механизма способом условного размыкания контура 385

ГИДРОТЕХНИКА

Г. П. Мамрадзе, И. Д. Музаев. Возникновение воли в водохранилище вследствие оползневых явлений 389

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

В. Г. Ахалкаци, К. О. Церетели, Н. П. Блеткин. Детектор колебаний напряжения 393

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

В. К. Балавадзе. К вопросу создания высокопрочного малодеформируемого и водонепроницаемого легкого бетона 397

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Т. Ф. Урушадзе, Б. П. Градусов. Глинистые минералы в почвах аридных редколесий 401

Дж. Ш. Мачавариани. К вопросу микроморфологии и минералогического состава илистой фракции черноземовидных слитых почв западной части Шида Картли 407

АГРОХИМИЯ

Н. Т. Кварацхелиа, Д. И. Кахадзе. Исследование азотного питания и обмена у пшеницы 409

ЛЕСОВОДСТВО

А. А. Канделаки. Распространение деятельности камбия в главных и боковых корнях древесных растений 413

БОТАНИКА

Г. Ш. Нахуцришвили. О фотосинтезе высокогорных растений Центрального Кавказа зимой 417

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. А. Габидзашвили. Особенности фотосинтеза в условиях принудительных температур у некоторых зимневегетирующих растений 423

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

К. М. Жижилашвили. К филогенетическому изучению *Triticum Hispanicum* 427

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Л. Д. Пхакадзе, Ц. А. Орджоникидзе. Изменения частоты сердечных сокращений и дыхания в ходе выработки условного оборонительного рефлекса у нормальных и бескорковых кошек 429

М. Г. Маруашвили. Изменение мышечного тонуса при опухолях лобной локализации 433

- О. С. Бакрадзе. К вопросу о сравнительной радиочувствительности зрительной и соматосенсорной систем морских свинок 437
- А. В. Квирцхалия. Условная реакция, выработанная на базе раздражения гипоталамуса, до и после выключения новой коры 443

### БИОХИМИЯ

- О. Т. Хачидзе. Включение  $C^{14}$  радиоактивной углекислоты в белки листьев виноградной лозы 449
- Е. Г. Гоциридзе, М. Г. Гваберидзе. К изучению белков головного мозга, растворимых в подкисленных липорастворителях 453
- Н. Г. Мгеладзе. Изучение некоторых показателей липидного обмена в печеночной ткани при экспериментальном гепатите и циррозе печени 457
- Э. Г. Ткешелашвили, С. Искандаров, К. С. Муджири, С. Ю. Юнусов (член-корреспондент АН СССР). Исследование алкалоидов *Leontice Smirnowii* Trautw. 461

### МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Д. Т. Патарая, Н. В. Дурмишидзе, Н. В. Рамишвили. К изучению распространения актиномицетов в некоторых почвах высокогорной зоны Грузии 467

### ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Л. А. Канчавели (академик АН ГССР), Г. С. Каличава. О взаимосвязи между фотосинтетической активностью и заболеванием растительной клетки 469

### ГИСТОЛОГИЯ

- Р. И. Чхетиа, А. Л. Микеладзе. Электронномикроскопическое исследование слизистой оболочки желудка человека 473

### ЦИТОЛОГИЯ

- И. Г. Местиашвили, В. М. Нацвлишвили, Е. Н. Цверава, Л. М. Фридман, Ц. И. Чантурия. Сравнительное изучение фетального гемоглобина биохимическим и цитологическим методами исследования 477

### ГИДРОБИОЛОГИЯ

- Н. И. Чикваидзе. Образ жизни и состав пелагических гидробионтов Гданских озер 483

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Б. И. Мгалоблишвили. К изучению реоэнцефалографических исследований сосудистых реакций при шизофрении 485

### ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Т. А. Ломинадзе, А. С. Сахаров. К хорологии аммонитов рода *Kosmoceras* Северо-Восточного Кавказа в среднее келловейское время 489

### ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- И. Н. Кобешавидзе. К вопросу об условной форме в языке орхоно-енисейских надписей 493

## CONTENTS\*

NIKOLOZ I. MUSKHELISHVILI. (On the Occasion of His 80th Birthday) 261

### MATHEMATICS

- G. N. Tevzadze. On determining the surface of projective space given by the Weyl connectivity  $W(f_{ij}, q_i)$  and the tensor of an asymptotic net 266
- J. V. Kapanadze. Rietz's potentials and the Cartan topology 268
- N. G. Robitashvili. Combination of the inverse- and the resolution methods 272
- I. A. Skhirtladze. On the absolute convergence of Fourier-Walsh series 276
- L. V. Idels. On summable integrals 280
- D. F. Gogvadze. Solution of the generalized integral equations of Radon-Gunter-Dubrovsky by the method of sequential approximation 284
- K. E. Tsitlanadze. On the differentiation of a functional 287

### MECHANICS

- M. Sh. Mikeladze. Semi-momentless theory of closed cylindrical plastic shells subjected to action of arbitrary load 292

### THEORY OF ELASTICITY

- T. V. Meunargia. Symmetrical bending of a circular plate of variable thickness 296

### CYBERNETICS

- D. Sh. Kipshidze, A. G. Mamistvalov, R. P. Megrelishvili, T. G. Nikolaishvili, V. A. Togonidze. On a method of image breakup into configurations and their identification 300

### PHYSICS

- L. A. Razdolskaya, N. N. Roinishvili. On some spurious "physical" effects in penetrating showers or cosmic rays 304
- I. M. Purtseladze, L. G. Khavtasi, L. S. Khitarishvili. The lattice absorption in nitrogen-doped  $\alpha$ -SiC (6H) crystals 308
- G. A. Baramidze. On the oscillation spectrum of charged flux lines 312

### GEOPHYSICS

- A. I. Gvelesiani. Hydrodynamic characteristics of water drops freely falling in air 316
- K. A. Tavartkiladze. Estimation of the determination accuracy of the optical thickness of atmospheric aerosols by the integral intensity of solar radiation 320
- G. K. Sulakvelidze, Ya. G. Sulakvelidze. The total energy contained in a vertical column of the troposphere 324

### ANALYTICAL CHEMISTRY

- V. D. Eristavi, V. Sh. Tsveniashvili, Sh. A. Kekelia. Towards the polarographic determination of aluminium and beryllium 326

\* The list of titles comprises the summaries in English.

A. G. Danelia, D. I. Eristavi, V. D. Eristavi. Separation of tungsten from the accompanying elements on the $\text{CO}_3^{2-}$ -form of anion exchangers	331
PHYSICAL CHEMISTRY	
V. S. Varazashvili. Some properties of W-type hexagonal barium ferrites	336
CHEMICAL TECHNOLOGY	
T. G. Gabadadze, L. V. Nikitina, N. G. Nergadze, V. R. Garashin. Microscopic study of alunite tension cements (ATC)	340
PHARMACEUTICAL CHEMISTRY	
V. S. Asatiani, M. M. Mujiri, K. S. Mujiri. Acummin and norfluorourarine from periwinkle, <i>Vinca herbaceae</i> growing in Georgia	343
G. V. Chkhikvadze, V. S. Asatiani, V. Yu. Vachnadze, K. S. Mujiri. Majoridine and reserpinine from periwinkle <i>Vinca Pubescens</i>	347
GEOLOGY	
G. F. Tchelidze. On the subdivision of the Pontian deposits	352
PALAEONTOLOGY	
G. S. Gongadze. Zoogeographic characteristics of the Late Cretaceous echinoids of Georgia	356
PETROLOGY	
M. S. Tskhelishvili. On the garnet of the Khrami massif granitoids	359
M. G. Togonidze. Skarns of the Gorab intrusive (Central Abkhazia)	364
MINERALOGY	
K. S. Chikhelidze. The first find of moissanite in the rocks of Georgia (Dzirula Massif)	367
STRUCTURAL MECHANICS	
T. A. Bokhua. On a method of investigation of free vibrations of plates	372
METALLURGY	
G. Sh. Mamporia. Production of carbon-free nitrogen containing chromium-manganese alloys	376
MACHINE BUILDING SCIENCE	
N. S. Davitashvili. On the kinematic investigation of five-link spherical mechanisms	380
Z. S. Natvlishvili, I. Sh. Papalashvili. Kinematic investigation of spatial mechanisms by the method of conditional opening of the circuit	384
L. A. Zurabishvili. Determination of the position function of spatial four-link mechanisms by means of conditional opening of the circuit	388
HYDRAULIC ENGINEERING	
G. P. Mamradze, I. D. Muzaev. Waves due to landslide in a water reservoir	392
ELECTROTECHNICS	
V. G. Akhalkatsi, K. O. Tsereteli, N. P. Blyotkin. Voltage oscillation detector	396

TECHNOLOGY OF MATERIALS

V. K. Balavadze. On creating superfirm, slightly deformable and waterproof light-weight concrete 400

SOIL SCIENCE

T. F. Urushadze, B. P. Gradusov. Clay minerals in the soils of arid open woodlands 404

J. Sh. Machavariani. On the micromorphology and mineralogical composition of silt fraction in chernozem-like compact soils of the western part of Inner Kartli 407

AGRICULTURAL CHEMISTRY

N. T. Kvaratskhelia, J. I. Kakhadze. Towards the study of nitrogen nutrition and metabolism in wheat 412

FORESTRY

A. A. Kandelaki. Spread of the activity of cambium in the main and lateral roots of tree plants 416

BOTANY

G. Sh. Nakhutsrishvili. On the photosynthesis of the high-mountain plants of Central Caucasus 419

PLANT PHYSIOLOGY

M. A. Gabidzashvili. Peculiarities of photosynthesis of some winter-vegetative herbaceous plants in zero-temperature conditions 424

GENETIC AND SELECTION

K. M. Zhizhilashvili. Toward the phylogenetic study of wheat *Triticum ispahanicum* 428

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

L. D. Pkhakadze, Ts. A. Orjonikidze. Changes of heart rate and respiration during acquisition of a conditioned defensive reflex in normal and decorticated cats 432

M. G. Maruashvili. Changes of muscular tonus in frontal lobe tumours 435

O. S. Bakradze. On the relative radiosensitivity of the visual and somato-sensory systems in guinea pigs 439

A. V. Kvirtskhalia. A conditioned response evoked on the basis of the stimulation of the hypothalamus before and after the switching off of the Neocortex 443

BIOCHEMISTRY

G. K. Jokhadze. The influence of microelements and the strains of rhizobium on soya photosynthesis 447

O. T. Khachidze. Incorporation of C<sup>14</sup> of radioactive carbon dioxide into the protein of grapevine leaves 452

H. G. Gotsiridze, M. G. Gvaberidze. Towards the study of brain proteins soluble in acidified lipid-solvents 455

N. G. Mgeladze. Towards the study of some indices of lipid metabolism in liver tissue in experimental hepatitis and liver cirrhosis 460

E. G. Tkeshelashvili, L. Iskandarov, K. S. Mujiri, S. Yu. Yunusov. Investigation of alkaloids of *Leontice Smirnowii* Trautw. 464



## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- D. T. Pataraya, N. V. Durmishidze, N. V. Ramishvili. Towards the study of the actinomycete distribution in some soils of the high-mountain zone of Georgia 467

## PHYTOPATHOLOGY

- L. A. Kanchaveli, G. S. Kalichava. On the interrelationship between photosynthetic activity and incidence of disease in plants 472

## HISTOLOGY

- R. I. Chkhetia, A. L. Mikeladze. An electron microscopic study of the human stomach mucosa 476

## CYTOLOGY

- I. G. Mestiashvili, V. M. Natsvlishvili, E. N. Tsverava, L. M. Friedman, Ts. I. Chanturia. A comparative study of the foetal haemoglobin by the biochemical and cytological methods 479

## HYDROBIOLOGY

- N. N. Chikvaidze. The mode of life and composition of pelagic hydrobionts in the Gldani lakes 484

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- B. I. Mgaloblishvili. Rheoencephalographic investigation of vascular reactions in schizophrenia 488

## PALAEOBIOLOGY

- T. A. Lominadze, A. S. Sakharov. On the chorology of the *Kosmoceras* ammonites of north-eastern Caucasus in the Middle Callovian 492

## LINGUISTICS

- I. N. Kobeshavidze. Concerning the conditional form in the language of the Orkhon-Yenisei inscriptions 495

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы



даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко написаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-93-42.  
Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

## ა ბ ტ ო რ ტ ა ს ა ქ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლიტიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით სინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუდლად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, რაცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქლად სავესებით მზა სახით. ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი ერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღნიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათხოვილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემული დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა აღიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილი უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად



იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის უნდა წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაყრდნობა დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილა მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ყურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეღნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მეღნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურნალი შრომა, ვუჩვენოთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნომერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მომამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მასი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა ღაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუხოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ბ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან