

988



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოამბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 132 том

№ 3

დეკემბერი 1988 ДЕКАБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



524  
1988  
ტ. 132  
№ 3  
XII

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

124

ტომი 132 TOM

№ 3

დეკემბერი 1988 ДЕКАБРЬ

### სარედაქციო კოლეგია

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალავაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. ღურშიშიძე, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სეხნიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძგური, შ. ძიძგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჯავახიშვილი, გ. ჯიბლაძე

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуння (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкრелидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуння (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишидзе, Л. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი  
Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გადაეცა ასაწყობად 21.11.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17.1.1989; შეკვ. № 3579; ანაწყობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; საარტიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 01406; ტირაჟი 1350 ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 21.11.1988; подписано к печати 17.1.1989; зак. № 3579; размер набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 01406; тираж 1350; цена 1 руб. 90 коп.

\*\*\*

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19  
Типография АН Грузинской ССР, Тбилиси 380060, ул. Кутузова, 19

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19  
Издательство «Мецниереба», Тбилиси 380060, ул. Кутузова, 19

1/2 82

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

*მ. თეთრუაშვილი. MLSC თეორიის ამოხსნის სირთულე	468
*ს. ელოშვილი. პირობითი მათემატიკური ლოდინი და მარტინგალები გლუვ მრავალწახრიობაზე	471
*ტ. ჭინჭარაძე. მხებ სიმეტრიულ ფიბრაციათა შესახებ	476
*ა. ჯვარშიაშვილი. პარმონიული ფუნქციებისათვის არამხები ზოგიერთი მახასიათებელი	478
*ლ. ფანჯიკიძე. ჯერადი შეუღლებული ტრიგონომეტრიული მწკრივების კრება- ლობა $C(K_n)$ სივრცეში და მრავალი ცვლადის შეუღლებული ფუნქციების უწყვეტობა	482
*დ. კილურაძე. მეტრიკული განზომილების ზოგიერთი თვისების შესახებ	487
*ი. კოვზანაძე. მეზოკომპაქტურ სივრცეთა განზომილების შესახებ	491

დრეკადობის თეორია

*ლ. დობოჯგინიძე. ერთი საკონტაქტო ამოცანის შესახებ არაწრფივად დრეკადი ნახევარსიბრტყისათვის	496
---	-----

კიბერნეტიკა

*ნ. წოწკოლაური. ორიენტირებულ აციკლურ გრაფში ეფექტური გზების ძებნის ერთი ალგორითმის შესახებ	499
*რ. ხომერიკი. სწავლების სისტემის მდგრადობა	503

ფიზიკა

*რ. ჯიბუტი, დ. თედორაძე, შ. წიკლაური. უმსუბუქესი ატომური სისტემების სტრუქტურის შესწავლისადმი არამოდულური მიდგომა	508
*ა. გველესიანი, გ. ჯანდიერი, გ. ქვევანიშვილი, კ. ნიკოლაძე. პლაზმური უკუდენების გენერირების შესახებ გამტარ გარემოში	512

!

ანალიზური ძივია

*ი. შათირიშვილი, დ. გიგითაშვილი. ერთვალენტური კათიონების განსაზღვრა ქართულ დვინოებში იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით	515
--	-----

ორგანული ძივია

*ვ. მარუშკევიჩი, გ. კოზლოვა, ე. ლეკვეიშვილი, მ. თევდორაშვილი. მირზაანის ნავთობის მაღალმდლარე ფრაქციების არომატული ნახშირწყალბადის კვლევა ლუმინესცენტური მეთოდით	520
*გ. პაპავა, მ. ქუთათელაძე, ზ. სარიშვილი, ბ. მგელაძე, ნ. ხოტენაშვილი. გაზრდილი ცეცხლმედეგობის ფოსფორშემცველი პოლიეთერები	524

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მარტყო  
სახ. სახ. რესპუბ.  
ბიბლიოთეკა

## ფიზიკური ქიმია

- \*ა. ნადირაძე, გ. გველესიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), დ. ცაგარეიშვილი, ი. ოშიაძე. გადოლინიუმისა და ლუტეციუმის მეტაჰოლოგრამატების მაღალტემპერატურული ენთალპია და სითბოტევადობა 527
- \*დ. ზერეკიძე, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ო. მიქაძე, დ. ებანოიძე, ზ. გილაური. ქრომ-ალუმინიანი მხურვალემდეგი ფოლადის მაღალტემპერატურული ქანგვა 531

## ქიმიური ტექნოლოგია

- \*ა. დალაქიშვილი. წარმოების ნარჩენებით და მთის ქანებით სინთეზირებულ სატარე მინების თერმოინამიკური გამოკვლევა 534

## ფარმაკოქიმია

- \*ლ. ქავთარაძე, რ. დაბრუნდაშვილი, ნ. მენშოვა, ნ. კორზინკინა, ე. ქემერტელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). 3β-აცეტოქსი-5α-პრეგნ-16-ენ-20-ონის სინთეზი ტიგოგენინიდან 539

## ფიზიკური გეოგრაფია

- \*ლ. ბეროშვილი. ატმოსფეროს გაქუჭყყანების თავისებურებანი თბილისის თავზე 543

## გეოლოგია

- \*ლ. ცირეკიძე. აფხაზეთის ბერაისულ-პოტრეული ნალექების მიკროფაუნისტური დახასიათება 547
- \*ნ. სალუქვაძე, ე. ცაგარელი. საქართველოს ბელტის ზედაეოცენური და ქვედაოლიგოცენური ნალექების სტრატეგრაფიისათვის 551

## ლითოლოგია

- \*ნ. ასლანიკაშვილი, ზ. კილასონია. კავკასიის გიშრები და მათი წარმოშობის ზოგი თავისებურება 556

## მინერალოგია

- \*მ. კიჭინაძე. ჩორღის ბარიტის საბადოს კალციტ-სულფიდური მადნები 559

## საშენიანო მამანია

- \*რ. გუსეინოვი. განაწილებული ცვლადი პარამეტრების მქონე მექანიკური სისტემის რხევის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შესახებ 564

## მეტალურგია

- \*ვ. რცხილაძე, ლ. ჩხიკვაძე, ე. თხილავა, თ. მაჭარაშვილი. ტყვიისა და ანთიმონის სისტემაში შერევის ენთალპიების ექსპერიმენტული განსაზღვრა 567

## ჰიდროტექნიკა

- \*ლ. ცანავა. ძირითადი დიფერენციალური განტოლებები ცვლადი მასის მქონე ნატანიანი ნაკადისათვის 572

- \*გ. ყირმელაშვილი. კერძოწარმოებულნი დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნა დახრილ მილსადენში წნევის ცვლის განსაზღვრისათვის 575

ენიმოტიკა

\*ო. კიკალიშვილი, დ. დარჩია, ბ. საჭინი, შ. კოდუა, თ. ანდლუ-  
 ლაძე, გ. ახვლედიანი. შადრევნულშრიანი საშხეფის ჰიდროდინამი-  
 კის გამოკვლევა 579

თბოტექნიკა

\*ზ. დაბრუნდაშვილი, მ. გრძელიშვილი, მ. მერაბიშვილი, არა-  
 სტაციონარული თბომასათაცვლა როტორულ-დისკური კონტაქტური. აპარატის  
 ზედაპირებზე 583

\*მ. გრძელიშვილი. დაფენილი გრავიტაციული ქავლის ტურბულენტურ სასა-  
 ზღვრო შრეში ერთგვაროვანი შებერვა ან გაწოვა 587

ელექტროტექნიკა

\*ე. ლონიაშვილი, ი. ფურსინი, ქ. ასათიანი. ბრტყელი დისკრეტული  
 ელექტროამპრავის ელექტრომაგნიტური კავშირებისა და პარამეტრების  
 ანალიზი 592

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

\*ა. თუშიშვილი. ტექსტის მიხედვით ქართული მეტყველების ფონემური კომპი-  
 ლაციური სინთეზის სისტემა 595

ნიადაგთმცოდნეობა

\*თ. ურუშაძე, ა. ნანაა, ნ. მოსიძე. აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალი სუბ-  
 ტროპიკების ზოგიერთი ნიადაგის ჰუმუსის შედგენილობა 599

გოტანიკა

მ. ახალკაცი, მ. ბერიძე, დ. ღვალაძე. *Astragalus caucasicus* Pall-ის  
 გმბრიო- და ენდოსპერმოგენეზი 601

ბინტიკა და აელექცი

\*რ. გოგლიძე, მ. ბალაშვილი, გ. გიგოლაშვილი, დ. ურთმელი-  
 ძე, დ. ჯოხაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). pBR 322 და  
 pLS რეკომბინანტული პლაზმიდის ტრანსკრიპცია ქლოროპლასტული დნმ-საგან  
 დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზით 608

\*ი. მესტიაშვილი, დ. მარტაშვილი, თ. ბალაშვილი, ტ. ბაქრაძე,  
 ი. თოფურია. ფერმენტ გლუკოზა-6-ფოსფატდეჰიდროგენაზის დეფიციტის გენის  
 გავრცელება და მალარიის პარაზიტული სურათი (წარსულში) საქართველოში 611

\*ა. ხირსელი, ე. ნაციაშვილი, ი. ტიმოშჩუკი. სისხლის ჯგუფების  
 განაწილების თავისებურებანი ფილტვის ქრონიკულ ჩირქოვანი დაავადების დროს 615

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

\*ე. მონიავა, გ. ვადაქკორია, ი. აივაზაშვილი, ი. დიასამიძე,  
 მ. ბუცხრიკიძე. ჰიპოთალამო-ჰიპოფიზარული ნეიროსეკრეტორული სისტე-  
 მის მორფოფუნქციონალური ცვლილებები ორმხრივი განრიდების პირობითი  
 რეფლექსების გამომუშავების ადრეულ სტადიაზე 620

\*თ. ჯანაშია, ლ. შჩოლკა. ნათხემის კარვისებრი ბირთვის გავლენა ფოკალურ  
 ეპილეფსიურ აქტივობაზე 623

\*ი. მესხიშვილი, კ. ნადარეიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორეს-  
 პონდენტი). ბოცვერების გულის ციკლის ფაზური სტრუქტურისა და ჰემო-

დინამიკის ცვლილებები საშუალო სიძიმის მწვევე ალკოჰოლური ინტოქსიკაციის დროს 628

\*რ. ქაშიკაშვილი, ქ. ზუგდიანიშვილი. თუთიის იონების გავლენა კატის ტვინის ქერქის პირდაპირ პასუხზე 631

### ბიოქიმია

\*ი. ხოჭაშვილი, ნ. სინხარულიძე. წინასწარი დამუშავების გავლენა ცელულოზის ფერმენტულ ჰიდროლიზზე, სოფლის მეურნეობის ნარჩენებში 636

\*მ. ცაგარელი, დ. ფრუიძე, დ. კინწურაშვილი. ჩაის მცენარის კატალაზა 639

\*ვ. დოლიძე. ჰუმინის მკავეების მეტალური კომპლექსების მონაწილეობა გლიცინის დეკარბოქსილირებაში 643

### ციტოლოგია

\*დ. მაჭარაშვილი. მშრალი წონის ცვლილებები ვირთაგვას მხედველობის ქერქის და გარეთა დამუხვლილი სხეულის ნერვულ და გლიურ უჯრედებში თვალის ენუკლეაციის შედეგად 648

### ჰიდროგიოლოგია

ა. კოსია, ლ. გოგუა, რ. ქუჩუკაშვილი. ბორჯომის რაიონის მცირე წყალ-სატყვთა თევზების კვების სპექტრი 649

### ექსპერიმენტული მედიცინა

\*ნ. მანჯავიძე, გ. ერმოლინი. ფიბრონექტინის შემცველობა სისხლში ალერგიული დაავადებების დროს დედებსა და მათ ახალშობილებში 655

### ფილოლოგია

\*ნ. ივანაშვილი. პარცელაცია როგორც სტილისტური ხერხი და მხარტვრული თარგმანი (ტ. კაპოტეს ნოველის „ერთი შობა დღის მოგონება“ მასალაზე) 659

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

М. Р. Тетрашвили. Сложность разрешения теории MLSC	465
С. А. Элошвили. Условное математическое ожидание и мартингалы на гладком многообразии	469
Т. Р. Джинчарадзе. О симметрических касательных расслоениях	473
А. Г. Джваршейшвили. Различные некасательные характеристики для гармонических функций	477
Л. К. Панджикидзе. Сходимость кратных сопряженных тригонометрических рядов в пространстве $C(R_n)$ и непрерывность сопряженных функций многих переменных	481
Д. О. Кигурадзе. Некоторые свойства метрической размерности	485
И. К. Ковзанадзе. О размерности мезокомпактных пространств	489

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. Доборджгинидзе. Об одной контактной задаче для нелинейно упругой полуплоскости	493
--	-----

### КИБЕРНЕТИКА

Н. И. Цоцколаури. Об одном алгоритме поиска эффективных путей в ориентированном ациклическом графе	497
Р. Л. Хомерики. Устойчивость обучающей системы	501

### ФИЗИКА

Р. И. Джибути, Д. К. Тедорадзе, Ш. М. Циклаури. Безмодельный подход к исследованию структуры легчайших атомных систем	505
А. И. Гвелесиани, Г. В. Джандиери, Г. Ш. Кеванишвили, К. Я. Николадзе. О генерировании обратных плазменных токов в проводящей среде	509

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. Шатиришвили, Д. Г. Гигиташвили. Определение одновалентных катионов в грузинских винах методом ионной хроматографии	513
--	-----

\* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.



## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. С. Марушкевич, Г. Г. Козлова, Э. Г. Леквейшвили, М. Н. Тевдорашвили. Исследование ароматических углеводородов высококипящих фракций мирзаанской нефти люминесцентным методом 517
- Г. Ш. Папава, М. К. Кутателадзе, З. М. Саришвили, Б. М. Мгеладзе, Н. З. Хотенашвили. Фосфорсодержащие полиэферы с повышенной огнестойкостью 52

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. А. Надирадзе, Г. Г. Гвелеснани (член-корреспондент АН ГССР), Д. Ш. Цагарейшвили, И. С. Омиадзе. Высокотемпературная энтальпия и теплоемкость метавольфраматов гадолиния и лютеция 525
- Д. Г. Зерекидзе, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), О. И. Микадзе, Д. Д. Эбаноидзе, З. М. Гиლაури. Высокотемпературное окисление хромоалюминиевой жаростойкой стали 529

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- А. И. Далакишвили. Термодинамические исследования тарных стекол, синтезированных на базе отходов производства и горных пород 533

## ФАРМАКОХИМИЯ

- Л. К. Кавтарадзе, Р. И. Дабрундашвили, Н. И. Меньшова, Н. А. Корзинкина, Э. П. Кемертелидзе (член-корреспондент АН ГССР). Синтез 3 $\beta$ -ацетокси-5-Прегн-15-Еп-20-Она из тигогенина 537

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Л. И. Берошвили. Особенности загрязнения атмосферы над Тбилиси 541

## ГЕОЛОГИЯ

- Л. Р. Цирекидзе. Микрофаунистическая характеристика берриасско-готеривских отложений Абхазии 454
- Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели. К стратиграфии позднеэоценовых и раннеолигоценых образований Грузинской глыбы 549

## ЛИТОЛОГИЯ

- Н. А. Асланикашвили, З. Н. Киласония. Гагаты Кавказа и некоторые особенности их генезиса 553

## МИНЕРАЛОГИЯ

- М. К. Чичинадзе. Кальцит-сульфидные руды Чордского баритового месторождения 557

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Р. Э. Гусейнов. О численном решении задачи о колебаниях механических систем с распределенными переменными параметрами

561

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- В. Г. Рцхиладзе, Л. А. Чхиквадзе, Е. Т. Тхилава, Т. Г. Мачарашвили. Экспериментальное определение энтальпии смещения в системе свинец-сурьма

565

## ГИДРОТЕХНИКА

- Л. И. Цанава. Основные дифференциальные уравнения наносонесущих потоков с переменной массой

569

- Г. И. Кирмелашвили. К решению дифференциальных уравнений с частными производными для определения изменений давления в наклонных трубопроводах

573

## ЭНЕРГЕТИКА

- О. И. Кикалишвили, Д. Г. Дарчия, Б. М. Сажин, Ш. Б. Кодуа, Т. Н. Андгуладзе, Г. Ш. Ахвледиани. Исследование гидродинамики градирной с фонтанирующим слоем

577

## ТЕПЛОТЕХНИКА

- З. Ш. Дабрундашвили, М. В. Грдзелишвили, М. И. Мерабишвили. Нестационарный теплообмен на поверхностях роторно-дискового контактного аппарата

581

- М. В. Грдзелишвили. Однородный вдув или отсос в турбулентный пограничный слой настильной гравитационной струи

585

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Э. С. Гониашвили, Ю. С. Фурсин, К. Г. Асатиани. Анализ электромагнитных связей и параметров плоского двухкоординатного дискретного электропривода

589

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- А. М. Тушишвили. Система фонемного компилятивного синтеза грузинской речи по тексту

593

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Т. Ф. Урушадзе, А. Нанаа, Н. Н. Мосидзе. Состав гумуса некоторых почв сухих субтропиков Восточной Грузии 597

## БОТАНИКА

- \* М. Ш. Ахалкаци, М. В. Беридзе, Г. Е. Гваладзе. Эмбрио- и эндоспермогенез у *Astragalus caucasicus* Pall. 604

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Р. И. Гоглидзе, М. И. Балашвили, Г. Г. Гиголашвили, Д. Р. Уртмелидзе, Д. И. Джохадзе (член-корреспондент АН ГССР). Транскрипция плазмиды рBR 322 и рLS рекомбинантной плазмиды хлоропластной ДНК-зависимой РНК-полимеразой 605
- И. Г. Местиашвили, Д. Г. Марташвили, Т. П. Багашвили, Т. Л. Бакрадзе, И. И. Топурия. Распространение гена дефицита фермента глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы и паразитарная картина (в прошлом) малярии в Грузинской ССР 609
- А. И. Хирсели, Э. Я. Нацшавили, И. И. Тимошук. Особенности распределения групп крови при хронических нагноительных заболеваниях легких 613

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Э. С. Мониава, Г. А. Вадачкория, И. М. Айвазашвили, И. А. Диасамидзе, М. П. Буцхрикидзе. Морфофункциональное состояние гипоталамогипофизарной нейросекреторной системы на начальных стадиях формирования условного рефлекса 617
- Т. К. Джанашиа, Л. И. Щелка. Влияние фистигиального ядра мозжечка на фокальную эпилептическую активность 621
- И. И. Месхишвили, К. Ш. Надарейшвили (член-корреспондент АН ГССР). Изменения фазовой структуры сердечного цикла и гемодинамики кроликов при острой алкогольной интоксикации средней степени 625
- Р. П. Кашакашвили, К. В. Бугианишвили. Влияние ионов цинка на прямой ответ коры мозга кошки 629

## БИОХИМИЯ

- И. Л. Хохашвили, Н. Ш. Сихарулидзе. Влияние предобработки на ферментативный гидролиз целлюлозы в отходах сельского хозяйства 633
- М. Л. Цагарели, Г. Н. Пруидзе, Д. Ф. Кинцурашвили. Каталаза чайного растения 637
- В. К. Долидзе. Об участии комплексов металлов гуминовой кислоты в декарбоксилировании глицина 641

## ЦИТОЛОГИЯ

- Д. Н. Мачарашвили. Изменение сухого веса цитоплазмы нейронов и глиальных клеток зрительной коры и наружного коленчатого тела крыс после энуклеации глаза

645

## ГИДРОБИОЛОГИЯ

- \* А. Б. Кохия, Л. К. Гогуа, Р. Т. Кучукашвили. Пищевой спектр рыб малых водоемов Боржомского района ГССР

651

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Н. Ш. Манджавидзе, Г. А. Ермолин. Содержание фибронектина в крови новорожденных и их матерей с аллергическими заболеваниями

653

## ФИЛОЛОГИЯ

- Н. Л. Иванишвили. Стилистический прием парцеляции и художественный перевод

657

## C O N T E N T S

### MATHEMATICS

M. R. Tetrushvili. The complexity of decision of the MLSC theory	468
S. A. Eloshvili. Conditional expectation and martingales on a smooth manifold	471
T. R. Jincharadze. On the symmetric tangential fibering	476
A. G. Jvarsheishvili. Various nontangential characteristics for harmonic functions of multiple variables	479
L. K. Panjikidze. Convergence of multiple conjugate trigonometric series in the space $C(R_n)$ and continuity of conjugate functions of multiple variables	483
D. O. Kiguradze. On some properties of metric dimension	488
I. K. Kovzanadze. On dimension of mesocompact spaces	491

### THEORY OF ELASTICITY

L. G. Doborjginidze. On one contact problem for a non-linear elastic half-plane	496
---	-----

### CYBERNETICS

N. I. Tsotskolauri. On an algorithm of search for effective paths in an oriented acyclic graph	500
R. L. Khomeriki. The stability of a teaching system	504

### PHYSICS

R. I. Jibuti, D. K. Tedoradze, Sh. M. Tsiklauri. A modelless approach to the investigation of the lightest atomic systems	508
A. I. Gvelesiani, G. V. Jandieri, G. Sh. Kevanishvili, K. Ya. Nikoladze. On the generation of return plasma currents in a conductive medium	512

### ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. Shatirishvili, D. G. Gigitashvili. Determination of univalent cations in Georgian wines by the ion chromatography method	516
---	-----

### ORGANIC CHEMISTRY

V. S. Marushkevich, G. G. Kozlova, E. G. Lekveishvili, M. N. Tvedorashvili. Luminescence spectra studies of aromatic hydrocarbons of high-boiling fractions of Mirzaani oil	520
G. Sh. Papava, M. K. Kutateladze, Z. M. Sarishvili, B. M. Mgejadze, N. Z. Khotenashvili. Phosphorus-containing polyethers with heightened fire resistance	524

## PHYSICAL CHEMISTRY

- A. A. Nadiradze, G. G. Gvelesiani, D. Sh. Tsagareishvili, I. S. Omiadze. High-temperature enthalpy and heat capacity of gadolinium and lutecium metatungstates 527
- D. G. Zerekidze, F. N. Tavadze, O. I. Mikadze, D. D. Ebanoidze, Z. M. Gilauri. High-temperature oxidation of chromium-aluminium heat-resistant steels 532

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- A. I. Dalakishvili. Thermodynamic investigation of container glasses synthesized from industrial waste and rocks 535

## PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- L. K. Kavtaradze, R. I. Dabrundashvili, N. I. Menshova, N. A. Korzinkina, E. P. Kemertelidze. The synthesis of  $3\beta$ -acetoxy-5 $\alpha$ -pregn-16-en-20-ene from tigogenin 539

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. I. Beroshvili. Peculiarities of atmospheric pollution above Tbilisi 544

## GEOLOGY

- L. R. Tsirekidze. Microfaunistic characteristics of the Berriasian-Hauterivian deposits of Abkhazia 548
- N. Sh. Salukvadze, E. A. Tsagareli. On the stratigraphy of the Upper Eocene and Lower Oligocene deposits of the Georgian block 552

## LITHOLOGY

- N. A. Aslanikashvili, Z. N. Kilasonia. Gagates of the Caucasus and some peculiarities of their genesis 556

## MINERALOGY

- M. K. Chichinadze. Calcite-sulphide ores of Chordian barite deposits 559

## STRUCTURAL MECHANICS

- R. E. Guseinov. On numerical solution of the vibrations problem for continual mechanical systems with variable parameters 564

## METALLURGY

- V. G. Rtskhiladze, L. A. Chkhikvadze, E. T. Tkhilava, T. G. Macharashvili. Experimental determination of mixing enthalpy of lead and antimony 568

## HYDRAULIC ENGINEERING

- L. I. Tsanova. Main differential equations of sediment-carrying flows with variable mass 572
- G. I. Kirmelashvili. On the solution of partial differential equations for determination of pressure variations in sloping pipelines 576

## POWER ENGINEERING

- O. I. Kikalishvili, D. G. Darchia, B. S. Sazhin, Sh. B. Kodua, T. N. Andguladze, G. Sh. Akhvlediani. Investigation of the hydrodynamics of cooling towers with spouting beds 579

## HEAT ENGINEERING

- Z. Sh. Dabrundashvili, M. V. Grdzelishvili, M. I. Merabishvili. Impermanent heat and mass exchange on the surface of rotor-disk contact apparatus 583
- M. V. Grdzelishvili. Homogeneous blowing or suction of spread gravitational stream in turbulent gravitational layer 587

## ELECTROTECHNICS

- E. S. Goniashvili, Yu. S. Fursin, K. G. Asatiani. Analysis of electromagnetic links and parameters of flat two-coordinate discrete electric drive 592

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- A. M. Tushishvili. A system of phoneme-by-phoneme compilative synthesis of Georgian speech by text 595

## SOIL SCIENCE

- T. F. Urushadze, A. Nanaa, N. N. Mosidze. The composition of humus in some soils of dry subtropics of eastern Georgia 599

## BOTANY

- M. Sh. Akhalkatsi, M. V. Beridze, G. E. Gvaladze. Embryo- and endospermogenesis in *Astragalus caucasicus* Pall. 604

## GENETICS AND SELECTION

- R. I. Goglidze, M. I. Balashvili, G. G. Gigolashvili, D. R. Urtmelidze, D. I. Jokhadze. Transcription of pBR 322 plasmid and pLS recombinant plasmid by chloroplast DNA-dependent RNA- polymerase 608
- I. G. Mestiashvili, D. G. Martashvili, T. P. Bagashvili, T. L. Bakradze, I. I. Topuria. Glucose-6- phosphatedehydrogenase deficiency gene distribution and malaria (in the past) parasitic picture in Georgian SSR 611
- A. I. Khirseli, E. Ya. Natsiashvili, I. I. Timoshchuk. Special features of blood group distribution in chronic suppurative lung diseases 616

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- E. S. Moniava, G. A. Vadachkoria, I. M. Aivazashvili, I. A. Diasamidze, M. P. Butskhrikidze. Morphofunctional state of the hypothalamohypophyseal neurosecretionary system at the initial stages of conditioned reflex formation 620
- T. K. Janashia, L. I. Shcholka. The influence of the fastigial cerebellar nucleus on the focal epileptiform activity 623
- I. I. Meskhishvili, K. Sh. Nadareishvili. Changes in phasic structure of cardiac cycle and hemodynamics during alcoholic intoxication of medium degree in rabbits 628

- R. P. Kashakashvili, K. V. Bugianishvili. [The influence of zinc ions on the direct response of the cat's cerebral cortex 632

### BIOCHEMISTRY

- I. L. Khokhashvili, N. Sh. Sikharulidze. The effect of pretreatment on enzymatic hydrolysis of cellulose in agricultural waste 636
- M. L. Tsagareli, G. N. Pruidze, D. F. Kintsurašvili. Tea plant catalase 639
- V. K. Dolidze. The participation of the metal-humic acid complexes in the decarboxylation of glycine 643

### CYTOLOGY

- D. N. Macharashvili. Changes of dry mass in nerve and glial cells of the rat visual cortex and lateral geniculate body after enucleation 648

### HYDROBIOLOGY

- A. B. Kokhia, L. K. Gogua, R. T. Kuchukashvili. The feed spectrum of fishes in small reservoirs of the Borjomi region 651

### EXPERIMENTAL MEDICINE

- N. Sh. Manjavidze, G. A. Ermolin. The content of fibronectin in the blood of neonates and their mothers suffering from allergic diseases 655

### PHILOLOGY

- N. L. Ivanishvili. The stylistic device of parcellation and its artistic translation 660





М. Р. ТЕТРАУШВИЛИ

СЛОЖНОСТЬ РАЗРЕШЕНИЯ ТЕОРИИ *MLSC*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 10.6.1987)

Пусть *MLS* — бескванторная теория множеств, язык которой имеет символы: переменные; константу  $\emptyset$ ; бинарные функциональные символы  $\cup, \setminus$ ; бинарные предикатные символы  $=, \in$ ; логические связи  $\neg, \&, \vee, \rightarrow, \Leftrightarrow$ . Теория *MLSC* получается из *MLS* добавлением к ее языку предикатов  $C(z, z_1, \dots, z_k) \Leftrightarrow \exists \omega \in z \left( \bigcap_{i=1}^k (\omega \cap z_i \neq \emptyset) \& \left( \omega = \bigcup_{i=1}^k \omega \cap z_i \right) \right)$ , где  $k \geq 1$ , а  $\omega \cap z \Leftrightarrow \omega \setminus (\omega \setminus z)$ . Атомные формулы теории *MLSC* имеют вид

$$t_1 = t_2 \cup t_3, t_1 = t_2 \setminus t_3, t_1 = t_2, t_1 \in t_2, C(t, t_1, \dots, t_k),$$

где  $t, t_1, \dots, t_k$  суть термы ее языка,  $k \geq 1$ . Атомные формулы теории и их отрицания называются литералами. Множество формул теории *MLSC* — минимальное множество, содержащее все атомные формулы и замкнутое относительно логических связей.

Если формула  $p$  теории истинна при каждой [некоторой] интерпретации ее языка, то  $p$  называется истинной [выполнимой]. Интерпретация  $\alpha$  называется сингльтон-моделью формулы  $p$ , если каждой переменной она сопоставляет подмножество множества  $1 \Leftrightarrow \{0\}$  и  $p$  истинна при интерпретации  $\alpha$ . Проблема истинности для языка теории заключается в нахождении алгоритма для определения истинности произвольной формулы этого языка.

Пусть *MLSP* [*MLSCP*] — теория, полученная добавлением унарного функционального символа *pow* (интерпретируется как степень множества) к языку теории *MLS* [*MLSC*]. Теория *MLS* разрешима с линейной емкостью [1, 2]. Неизвестно, разрешима ли теория *MLSP*. Однако существует алгоритм, определяющий истинность для формул языка теории *MLSP*, содержащих не более двух вхождений символа *pow* [3]. Наконец, если существует алгоритм, определяющий истинность для формул языка теории *MLSCP*, содержащих не более одного вхождения символа *pow*, то теория *MLSP* будет разрешимой [4]. Следовательно, представляет большой интерес теория *MLSC*, ее разрешимость и оценка сложности ее разрешения.

Проблема истинности для теории *MLS* легко сводится к проверке выполнимости конъюнкции литералов следующих видов:  $(=) x = y \cup z, x = y \setminus z; (\in) x \in y; (\notin) x \notin y$ . Пусть  $q$  — конъюнкция литералов вида  $(=), (\in), (\notin)$ . Сингльтон-модель  $\alpha$  множества  $q_0$  литералов формулы  $q$ , имеющих вид  $(=)$ , называется местом конъюнкции  $q$ . Если  $x$  — переменная формулы  $q$ , то ее значение в интерпретации  $\alpha$  обозначается так  $x(\alpha)$ ; место  $\alpha$  конъюнкции  $q$  называется местом при  $x$ , если  $x(\alpha) = 1$ , когда  $z \in x$  — литерал  $q$  и  $x(\alpha) = 0$ , когда  $z \notin x$  — литерал  $q$ .



Пусть  $q_C$  — конъюнкция литералов языка теории  $MLSC$ . Если в  $q_C$  заменить каждый литерал  $C(x, x_1, \dots, x_k)$  формулой

$$\omega \in x \& \bigcap_{i=1}^k (\omega \cap x_i \neq \emptyset) \& \left( \omega = \bigcup_{i=1}^k \omega \cap x_i \right),$$

где  $\omega$  — новая переменная, то выполнимость, очевидно, сохраняется. Поэтому проверка выполнимости конъюнкции  $q_C$  сводится к проверке выполнимости конъюнкции литералов вида  $(=)$ ,  $(\in)$ ,  $(\notin)$  и  $(\neg C) \neg C(z, z_1, \dots, z_k)$ ,  $k \geq 1$ .

Всюду в дальнейшем:  $q_C$  — конъюнкция литералов вида  $(=)$ ,  $(\in)$ ,  $(\notin)$ ,  $(\neg C)$ ,  $q$  — конъюнкция литералов из  $q_C$  вида  $(=)$ ,  $(\in)$ ,  $(\notin)$ ;  $y_1, \dots, y_m$  — все переменные формулы  $q_C$ .

**Теорема 1 [4].** Конъюнкция  $q_C$  выполнима тогда и только тогда, когда существует множество  $\Gamma = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$  попарно-различных мест для  $q$  и функция  $F: \{1, \dots, m\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$  такая, что

- $\alpha_{F(i)}$  есть место при  $y_i$  для каждого  $i \in \{1, \dots, m\}$ ;
- если  $y_i \sim_{\Gamma} y_j$ , то  $F(i) = F(j)$  для каждого  $i, j \in \{1, \dots, m\}$ ;
- если  $y_i(\alpha_j) = 1$ , то  $j < F(i)$  для каждого  $i \in \{1, \dots, m\}$ ,  $j \in \{1, \dots, n\}$ ;
- для каждого литерала  $\neg C(z, z_1, \dots, z_k)$  из  $q_C$  и каждого

$$i \in \{1, \dots, m\}: \text{если } y_i \in z \& y_i \subset z_1 \cup \dots \cup z_k, \text{ то } \bigcap_{j=1}^k y_i \cap z_j \sim \emptyset \quad (1)$$

(Здесь  $y_i \sim_{\Gamma} y_j$  означает  $\forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = y_j(\alpha))$ ;  $y_i \in z - z(\alpha_{F(i)}) = 1$ ;

$$y_i \subset z_1 \cup \dots \cup z_k - \forall \alpha \in \Gamma \left( y_i(\alpha) = 1 \rightarrow \bigcap_{j=1}^k z_j(\alpha) = 1 \right);$$

$$y_i \cap z_j \sim \emptyset - \forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 0 \vee z_j(\alpha) = 0).$$

(1) есть сокращенная запись предложения

$$z(\alpha_{F(i)}) = 1 \& \forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 0 \vee z_1(\alpha) = 1 \vee \dots \vee z_k(\alpha) = 1) \rightarrow \\ \rightarrow \bigcap_{j=1}^k \forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 0 \vee z_j(\alpha) = 0),$$

которое, в свою очередь, равносильно следующему предложению;

$$z(\alpha_{F(i)}) = 1 \vee \exists \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 1 \& z_1(\alpha) = 0 \& \dots \& z_k(\alpha) = 0) \vee \\ \vee \forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 0 \vee z_1(\alpha) = 0) \vee \forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 0 \vee z_2(\alpha) = 0) \vee \\ \vee \dots \vee \forall \alpha \in \Gamma (y_i(\alpha) = 0 \vee z_k(\alpha) = 0).$$

Обозначим его через  $\Psi(y_i, \neg C)$ .

**Лемма 1.** Если множество  $\Gamma = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$  мест конъюнкции  $q$  удовлетворяет условиям (a) — (d) с функцией  $F$  из теоремы 1, то условиям (a) — (d) удовлетворяет множество  $\Gamma' = \{\alpha'_1, \dots, \alpha'_n\}$  ( $\alpha'_1, \dots, \alpha'_n$  — некоторая перестановка  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ ) с функцией  $F'$ , множество значений которой есть остаток множества  $\{1, \dots, n\}$ .

**Доказательство.** Если  $i_1 \leq m$  такое число, что  $F(i_1) = \max_{i \in \{1, \dots, m\}} F(i)$ , то положим  $F'(i_1) = n$ . Если уже определены числа  $i_1, \dots, i_l$  так, что  $i_j \leq m$ ,  $F(i_j) = \max_{i \in \{1, \dots, m\} \setminus \{i_1, \dots, i_{j-1}\}} F(i)$ , а  $i_{l+1} \leq m$  такое число, что

$$F(i_{l+1}) = \max_{i \in \{1, \dots, m\} \setminus \{i_1, \dots, i_l\}} F(i),$$



то положим  $F'(i_{l+1}) = n - l$ . Сделав соответствующую перестановку во множестве  $\Gamma = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$ , полученное множество  $\Gamma' = \{\alpha'_1, \dots, \alpha'_n\}$  с функцией  $F'$  удовлетворит условиям (a) — (d), причем множество значений функции  $F'$  есть остаток множества  $\{1, \dots, n\}$ ,

Основная лемма. Если конъюнкция  $q_C$  выполнима, то существует такое множество  $\Gamma_0$  мест конъюнкции  $q$ , что  $\text{Card}(\Gamma_0) \leq [\partial(q_C)]^2$  и  $\Gamma_0$  удовлетворяет условиям (a) — (d) из теоремы 1.

Доказательство. Если формула  $q_C$  выполнима, то по теореме 1 существует такое множество  $\Gamma = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$  мест для  $q$  и функция  $F$ , что выполнены условия (a) — (d) этой теоремы. Через  $\Gamma^{(1)}$  обозначим множество  $\{\alpha_{F(i)} : 1 \leq i \leq m\}$ . В силу леммы 1 мы можем предположить, что множество  $\Gamma^{(1)}$  есть остаток множества  $\{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$ . Пусть  $r$  — число всех пар  $\langle i, j \rangle$ ,  $i < j$ , натуральных чисел из множества  $\{1, \dots, m\}$ , удовлетворяющих условию  $F(i) \neq F(j)$ . Очевидно  $r \leq \kappa(\kappa-1)/2$ , где  $\kappa = \partial(q_C)$ . Если эти пары суть  $\langle i_1, j_1 \rangle, \dots, \langle i_r, j_r \rangle$ , то  $\bigcap (y_{i_\tau} \Gamma y_{j_\tau})$ ,  $\tau \in \{1, \dots, r\}$  (по условию (b)). Для каждой пары  $\langle i_\tau, j_\tau \rangle$ ,  $\tau \in \{1, \dots, r\}$ , пусть  $\alpha_{i_\tau} \in \Gamma$  наименьшее место в лексикографически упорядоченном множестве всех мест конъюнкции  $q$  такое, что  $y_{i_\tau}(\alpha_{i_\tau}) \neq y_{j_\tau}(\alpha_{i_\tau})$ . Обозначим через  $\tilde{\Gamma}$  множество всех  $\alpha_{i_\tau}$ ,  $\tau \in \{1, \dots, r\}$ .  $\text{Card}(\tilde{\Gamma}) \leq \frac{\kappa(\kappa-1)}{2}$ . Так как выполнено условие (d), то истинно предложение  $\bigwedge_{1 \leq i < m, 1 \leq v < \mu} \Psi(y_i, \bigcap C^{(v)})$ , где  $\bigcap C^{(1)}, \dots, \bigcap C^{(u)}$  —

все литералы вида  $(\bigcap C)$ , содержащиеся в конъюнкции  $q_C$ . Указанное предположение равносильно дизъюнкции конъюнкций следующих трех типов:

- 1) каждый сомножитель имеет вид  $\exists \alpha \in \Gamma p$ , где  $p$  не содержит кванторов ( $\exists$  — слагаемое);
- 2) каждый сомножитель имеет вид  $\forall \alpha \in \Gamma p$ , где  $p$  не содержит кванторов ( $\forall$  — слагаемое).
- 3) каждый сомножитель имеет вид  $\exists x \in \Gamma p_1$  или  $\forall \alpha \in \Gamma p_2$ , где  $p_1$  и  $p_2$  не содержат кванторов (смешанное слагаемое).

Возможны следующие три случая:

Случай 1. Истинно  $\exists$  — слагаемое. Число сомножителей в нем  $\leq m\kappa/16 \leq \kappa^2/16$ . Для каждого сомножителя множество  $\Gamma$  содержит наименьшее по лексикографическому порядку место, которое обеспечивает истинность этого сомножителя. Множество  $\Gamma^{\exists}$  этих мест, конечно, имеет  $< \kappa^2/16$  элементов. Из  $\Gamma^{\exists}$  и  $\tilde{\Gamma}$  удалим элементы, входящие в  $\Gamma^{(1)}$ . Легко видеть, что множество  $\Gamma_0 \rightleftharpoons \Gamma^{\exists} \cup \tilde{\Gamma} \cup \Gamma^{(1)}$ , в котором подмножество  $\Gamma^{\exists} \cup \tilde{\Gamma}$  предшествует подмножеству  $\Gamma^{(1)}$ , удовлетворяет условиям (a) — (d) при функции  $F$  и  $\text{Card}(\Gamma_0) \leq \kappa^2/16 + \kappa(\kappa-1)/2 + \kappa < \kappa^2$  (при  $\kappa > 1$ ). В самом деле, условие (a) выполняется, т. к.  $\Gamma^{(1)} \subseteq \Gamma_0$ ; условие (b) — т. к.  $\tilde{\Gamma} \subseteq \Gamma_0$ ; условие (c) — т. к.  $\Gamma_0 \subseteq \Gamma$ ; условие (d) — по определению множества  $\Gamma^{\exists}$ .

Случай 2. Истинно  $\forall$  — слагаемое. Тогда тем более истинно  $\forall$  — слагаемое, полученное из данного  $\forall$  — слагаемого заменой  $\Gamma$  через  $\Gamma^{(1)} \subseteq \Gamma$ . Пусть  $\Gamma_0 \rightleftharpoons \tilde{\Gamma} \cup \Gamma^{(1)}$ .  $\Gamma_0$  удовлетворяет условиям (a) — (d) при функции  $F$ . В самом деле, условие (a) выполняется, т. к.  $\Gamma^{(1)} \subseteq \Gamma_0$ ; условие (b) — т. к.  $\tilde{\Gamma} \subseteq \Gamma_0$ ; условия (c) и (d) — т. к.  $\Gamma_0 \subseteq \Gamma$ . При этом  $\text{Card}(\Gamma_0) \leq \kappa(\kappa-1)/2 + \kappa < \kappa^2$ .



Случай 3. Истинно одно из смешанных слагаемых. Как и в случае 1, множество  $\Gamma$  содержит места, обеспечивающие истинность сомножителей вида  $\exists \alpha \in \Gamma p$  данного слагаемого. Поэтому существует минимальная совокупность  $\Gamma^d$  этих мест, обеспечивающих истинность данного слагаемого. Положим  $\Gamma_0 \rightleftharpoons \Gamma^d \cup \tilde{\Gamma} \cup \Gamma^{(1)}$ . Множество  $\Gamma_0$  удовлетворяет условиям (a) — (d) при функции  $F$ . При этом  $\text{Card}(\Gamma_0) \leq x^2/16 + x(x-1)/2 + x < x^2$  (при  $x > 1$ ). Лемма доказана.

Опираясь на основную лемму и принимая во внимание, что место конъюнкции  $q$  можно отождествить с  $m$ -элементной системой, составленной из 0 и 1 ( $m$  — число переменных формулы  $q_C$ ,  $m < x$ ), можно доказать следующую теорему

**Теорема 2.** *Существует машина Тьюринга, которая для любой формулы  $q_C$  языка теории MLSC решает, истинна  $q_C$  или нет, используя емкость  $\leq \text{const } x^3$ ,  $x = d(q_C)$ .*

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики  
им. И. Н. Векуа

(Поступило 10.6.1987)

მათემატიკა

ა. თეთრაშვილი

MLSC თეორიის ამოხსნის სირთულე

რეზიუმე

ქვეპრობლემის პრობლემა MLSC თეორიის ენისათვის, რომელიც მიიღება უკვანტრო სიმრავლეთა MLS თეორიის ენიდან

$$C(z, z_1, \dots, z_k) \rightleftharpoons \exists w \in z \left( \bigwedge_{i=1}^k (w \cap z_i \neq \emptyset) \right) \& \left( w = \bigcup_{i=1}^k w \cap z_i \right)$$

პრედიკატების დამატებით, ამოხსნა  $cn^3$  მოცულობით.

MATHEMATICS

M. R. TETRUASHVILI

THE COMPLEXITY OF DECISION OF THE MLSC THEORY

Summary

The MLSC theory obtained by extending the MLS language with the predicates  $C(z, z_1, \dots, z_k) \rightleftharpoons \exists w \in z \left( \bigwedge_{i=1}^k (w \cap z_i \neq \emptyset) \right) \& \left( w = \bigcup_{i=1}^k w \cap z_i \right)$  is decidable with the space  $cn^3$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Ferro *et al.* Comm. Pure Appl. Math., 1980, vol. 33, 599—608.
2. М. Р. Тетрашвили. Сообщения АН ГССР, 1987, 126, № 2, 245—247.
3. M. Vreban, A. Ferro. Advances in Appl. Math., 1984, 5, 147—215.
4. A. Ferro. Comm. Pure Appl. Math., 1985, vol. 38, 367—374.



С. А. ЭЛОШВИЛИ

УСЛОВНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ И МАРТИНГАЛЫ  
 НА ГЛАДКОМ МНОГООБРАЗИИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 15.7.1986)

Пусть  $V$  — гладкое риманово многообразие без края, моделью которого служит гильбертово пространство  $E$ . Предположим, что  $V$  снабжено линейной связностью  $\Gamma$ , которая описывается коэффициентом связности  $\Gamma_x$  в каждой точке многообразия  $V$ . Если отождествить слой  $T_x V$  касательного расслоения  $TV$  с пространством  $E$ , коэффициент связности  $\Gamma_x$  в точке  $x \in V$  можно представить как билинейное отображение  $\Gamma_x: E \times E \rightarrow E$  со свойством (см. [1])

$$\Gamma_{\Phi(x)}(\Phi'(x)\xi, \Phi'(x)\eta) = \Phi'(x)\Gamma_x(\xi, \eta) - \Phi''(x)(\xi, \eta),$$

где  $\Phi: V \rightarrow V'$  — диффеоморфизм многообразий  $V$  и  $V'$ .

Обозначим  $g$  риманову метрику, согласованную со связностью  $\Gamma$ . С помощью функции расстояния  $d(x, y) = \inf L(\tau)$ , где

$$L(\tau) = \int_a^b g(\dot{x}_t, \dot{x}_t)^{\frac{1}{2}} dt \left( \dot{x}_t = \frac{dx_t}{dt} \right)$$

— длина дифференцируемого пути  $\tau = (x_t)$ ,  $a \leq t \leq b$ , соединяющего  $x$  и  $y$ ,  $V$  превращается в метрическое пространство [2].

На вероятностном пространстве  $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$  определим отображение  $\Theta = \Theta(\omega)$  со значениями на многообразии  $V$  и измеримое относительно  $\sigma$ -алгебры  $\mathfrak{F}$ . Будем называть  $\Theta$  случайной величиной.

**Теорема 1.** Пусть  $V$  и  $V'$  — паракомпактные  $C^\infty$ -многообразия.  $f: V \rightarrow V'$  — диффеоморфизм двух гладких многообразий. Если для под- $\sigma$ -алгебры  $G$   $\sigma$ -алгебры  $\mathfrak{F}$  существует  $G$ -измеримая случайная величина  $m$  со значениями на  $V$ , которая минимизирует функционал  $C(\Theta, Y) = Md^2(\Theta, Y)$ , т. е.  $C(\Theta, Y) \geq C(\Theta, m)$  для любого  $G$ -измеримого  $Y \in V$ , тогда случайная величина  $f(m)$  минимизирует функционал  $C_f(\Theta, Y) = Md^2_f(f(\Theta), f(Y))$ , т. е.  $C_f(\Theta, Y) \geq C_f(f(m), f(Y))$  для любого  $G$ -измеримого  $Y \in V$ .

**Следствие 1.** Пусть  $(x^1, x^2, \dots, x^d)$  — нормальная система координат в окрестности  $U$  точки  $x \in V$  и  $P\{\Theta \in U\} = 1$ . Тогда

$$m = \exp_x(M(\Theta^1/G), M(\Theta^2/G), \dots, M(\Theta^d/G)),$$

где  $\Theta^1, \Theta^2, \dots, \Theta^d$  — нормальные координаты величины  $\Theta$ ;  $\exp$  — экспоненциальное отображение, существующее в каждой малой окрестности точки  $x \in V$  и представляющее собой диффеоморфизм окрестности  $x$  касательного пространства  $T_x V$  на окрестность  $U$ .

Следствие 2. Обозначим  $m = [M, \Gamma] (\Theta/G)$ , где символ  $[M, \Gamma]$  есть математическое ожидание при фиксированной связности  $\Gamma$ . При диффеоморфизме  $f: V \rightarrow V'$  будем иметь

$$f([M, \Gamma] (\Theta/G)) = [M, \Gamma f] (f(\Theta)/G).$$

Замечание. С помощью диффеоморфизма  $f: V \rightarrow V'$  можно построить связность  $\Gamma f$  на многообразии  $V'$ . Для гладких отображений в качестве  $V'$  мы рассмотрим  $(V, f(V))$  — график отображения  $f$ . Тогда  $f$  снова будет диффеоморфизмом. Соответствующее связности  $\Gamma f$  расстояние обозначено через  $d_{\Gamma f}$ .

Определение 1.  $G$ -измеримая случайная величина  $m = [M, \Gamma] (\Theta/G)$  называется условным  $\Gamma$ -математическим ожиданием относительно  $\sigma$ -алгебры  $G$ .

Следующая теорема устанавливает локальное существование условного математического ожидания.

Теорема 2. Если существует выпуклая окрестность  $U$  с компактным замыканием такая, что  $P\{\Theta \in U\} = 1$ , то условное  $\Gamma$ -математическое ожидание существует и ( $P$ -п. н.) единственно.

Теорема 3. (Свойства условного математического ожидания).

а) Если  $C$  постоянная и  $\Theta = C$  ( $P$ -п. н.), то

$$[M, \Gamma] (\Theta/G) = C \quad (P\text{-п. н.}).$$

б) Пусть  $\xi$  —  $G$ -измеримая случайная величина на многообразии  $V$ , тогда

$$[M, \Gamma] (\xi/G) = \xi \quad (P\text{-п. н.}).$$

в) Если  $f: V \rightarrow V'$  — диффеоморфизм со свойством  $f''(x) = 0$  для всех  $x \in V$ , тогда

$$[M, \Gamma f] (f(\Theta)/G) = [M, \Gamma] (f(\Theta)/G) \quad (P\text{-п. н.}).$$

г) Пусть  $G_1 \subset G_2 \subset \mathfrak{F}$ . Тогда

$$[M, \Gamma] ([M, \Gamma] (\Theta/G_2)/G_1) = [M, \Gamma] (\Theta/G_1) \quad (P\text{-п. н.}).$$

В качестве приложения введем определение мартингала с помощью условного математического ожидания, что является более естественным, чем определение, данное в работе [3].

Определение 2. Случайный процесс  $X = (X_t)$ ,  $t \in R_+$ , со значениями на гладком многообразии  $V$  называется  $\Gamma$ -мартингалом относительно потока  $\sigma$ -алгебр  $(\mathfrak{F}_t)_{t \in R_+}$ , если

а) случайная величина  $X_t$   $\mathfrak{F}_t$ -измерима для каждого  $t \in R_+$ ,

б) существует условное  $\Gamma$ -математическое ожидание  $X_t$  и

$$[M, \Gamma] (X_t/\mathfrak{F}_s) = X_s, \quad s \leq t.$$

Теорема 4. Пусть  $X = (X_t, \mathfrak{F}_t)$  —  $\Gamma$ -мартингал в смысле определения [3], тогда  $X$  —  $\Gamma$ -мартингал по определению 2 и обратно.

Пример. Пусть  $h: R^d \rightarrow V$  — геодезическое отображение относительно связности  $\Gamma$ , т. е.  $h$  отображает геодезическую из  $R^d$  (относительно 0-й связности) в  $\Gamma$ -геодезическую на  $V$ .  $b = (b_t, \mathfrak{F}_t)$  — непрерывный локальный мартингал в  $R^d$ . Тогда  $X = (X_t, \mathfrak{F}_t)$  с  $X_t = h \circ b_t$  —  $\Gamma$ -мартингал.

В самом деле, измеримость относительно потока  $(\mathcal{F}_t)$  очевидна. Далее,

$$[M, \Gamma](X_t/\mathcal{F}_s) = [M, \Gamma](hob_t/\mathcal{F}_s) = ho[M, \Gamma](b_t/\mathcal{F}_s) = hob_s = X_s.$$

Определение 3. Случайный процесс  $S = (S_t, \mathcal{F}_t)$  со значениями на многообразии  $V$  называется семимартингалом, если найдутся процесс с ограниченной вариацией  $A = (A_t, \mathcal{F}_t)$  и мартингал  $X = (X_t, \mathcal{F}_t)$  относительно некоторой связности такие, что для каждого  $t \in R_+$  на множестве  $\{S \in U\}$  имеет место следующее соотношение для стохастических дифференциалов:

$$dS_t = dA_t + dX_t.$$

(Стохастический дифференциал процесса  $S$  в момент времени  $t$  есть класс процессов, эквивалентных  $S$  в точке  $S_t \in V$  и лежащих на многообразии  $V$  [2, 4, 5]).

При определении мартингала мы должны были фиксировать связность на многообразии. Следовательно, семимартингал тоже должен зависеть от связности. Однако следующая теорема дает возможность освободиться от такой зависимости.

Теорема 5. Пусть  $S = (S_t, \mathcal{F}_t)$  — семимартингал относительно связности  $\Gamma$ . Тогда  $f(S) = f((S_t), \mathcal{F}_t)$  — семимартингал относительно связности  $\Gamma f$ , порожденной отображением  $f \in C^\infty(V)$ .

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

(Поступило 10.9.1987)

მათემატიკა

ს. ელოშვილი

პირობითი მათემატიკური ლოდინი და მარტინგალები გლუვ მრავალწილწობაზე

რეზიუმე

რიმანის გლუვ მრავალწილწობაზე განმარტებულია პირობითი მათემატიკური ლოდინი როგორც შემთხვევითი სიდიდე, რომელიც მინიმუმს ანიჭებს კვადრატულ ფუნქციონალს. მოყვანილია მისი ზოგიერთი თვისება და გამოყენება მარტინგალის განმარტებისათვის.

MATHEMATICS

S. A. ELOSHVILI

CONDITIONAL EXPECTATION AND MARTINGALES  
ON A SMOOTH MANIFOLD

Summary

On a smooth Rimanian manifold the conditional expectation is defined as a random variable which minimizes the quadratic functional. Some properties and application for the definition of martingales are considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. И. Белопольская, Ю. Л. Далецкий. УМН, 37, № 3, 1982, 95—142.
2. Ш. Кобаяси, К. Номидзу. Основы дифференциальной геометрии. М., 1981.
3. Р. А. Меуер. Seminaire de Probabilites XV. Le t. Not. Math., 850 1981.
4. Ю. Л. Далецкий. УМН, 38, № 3, 1983, 87—111.
5. С. Ватанабэ, Н. Икэда. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы. М., 1986.





Т. Р. ДЖИНЧАРАДЗЕ

О СИММЕТРИЧЕСКИХ КАСАТЕЛЬНЫХ РАССЛОЕНИЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 12.9.1987)

Симметрические пространства аффинной связности без кручения были подробно изучены Э. Картаном [1], а с кручением — П. К. Рашевским [2]. Различные вопросы геометрии симметрических пространств рассматривались в различных монографиях (например, в [3]). Конкретные примеры симметрических расслоенных пространств найдены В. И. Ближникасом [4] и Ю. И. Шинкунасом [5].

Структурные уравнения касательного расслоения  $T(V_n)$  с линейной индуцированной аффинной связностями имеют вид (см. [6] и [7]):

$$D\omega^i - \omega^h \wedge \omega_k^i = S_{pq}^i \omega^p \wedge \omega^q, \quad D\theta^i - \theta^h \wedge \omega_k^i = R_{pq}^i \omega^p \wedge \omega^q, \quad (1)$$

$$D\omega_j^i - \omega_k^j \wedge \omega_k^i = R_{jrq}^i \omega^r \wedge \omega^q + \sigma_{jrq}^i \theta^r \wedge \omega^q, \quad (2)$$

где  $S_{pq}^i$  — тензор кручения индуцированной аффинной связности;  $R_{pq}^i$  — тензор кривизны линейной связности;  $R_{jrq}^i, \sigma_{jrq}^i$  — тензоры кривизны индуцированной аффинной связности.

Касательное расслоение  $T(V_n)$  с линейной и индуцированной аффинной связностями будем называть симметрическим, если все тензоры кручения и кривизны этого пространства ковариантно постоянные, т. е.

$$D^* S_{pq}^i = 0, \quad D^* R_{pq}^i = 0, \quad D^* R_{jrq}^i = 0, \quad D^* \sigma_{jrq}^i = 0,$$

где  $D^*$  — символ неголономного ковариантного дифференцирования.

В дальнейшем мы рассмотрим только симметрические касательные расслоения.

Выберем в симметрическом пространстве  $T(V_n)$  в какой-нибудь точке  $(x_0^i, y_0^i)$  какой-нибудь репер, в нем [компоненты тензоров  $S_{pq}^i, R_{pq}^i, R_{jrq}^i, \sigma_{jrq}^i$  имеют определенные численные значения. Будем понимать под допустимыми реперами те реперы, в которых компоненты упомянутых тензоров имеют те же численные значения. Для любой точки  $(x^i, y^i) \in T(V_n)$ , по самому определению симметрического пространства, существует по крайней мере один допустимый репер.

Если  $(e_1, \dots, e_n)$  — допустимый репер в данной точке, то все остальные допустимые реперы в этой же точке получаются из данного такими линейными преобразованиями  $e'_k = A'_k e_i$ , при которых компоненты тензоров кручения и кривизны не меняют своих численных значений. Таким образом, элементы матрицы  $\|A'_j\|$  связаны условиями

$$S_{pq}^i = \check{A}_s^i A'_p A'_q S_{tr}^s, \quad R_{jrq}^i = \check{A}_s^i A'_j A'_p A'_q R_{rtv}^s, \quad (3)$$

$$R_{pq}^i = \check{A}_s^i A'_p A'_q R_{tr}^s, \quad \sigma_{jrq}^i = \check{A}_s^i A'_j A'_p A'_q \sigma_{rtv}^s,$$



где  $\|A_j^i\|$  — обратная матрица матрицы  $\|A_j^i\|$ . Совокупность всех невырожденных матриц  $\|A_j^i\|$ , элементы которых являются решением алгебраической системы (3), образуют группу, которую назовем группой изотропии  $H$  рассматриваемого пространства. Эта группа будет, очевидно, группой Ли.

Пусть  $r$  — число параметров группы изотропии,  $\|a_{j\alpha}^i\|$ ,  $\alpha = 1, 2, \dots, r$  — линейно независимые матрицы, соответствующие инфинитезимальным преобразованиям группы  $H$  и  $c_{\beta\gamma}^{\alpha}$  — структурные константы группы  $H$ . Тогда

$$a_{i\alpha}^k a_{k\beta}^i - a_{i\beta}^k a_{k\alpha}^i = c_{\alpha\beta}^{\gamma} a_{i\gamma}^i. \quad (4)$$

Так как матрицы  $\|\omega_j^i\|$  тоже дают инфинитезимальные преобразования группы  $H$ , будем иметь

$$\omega_j^i = a_{j\alpha}^i \varphi^{\alpha}, \quad (5)$$

где  $\varphi^{\alpha}$  — линейно независимые пфаффовые формы.

Подставим (5) в (2). Получим

$$a_{j\alpha}^i D\varphi^{\alpha} = a_{k\beta}^i \varphi^{\beta} \wedge \varphi^{\alpha} + R_{j\rho q}^i \omega^{\rho} \wedge \omega^q + \sigma_{j\rho q}^i \Theta^{\rho} \wedge \omega^q.$$

Если допустим, что

$$R_{j\rho q}^i = a_{j\alpha}^i A_{\rho q}^{\alpha}; \quad \sigma_{j\rho q}^i = a_{j\alpha}^i D_{\rho q}^{\alpha}, \quad (6)$$

и в первом слагаемом будем подразумевать специальное суммирование, с помощью (4) будем иметь

$$a_{j\gamma}^i D\varphi^{\gamma} = c_{\alpha\beta}^{\gamma} a_{j\gamma}^i \varphi^{\alpha} \wedge \varphi^{\beta} + a_{j\gamma}^i A_{\rho q}^{\gamma} \omega^{\rho} \wedge \omega^q + a_{j\gamma}^i D_{\rho q}^{\gamma} \Theta^{\rho} \wedge \omega^q$$

или

$$D\varphi^{\alpha} = c_{\beta\gamma}^{\alpha} \varphi^{\beta} \wedge \varphi^{\gamma} + A_{\rho q}^{\alpha} \omega^{\rho} \wedge \omega^q + D_{\rho q}^{\alpha} \Theta^{\rho} \wedge \omega^q. \quad (7)$$

Подставим (5) в (1). Получим

$$D\omega^i = a_{k\alpha}^i \omega^k \wedge \varphi^{\alpha} + S_{\rho q}^i \omega^{\rho} \wedge \omega^q, \quad D\Theta^i = a_{k\alpha}^i \Theta^k \wedge \varphi^{\alpha} + R_{hk}^i \omega^h \wedge \omega^k. \quad (8)$$

Таким образом, в  $2n + r$ -мерном связном многообразии допустимых реперов, присоединенном к симметрическому пространству  $T(V_n)$ , заданы  $2n + r$  линейно независимых пфаффовых форм  $\omega^i, \Theta^i, \varphi^{\alpha}$ , связанных структурными уравнениями (7), (8) с постоянными коэффициентами. Эти формы локально определяют некоторую просто транзитивную группу Ли со структурными константами  $c_{\beta\gamma}^{\alpha}, A_{\rho q}^{\alpha}, D_{\rho q}^{\alpha}, a_{k\alpha}^i, S_{\rho q}^i, R_{hk}^i$ . Полученную группу Ли будем называть группой изоморфии  $G$  симметрического касательного расщепления  $T(V_n)$ .

Дифференциальные формы и базисные операторы группы изоморфии должны удовлетворять уравнениям структуры

$$D\omega^{\varepsilon} = c_{\mu\eta}^{\varepsilon} \omega^{\mu} \wedge \omega^{\eta}, \quad [\mathfrak{X}_{\mu} \mathfrak{X}_{\eta}] = -c_{\mu\eta}^{\varepsilon} \mathfrak{X}_{\varepsilon}, \quad \varepsilon, \mu, \eta = 1, \dots, 2n + r. \quad (9)$$

Если  $\mathfrak{X}_i, Y_j, \mathfrak{X}_{\alpha}$  — базисные операторы, соответствующие инвариантным формам  $\omega^i, \Theta^i, \varphi^{\alpha}$ , то, основываясь на (7), (8), с помощью (9) уравнения Маурера будут иметь вид

$$[\mathfrak{X}_i \mathfrak{X}_j] = -S_{ij}^p \mathfrak{X}_p - R_{ij}^p Y_p - A_{ij}^{\alpha} \mathfrak{X}_{\alpha}, \quad [\mathfrak{X}_i Y_j] = D_{ji}^{\alpha} \mathfrak{X}_{\alpha}, \quad (10)$$

$$[\mathfrak{X}_i \mathfrak{X}_{\alpha}] = -a_{i\alpha}^k \mathfrak{X}_k, \quad [Y_i \mathfrak{X}_{\alpha}] = -a_{i\alpha}^k Y_k, \quad [\mathfrak{X}_{\alpha} \mathfrak{X}_{\beta}] = -c_{\alpha\beta}^{\gamma} \mathfrak{X}_{\gamma}, \quad [Y_i Y_j] = 0.$$

Структурные константы любой группы Ли связаны тождествами Якоби. В нашем случае эти тождества разбиваются на 10 групп в зависимости от того, какие операторы войдут в тождество (однако из-за  $[Y_i Y_j] = 0$  двое из них не будут рассматриваться).

1. Рассмотрим тождество  $[[X_i X_j] X_k] + [[X_j X_k] X_i] + [[X_k X_i] X_j] = 0$ . Выпишем первое из слагаемых и вычислим

$$[[X_i X_j] X_k] = -S_{ij}^p [X_p X_k] - R_{ij}^p [Y_p X_k] - A_{ij}^p [X_\alpha X_k] = \\ = S_{ij}^p S_{pk}^l X_l + S_{ij}^p R_{pk}^l Y_l + S_{ij}^p A_{pk}^\alpha X_\alpha + R_{ij}^p D_{pk}^\alpha X_\alpha - A_{ij}^p a_{k\alpha}^l X_l.$$

Циклируя по индексам  $i, j, k$  и приравнивая нулю коэффициенты при линейно независимых операторах  $X_i, Y_l, X_\alpha$ , получаем

$$S_{p(k}^l S_{ij)}^p - A_{(ij}^\alpha a_{k\alpha}^l = 0, A_{p(k}^\alpha S_{ij)}^p + D_{p(k}^\alpha R_{ij)}^p = 0, R_{p(k}^l S_{ij)}^p = 0. \quad (11)$$

2. Если в тождество Якоби входят три оператора  $X_i, X_j, Y_k$ , то будем иметь

$$D_{k[i}^\alpha a_{j]\alpha}^l = 0, S_{ij}^p D_{kp}^\alpha = 0, A_{ij}^\alpha a_{k\alpha}^l = 0. \quad (12)$$

3. Тождество  $[[Y_i Y_j] X_k] + [[Y_j X_k] Y_i] + [[X_k Y_i] Y_j] = 0$  дает соотношение

$$D_{[j}^\alpha |_{k|} a_{i]\alpha}^l = 0. \quad (13)$$

4. Если в тождество Якоби входят три оператора  $X_\alpha, X_\beta, X_\gamma$ , то получим тождество Якоби для структурных констант группы изотропии  $H$ , которая является подгруппой группы изоморфии  $G$ :

$$c_{\alpha(\gamma}^\sigma c_{\sigma\beta)}^\alpha = 0. \quad (14)$$

5. Тождество  $[[X_i X_j] X_\alpha] + [[X_j X_\alpha] X_i] + [[X_\alpha X_i] X_j] = 0$  дает

$$S_{ij}^p a_{p\alpha}^\beta + 2 S_{p[i}^k a_{j]\alpha}^p = 0, R_{ij}^p a_{p\alpha}^\beta + 2 R_{p[i}^k a_{j]\alpha}^p = 0, A_{ij}^\beta c_{p\alpha}^\gamma + 2 A_{p[i}^\gamma a_{j]\alpha}^\beta = 0. \quad (15)$$

6. Из тождества Якоби для операторов  $X_i, Y_j, X_\alpha$  следует соотношение

$$D_{ji}^\beta c_{p\alpha}^\gamma + 2 D_{[j}^\gamma |_{k|} a_{i]\alpha}^\beta = 0. \quad (16)$$

7. Тождества Якоби

$$[[X_\alpha X_\beta] X_i] + [[X_\beta X_i] X_\alpha] + [[X_i X_\alpha] X_\beta] = 0$$

$$[[X_\alpha X_\beta] Y_i] + [[X_\beta Y_i] X_\alpha] + [[Y_i X_\alpha] X_\beta] = 0$$

дают одно и то же соотношение (4).

Итак, структурные константы  $c_{\beta\gamma}^\alpha, A_{pq}^\alpha, D_{pq}^\alpha, a_{k\alpha}^i, S_{pq}^l, R_{pq}^l$  группы изоморфии  $G$  подчинены условиям (4), (11) — (16).

Из третьей теоремы Ли—Картана [1] следует, что мы получили алгебранческий эквивалент симметрического касательного расслоения  $T(V_n)$  с линейной и индуцированной аффинной связностями, ибо структурные константы однозначно определяют просто транзитивную группу  $G$  (с точностью до изоморфизма), которую можно принять за группу изоморфии симметрического пространства  $T(V_n)$ . Группа  $G$  имеет две подгруппы: группа, для которой имеем операторы  $Y_i, X_\alpha$ , и группа изотропии (операторы  $X_\alpha$ ).



С помощью формул (6) через структурные константы группы  $G$  можно вычислить тензоры кривизны симметрического пространства  $T(V_n)$ .

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

(Поступило 18.9.1987)

მათემატიკა

ბ. ჯინჩარაძე

მნიშვნელოვანი ფიბრაციის უმნიშვნელო

რეზიუმე

წრფივ და ინდუცირებულ აფინურ ბმულობებიან  $T(V_n)$  მნიშვნელოვანი ფიბრაციის სიმეტრიულს ვუწოდებთ, თუ ამ სივრცის სიმრუდისა და გრუნის ყველა ტენზორი კოვარიანტულად მუდმივია. ნაპოვნია  $T(V_n)$  სიმეტრიული მნიშვნელოვანი ფიბრაციის იზომორფიზმის და იზოტროპიის ჯგუფები.

MATHEMATICS

T. R. JINCHARADZE

## ON THE SYMMETRIC TANGENTIAL FIBERING

### Summary

The tangential fibering  $T(V_n)$  with an arcwise and induced affine connectedness is said to be symmetric, if all tensors of twisting and curvature of the space are covariantly constant. The groups of isomorphism and isotropy of the symmetric tangential fibering  $T(V_n)$  have been found.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Картан. Геометрия групп Ли и симметрические пространства. М., 1949.
2. П. К. Рашевский. Труды семинара по векторному и тензорному анализу, вып. VIII. М.—Л., 1950, 82—92.
3. С. Хелгасон. Дифференциальная геометрия и симметрические пространства. М., 1964.
4. В. И. Близнакас. Литовский матем. сб., т. 5, № 3, 1965, 381—389.
5. Ю. И. Шинкунас. Автореферат канд. дисс. Вильнюс, 1969, 80—87.
6. Т. Джинчарадзе. XXVIII конф. Литовского матем. о-ва (тез. докл.). Вильнюс, 1987, 102—103.
7. Т. Р. Джинчарадзе. Сообщения АН ГССР, 129, № 2, 1988, 253—256.



А. Г. ДЖВАРШЕИШВИЛИ

РАЗЛИЧНЫЕ НЕКАСАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
 ДЛЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 15.10.1987)

Через  $E_n$  обозначим  $n$ -мерное евклидово пространство, элементы которого суть  $x = (x_1, \dots, x_n)$ ,  $x_k \in (-\infty, \infty)$ ,  $k = \overline{1, n}$ . Для  $x \in E_n$ ,  $y \in E_n$  число  $x \cdot y = \sum_1^n x_k \cdot y_k$  есть скалярное произведение, а норма  $|x| = \left( \sum_1^n x_k^2 \right)^{1/2}$ . Положим  $L_p(E_n)$ ,  $p \geq 1$  есть пространство измеримых (по Лебегу) функций  $f$ , для которых норма определяется так

$$\|f\|_p = \left( \int_{E_n} |f|^p dx \right)^{1/p} < \infty = dx_1 \dots dx_n = dx.$$

Далее

$$C_n^{+\dots+} = \underbrace{C_1^+ \times \dots \times C_1^+}_n, \quad C_1^+ = \{z = x + iy, x \in E_1, y > 0\}.$$

Введем множества

$$\delta(\lambda, h) = \left\{ (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n) : 0 < \eta_k < h; 1/\lambda < \frac{\eta_k}{\eta_j} < \lambda, k, j = \overline{1, n} \right\},$$

$$\Delta(x, \alpha, h, \lambda) = \left\{ (z_1, z_2, \dots, z_n) \in C_n^{+\dots+} : |\operatorname{Re} z_k - x_k| < \alpha \operatorname{Im} z_k; \right. \\ \left. 0 < \operatorname{Im} z_k < h; 1/\lambda < \frac{\operatorname{Im} z_k}{\operatorname{Im} z_j} < \lambda, k, j = \overline{1, n} \right\},$$

где

$$z_k = \xi_k + i\eta_k, \alpha > 0, h > 0, \lambda \geq 1, k = \overline{1, n}, x = (x_1, \dots, x_n).$$

Пусть  $F$  — вообще комплекснозначная функция, определенная в области  $C_n^{+\dots+}$  имеющая непрерывные частные производные до второго порядка включительно. Для  $x = (x_1, \dots, x_n) \in E_n$  введем величины

$$S^2(F, x) = \int_{\Delta(x, \alpha, h, \lambda)} \left\{ \left| \frac{\partial F(\xi_1, \dots, \xi_n, \eta_1, \dots, \eta_n)}{\partial \xi_1} \right|^2 + \dots + \left| \frac{\partial F}{\partial \xi_n} \right|^2 + \right. \\ \left. + \left| \frac{\partial F}{\partial \eta_1} \right|^2 + \dots + \left| \frac{\partial F}{\partial \eta_n} \right|^2 \right\} d\xi_1, \dots, d\xi_n d\eta_1, \dots, d\eta_n,$$

$$g^2(F, x) = \int_{\delta(\lambda, h)} \left\{ \eta_1 \left[ \left| \frac{\partial F}{\partial x_1} \right|^2 + \left| \frac{\partial F}{\partial \eta_1} \right|^2 \right] + \right. \\ \left. + \dots + \eta_n \left[ \left| \frac{\partial F}{\partial x_n} \right|^2 + \left| \frac{\partial F}{\partial \eta_n} \right|^2 \right] \right\} d\eta_1 d\eta_2, \dots, d\eta_n.$$

Подобные величины для функций одной переменной  $z \in C_n^+$  были впервые рассмотрены в работах [1, 2], а для функций, определенных в пространстве  $C_n^+ = E_n + i(0, \infty)$ , в [3]. Указанный круг вопросов в настоящей статье рассматриваем для функций, определенных в области  $C_n^{++}$ .

Справедливы следующие результаты

**Теорема 1.** Пусть  $f \in L_1(E_n)$ ,  $\nu > 0$ . Тогда

$$|\{x \in E_n : S(U_f, x) > \nu\}| \leq C/\nu \|f\|_1;$$

$$|\{x \in E_n : g(U_f, x) > \nu\}| \leq C/\nu \|f\|_1, \quad (1)$$

$$U_f(x_1, \dots, x_n, \eta_1, \dots, \eta_n) = \int_{E_n} f(x+t) P_{\eta_1}(t_1) \dots P_{\eta_n}(t_n) dt; \quad x+t=(x_1+t_1, \dots).$$

**Теорема 2.** Пусть  $f \in L_p(E_n)$ ,  $1 < p < \infty$ . Тогда

$$\|S(U_f, x)\|_p \leq C_p \|f\|_p;$$

$$\|g(U_f, x)\|_p \leq C_p \|f\|_p. \quad (2)$$

где  $C_p > 0$  не зависит от  $f$ .

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

(Поступило 15.10.1987)

მათემატიკა

ა. ჯვარშეიშვილი

ჰარმონული ფუნქციებისათვის არამხედი ზომიერით  
 მახასიათებელი

რეზიუმე

სტატიაში შემოღებულია  $S(F_1 x, \dots, x_n)$ ,  $g(F_1 x_1, \dots, x_n)$  არამხედი მახასიათებლები და ბუასონის ინტეგრალისათვის დამტკიცებულია (1) და (2) უტოლობები.

A. G. JVARSHVILI

VARIOUS NONTANGENTIAL CHARACTERISTICS FOR HARMONIC  
FUNCTIONS OF MULTIPLE VARIABLES

## Summary

The paper introduces the nontangential characteristics  $S(F)$  and  $g(F)$  for the functions defined in the domain  $E_n^{++}$ . Inequalities (1) and (2) are also proved for the Poisson singular integral.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Lusin. Bull. Calcutta Math. Soc., v. 20, 1930, 139-154.
2. J. E. Littlewood, R. E. Paley. J. London Math. Soc., v. 6, 1931.
3. E. M. Stein. Trans. Amer. Math. Soc., v. 88, № 2 1958, 432-466.



Л. К. ПАНДЖИКИДЗЕ

СХОДИМОСТЬ КРАТНЫХ СОПРЯЖЕННЫХ  
 ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ В ПРОСТРАНСТВЕ  $C(R_n)$   
 И НЕПРЕРЫВНОСТЬ СОПРЯЖЕННЫХ ФУНКЦИЙ МНОГИХ  
 ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижинашвили 14.9.1987)

1. Приведем некоторые известные обозначения и определения [1, 2].

Пусть  $M = \{1, 2, \dots, n\}$  и  $B \subset M$ , где  $B = \{i, i_2, \dots, i_k\}$  ( $i_l \neq i_p$ , при  $l \neq p$ ,  $i_k \leq n$ ). Далее, если

$$E_n = \{\vec{x} : \vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)\}$$

—  $n$ -мерное ( $n \geq 2$ ) евклидово пространство, то через  $E_n(B)$  обозначают гиперплоскость, натянутую лишь на координатные векторы, индексы которых составляют множество  $B$ . Пользуются и следующими обозначениями:  $R_n = [-\pi, \pi]^n$ ,  $K_n(B) = [0, 1]^n \cap E_n(B)$ ,  $U_n(B) = [0, \pi]^n \cap E_n(B)$ . Символ  $\vec{x}_B$  обозначает такую точку из  $E_n$ , координаты которой с индексами из  $B$  совпадают с соответствующими координатами точки  $\vec{x}$ , а остальные — нули, и  $d\vec{x}_B = dx_{i_1} dx_{i_2} \dots dx_{i_k}$ .

Далее, функцию  $\omega_B : K_n(B) \rightarrow [0; +\infty[$  называют смешанным модулем непрерывности, если выполнены следующие условия:

- 1)  $\omega_B = 0$ , если  $\delta_{i_2} \delta_{i_3} \dots \delta_{i_k} = 0$ ,
- 2)  $\omega_B \in C(K_n(B))$ ,
- 3)  $\omega_B \uparrow$  в смысле Харди,
- 4)  $\omega_B$  — полуаддитивна относительно каждого из переменных. Выражение

$$\omega_B(\vec{\delta}_B; f)_{C(R_n)} = \sup_{\substack{|h_{i_j}| \leq \delta_{i_j} \\ j=1, k}} \|\Delta(f; \vec{x}; \vec{h}_B)\|_{C(R_n)}$$

называют смешанным модулем непрерывности функции  $f \in C(R_n)$  периодичной с периодом  $2\pi$  относительно каждого (при  $n \geq 2$ ) из переменных, где  $\Delta(f; \vec{x}; \vec{h}_B)$  обозначает выражение, которое получается последовательным применением операции  $\Delta$  по тем переменным, индексы которых составляют множество  $B$  (при  $i_k \geq 2$ ), где  $\Delta(f; \vec{x}; \vec{h}_i) = f(\vec{x} + \vec{h}_i) - f(\vec{x})$  с  $\vec{h}_i = (0, 0, \dots, h_i, 0, \dots, 0)$ ,  $h_i \in E_1$  ( $i = \overline{1, n}$ ).

Через  $H(\omega_B, C(R_n))$  обозначают класс

$$\{f \in C(R_n) : \omega_B(\vec{\delta}_B; f)_{C(R_n)} = O(\omega_B(\vec{\delta}_B)) \text{ при } \vec{\delta}_B \rightarrow +\vec{0}_B\},$$

где  $\omega_B(\vec{\delta}_B)$  — некоторый заданный смешанный модуль непрерывности.



Далее, если  $f \in L(R_n)$  ( $n \geq 2$ ), то через  $\sigma_n(f)$  обозначают тригонометрический ряд Фурье функции  $f$ , а символом  $\vec{\sigma}_n[f; B]$  — сопряженный к ряду  $\sigma_n(f)$  тригонометрический ряд по тем переменным, индексы которых составляют множество  $B$ .

2. В настоящей статье приводятся теоремы, которые являются необходимыми и достаточными условиями для того, чтобы все ряды  $\vec{\sigma}_n[f; B]$ , ( $B \subseteq M$ ) сходились в смысле Прингсхейма в метрике пространства  $C(R_n)$  и сопряженная функция  $f_B$  принадлежала классу  $C(R_n)$  для любых  $f$  из класса  $H(\omega_B; C(R_n))$ . Эти теоремы обобщают соответствующие результаты из работ [1, 2], в том смысле, что не накладываются некоторые дополнительные условия на смешанный модуль непрерывности  $\omega_B$ .

Сформулируем основные утверждения:

Теорема 1. Условие

$$\sum_{\vec{m}_B \geq \vec{1}_B} \left( \prod_{j=1}^k m_{i_j} \right)^{-1} \omega_B \left( \left( \frac{\vec{1}}{m} \right)_B \right) < \infty,$$

где

$$\left( \frac{\vec{1}}{m} \right)_B = \left( \frac{1}{m_{i_1}}, \frac{1}{m_{i_2}}, \dots, \frac{1}{m_{i_k}} \right),$$

необходимо и достаточно для того, чтобы  $\vec{\sigma}_n[f; B]$  сходились в смысле метрики  $C(R_n)$  для всех функций из  $H(\omega_B, C(R_n))$ .

Теорема 2. Если

$$\overline{H}(\omega_B, C(R_n)) = \{ \vec{f} : f \in H(\omega_B, C(R_n)) \},$$

то для вложения  $\overline{H}(\omega_B, C(R_n)) \subset C(R_n)$  необходимо и достаточно, чтобы

$$\int_{u_n(B)} \left( \prod_{j=1}^n \delta_{i_j} \right)^{-1} \omega_B(\vec{\delta}_B) d\vec{\delta}_B < \infty.$$

Заметим, что при доказательствах основным является установление необходимости сформулированных условий.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.10.1987)

მათემატიკა

ლ. ფანჯიკიძე

ჯერადი შეზღუდული ტრიგონომეტრიული მწკრივების კრებადობა  $C(K_n)$  სივრცეში და მრავალი ცვლადის შეზღუდული ფუნქციების უწყვეტობა

რეზიუმე

მრავალი ცვლადის ფუნქციათა გარკვეული კლასებისათვის მოყვანილი იმის აუცილებელი და საკმარისი პირობები, რომ ამ კლასებიდან აღებული ყოველი ფუნქციის ფურიეს ჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივის შეულ-

ლებული მწკრივი იყოს კრებადი  $C$  სივრცის მეტრიკით და ყოველი ფუნქციონის მრავალი ცვლადის შეუღლებული ფუნქცია ეკუთვნოდეს  $C$  სივრცეს.

MATHEMATICS

L. K. PANJIKIDZE

CONVERGENCE OF MULTIPLE CONJUGATE TRIGONOMETRIC  
 SERIES IN THE SPACE  $C(R_n)$  AND CONTINUITY OF  
 CONJUGATE FUNCTIONS OF MULTIPLE VARIABLES

Summary

The results for some classes of functions of multiple variables are presented. These results constitute the necessary and sufficient conditions for every function from the considered classes to have the conjugate trigonometric series which are convergent in the space  $C$ , and for every function the conjugate function of multiple variables to be in the  $C$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили. Сообщения АН ГССР, 97, № 1, 1980, 17—20.
2. Л. В. Жижиашвили. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980, 277—279.



Д. О. КИГУРАДЗЕ

## НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА МЕТРИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОСТИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 12.11.1987)

В этой работе мы будем придерживаться следующих обозначений и терминологий:  $E^n$  —  $n$ -мерное евклидово пространство;  $\epsilon$  — действительное положительное число;  $n, r, m$  — неотрицательные целые числа; подмножества конечномерных евклидовых пространств называются точечными множествами.

Понятия (в частности,  $\epsilon$ -сдвига, существенного отображения топологического пространства в симплекс, комбинаторной размерности  $\dim X$  произвольного пространства  $X$  и метрической размерности  $d_2$  метрического пространства  $X$ ), определения которых имеются в монографиях [1, 2], считаем известными и приводим без помечаний.

В дальнейшем будем говорить, что отображение  $f: X \rightarrow U$  метрического пространства  $X$  на шар  $U$  существенно покрывает этот шар, если  $f: X \rightarrow U$  есть существенное отображение.

**Определение 1** ([3]). Точечное множество  $A$  из  $E^n$  называется  $\epsilon$ -отделимым в  $E^n$  от  $r$ -мерной плоскости  $E^r$ , где  $E^r \subseteq E^n$ , если существует  $\epsilon$ -сдвиг  $g: A \rightarrow E^n$  такой, что

$$g(A) \cap E^r = \emptyset.$$

**Определение 2.** Подмножество  $A$   $n$ -мерного евклидова пространства называется свободно отделимым от  $r$ -мерной плоскости  $E^r \subseteq E^n$ , если для каждого  $\epsilon$  множество  $A$   $\epsilon$ -отделимо от  $E^r$  в  $E^n$ .

В работе Г. С. Чогошвили [3] дана следующая характеристика размерности  $\dim$  компактных точечных множеств.

**Теорема 1** ([3]). *Компакт  $X$ , лежащий в  $n$ -мерном евклидовом пространстве  $E^n$ , имеет размерность  $r$ , где  $r \leq n$  тогда и только тогда, когда он свободно отделим в  $E^n$  от любой  $(n-r-1)$ -мерной плоскости.*

Из теоремы 1, в частности, следует: если  $A$  компактное подмножество  $E^n$  и  $\dim A \leq r$  ( $r \leq n$ ), то существуют  $(n-r)$ -мерная плоскость  $E^{n-r}$  в  $E^n$  и число  $\epsilon$  такие, что  $A$  не является  $\epsilon$ -отделимым в  $E^n$  от  $E^{n-r}$ .

В связи с этим представляет интерес следующая

**Теорема 2.** *Точечное множество  $A$ , лежащее в  $n$ -мерном евклидовом пространстве  $E^n$ , свободно не отделяется в  $E^n$  от  $r$ -мерной плоскости  $E^r$  тогда и только тогда, когда проектированием  $A$  вдоль  $E^r$  на  $E^{n-r}$  (где  $E^{n-r}$  есть ортогональное дополнение  $E^r$  в  $E^n$ ) существенно покрывается некоторый шар  $U$  из  $E^{n-r}$ .*

**Доказательство** (необходимость). Пусть точечное множество  $A$  лежит в евклидовом пространстве  $E^n$  и  $A$  невозможно отделить  $\epsilon$ -сдвигом от некоторой  $r$ -мерной ( $r \leq n$ ) плоскости  $E^r$  пространства  $E^n$ . Ортогональное дополнение плоскости  $E^r$  в  $E^n$  есть  $n-r$ -мерная плоскость  $E^{n-r}$ .



Рассмотрим в  $E^{n-r}$  шар  $U\left(O, \frac{\varepsilon}{2}\right)$  с центром в точке  $O = E^r \cap E^{n-r}$  и радиуса  $\frac{\varepsilon}{2}$ . Пусть  $S$  обозначает границу шара  $U$ . Покажем, что проектированием  $\pi \cdot A \rightarrow E^{n-r}$  множества  $A$  на  $E^{n-r}$  вдоль  $E^r$ , существенно покрывается шар  $U\left(O, \frac{\varepsilon}{2}\right)$ . Допустим противное. Тогда существует такое отображение  $f: A \cap \pi^{-1}(U) \rightarrow S$ , что  $f|_{A \cap \pi^{-1}(U)} = \pi|_{A \cap \pi^{-1}(U)}$ . Введем в  $E^n$  декартову прямоугольную систему координат с началом в точке  $O$  и такую, что координатная плоскость, определяемая первыми  $r$ -осями, совпадает с  $E^r$ , а плоскость, определяемая остальными  $n-r$  координатными осями, совпадает с  $E^{n-r}$ . Отображение  $f$  в такой координатной системе записывается следующим образом:  $f = (f_1, \dots, f_n)$ , где  $f_1, \dots, f_n$  — соответствующие координатные функции. Определим отображение точечного множества  $A$  в  $E^n$  следующим образом:

$$g(x) = \begin{cases} x & , \text{ если } x \notin A \cap \pi^{-1}(U), \\ (x_1, \dots, x_r, f(x_{r+1}), \dots, f(x_n)) & , \text{ если } x \in A \cap \pi^{-1}(U) \end{cases}$$

где  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  — координаты точки  $x$  в вышеопределенной системе координат. Можно показать, что  $g$  есть  $\varepsilon$ -сдвиг множества  $A$  и  $g(A) \cap E^r = \emptyset$ , что противоречит условию. Итак, шар  $U$  существенно покрывается отображением  $\pi \cdot A \rightarrow E^r$ .

(Достаточность). Пусть проектированием  $A$  вдоль  $r$ -мерной плоскости  $E^r \subseteq E^n$  на  $E^{n-r}$ , где  $E^{n-r}$  есть ортогональное дополнение  $E^r$  в  $E^n$  существенно покрывается некоторый шар  $U(O, \varepsilon)$  в  $E^{n-r}$  радиуса  $\varepsilon$  и с центром в точке  $O = E^r \cap E^{n-r}$ . Через  $\pi$  обозначим проекцию  $E^n$  вдоль  $E^r$  на  $E^{n-r}$ . Покажем, что подмножество  $A$  невозможно отделить от  $E^r$  посредством  $\frac{\varepsilon}{2}$ -сдвига. Допустим противное, тогда найдется такое непрерывное отображение  $f: A \rightarrow E^n$ , что для каждой точки  $x \in A$  имеет место неравенство:  $\rho(x, f(x)) < \frac{\varepsilon}{2}$  (где  $\rho$  — обычная метрика евклидова пространства  $E^n$ ) и  $f(A) \cap E^r = \emptyset$ . Тогда ясно, что  $O \notin \pi(f(A))$  и для любого  $x \in A$  имеет место неравенство:  $\rho(\pi(f(x)), \pi(x)) < \varepsilon$ . Но так как  $\pi|_{\pi^{-1}(U) \cap A} : \pi^{-1}(U) \cap A \rightarrow U$  существенное отображение пространства  $\pi^{-1}(U) \cap A$  на  $(n-r)$ -мерный шар  $U\left(O, \frac{\varepsilon}{2}\right) \subset E^{n-r}$  радиуса  $\frac{\varepsilon}{2}$ , то любое отображение  $\varphi$ , отличающееся от  $\pi|_{\pi^{-1}(U) \cap A}$  меньше чем на  $\frac{\varepsilon}{2}$ , покрывает шар  $U_0\left(O, \frac{\varepsilon}{2}\right)$  (концентричный шару  $U(O, \varepsilon)$  радиуса  $\varepsilon - \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\varepsilon}{2}$  и с центром в точке  $O$  (см. [1]). Получили противоречие. Теорема доказана.

Теорема 1 и теорема 2, доказанная выше, играют важную роль при установлении нижеследующих утверждений, доказательства которых мы опускаем за неимением места.

Теорема 3. *Компакт  $A$ , лежащий в  $n$ -мерном евклидовом пространстве  $E^n$ , имеет размерность  $r$  тогда и только тогда, когда существует*



вуют  $(n-r)$ -мерная плоскость  $E^{n-r}$ , лежащая в  $E^n$  и ортогональное дополнение  $E^r$  плоскости  $E^{n-r}$  в  $E^n$  такие, что проектирование подмножества  $A$  вдоль  $E^{n-r}$  на  $E^r$  существенно покрывает некоторый  $r$ -мерный симплекс.

Следствие ([4]). Пусть  $A$ —компактное подмножество  $E^n$  такое, что  $\dim A=r$ . Тогда существует такая плоскость  $E^r$  в  $E^n$  и ее ортогональное дополнение  $E^{n-r}$  в  $E^n$ , что проекция подмножества  $A$  вдоль  $E^{n-r}$  на  $E^r$  содержит  $r$ -мерный симплекс.

В классе общих метрических пространств для метрической размерности  $d_2$  имеют место следующие теоремы.

**Теорема 4.** Метрическая размерность  $d_2$  метрического пространства  $A$  есть наибольшая из размерностей симплексов, в которые можно равномерно непрерывно и существенно отобразить множество  $A$ .

**Теорема 5.** Метрическая размерность  $d_2$  метрического пространства  $A$  есть наименьшее из чисел  $r$ , для которых всякое равномерно непрерывное отображение  $f$  произвольного подмножества  $M$  множества  $A$  в  $r$ -мерную сферу можно продолжить до непрерывного отображения в эту сферу всего множества.

**Теорема 6.** Пусть  $X$ —метрическое пространство.  $d_2 X=n$  тогда и только тогда, когда для любого равномерно непрерывного отображения  $\varphi$  из  $X$  в евклидово пространство  $E^m$ , где  $m \geq n$  для любого  $\varepsilon$  и для каждой плоскости  $E^r \subseteq E^m$  ( $r \leq m$ ), найдется такое непрерывное отображение  $g: X \rightarrow E^m$  пространства  $X$  в  $E^m$ , что имеем:

1.  $\rho(f(x), g(x)) \leq \varepsilon$  для любого  $x \in X$ ;
2.  $g(X) \cap E^r = \emptyset$ .

Если рассматриваемые пространства нормальны, а вместо метрической размерности  $d_2$  возьмем размерностную функцию  $\dim$ , то имеет место следующая

**Теорема 7.** Пусть  $X$ —нормальное пространство. Равенство  $\dim X=n$  имеет место тогда и только тогда, когда для любого непрерывного отображения  $\varphi$  из  $X$  в евклидово пространство  $E^m$  ( $m \geq n$ ), для каждого  $\varepsilon$  и для каждой плоскости  $E^r \subseteq E^m$  ( $r \leq m$ ), найдется такое непрерывное отображение  $g: X \rightarrow E^m$  что

1.  $\rho(f(x), g(x)) \leq \varepsilon$  для любого  $x \in X$ ,
2.  $g(X) \cap E^r = \emptyset$ .

**Замечание.** В работе [4] теоремы 4 и 5 доказаны в том случае, когда рассматриваемые пространства являются точечными множествами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.11.1987)

მათემატიკა

დ. კიკუაძე

მეტრიკული განზომილების ზოგიერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ევკლიდური სივრცეების კომპაქტურ ქვესიმრავლეთა კლასში კლასიკური მეტრიკული განზომილების  $\mu \dim$  ფუნქციის ზოგიერთი თვისე-



ბა. მოცემულია ამ ფუნქციის დახასიათება ზოგად მეტრიკულ სივრცეთა კლას-ში არსებითი ასახვების საშუალებით.

MATHEMATICS

D. O. KIGURADZE

ON SOME PROPERTIES OF METRIC DIMENSION

Summary

Some properties of classical metric dimension  $\mu \dim$  in the class of compact point sets are studied. The characterization of this metric dimensional function in general metric space classes by means of essential mappings is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.
2. K. Nagami, Dimension Theory, Amsterdam., 1970.
3. G. Chogoshvili, Comp. Math. № 5, 1938.
4. Mardešić S., Proc. Amer. Math. Soc., 1973, 41, № 2.



И. К. КОВЗАНАДЗЕ

## О РАЗМЕРНОСТИ МЕЗОКОМПАКТНЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 16.11.1987)

В известной монографии Уайльдера [1] определена размерностно-подобная функция (обозначаемая нами через  $\dim_W X$ ). В этой статье определяется и рассматривается тесно связанная с  $\dim_W X$  размерностно-подобная функция  $\dim_W^* X$ . Устанавливаются их свойства и соотношения между ними.

Все пространства, встречающиеся в этой статье, предполагаются хаусдорфовыми и вполне регулярными.

Через  $\dim X$  обозначается размерностная функция пространства  $X$ , основанная на конечных открытых покрытиях (как известно, определение функции  $\dim$  формально пригодно для любых пространств, следовательно, и для вполне регулярных).

Пусть  $X$  — топологическое пространство,  $U$  — открытое покрытие пространства  $X$ , а  $K$  — бикompактное подмножество из  $X$ . Следуя [2] будем говорить, что покрытие  $U$  конечно на бикompакте  $K$ , если  $K$  пересекает не более чем конечное число элементов покрытия  $U$ .

Следуя [3] открытое покрытие  $U$  пространства  $X$  называется  $k$ -покрытием, если оно конечно на каждом бикompакте из  $X$ , а следуя [2], пространство  $X$  будем называть мезокомпактным, если в каждое открытое покрытие пространства  $X$  можно вписать открытое  $k$ -покрытие.

И наконец, понятия, определения, которых имеются по крайней мере в одной из монографий [4], [5], в дальнейшем считаются известными и приводятся без пояснений.

**Определение 1.** Пусть  $X$  — произвольное топологическое пространство и  $n$  — целое число  $\geq -1$ . Положим по определению, что  $\dim_W X = -1$  в том и только в том случае, если  $X$  — пустое пространство.  $\dim_W X \leq n$ , где  $n \geq 0$ , если для каждого открытого покрытия  $U$  пространства  $X$  и для каждого бикompактного подмножества  $K$  из  $X$  существует открытое покрытие  $V$  пространства  $X$ , вписанное в покрытие  $U$ , конечное на бикompакте  $K$  и кратности  $\leq n + 1$ .  $\dim_W X = n$ , если неравенство  $\dim_W X \leq n + 1$  верно, но неравенство  $\dim_W X \leq n - 1$  не верно.  $\dim_W X = +\infty$ , если неравенство  $\dim_W X \leq n$  не выполняется ни для какого  $n = -1, 0, \dots$

**Определение 2.** Пусть  $X$  — произвольное топологическое пространство и  $n$  — целое число  $\geq -1$ . Положим по определению, что  $\dim_W^* X = -1$  в том и только в том случае, если  $X$  — пустое пространство.  $\dim_W^* X \leq n$ , где  $n \geq 0$ , если для каждого открытого покрытия  $U$  пространства  $X$  существует вписанное в него открытое  $k$ -покрытие  $V$  пространства  $X$  кратности  $\leq n + 1$ .  $\dim_W^* X = n$ , если неравенство  $\dim_W^* X \leq$



$\leq n + 1$  верно, но неравенство  $\dim_{\mathbb{W}}^* X \leq n - 1$  не верно.  $\dim_{\mathbb{W}}^* X = +\infty$ , если неравенство  $\dim_{\mathbb{W}}^* X \leq n$  не выполняется ни для какого  $n = -1, 0, \dots$

Имеют место следующие предложения, существенно используемые в дальнейшем.

1. Если  $X$  — произвольное пространство и  $\dim_{\mathbb{W}}^* X < +\infty$ , то  $X$  мезокомпактно.

2. Пусть  $X$  — произвольное пространство и  $A$  замкнутое подпространство  $X$ , то

$$\dim_{\mathbb{W}}^* A \leq \dim_{\mathbb{W}}^* X, \quad \dim_{\mathbb{W}} A \leq \dim_{\mathbb{W}} X.$$

Для каждого топологического пространства  $X$  имеют место следующие неравенства:

$$\dim X \leq \dim_{\mathbb{W}} X \leq \dim_{\mathbb{W}}^* X.$$

Имеют место следующие теоремы.

**Теорема 1.** Если  $G$  — функционально открытое подмножество пространства  $X$ , то

$$\dim_{\mathbb{W}}^* G \leq \dim_{\mathbb{W}}^* X.$$

**Теорема 2.** Если существует замкнутое локально конечное покрытие  $\{F_s\}_{s \in S}$  пространства  $X$  такое, что  $\dim_{\mathbb{W}}^* F_s \leq n$  для каждого  $s \in S$ , то  $\dim_{\mathbb{W}}^* X \leq n$ .

**Теорема 3.** Пусть  $X$  — паракомпактное пространство. Тогда

$$\dim X = \dim_{\mathbb{W}} X = \dim_{\mathbb{W}}^* X.$$

Пространство  $X$  будем называть  $n$ -паракомпактным, где  $n \geq 0$ , если в каждое открытое покрытие пространства  $X$  можно вписать открытое локально конечное покрытие кратности  $\leq n + 1$ .

**Теорема 4.** Пусть  $X$  — локально-бикompактное пространство такое, что  $\dim_{\mathbb{W}}^* X = n$ . Тогда  $X$  — паракомпактно.

**Теорема 5.** Если  $X$  нормальное  $k$ -пространство и  $\dim_{\mathbb{W}}^* X = n$ , то  $X$  — паракомпактно.

Существует наследственно нормальное локально бикompактное, не слабо паракомпактное пространство  $X$ , для которого  $\dim X \neq \dim_{\mathbb{W}}^* X$ . Таковым является трансфинитная прямая (в смысле П. С. Александрова) [5]. То, что это пространство наследственно нормальное, локально бикompактное и не слабо паракомпактно, показано в [5]. Можно показать что  $\dim X = 1$  и  $\dim_{\mathbb{W}}^* X = +\infty$ .

Существует локально бикompактное, наследственно слабо паракомпактное пространство  $X$ , для которого

$$\dim_{\mathbb{W}} X \neq \dim_{\mathbb{W}}^* X.$$

Таковым является пространство  $I$ , построенное в [6]. Напомним конструкцию этого пространства, используемую ниже. Пусть  $Oxy$  некоторая прямоугольная система координат на плоскости, и в первом квадранте задан единичный квадрат

$$K = \{(x, y) : 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}.$$

Рассмотрим множество  $I \subseteq K$ , определенное следующим образом:





$I = K \setminus (0, 0) \cup K_1 \cup K_2$ , где  $K_1 = \{(x, y) : x = 1, 0 \leq y \leq 1\}$  и  $K_2 = \{(x, y) : 0 \leq x \leq 1, y = 1\}$ . Полученное множество  $I$  топологизируем следующим образом. Каждая точка  $e$ , лежащая во внутренности  $I$ , объявляется изолированной. Если точка  $N \in I$  лежит на оси  $Ox$  (совокупность этих точек обозначим через  $F_1$ ), то ее окрестностями являются множества  $O_N = I_N \setminus A$ , где  $I_N$  — вертикальный полуинтервал, содержащий  $N$ , а  $A$  — либо конечное, либо пустое множество. Если точка  $M \in I$  расположена на оси  $Oy$  (совокупность этих точек обозначим через  $F_2$ ), то ее окрестностям являются множества  $O_M = I'_M \setminus B$ , где  $I'_M$  — горизонтальный полуинтервал, содержащий  $M$ , а  $B$  — либо конечное, либо пустое множество.

Для пространства  $I$  имеют место предложения:

1) Для каждого бикompакта  $H$  из  $I$  существуют точки  $x_1, x_2, \dots, x_n$  из  $F_1$  и  $y_1, y_2, \dots, y_k$  из  $F_2$  такие, что  $H \subset (\bigcup_{i=1}^n I_{x_i}) \cup (\bigcup_{j=1}^k I_{y_j})$ , где  $I_{x_i}$  — вертикальный полуинтервал, содержащий точку  $x_i$ , а  $I_{y_j}$  — горизонтальный полуинтервал, содержащий точку  $y_j$ .

2)  $\dim_w^* I = +\infty$  и  $\dim_w I \leq 1$ .

Существует нормальное, мезокомпактное, не паракомпактное пространство  $X$ , для которого  $\dim X \neq \dim_w^* X$ .

Таковым является пространство, построенное в [7]. В [2] показано, что  $G$  мезокомпактно. Можно показать, что  $\dim G = 0$ , а  $\dim_w^* G > 0$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.11.1987)

მათემატიკა

ი. კოვზანაძე

მეზოკომპაქტურ სივრცეთა განზომილების შესახებ

რეზიუმე

[1] მონოგრაფიაში შემოტანილია  $\dim_w X$  განზომილების ტიპის ფუნქცია. სტატიაში შესწავლილია  $\dim_w X$  ფუნქცია და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული  $\dim_w^* X$  განზომილების ტიპის ფუნქცია, რომელიც დაფუძნებულია  $k$ -დაფარვაზე. დადგენილია ამ ფუნქციების თვისებები და მათ შორის თანაფარდობანი. მოყვანილია მაგალითები ისეთი სივრცეებისა, რომელთათვისაც  $\dim_w X$ ,  $\dim_w^* X$  და  $\dim X$  ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან.

MATHEMATICS

I. K. KOVZANADZE

ON DIMENSION OF MESOCOMPACT SPACES

Summary

In [1] Wilder introduced a dimension-like function  $\dim_w X$ . The present paper investigates the function  $\dim_w X$  and a dimension-like function



$\dim_{\mathbb{W}}^* X$  closely connected with it, based on  $k$ -cover. The properties of these functions and the relationships between them are established. The examples of such spaces, for which  $\dim_{\mathbb{W}} X$ ,  $\dim_{\mathbb{W}}^* X$  and  $\dim X$  are different from each other, are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. L. Wilder. *Topology of Manifolds*. AMS, New York, 32(1949).
2. J. R. Boone. *Fund. Math.*, 72(1971), 146—154.
3. А. В. Архангельский. *Труды Моск. мат. общества*, 13 (1965), 3—55.
4. П. С. Александров, В. А. Пасынков. *Введение в теорию размерности*. М., 1973.
5. Р. Энгелькинг. *Общая топология*, М., 1986.
6. Л. Г. Замбахидзе. *Труды Тбил. матем. ин-та*, 1977, 52—98.
7. E. Michael. *Canad. J. Math.*, 7(1955), 275—279.



Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНО  
 УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 11.2.1988)

Рассматривается задача давления конечного числа штампов на границе нелинейно упругой полуплоскости из материала гармонического типа [1]. Силами трения на контактной области пренебрегаем.

1. Пусть рассматриваемая физическая область занимает нижнюю полуплоскость  $S$  плоскости переменной  $z = x + iy$ . Границу  $S$  обозначим через  $L$  и предположим, что на совокупности  $L'$  отрезков  $L_k = a_k b_k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) действуют жесткие профили, а остальная часть  $L''$  линии  $L$  свободна от внешних воздействий. Принимается, что под влиянием приложенных сил штампы могут перемещаться лишь поступательно. Напряжения и вращение на бесконечности отсутствуют.

Граничные условия задачи имеют вид [2]

$$X_y = 0 \text{ на } L, Y_y = 0 \text{ на } L'', v = f(x) + c(x) \text{ на } L', \quad (1)$$

где  $Y_y, X_y$  — компоненты тензора напряжений Коши;  $v$  — нормальное упругое смещение точки границы полуплоскости;  $f(x)$  — заданная на  $L'$  действительная функция, характеризующая профиль основания штампов ( $f'(x) \in H(L')$ ); далее,  $c(x) = c$  на  $L'$ , если штампы жестко связаны между собой и  $c(x) = c_k$  на  $L_k$ , если штампы не связаны ( $c, c_k$  — действительные постоянные). В первом случае задается главный вектор  $(0, -P)$  действующих на систему внешних сил, а во втором — главные вектора  $(0, -P_k)$  для каждого штампа в отдельности ( $P, P_k$  — положительные постоянные).

В работе автора [3] решение этой задачи сведено к отысканию функции  $F(x)$  из следующего нелинейного функционального уравнения:

$$[\lambda + \mu + \mu \exp(2F(x_0))] \sin \left[ \frac{2}{\pi} \int_{L'} \frac{F(x) dx}{x - x_0} \right] = (\lambda + 2\mu) f'(x_0), \quad (2)$$

где  $\lambda, \mu$  — постоянные Ламе;

$$F(x) = \frac{1}{2} \ln \left[ \frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu + N(x)}{2(\lambda + \mu) - N(x)} \right], \quad \varphi'(z) = \exp \left( -\frac{1}{\pi i} \int_{L'} \frac{F(x) dx}{x - z} \right), \quad (3)$$

$\varphi'(z)$  — комплексный потенциал задачи. При достаточно больших  $|z|$  эта функция имеет асимптотику [4]

$$\varphi'(z) = 1 + \frac{X + iY}{4\pi\mu z} + o\left(\frac{1}{z}\right), \quad (4)$$

где  $X, Y$  — компоненты главного вектора внешних сил.



В той же работе [3] найдено точное решение этого уравнения при  $f(x) = \text{const}$  (штампы с прямолинейными горизонтальными основаниями), на основании которого получена точная формула для контактного давления  $Y_{\mu} = N(x)$ . Показано, что  $N(x)$  на концах контактной области принимает конечные значения.

Желая расширить класс точных решений уравнения (2), рассмотрим случай несжимаемой гармонической среды ( $\sqrt{J} = (\partial z^*/\partial z) (\partial \bar{z}^*/\partial \bar{z}) - (\partial z^*/\partial \bar{z}) (\partial \bar{z}^*/\partial z) = 1$ ,  $z^* = z + u + iv$ ,  $\nu = 0,5$ , где  $\nu$ —коэффициент Пуассона;  $u, v$ —компоненты вектора перемещения) и попытаемся определить решение класса  $h(a_1, b_1, \dots, a_n, b_n)$  этого уравнения, т. е. решение класса ограниченных на концах  $L_k$  функции [5].

Тогда уравнение (2) примет вид

$$\int_{L'} \frac{F(x) dx}{x - x_0} = \frac{\pi}{2} \arcsin f'(x_0), \text{ где } F(x) = \frac{1}{2} \ln \left( 1 + \frac{N(x)}{2\mu} \right). \quad (5)$$

В указанном классе  $h$  это характеристическое сингулярное интегральное уравнение имеет решение

$$F(x_0) = - \frac{V(x_0 - a_1)(x_0 - b_1) \dots (x_0 - a_n)(x_0 - b_n)}{2\pi} \times \int_{L'} \frac{(\arcsin f'(x)) dx}{V(x - a_1)(x - b_1) \dots (x - a_n)(x - b_n)(x - x_0)}, \quad (6)$$

при условии разрешимости

$$\int_{L'} \frac{x^k (\arcsin f'(x)) dx}{V(x - a_1)(x - b_1) \dots (x - a_n)(x - b_n)} = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, n-1). \quad (7)$$

Отметим, что по условию задачи постоянные  $a_k, b_k$  являются пока неизвестными. Они должны быть определены из (4), (7), а также дополнительных условий задачи.

Используя известную формулу, определяющую поведение интеграла типа Коши вблизи концов линии интегрирования, из (6) будем иметь  $F(c_k) = 0$ , где  $c_k$ —один из концов участка  $L_k = a_k b_k$ . Но тогда из (5) ясно, что должно быть  $N(c_k) = 0$ . Следовательно, нормальное контактное напряжение обращается в нуль на концах контактной линии.

После определения  $N(x)$  из (5), (6), функцию  $\varphi(z)$  находим из (3), а другой искомый потенциал  $\psi(z)$  определяем в виде формулы (1.6) работы [3].

2. Рассмотрим случай давления одного ( $n=1$ ) штампа с закругленным основанием, на область  $[-a; a]$ , т. е. пусть  $f(x) = x^2/2R$ , где  $R$ —достаточно большая величина. Тогда  $f'(x) = x/R$ . Положим (с приемлемой точностью):  $\arcsin(x/R) \approx x/R$ . Учитывая это значение в (6), после некоторых вычислений получаем

$$F(x) = \sqrt{a^2 - x^2}/2R \text{ и, следовательно, } \varphi'(z) = \exp[(\sqrt{a^2 - z^2} + iz)/2R]. \quad (8)$$

Тогда из (5) определяем контактное давление в виде

$$N(x) = 2\mu [\exp(\sqrt{a^2 - x^2}/R) - 1]. \quad (9)$$

Условие разрешимости (7) выполняется автоматически. Размер (полудлину) контактной области находим из сравнений (4) с соответствующей асимптотикой (8) в виде

$$a = \sqrt{RP/\pi\mu}. \quad (10)$$

3. Примем теперь, что  $\arcsin\left(\frac{x}{R}\right) \approx \frac{x}{R} + \frac{x^3}{6R^3}$ , т. е. сохраним в разложении два первых слагаемых. Тогда, аналогично предыдущему, из (3)–(6), после некоторых вычислений и приведении, находим

$$N(x) = 2\mu \left\{ \exp \left[ \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{R} \left( 1 + \frac{a^2 + 2x^2}{12R^2} \right) \right] - 1 \right\}, \quad (11)$$

$$a = 2R \left[ \left( 1 + \frac{P}{2\pi\mu R} \right)^{1/2} - 1 \right]^{1/2}.$$

По линейной классической теории, как известно

$$N(x) = 2\mu \sqrt{a^2 - x^2}/R, \quad a = \sqrt{RP/\pi\mu}. \quad (12)$$

Ниже в виде таблицы приводятся значения  $N(x)/2\mu$  (при  $a=1$ ,  $R=5$ ) в различных точках контактной области. Причем, первая строка таблицы соответствует формуле (9), вторая — формуле (11), а в конце приведены значения по линейной классической теории.

Значения  $N(x)/2\mu$

$x$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Случай I	0,2214	0,2098	0,1983	0,1735	0,1275	0
Случай II	0,2204	0,2090	0,1978	0,1731	0,1273	0
Линейная теория	0,2000	0,1959	0,1833	0,1600	0,1200	0

Как видно из этой таблицы, нелинейная теория приводит к возрастанию значений контактных реакций, по сравнению с линейным классическим случаем. Максимальная разница достигается в точке  $x=0$  и составляет 10,7%. Вместе с тем, разница между значениями, вычисленными по (9) и (11), ничтожно мала. Она не превосходит 0,5%.

Отметим здесь же, что формула (10) совпадает с линейным классическим аналогом, а значения, даваемые второй формулой (11), noticeably отличаются от соответствующих значений линейной теории.

Наконец отметим, что известным образом можно также выписать решение класса  $h_0$  (решение, не ограниченное в конечных точках линии интегрирования) [5] уравнения (5) и на основании полученного выражения рассмотреть соответствующие примеры.



ლ. დობორჯინიძე

ერთი საკონტაქტო ამოცანის შესახებ არაწრფივად დრეკადი ნახევარსიბრტყის ნახევარსიბრტყისათვის

რეზიუმე

ჰარმონიული ტიპის არაწრფივად დრეკადი ნახევარსიბრტყის საზღვარზე განხილულია სასრული რაოდენობის ხისტი შტამპების წნევის ამოცანა. ხახუნის ძალები უგულვებელყოფილია. უკუმში მასალისათვის მიღებულია ამოცანის ზუსტი ამონახსნი.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

ON ONE CONTACT PROBLEM FOR A NON-LINEAR  
ELASTIC HALF-PLANE

S u m m a r y

The problem of finite number punch pressure at the boundary of a harmonic type non-linear elastic half-plane is considered. Friction forces are absent at the contact region. The exact solution of the problem is obtained under the assumptions on non-compressibility of the material.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Лурье. Нелинейная теория упругости. М., 1980.
2. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
3. Л. Г. Доборджинидзе. Сообщения АН СССР, 121, № 3, 1986, 493—496.
4. Л. Г. Доборджинидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 61, 1979, 37—48.
5. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.



Н. И. ЦОЦКОЛАУРИ

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ПОИСКА ЭФФЕКТИВНЫХ ПУТЕЙ  
 В ОРИЕНТИРОВАННОМ АЦИКЛИЧЕСКОМ ГРАФЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 28.1.1988)

Пусть  $G = (V, E)$  — ориентированный граф, в котором каждому ориентированному ребру сопоставлен некоторый вектор, называемый оценкой ребра. Оценка ребра  $a \in E$  обозначается через

$$\lambda(a) = (\lambda_1(a), \lambda_2(a), \dots, \lambda_m(a)),$$

где  $\lambda_i(a) \ i \in \overline{1, m}$  — компоненты вектора  $\lambda(a)$  — действительные числа. Пусть  $p = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  — ориентированный путь из вершины  $s$  в вершину  $t$ . Оценка пути  $l(p)$  равна сумме оценок отдельных ребер, входящих в путь  $p$ , т. е.

$$l(p) = \sum_{j=1}^n \lambda(a_j),$$

естественно, каждая компонента  $l_i(p) = \sum_{j=1}^n \lambda_i(a_j), \ i \in \overline{1, m}$ .

Вводится понятие эффективного пути из  $s$  в  $t$ . Допустим, через  $P$  обозначено множество всех ориентированных  $s-t$  путей в графе  $G$ . Тогда  $p \in P$  является эффективным  $s-t$  путем, если не найдется  $p' \in P$  такой, что  $l_i(p') \leq l_i(p) \ \forall i \in \overline{1, m}$ , и хотя бы одно неравенство строгое (используя знак предпочтения — „ $\zeta$ “, последнее условие запишется следующим образом:  $p' \zeta p$  или же  $l(p') \zeta l(p)$  [1]). Следовательно, определяется и множество эффективных  $s-t$  путей в графе  $G$

$$P^* = \{p \in P \mid \nexists p' \in P, p' \zeta p\}.$$

Ниже приведенные утверждения составляют основу алгоритма поиска эффективных путей в ориентированном ациклическом графе.

**Определение.** Нетривиальный ориентированный граф  $G = (V, E)$  называется  $V_1 \rightarrow V_k$  направленным (или просто направленным), если существует такое разбиение  $(V_1, V_2, \dots, V_k) \ V_i \neq \emptyset \ i \in \overline{1, k}$  множества вершин  $V$ , что выполняются условия

- 1)  $(s, t) \in E \Rightarrow s \in V_i, t \in V_j$  и  $i < j$ ;
- 2)  $\forall t \in V_i \ (i \in \overline{2, k}) \ \exists s \in V_{i-1} \mid (s, t) \in E$ .

Из определения  $V_1 \rightarrow V_k$  направленного графа  $G$  непосредственно следует



$$(\delta^-(v) = 0 \text{ в графе } G) \iff v \in V_1,$$

где  $\delta^-(v)$  — полустепень захода вершины  $v$ .

Утверждение 1. Если ориентированный граф направленный, то существует единственное разбиение  $(V_1, V_2, \dots, V_k)$  множества вершин  $V$ , удовлетворяющее условиям 1)–2).

Утверждение 2. Ориентированный граф  $G=(V, E)$  является направленным тогда и только тогда, когда он не содержит циклов.

Рассмотрим процедуру построения  $(V_1, V_2, \dots, V_k)$  разбиения множества вершин  $V$  графа  $G$ . Выделим из  $V$  подмножество  $V_1 = \{v \in V | \delta^-(v) = 0 \text{ в графе } G\}$ . На втором шаге из множества  $\bar{V}_1$  выделим  $V_2 = \{v \in \bar{V}_1 | \delta^-(v) = 0 \text{ в подграфе } \langle \bar{V}_1 \rangle\}$  и т. д. на любом шаге  $i$  подмножество  $V_i$  определяется следующим образом:

$$V_i = \{v \in \overline{V_1 \cup V_2 \cup \dots \cup V_{i-1}} | \delta^-(v) = 0 \text{ в подграфе } \langle \overline{V_1 \cup V_2 \cup \dots \cup V_{i-1}} \rangle\}.$$

Описанная процедура реализуема (осуществима, см. [2]).

Очевидно, за некоторое конечное число шагов  $k$  будут исчерпаны все вершины и полученная последовательность подмножеств  $V_1, V_2, \dots, V_k$  будет представлять собой разбиение множества  $V$ .

Утверждение 3. Пусть в графе  $G=(V, E)$   $(S, \bar{S})$  — разбиение множества вершин  $V$  и для данной пары вершин  $s$  и  $t$  выполнены условия:

- а)  $s \in S$  и  $t \in \bar{S}$ ;
- б)  $\delta^-(t) = 0$  в подграфе  $\langle \bar{S} \rangle$  графа  $G$ ;
- в)  $p = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  ( $a_n \sim (u, t)$ ) — эффективный  $s-t$  путь в графе  $G$ .

Тогда справедливы следующие предложения:

- 1)  $u \in S$ ;
- 2)  $q = (a_1, a_2, \dots, a_{n-1})$  представляет собой  $s-u$  эффективный путь в графе  $G$ .

Рассмотрим корневой (относительно [вершины  $s$ ]) ациклический ориентированный граф  $G=(V, E)$ . Тогда из вершины  $s$  существует ориентированный путь ко всем другим вершинам графа  $G$  (см. определение корневого графа в [3]). Ввиду того что  $G$  ациклический, он является и направленным (утверждение 2). Следовательно, существует  $W=(V_1, V_2, \dots, V_k)$  разбиение множества  $V$  графа  $G$ , удовлетворяющее условиям определения направленного графа 1)–2). Вышеуказанная процедура построения  $W$  разбиения порождает последовательность подмножеств  $V_1, V_2, \dots, V_k$  — элементов разбиения. Наряду с этим можно построить последовательность  $S=S_1, S_2, \dots, S_k$  ( $S_i = \bigcup_{j \in \overline{1, i}} V_j, i \in \overline{1, k}$ ) подмножеств множества  $V$ , элементы которой удовлетворяют условиям:

- 1)  $S_1 \subset S_2 \subset \dots \subset S_k$ ;
- 2)  $S_1 = V_1 = \{s\}, S_k = V, S_i - S_{i-1} = V_i, i \in \overline{2, k}$ .

Каждому элементу  $S_i$  ( $i \in \overline{1, k-1}$ ) последовательности  $S$  соответствует разбиение  $(S_i, \bar{S}_i)$  множества вершин  $V$  графа  $G$ . Пусть  $t \in V_{i+1} \subset \bar{S}_i$ , тогда при разбиении  $(S_i, \bar{S}_i)$  для пары вершин  $s$  и  $t$  выполняются условия а)–б)





утверждения 3. Таким образом, эффективные  $s-t$  пути ( $t \in V_{i+1}$ ) следует искать среди путей следующего вида:

$$p = (q, a),$$

где  $q$  — эффективный  $s-u$  путь,  $u \in S_i$  и ребро  $a \sim (u, t) \in E$ . Делается предположение, что из  $s$  в вершину  $s$  существует единственный путь  $p_0$ , который не содержит ни одного ребра и имеет нулевые оценки  $l(p_0) = (0, 0, \dots, 0)$ . Ниже приводится алгоритм поиска эффективных путей из  $s$  ко всем другим вершинам графа  $G$ .

**А л г о р и т м.** Эффективные пути.

1.  $G = (V, E)$  — данный корневой (относительно вершины  $s$ ) ориентированный ациклический граф. Требуется найти эффективные пути из вершины  $s$  во все остальные вершины графа  $G$ .

2. (Начало) Положить  $i = 1, S_1 = V_1 = \{s\}$ .

3. (Определение подмножества  $V_i$  множества  $V$ ) Положить  $i = i + 1$ ,

$$V_i = \{t \in \bar{S}_{i-1} | \delta^-(t) = 0 \text{ в подграфе } \langle \bar{S}_{i-1} \rangle\}.$$

4. (Формирование области выбора  $s-t$  эффективных путей)

$$P(t) = \{p = (q, a) | q \in P^*(u), a \sim (u, t) \in E, u \in S_{i-1}\} \quad \forall t \in V_i,$$

где  $P^*(u)$  — множество  $s-u$  эффективных путей в  $G$ .

5. (Выделение множества  $s-t$  эффективных путей  $P^*(t)$  из области выбора  $P(t)$ ).

$$P(t) \rightarrow P^*(t) \quad \forall t \in V_i$$

(здесь следует применять подалгоритм типа процедуры, описанной в [4]).

6. (Определение подмножества  $S_i$  множества  $V$ )

$$S_i = S_{i-1} \cup V_i$$

7. Если  $|S_i| = |V|$  перейти к шагу 3, иначе „Конец“.

Потребность в оперативной памяти ЭВМ, необходимой для программной реализации предлагаемого алгоритма, главным образом, определяется количеством эффективных путей в графе.

ВЦ Госплана Грузинской ССР

(Поступило 29.1.1988)

კომპიუტერული

ბ. წიგნობა

ორიენტირებულ აციკლურ გრაფში ეფექტური გზების ძებნის ერთი ალგორითმის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ორიენტირებულ აციკლურ გრაფში ეფექტური (ოპტიმალური პარტოს აზრით) გზების ძებნის იტერაციული ალგორითმი.

N. I. TSOTSKOLAURI

ON AN ALGORITHM OF SEARCH FOR EFFECTIVE PATHS  
IN AN ORIENTED ACYCLIC GRAPH

## Summary

The paper considers an iteration algorithm of search for effective (optimal according to Pareto) paths in an oriented acyclic graph.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Михалевич, В. Л. Волкович. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. М., 1982.
2. М. Свани, К. Тхуласираман. Графы, сети и алгоритмы. М., 1984.
3. А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., 1979.
4. В. С. Михалевич, А. И. Кукса. Методы последовательной оптимизации. М. 1983.



Р. Л. ХОМЕРИКИ

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 5.6.1988)

Понятие и идея устойчивости системы имеют огромное практическое значение. Беллман характеризует его как слово с большой перегрузкой и неустоявшимся определением. В данной работе понятие устойчивости рассматривается в смысле Эшби. Через все значения слова «устойчивость» проходит идея инвариантности. Эта идея состоит в том, что хотя система в целом претерпевает последовательные изменения, некоторые его свойства сохраняются неизменными. Возмущением называется то, что смещает (передвигает) систему из одного состояния в другое. Поэтому определяемое точно, оно должно быть представлено преобразованием, операндами которого служат состояния системы. Предположим теперь, что динамическая система содержит преобразование  $T$ , что  $a$  есть состояние равновесия для  $T$  и что  $D$  есть оператор смещения. Состояние равновесия  $a$  в системе с преобразованием  $T$  устойчиво относительно смещения  $D$  тогда и только тогда, когда  $\lim T^n D(a) = a$ . Если состояние определяется векторами или точками с числовыми составляющими, т. е. основаны на измерениях, то  $D$  часто равносильно прибавлению к составляющим числовых величин  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$  так, что вектор (или точка)  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  переходит в вектор  $(x_1 + \delta_1, x_2 + \delta_2, \dots, x_n + \delta_n)$ . В этой форме становится возможным специализированные методы проверки на устойчивость [1].

В данной работе рассматривается специализированный подход к понятию устойчивости.

Допустим, имеем систему, состоящую из  $n$  объектов. Каждый объект описывается числом  $x_i$ , являющегося результатом измерения. Тогда состояние системы можно описать точкой  $M$  в  $n$ -мерном пространстве с координатами  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Некоторые возмущения смещают точку из состояния  $M(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{n1})$  в состояние  $M_2(x_{12}, x_{22}, \dots, x_{n2})$ . Для общего случая  $M_i(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$  переходит в  $M_{i+1}(x_{1i+1}, x_{2i+1}, \dots, x_{ni+1})$ , где результат возмущения  $\delta_{ji+1} = x_{ji+1} - x_{ji}$ ,  $i, j = 1, \dots, n$ . Рассмотрим значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  как случайные величины, связанные в вероятностном смысле. Связь между  $M_i$  и  $M_{i+1}$  определим коэффициентом корреляции. Гальтон и Спирмен получили выражение коэффициента ранговой корреляции  $r_s$ , где координаты определяются не непосредственно измерениями, а их рангами. В этом случае связь между  $M_i$  и  $M_{i+1}$  определяется формулой

$$r_{si} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (X_{ji} - X_{ji+1})^2}{n(n^2 - 1)}$$



где  $X_{j_i} - X_{j_{i+1}}$  — разность между рангами  $j$ -х координат  $M_i$  и  $M_{i+1}$ . Поскольку  $r_s$  является показателем вероятностной связи между выборками, условие  $r_{s_i} < r_{s_{i+1}}$  есть показатель увеличения прямой связи.

Легко заметить, что при постоянном  $n$  значения  $r_{s_i}$  полностью зависят от значения  $d_i^2 = \sum_{j=1}^n (X_{j_i} - X_{j_{i+1}})^2$ . Но эта величина в свою очередь является квадратом расстояния между точками  $M_i$  и  $M_{i+1}$ . Уменьшение значения  $d_i^2$  увеличивает значение  $r_{s_i}$  и наоборот. При произвольном  $i$  координаты  $X_{j_i}$  являются целочисленными величинами и удовлетворяют условиям  $1 \leq X_{j_i} \leq n$ . Это означает, что точка  $M_i$  находится внутри  $n$ -мерного куба и  $d_i^2$  является ограниченной сверху неотрицательной величиной. В этих условиях монотонное увеличение  $r_{s_i}$  равносильно монотонному уменьшению  $d_i^2$ . Из условия  $\lim r_{s_i} = 1$  вытекает  $\lim d_i^2 = 0$ . Но при этих условиях  $M_i$  стремится к некоторой предельной точке  $M_p$ , которое можно считать точкой равновесного состояния системы в статистическом смысле. Понятие устойчивости в изложенном смысле хорошо согласуется с обычной практикой. Часто, особенно в реальных задачах, система считается устойчивой в предположении, что смещения лежат внутри определенной области. Если точки  $M_i$  расположены на  $n$ -мерной поверхности, то для конечного  $i$  условие статистической устойчивости можно сформулировать следующим образом: для достаточно малого элемента площади на поверхности точка  $M$  входит в этот элемент и остается внутри в дальнейшем.

Формулу  $r_{s_i}$  преобразуем с учетом, что

$$\sum_{j=1}^n X_{j_i}^2 = \sum_{j=1}^n X_{j_{i+1}}^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6},$$

как сумму квадратов натуральных чисел от 1 до  $n$ .

$$\begin{aligned} r_s = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (X_{j_i} - X_{j_{i+1}})^2}{n(n^2-1)} &= 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (X_{j_i}^2 - 2X_{j_i} \cdot X_{j_{i+1}} + X_{j_{i+1}}^2)}{n(n^2-1)} = \\ &= \frac{n(n^2-1) - 12 \sum_{j=1}^n X_{j_i}^2 + 12 \sum_{j=1}^n X_{j_i} \cdot X_{j_{i+1}}}{n(n^2-1)} = \frac{12 \sum_{j=1}^n X_{j_i} \cdot X_{j_{i+1}}}{n(n^2-1)} + \\ &+ \frac{(n(n^2-1) - 12n(n+1)(2n+1))}{6n(n^2-1)} = \frac{12 \sum_{j=1}^n X_{j_i} \cdot X_{j_{i+1}}}{n(n^2-1)} - \frac{3(n+1)}{n-1}. \end{aligned}$$

Рассмотрим вектор  $\vec{A}(X_1, X_2, \dots, X_n)$  с началом в 0 и концом в точке  $M$ . Тогда можно задачу рассматривать в векторной форме

$$\vec{A}_i(X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ni}) \quad \text{и} \quad \vec{A}_{i+1}(X_{1i+1}, X_{2i+1}, \dots, X_{ni+1}).$$

В этих условиях

$$\vec{A}_i \vec{A}_{i+1} = \sum_{j=1}^n X_{ji} \cdot X_{j,i+1} = |\vec{A}_i| \cdot |\vec{A}_{i+1}| \cdot \cos \varphi.$$

В случае несвязанных рангов  $|\vec{A}_i| = |\vec{A}_k|$  при любом значении  $i, k$ . Поэтому максимум  $r_s$  обеспечивается при  $\cos \varphi = 1$  или при

$$\varphi = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ji} \cdot X_{j,i+1}}{\sum_{j=1}^n X_{ji}^2} = 0.$$

Геометрический смысл стремления к устойчивости означает, что векторы  $\vec{A}_i$  при переходе из одного в другое состояние имеют общие начальные точки в начале системы координат в  $n$ -мерном пространстве. Конечная точка вектора находится на поверхности  $n$ -мерной сферы. Вектор имеет длину  $\sqrt{\sum_{k=1}^n k^2}$  и не выходит за пределы

замкнутого куба. В точке равновесия угол между векторами равен нулю.

Сформулированный принцип устойчивости был применен в педагогике высшей школы. В эксперименте принимали участие 60 студентов-биологов. Занятия по курсу «Математические методы в биологии» были организованы следующим образом. На лекции излагались определенные темы, пояснялись узловые моменты, назывались литературные источники. Особенное значение придавалось тому, чтобы студенты заинтересовались темой. На семинарах происходил опрос пройденной темы в письменном виде, которому предшествовало ее обсуждение в диалоговой форме: студенты получали дополнительные пояснения индивидуально. За каждую письменную работу студент получал оценку: плохо — 0, удовлетворительно — 1, хорошо — 2, отлично — 3. Таким образом, каждый студент в течение семестра набирал определенную суммарную оценку. По этим оценкам студент в течении процесса обучения имел свой ранговой номер, который являлся значением  $X_{ji}$ , где  $j$  — номер студента, а  $i$  — номер темы по курсу. Вычисления корреляций происходили с поправками связанных рангов.

Эксперимент показал, что система стремится к устойчивому состоянию в статистическом смысле.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.6.1988)

კობახიძე

რ. ხომერიკი

სწავლავის სისტემის მდგრადობა

რეზიუმე

შრომში განხილულია დინამიკური სისტემის მართვის მდგრადობის საკითხი სტოქასტიკური აზრით და ამოყვანილია კონკრეტული მაგალითი უმაღლესი სკოლის პრაქტიკიდან.

R. L. KHOMERIKI

## THE STABILITY OF A TEACHING SYSTEM

Summary

The paper deals with the stability of a dynamic system control in a stochastic sense, and a specific example from the higher school practice is adduced.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. У. Росс Эшби. Введение в кибернетику. М., 1959.
2. Н. Дрейпер, Г. Смит. Прикладной регрессионный анализ. М., 1973.



Р. И. ДЖИБУТИ, Д. К. ТЕДОРАДZE, Ш. М. ЦИКЛАУРИ

БЕЗМОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ЛЕГЧАЙШИХ АТОМНЫХ СИСТЕМ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 30.6.1988)

В последнее время при рассмотрении малочастичных систем из разных областей современной физики (физика кварков, традиционная ядерная физика, атомная и молекулярная физика) успешно применяется метод гиперсферических функций (МГФ) [1, 2]. В этом методе при решении многочастичных уравнений Шредингера применяется разложение волновой функции по гиперсферическим функциям, являющимися собственными функциями квадрата многомерного орбитального момента. Задача сводится к решению бесконечной системы одномерных зацепляющихся гиперрадиальных уравнений, и от выбора оптимального гиперрадиального базиса для решения этой системы во многом зависит успехи МГФ. Были предложены и использованы несколько видов базисных гиперрадиальных функций [3, 4], свободные параметры которых подбирались из условия достижения наилучшей сходимости разложения. Эти параметры, а также базисные гиперрадиальные функции или совсем не зависят как от орбитальных моментов, так и от гипермомента или присутствует зависимость лишь от гипермомента. В настоящей работе для рассмотрения легчайших атомных систем предлагаются новые простые базисные гиперрадиальные функции, которые не подбираются искусственно, а являются аналитическими решениями исходной системы гиперрадиальных уравнений в диагональном приближении (без учета членов зацепления) и естественным образом зависят как от орбитальных моментов, так и от гипермомента.

Для задачи трех тел в атомной физике система решаемых гиперрадиальных уравнений имеет вид [5] (в а. е.):

$$\frac{d^2 \chi_{KL}^{l_1 l_2}(\rho)}{d\rho^2} - \frac{1}{\rho} \frac{d\chi_{KL}^{l_1 l_2}(\rho)}{d\rho} - \left[ \kappa^2 + \frac{(K+2)^2}{\rho^2} \right] \chi_{KL}^{l_1 l_2}(\rho) = \frac{1}{\rho} \sum_{K' l_1' l_2'} I(K, K'; l_1, l_2; l_1', l_2') \chi_{K'L'}^{l_1' l_2'}(\rho), \quad (1)$$

где  $\rho$  — гиперрадиус в шестимерном пространстве координат Якоби;  $\kappa^2 = -2E$ ;  $E < 0$  — энергия трехчастичной связанной системы;  $I$  — аналитически задаваемая функция всех квантовых чисел;  $l_1, l_2$  — орбитальные моменты относительного движения пары и движения третьей частицы относительно центра масс пары;  $L$  и  $K$  — соответственно полный орбитальный момент и гипермомента.

Система (1) в диагональном приближении ( $K=K', l_1=l_1', l_2=l_2'$ ) была решена в работе [5]. Были получены аналитические выражения не только для гиперрадиальных функций, но и для энергетического спектра:



$$\chi_{KL}^{0l_1l_2}(\alpha_0^{KN}\rho) = (2\alpha_0^{KN})^{K+3} \sqrt{\frac{N!}{2K+5}} \frac{1}{[(N+2K+4)!]^{3/2}} \times \\ \times \rho^{K+2} \exp(-\alpha_0^{KN}\rho) L_{N+2K+4}^{2K+4}(2\alpha_0^{KN}\rho), \quad (2)$$

$$E_0^{KN} = -\frac{|I(K, l_1, l_2)|^2}{2(N+K+5/2)^2}, \quad N=0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

где

$$\alpha_0^{KN} = (-2E_0^{KN})^{1/2}, \quad I(K, l_1, l_2) \equiv I(K, K; l_1, l_2; l_1, l_2).$$

Функции (2), ортонормированные и при фиксированных значениях гипермомента  $K$  и орбитальных моментов  $l_1, l_2$ , образуют бесконечный набор ( $N=0, 1, 2, \dots$ ) функций, соответствующих дискретным уровням энергии, определяемым формулой (3). Совокупность этих уровней можно использовать в качестве базисного спектра связанной системы трех заряженных частиц при решении точной системы уравнений (1). Исходя из этого, решение исходной системы уравнений будем искать в виде

$$\chi_{KL}^{l_1l_2}(\rho) = \sum_N a_{KN}^{l_1l_2} \chi_{KN}^{0l_1l_2}(\alpha_0^{KN}\rho). \quad (4)$$

Для определения коэффициентов разложения  $a_{KN}^{l_1l_2}$  и энергии  $E$  стандартным путем получаем систему алгебраических уравнений:

$$\sum_{K' N' l_1' l_2'} [(E - E_0^{K'N'}) \delta_{NN'} \delta_{KK'} \delta_{l_1 l_1'} \delta_{l_2 l_2'} - I(K, K'; l_1, l_2; l_1', l_2') \times \\ \times A_{KNK'N'}^{l_1 l_2; l_1' l_2'} (1 - \delta_{KK'} \delta_{l_1 l_1'} \delta_{l_2 l_2'})] a_{K'N'}^{l_1' l_2'} = 0, \quad (5)$$

где  $A_{KNK'N'}^{l_1 l_2; l_1' l_2'}$  — аналитически задаваемая функция всех квантовых чисел.

Система (5) была решена для следующих трехчастичных атомных систем: паратеглий, ортогелий, положительный ион лития ( $L^+$ ), отрицательный ион водорода ( $H^-$ ) и отрицательный ион позитронниума ( $e^- e^- e^+$ ). Было показано, что при учете в разложении (4) всех членов до  $N_{\max} = 12$  для каждого  $K$  и всех гипермоментов до  $K_{\max} = 10$  в разложении волновой функции по гиперсферическим функциям достигается хорошая сходимости. При этом для атома гелия обеспечивается  $\sim 98\%$ , а для иона  $L^+ i \sim 96\%$  экспериментального значения энергии связи. Недостающая часть энергии приходится на остальные гармоники, на непрерывную часть модельного базисного спектра и на релятивистские эффекты. Кривые на рисунках 1—3 демонстрируют степень сходимости вкладов различных гипермоментов в разложении волновой функции соответственно для атома гелия (He), для системы  $e^- e^- e^+$  и отрицательного иона водорода ( $H^-$ ). Как видно, сходимости для компактной системы атома гелия намного лучше, чем для рыхлых систем  $H^-$  и  $e^- e^- e^+$ . Далее из сравнения кривых на рис. 2 и 3 видно, что отрицательный ион позитронниума является намного периферической системой, чем ион  $H^-$ . Наличие второго электрона в системе  $e^- e^- e^+$  приводит к увеличению размеров позитронниума. Такой результат представляет интерес для понимания механизма образования нестабильной системы  $e^- e^- e^+$ . Предлагаемые



гиперрадиальные базисные функции немодельные, они содержат в себе лишь строго определенные параметры, естественным образом зависят

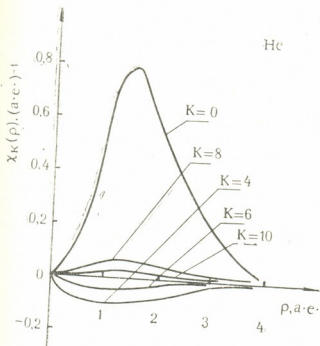


Рис. 1. Кривые гиперрадиальных функций для атома He

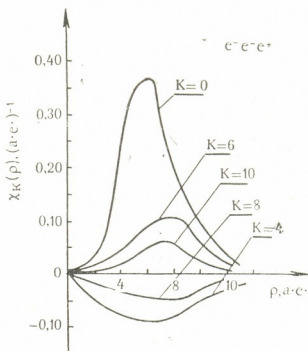


Рис. 2. Кривые гиперрадиальных функций для системы  $e^-e^-e^+$

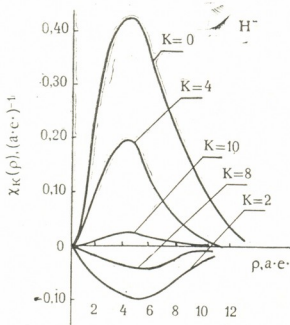


Рис. 3. Кривые гиперрадиальных функций для иона  $H^-$

от всех орбитальных моментов и гипермомента, поэтому могут быть использованы при исследовании состояний с отличными от нуля моментами.

რ. ჯიბუტი, დ. თედორაძე, შ. შიკლაური

უმსუბუქესი ატომური სისტემების სტრუქტურის შესწავლისადმი  
არამოდელური მიდგომა

რეზიუმე

უმსუბუქესი ატომური სისტემების სტრუქტურის შესწავლისათვის შემოთავაზებულია არამოდელური ჰიპერრადიალური ბაზისური ფუნქციები. რომლებიც წარმოადგენენ დიაგონალურ მიახლოებაში ჰიპერრადიალური განტოლებების უსასრულო სისტემის ანალიზურ ამონახსნებს. ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული ბაზისის გამოყენება უმარტივესი სამნაწილაკოვანი სისტემებისათვის ( $He$ ,  $H^-$ ,  $L_i^+$ ,  $e^- e^- e^+$ ) უზრუნველყოფს კარგ კრებადობას როგორც ენერგეტიკული სპექტრისათვის, ისე ტალღური ფუნქციებისათვის.

PHYSICS

R. I. JIBUTI, D. K. TEDORADZE, Sh. M. TSIKLAURI

A MODELLESS APPROACH TO THE INVESTIGATION OF THE  
LIGHTEST ATOMIC SYSTEMS

Summary

The modelless hyperradial functions — the analytical solutions of the infinite system of hyperradial equations in the diagonal approximation—are proposed for the investigation of the structure of the lightest atomic systems. It is shown that the use of the proposed basis for the simplest three-particle atomic systems ( $He$ ,  $H^-$ ,  $L_i^+$ ,  $e^- e^- e^+$ ) provides good convergence both for energy spectrum and wave functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Симонов. ЯФ, 3, 1966, 630.
2. P. I. Džibuti, H. B. Крупенникова. Метод гиперсферических функций в квантовой механике нескольких тел. Тбилиси, 1984.
3. G. Egens *et al.* Ann. Phys. (1971), 67, 461.
4. J. A. Mignaco, J. Raditi. J. Phys. (1981), B 14, L 161.
5. P. I. Džibuti, T. I. Ефремидзе, D. K. Tedoradze. ХФ, 6, 1987, 31.

А. И. ГВЕЛЕСИАНИ, Г. В. ДЖАНДИЕРИ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ,  
 К. Я. НИКОЛАДЗЕ

О ГЕНЕРИРОВАНИИ ОБРАТНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ТОКОВ  
 В ПРОВОДЯЩЕЙ СРЕДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 29.6.1987)

Исследование эволюции инжектируемых в расслоенную плазменную среду электронных или ионных пучков с целью ее диагностики является одним из актуальных вопросов физики ионосферы и магнитосферы Земли. Имеются большие сложности экспериментального и теоретического характера, связанные с выделением и корректным анализом основного эффекта интересующего явления, воспроизводимого в указанном месте в конкретный момент времени [1—2].

Ниже рассматривается холодная плазма, однородная в плоскости  $yoz$  с проводимостью  $\sigma$ , находящаяся между двумя идеально проводящими плоскостями, которая в момент времени  $t=0$  инжектируется пучком заряженных частиц под углом  $\theta$  к геомагнитному полю  $\vec{B}_0$ . Последнее направлено вдоль оси  $z$  параллельно ограничивающим плазму плоскостям  $x=\pm L$ . Положим далее, что свойства среды медленно меняются вдоль оси  $x$ , а плотность однородного инжектируемого тока, линейно возрастающая во времени, имеет вид

$$j_b(x, t) = \begin{cases} \frac{I_0}{2a} \frac{t}{T} & \text{при } |x| < a, \\ 0 & \text{при } |x| > a, \end{cases} \quad (1)$$

где амплитуда тока  $I_0 = \text{const}$ ,  $a$  и  $T$  — характерные пространственно-временные масштабы пучка.

Исходя из линеаризованных уравнений движения одножидкостной магнитной гидродинамики, закона Ома

$$\rho_0 \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{1}{c} [\vec{j}_p \vec{B}_0], \quad \vec{j}_p = \sigma \left\{ \vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{V} \vec{B}_0] \right\} \quad (2)$$

и уравнений Максвелла, пренебрегая в них током смещения, для  $y$  и  $z$  компонент напряженности электрического поля получаем

$$\frac{\partial^2 E_{y,z}}{\partial x^2} - k_{y,z}^2 E_{y,z} = \frac{4\pi s}{c^2} j_b(x, s) f(\theta). \quad (3)$$

Здесь квадрат модулей волновых векторов  $k_y^2 = \frac{s^2}{V_A^2 + sL^2/\tau_d}$ ,  $k_z^2 = \frac{4\pi\sigma s}{c^2}$ ,

$\tau_d = \frac{4\pi\sigma L^2}{c^2}$  — характерное время диффузии,  $V_A = B_0/\sqrt{4\pi\rho_0}$  — скорость Альвена,  $s$  — частота, связанная с преобразованием Лапласа ( $\varphi(s) =$

$\int_0^\infty dt \exp(-st) \varphi(t)$ ,  $f(\theta) = \sin \theta$  для  $z$  компоненты,  $f(\theta) = \cos \theta$  для  $y$

компоненты, нулевые индексы указывают на невозмущенные значения физических величин,  $c$  — скорость света.



После определения  $E_{y,z}(x, s)$  из (3) при граничных условиях  $E_{y,z}(\pm L)=0$  для обратного тока из (2) получим

$$I_{py,z}(t) = -\frac{I_0}{a} f(\theta) \int_c \frac{ds}{2\pi i} \frac{e^{st}}{k_{y,z}} j_b(s) \{ \text{ch}[k_{y,z}(L-a)] - 1 \} \cdot \left[ \frac{\text{ch}(k_{y,z}a) - 1}{\text{sh}(k_{y,z}L)} + \frac{\text{sh}(k_{y,z}a)}{\text{ch}(k_{y,z}L)} \right]. \quad (4)$$

Подынтегральное выражение имеет точку разветвления  $s=0$  и полюсы  $s_n = -\frac{\pi^2}{\tau_d} \left(n + \frac{1}{2}\right)^2$  и  $s_n = -\frac{n^2 \pi^2}{\tau_d}$  ( $n=0, 1, 2, \dots$ ) в плоскости комплексного переменного  $s$ , которые являются нулями гиперболических функций. Указанные особенности определяют времена формирования обратного тока. Легко видеть, что интегралы по разрезам при обходе вокруг точки разветвления компенсируют друг друга. Согласно теории вычетов, значение интеграла (4) получается в виде ряда

$$\frac{I_{pz}(t)}{I_{bz}(t)} = -\frac{1}{\delta} \left\{ \frac{1}{2} - 2 \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{\exp \left[ -\left(n + \frac{1}{2}\right)^2 \pi^2 \delta \right]}{\pi^3 \left(n + \frac{1}{2}\right)^3} \right. \\ \left. + \frac{1}{\pi^2} \zeta \sum_{n=1}^{\infty} \left( 2 \frac{\exp \left[ -\left(n + \frac{1}{2}\right)^2 \pi^2 \delta \right]}{\left(n + \frac{1}{2}\right)^2} + \frac{[(-1)^n - 1] \exp(-n^2 \pi^2 \delta)}{n^2} \right) \right\}$$

где  $\delta = \frac{t}{\tau_d}$ ,  $\zeta = \frac{\alpha}{L}$  — безразмерные параметры системы плазма-пучок. Анализ показывает, что независимо от проводимости среды обратный ток  $I_{pz}$ , создаваемый плазмой, полностью нейтрализует заряд инжектируемого тока при значениях  $\zeta \sim 10^{-5} \div 10^{-8}$ . Из (5) следует, что величина обратного тока существенно зависит также от параметра  $\delta$ . В частности, при  $\zeta \simeq 10^{-4}$  с увеличением проводимости среды (т. е. с уменьшением  $\delta$  от  $10^{-2}$  до  $10^{-5}$ ) величина обратного тока возрастает примерно в 17 раз по сравнению с величиной первоначального тока.

При  $t \approx \tau_d$  ( $\delta \approx 0,7; 1; 1,5; 1,6;$ ) изменение ширины зондирующего пучка не влияет на величину обратного плазменного тока, причем последний во всех случаях оказывается в 2—3 раза меньше значения внешнего наведенного тока.

Из (4) видно, что для  $I_{py}(t)$  подынтегральная функция в начале координат имеет точку разветвления и однозначна относительно простых полюсов

$$s_n = -\frac{n^2 \pi^2}{2 \tau_d} \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4 \xi^2}{n^2 \pi^2}} \right] \quad \text{и} \quad s_n = -\frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)^2 \pi^2}{2 \tau_d} \cdot \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4 \xi^2}{\left(n + \frac{1}{2}\right)^2 \pi^2}} \right].$$

Интегралы по верхнему и нижнему разрезам при обходе вокруг точки разветвления также компенсируются. С помощью теории вычетов при  $\xi \gg 1$  имеем

$$\frac{I_{py}(t)}{j_{by}(t)} = -\frac{2}{\delta \zeta} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\pi^2 \left(n + \frac{1}{2}\right)^2} \left[ (-1)^n + \frac{2}{\pi \left(n + \frac{1}{2}\right)} \zeta \xi^2 \right] \sin \left[ \left(n + \frac{1}{2}\right) \pi \delta \xi \right] \exp \left[ -\frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)^2 \pi^2}{2} \delta \right] + 2 \frac{\zeta \xi}{\delta} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[1 - (-1)^n]}{\pi^3 n^3} \sin(n\pi \delta \xi) \exp \left( -\frac{n^2 \pi^2}{2} \delta \right); \quad (6)$$

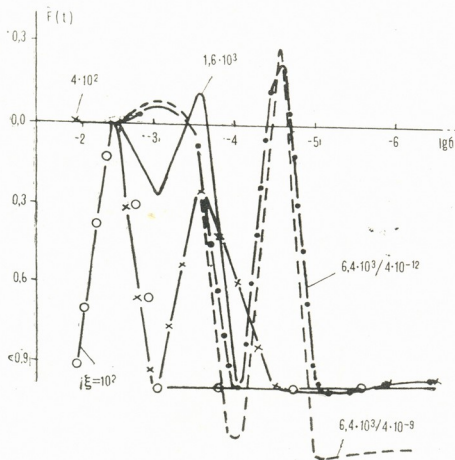


Рис. 1

где  $\xi = \frac{V_A \tau_d}{L}$ . Нетрудно видеть, что обратный ток возрастает с ростом концентрации среды.

На рисунке приведены графики зависимости  $F(t) = I_{py}(t)/j_{by}(t)$  от  $\lg \delta$  для  $t \ll \frac{L}{V_A}$  при различных фиксированных значениях  $\xi$ , указанных около кривых (в случае существенной зависимости от толщины пучка  $\zeta = \frac{a}{L}$  значения последнего даны в знаменателях дробей справа). Анализ

показывает, что токи  $I_{py}(t)$ , в отличие от  $I_{pz}(t)$ , затухают, осциллируя с частотой  $10^4$  гц. При выполнении условий  $\delta \xi \ll 1$  и  $\zeta \xi^2 \ll 1$  эти токи могут менять не только величину, но и направление, ослабляя или усиливая инжектируемый ток. Как видно из рисунка, рассматриваемые пульсации затухающего тока зависят от значений параметра  $\xi$ .



При выполнении условия  $\delta\xi \gg 1$  поперечный по отношению к геомагнитному полю обратный плазменный ток быстро осциллирует с амплитудой  $(\delta\xi)^{-1}$ , что гораздо меньше амплитуды внешнего тока.

В заключение отметим, что учет поверхностного тока

$$I_{xy,z}(t) = -\frac{c^2}{4\pi} \int_c \frac{ds}{2\pi i} \frac{e^{st}}{s} \left[ \frac{\partial E_{y,z}}{\partial x}(x=L) - \frac{\partial E_{y,z}}{\partial x}(x=-L) \right], \quad (7)$$

текущего по идеально проводящим стенкам  $x = \pm L$ , при  $\delta \lesssim 1$ ,  $\alpha \neq 0$ , существенно не влияет на качественную картину изменения полного обратного тока системы, состоящей из обратных плазменного и поверхностного токов. Можно показать, что при  $\delta \gg 1$  и  $\alpha \neq 0$  полный обратный ток полностью компенсирует внешний ток пучка.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

Институт кибернетики

(Поступило 3.9.1987)

ფიზიკა

ა. გველესიანი, ბ. ჯანდიერი, გ. ჰევანიშვილი, კ. ნიკოლაძე

პლაზმური უკუღმენების გენერირების შესახებ გამტარ ბარემოში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მუდმივი მაგნიტური ველის მიმართ მართობულ პლაზმურ უკუღმენს, განსხვავებით მისივე გასწვრივი მდგენელისგან, აქვს რხევითი ხასიათი და შეუძლია ინტეგრირებული დენის სათანადოდ გაძლიერება ან შესუსტება.

PHYSICS

A. I. GVELESIANI, G. V. JANDIERI, G. Sh. KEVANISHVILI,  
K. Ya. NIKOLADZE

## ON THE GENERATION OF RETURN PLASMA CURRENTS IN A CONDUCTIVE MEDIUM

Summary

It is shown that the transversal component of the return plasma current, unlike the longitudinal one, has an oscillatory character which correspondingly decreases or increases the beam current.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Гранналь. Сб. «Искусственные пучки частиц в космической плазме». М., 1985.
2. А. Ф. Александров, А. А. Рухадзе. Физика сильноточных электрорядных источников света. М., 1976.



И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, Д. Г. ГИГИТАШВИЛИ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОДНОВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ В ГРУЗИНСКИХ ВИНАХ МЕТОДОМ ИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 17.7.1987)

Хроматографические методы давно и успешно используются при исследовании состава продуктов брожения виноградного сока в процессах его технологической переработки. Результаты исследований последних лет по применению хроматографических методов в энологии обобщены в недавно опубликованной монографии [1].

Среди новых направлений использования хроматографии для изучения состава продуктов переработки винограда особое внимание привлекает новый вариант жидкостной хроматографии — ионная хроматография [2]. Некоторые из первых полученных результатов по использованию этого варианта хроматографии показывали перспективность его при определении одно- и двухвалентных катионов, анионов неорганических кислот, а в режиме ситовой хроматографии — для определения органических кислот. В первой опубликованной у нас в стране работе были приведены такие результаты для двух типов виноматериалов Мукузани и Цинандали при работе по двухколоночной схеме [3], а также по определению сульфата в виноматериале Напареули [4].

В настоящей работе приведены результаты определения одновалентных катионов в ряде типичных грузинских виноматериалах с использованием одноколоночного варианта ионной хроматографии. Исследования проводили на современном ионном хроматографе ILC-1 фирмы Waters с использованием кондуктометрического детектора типа 430 этой же фирмы. Прибор позволял легко регулировать все основные параметры хроматографического опыта. В соответствии с рекомендациями монографии [2] и нашими предыдущими экспериментами [3] разделение проводилось на колонке с катионообменником. В данном случае использовалась стандартная колонка IC-PAC длиной 50 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, заполненная частицами сорбента диаметром 10 мкм.

Прежде всего оптимизировался режим работы колонки и состав используемого элюента (подвижной фазы). Параметром, который позволял определять оптимум условий, был при данных условиях коэффициент разрешения  $R$  двух наиболее близко расположенных пиков ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{K}^+$ . В ряде случаев разделение было неполным ( $R$  менее 0,5). Оптимизировали параметры эксперимента таким образом, чтобы достигаемое значение разрешения  $R$  было равно или больше



0,8. Это значение критерия R во всех случаях достигалось при использовании в качестве подвижной фазы 1 мМ раствора  $\text{HNO}_3$ , подаваемого с расходом 1,2 мл/мин. При этом достигалось время анализа порядка 10 мин. Анионы органических и неорганических кислот при этих условиях выходили одним пиком в начале хроматограммы. Типичная хроматограмма для вина Тобаани приведена на рис. 1.

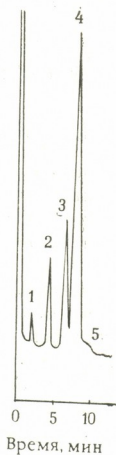


Рис. 1. Хроматограмма разделения катионов одновалентных щелочных металлов. Колонка IC-PAC,  $4,6 \times 50$  мм, подвижная фаза  $\text{HNO}_3$  расход 1,2 мл/мин: 1— $\text{Li}^+$ , 2— $\text{Na}^+$ , 3— $\text{NH}_4^+$ , 4— $\text{K}^+$ , 5— $(\text{Rb}+\text{Cs})^+$ .

Проба вводилась в количестве 100 мкл через петлевой дозатор. Разбавление исходной пробы производилось в 50 раз. При этом времена выхода были достаточно хорошо воспроизводимы, что видно из данных табл. 1.

Таблица 1

Времена выхода максимума пика одновалентных катионов, мин

$\text{Li}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$
$2,4 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,1$	$7,9 \pm 0,2$

В качестве объектов исследования были выбраны 9 образцов типичных грузинских вин. Результаты определений, полученные как среднее из трех измерений, приведены в табл. 2. Количественные результаты были получены с использованием внешнего стандарта, состоящего из раствора исследуемых катионов, с обработкой результатов количественного анализа при помощи вычисляющего интегратора. Интересно отметить, что достигаемая эффективность колонки составляет по  $\text{Na}^+$  550 теоретических тарелок, по  $\text{K}^+$  275, что соответствует приведенной эффективности соответственно 11 000 и 5 500 теоретических тарелок на метр.



Рассмотрение полученных данных показывает, что содержание катиона  $Li^+$  невелико, лишь для Цинандали составил с содержанием  $Na^+$ , а в большинстве случаев — на уровне следовых количеств. Содержание  $Na^+$  невелико и отличается в разных образцах примерно в 2 раза. Содержание катиона  $NH_4^+$  оказалось достаточно большим,

Таблица 2

Содержание одновалентных катионов в некоторых грузинских винах

Наименование вин	Содержание катиона, мг/л			
	$Li^+$	$Na^+$	$NH_4^+$	$K^+$
Телиани	1,5	3,3	68,5	1420
Манави	2,0	3,3	127	1050
Гурджаани	3,0	5,5	148	1090
Эрети	2,5	5,8	140	1140
Гареджи	следы	5,5	124	1760
Тобаани	1,5	6,0	78	1720
Ркацители	2,0	5,0	53	1400
Кахетинское домашнее	следы	7,4	186	1700
Цинандали	7,0	6,5	72,5	769

хотя, казалось бы, он достаточно легко удаляется из системы при различных технологических операциях. Очень велико содержание катиона  $K^+$ , отличаясь в различных образцах примерно в 2,5 раза. Данные по содержанию  $K^+$  коррелируют с данными, приведенными в монографии [2]. В некоторых случаях обнаруживаются следы ( $Rb^+ + CS^+$ ).

Естественно, приведенные данные характеризуют индивидуальные образцы виноматериалов, хотя порядок величин достаточно характерен. Таким образом, показана и реализована возможность определения одновалентных катионов в грузинских винах с высокой чувствительностью.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 10.9.1987)

ანალოური კიბია

ი. შათირიშვილი, დ. გიგიაშვილი

ერთვალენტიანი კათიონების განსაზღვრა ქართულ ღვინოებში  
 იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით

რეზიუმე

მოცემულია ერთვალენტიანი კათიონების განსაზღვრის შედეგები ტიპურ ქართულ ღვინომასალებში, იონური ქრომატოგრაფიის ერთსვეტიანი ვარიანტის გამოყენებით.

I. Sh. SHATIRISHVILI, D. G. GIGITASHVILI

DETERMINATION OF UNIVALENT CATIONS IN GEORGIAN  
WINES BY THE ION CHROMATOGRAPHY METHOD

## Summary

The paper adduces the results of the determination of univalent cations ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ) in some typical Georgian wines using the one-column variation of the ion chromatography method.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ш. Шатиришвили. Хроматография в энологии. Тбилиси, 1986.
2. Дж. Фриц и др. Ионная хроматография. М., 1984.
3. И. Ш. Шатиришвили. Сб. «Научные основы интенсивного садоводства и виноградарства в горных условиях Грузии». Тбилиси, 1983, 95—97.
4. И. Ш. Шатиришвили. Сб. «Научные основы интенсивного садоводства и виноградарства в горных условиях». Тбилиси, 1983, 97—98.



В. С. МАРУШКЕВИЧ, Г. Г. КОЗЛОВА, Э. Г. ЛЕКВЕИШВИЛИ,  
М. Н. ТЕВДРАШВИЛИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ВЫСОКОКИПАЮЩИХ ФРАКЦИЙ МИРЗААНСКОЙ НЕФТИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 11.6.1986)

Настоящая работа посвящена исследованию ароматических углеводородов высококипящих фракций мирзаанской нефти люминесцентным методом. Объектом исследования были взяты дистиллятные фракции мирзаанской нефти с т. кип. 410—425 и 460—475°C. Облучением ультрафиолетовыми лучами указанных нефтяных фракций с маленниновым ангидридом в присутствии сенсibilизатора бензофенона и последующих фоторазложением полученных аддуктов ароматических углеводородов с маленновым ангидридом на исходные углеводороды (без сенсibilизатора) были получены углеводородные смеси, которые подвергались далее хроматографическому разделению на окиси алюминия. Элюирование проводилось *n*-гексаном и бензолом, экстракция — горячим бензолом и диоксаном при комнатной температуре отдельных зон по цвету люминесценции [1].

Был проведен люминесцентный анализ следующих образцов: № 1 — элюат гексаном, № 2 — экстракт горячим бензолом нижней зоны (получены из фракции с т. кип. 410—425°C); № 3 — элюат гексаном, № 4 — экстракт горячим бензолом верхней зоны, № 5 — экстракт горячим бензолом нижней зоны, № 6 — экстракт диоксаном верхней зоны, № 7 — экстракт диоксаном нижней зоны (получены из фракции с т. кип. 460—475°C). В исследуемых образцах с помощью спектрально-люминесцентного метода дана качественная и сравнительная количественная оценка состава ароматических углеводородов.

В качестве растворителя ароматических концентратов для получения их спектрально-люминесцентных характеристик был применен *n*-гексан, очищенный от примесей путем перегонки на аппарате «Rotadest». Отсутствие в нем люминесцирующих примесей контролировалось по отсутствию свечения алкилбензолов в области 280—300 нм при возбуждении светом с  $\lambda_{\text{макс}} = 256$  нм. Растворимость фенантрена в *n*-гексане составляет  $5,53 \cdot 10^{-1}$  г/мл, нафталинов —  $5,9 \cdot 10^{-1}$  г/мл [2]. Все измерения проводились в кварцевой кювете толщиной  $l = 1$  см при температуре съемки  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Спектры поглощения образцов были сняты в описанных выше условиях на однолучевом спектрофотометре VSU-2P в диапазоне длин волн 200—350 нм, спектры возбуждения люминесценции и излучения — на дифференциальном спектрофлуориметре «Fica-55 МК-11».

Спектрально-люминесцентные характеристики некоторых образцов, выделенных из мирзаанской нефти, приведены в таблице.

Как видно из таблицы, для проявления флуореновых, нафталиновых и фенантреновых соединений в образцах № 1 и 3 использовано возбуждение с  $\lambda_{\text{макс}} = 255, 270$  и 288 нм. Спектры люминесценции при этом имеют характерные для этих углеводородов полосы с  $\lambda_{\text{макс}} = 315,$



332, 353 и 375 нм. Так как люминесценция флуоренов, фенантронов и нафталинов в образце № 1 проявляется при концентрации раствора  $10^{-4}$ — $10^{-5}$  г/мл, а в образце № 3 —  $10^{-5}$ — $10^{-6}$  г/мл, можно считать, что количество указанных углеводородов в образце № 1 на порядок ниже, чем в образце № 3.

Спектрально-люминесцентные характеристики узких ароматических концентратов, выделенных из высококипящих фракций мирзаанской нефти фотоконденсацией с маленновым ангидридом

Образцы	Максимумы люминесценции (интенсивность люминесценции)		
	$\lambda_{\text{возб}} = 255$ нм	$\lambda_{\text{возб}} = 270$ нм	$\lambda_{\text{возб}} = 288$ нм
1	люминесценция отсутствует	315 (0,24) 353 (0,24)	332 (0,82)
3	315 (0,92) 375 (0,80)	315 (2,24)	325 (3,50)
6	374 (1,20)	332 (1,46) 357 (1,98) 376 (2,26)	335 (5,40) 356 (6,50) 376 (5,80)
7	372 (0,60)	372 (1,30) 386 (1,32) 405 (1,06)	356 (3,65) 372 (3,95) 386 (3,55)

В образце № 3 при концентрации раствора  $c = 10^{-3}$  г/мл и возбуждении за пределами возбуждения фенантроновых углеводородов ( $\lambda_{\text{макс}} = 300$ — $340$  нм) зарегистрирована люминесценция соединений с достаточно высокой (45—3 отн. ед.) интенсивностью. Максимумы

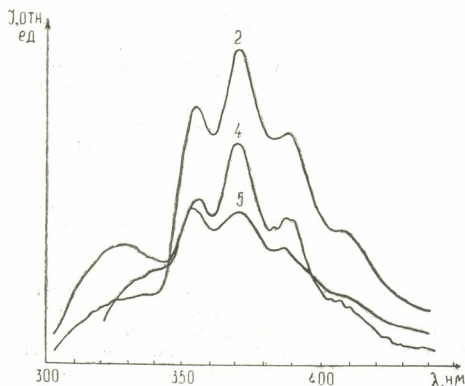


Рис. 1. Спектры люминесценции образцов № 2, 4 и 5 при концентрации  $c = 10^{-5}$  г/мл и  $\lambda_{\text{возб}} = 270$  нм

излучения указанных соединений практически совпадают с максимумами люминесценции фенантронов — 345, 355, 357, 373 нм. В образце № 3 проявляется также люминесценция полициклических аромати-

ческих углеводородов с максимумами  $\lambda_{\text{макс}}=415, 443$  нм и слабой (5—05, отн. ед.) интенсивностью.

Спектры люминесценции образцов № 2, 4 и 5 представлены на рис. 1. В указанных образцах содержатся в основном фенантроновые углеводороды с незначительной примесью нафталиновых углеводородов, проявляющихся в виде плеча к основному фенантроновому спектру с  $\lambda_{\text{макс}}=325-330$  нм. Интенсивное проявление фенантроновых углеводородов наблюдается при возбуждении излучения в максимумах  $\lambda_{\text{макс}}=255, 270, 298$  и 340 нм.

Для определения «чистоты» состава образцов № 2, 4 и 5 была исследована зависимость люминесценции гексановых растворов от длины возбуждающего света. Так как положение максимумов в спектрах возбуждения люминесценции этих образцов не зависит от длины волны возбуждающего света, можно сделать вывод о чистоте полученных образцов. Тот факт, что указанные образцы содержат в основном углеводороды фенантронового ряда, подтверждают и УФ-спектры поглощения, в которых наблюдается четкое проявление максимумов поглощения фенантронов. Исходя из пропорциональной зависимости между концентрацией образца и интенсивностью излучения в максимуме, можно провести количественную оценку содержания фенантроновых углеводородов в образцах № 2, 4 и 5:  $C_{\text{Фен.2}} > C_{\text{Фен.4}} > C_{\text{Фен.5}}$ .

Анализ спектров люминесценции образцов № 6 и 7 показывает, что оба образца содержат практически однотипные ароматические углеводороды. Можно предположить, что это полициклические конденсированные ароматические соединения (рис. 2).

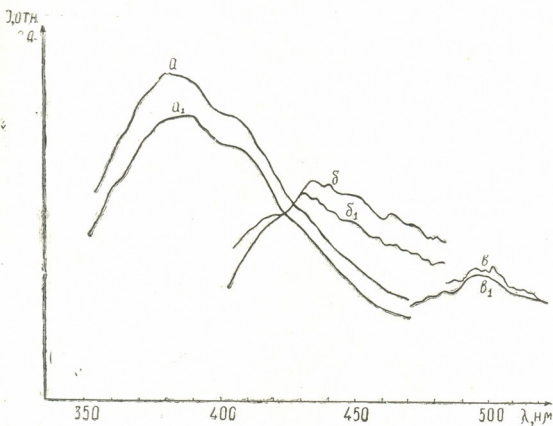


Рис. 2. Спектры люминесценции образцов № 6 (а— $\lambda_{\text{возб}}=340$  нм, б— $\lambda_{\text{возб}}=385$  нм, в— $\lambda_{\text{возб}}=435$  нм) и № 7 (а<sub>1</sub>— $\lambda_{\text{возб}}=340$  нм, б<sub>1</sub>— $\lambda_{\text{возб}}=385$  нм, в<sub>1</sub>— $\lambda_{\text{возб}}=435$  нм) при концентрации  $c=10^{-5}$  г/мл

Таким образом, на основании спектрально-люминесцентных исследований узких ароматических концентратов, выделенных из высококипящих фракций мирзаанской нефти, показано наличие в них фенантроновых, нафталиновых, флуореновых и полициклических конден-



საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემია

სიროვან არომატის უგლუვოდოვო, პრიჩემ ვ ექსტრაქტაჟ გორა-  
ჩიმ ბენზოლომ სოფრჟატა ვ ოსოვნიო ფენანტრენოვო უგლუვოდო.

აკადემია ნაუკ გრუზინსკოი სსრ  
ინსტიტუტ ფიზიკისი ი  
ორგანიკისი ქიმიისი  
იმ. პ. გ. მელიკიშვილისი

ნაუკო-ისლედოვატელსკი ინსტიტუტ  
პრიკლადნისი ფიზიკისი პრობლემისი  
იმ. ა. ნ. სევეჩენკოსი  
პრი ბელორუსსკოი გოსუდარსტვენნიო  
უნივერსიტეტისი

(პოსტუპილო 12.6.1987)

ორგანული ქიმია

ბ. მარუშაკევიჩი, გ. კოზლოვა, ე. ლეკვიშვილი, მ. თევდორაშვილი

მირზაანის ნავთობის მაღალმდულარე ფრაქციების, არომატული  
ნახშირწყალბადების კვლევა ლუმინესცენტური მეთოდით

რეზიუმე

მირზაანის ნავთობის მაღალმდულარე ფრაქციებიდან მალენის ანპიდრიდ-  
თან ფოტოკონდენსაციით გამოყოფილი ვიწრო არომატული კონცენტრატები  
შესწავლილია კვლევის ლუმინესცენტური მეთოდით. ნაჩვენებია მათში ფენან-  
ტრენული, ნაფტალინური, ფლუორენული და პოლიციკლური არომატული  
ნახშირწყალბადების შემცველობა.

ORGANIC CHEMISTRY

V. S. MARUSHKEVICH, G. G. KOZLOVA, E. G. LEKVEISHVILI  
M. N. TEVDORASHVILI

LUMINESCENCE SPECTRA STUDIES OF AROMATIC HYDROCARBONS  
OF HIGH-BOILING FRACTIONS OF MIRZAANI OIL

Summary

Narrow concentrates of aromatic hydrocarbons obtained from high-  
boiling fractions of Mirzaani oil by photocondensation with maleic anhy-  
dride have been studied by the method of luminescence analysis with the  
presence of phenanthrenic, naphthalenic, fluorenic and polycyclic aromatic  
hydrocarbons verified in them.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. დ. მელიკაძე, ე. გ. ლეკვიშვილი, მ. ნ. თევდორაშვილი, კ. დ.  
დჟაპარიძე. Сообщения АН ГССР, 119, № 2, 1985, 309.
2. Справочник по растворимости, т. I. М.—Л., 1962.

Г. Ш. ПАПАВА, М. К. КУТАТЕЛАДЗЕ, З. М. САРИШВИЛИ,  
Б. М. МГЕЛАДЗЕ, Н. З. ХОТЕНАШВИЛИ

## ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИЭФИРЫ С ПОВЫШЕННОЙ ОГНЕСТОЙКОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. М. Лагидзе 3.6.1987)

Среди гетероцепных полимеров важное место занимают ароматические простые полиэфиры, характеризующиеся такими ценными свойствами, как высокая термо- и хемостойкость, хорошие механические и диэлектрические показатели. Однако широкое применение простых полиэфиров ограничивается из-за их сравнительно низкой огнестойкости. Известно, что введение в основную полимерную цепь атомов фосфора повышает огнестойкость полимеров.

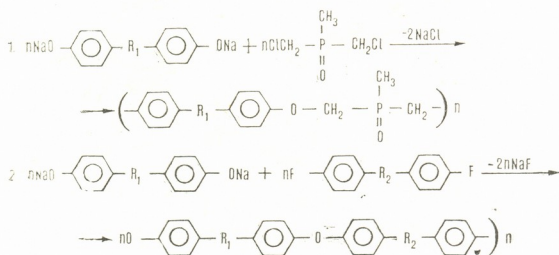
Учитывая комплекс ценных свойств, какими обладают полимеры, содержащие кардовые группировки, можно было полагать, что для повышения огнестойкости использования для построения полимерных цепей ароматических простых полиэфиров мономеров, содержащих фосфор, может оказаться перспективным и интересным.

Цель настоящей работы — изучение возможности синтеза ароматических простых полиэфиров с повышенной огнестойкостью на основе бисфенолов с циклическими заместителями у центрального углеродного атома бисфенола реакций нуклеофильного замещения, исследование ряда особенностей их образования, синтез новых ароматических простых полиэфиров различного химического строения на основе таких бисфенолов, 4,4N-дифтордифенилсульфона, 4,4<sup>1</sup>-дифторбензофенона и окиси метил-бис(хлорметил)фосфина, исследование свойств синтезированных полимеров и выяснение зависимости их от строения исходных компонентов для нахождения путей целенаправленного синтеза полимеров этого типа. Исходные соединения, применяемые для поликонденсации, были получены по методике [1—5].

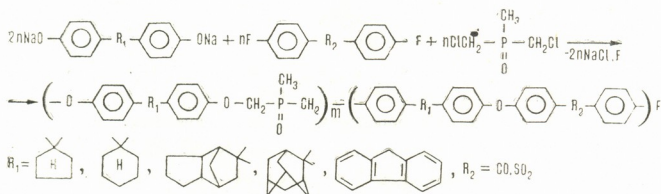
Для повышения огнестойкости ароматических простых полиэфиров нами были синтезированы фосфорсодержащие однородные и смешанные простые полиэфиры. Применяемые для этой цели бисфенолы у центрального углеродного атома содержали циклические заместители кардового типа. Образование полимеров протекает по механизму нуклеофильного замещения взаимодействием соответствующих

бисфенолов с галогенсодержащими соединениями в гексаметиленфосфортриамиде и  $\alpha$ -хлорнафталине. Реакция протекает по схеме:

однородных полимеров



смешанных полимеров



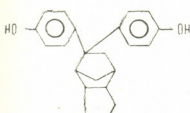





Синтезированные нами ароматические простые полиэфиры и смешанные ароматические простые полиэфиры представляют собой белые, порошкообразные вещества. По данным рентгеноструктурного анализа, они обладают аморфной структурой, характеризуются хорошей химической и светостойкостью, хорошо растворяются в хлорированных углеводородах, диоксане, трикрезоле, циклогексаноне, нитробензоле, диметилформамиде и др.

В таблице приведены свойства фосфорсодержащих ароматических простых однородных и смешанных простых полиэфиров. Из данных таблицы видно, что они характеризуются высокой температурой плавления и термостойкостью. С увеличением объема циклической группировки бисфенола температура плавления полимеров повышается.



Свойства фосфорсодержащих ароматических простых полиэфиров

Бисфенолы	Галогенпроизводные		γ пр 25 раствора полимера в тетрагидрофтоне, дд/г	Температура плавления, °С	Кислородный индекс	Температура начала уменьшения массы, °С	Температура интенсивного уменьшения массы, °С
	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{P}-(\text{CH}_2\text{Cl})_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CO} \left( \text{C}_6\text{H}_4 \right) \text{F}_2$					
	Соотношение в молях						
1 	0	1	1,2	220—235	30,0	330	350—370
	1	0	0,40	210—215	38,5	290	330—350
2 	0	1	0,58	215—225	29,0	450	470—500
	1	0	0,36	180—195	38,6	400	420—440
	0,5	0,5	0,56	190—210	38,8	430	450—470
3 	0	1	1,00	300—320	33,8	470	490—520
	1	0	0,26	225—245	48,3	360	430—450
	0,5	0,5	0,44	270—280	46,0	390	440—470
4 	0	1	1,0	300—320	38,8	460	480—500
	1	0	0,36	250—270	48,8	380	430—460
	0,5	0,5	0,44	260—280	46,0	410	450—470
5 	0	1	0,84	310—330	40,6	450	500—530
	1	0	0,40	270—290	48,0	380	450—470
	0,5	0,5	0,44	260—280	40,2	400	450—480
6 	0	1	0,96	285—315	30,5	450	480—510
	1	0	0,32	215—225	38,0	375	400—440

Наличие в главной полимерной цепи атомов фосфора повышает огнестойкость полимеров.

Институт физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 11.9.1987)



ბ. პაპავა, მ. ჭუთათელაძე, ზ. სარიშვილი, ბ. მგელაძე,  
ნ. ხოტენაშვილი

გაზრდილი ცეცხლმედეგობის ფოსფორუმცველი პილიმეტერები

რეზიუმე

სინთეზირებულია ფოსფორუმცველი მარტივი და შერეული პოლიეტერები კარდული ტიპის ციკლური ჩანაცვლების მქონე ბისფენოლების საფუძველზე.

შესწავლილია სინთეზირებული პოლიეტერების ქიმიური და ფიზიკური თვისებები. მიღებული პოლიმერები ხასიათდება გაზრდილი ცეცხლმედეგობით.

## ORGANIC CHEMISTRY

G. Sh. PAPAUA, M. K. KUTATELADZE, Z. M. SARISHVILI,  
B. M. MGELADZE, N. Z. KHOTENASHVILI

### PHOSPHORUS-CONTAINING POLYETHERS WITH HEIGHTENED FIRE RESISTANCE

#### Summary

Phosphorus-containing aromatic polyethers were synthesized by nucleophilic substitution reactions on the basis of bisphenols containing card-type cyclic substituents of difluorodiphenylsulfone, difluorobenzophenone and methyl-bis chloromethyl phosphine oxide. The polymers are highly heat- and fire-resistant, readily soluble in chlorinated hydrocarbons and other organic solvents.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Виноградова, Я. С. Выгодский. УХ, 7. 1973, 1225—1264.
2. Г. Ш. Папавა, Л. А. Беридзе, М. К. Кутателадзе, П. Д. Цискаришвили, В. В. Коршак, С. В. Виноградова. Высокомол. соед., А 10, 1981, 2314—2319.
3. Г. Ш. Папавა, Л. А. Беридзе, Н. С. Гелашвили, П. Д. Цискаришвили, Н. А. Майсурадзе, Н. Н. Схиртладзе. Авт. свид. СССР № 477153, 1975.
4. W. I. Jackson, J. Caldwell.: Ind.—Eng. Chem. Prod. Res. and Devel. 1963, 246—269.
5. Е. Н. Цветков, Г. С. Борисов, Х. Сивриев, Р. Малевинная, М. И. Кабачник. ЖОХ, 40, 1970, 285—291.

А. А. НАДИРАДЗЕ, Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Д. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ, И. С. ОМИАДЗЕ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭНТАЛЬПИЯ И ТЕПЛОЕМКОСТЬ  
 МЕТАВОЛЬФРАМАТОВ ГАДОЛИНИЯ И ЛЮТЕЦИЯ

В массивном калориметре с изотермической оболочкой (298,15 ± 0,01 К) [1] методом смещения исследована высокотемпературная энтальпия и теплоемкость метавольфраматов гадолиния и лютеция — Gd<sub>2</sub>WO<sub>6</sub> и Lu<sub>2</sub>WO<sub>6</sub>.

Указанные соединения синтезированы путем твердофазной про-  
 казки брикетов, спрессованных из стехиометрических смесей порош-  
 ков оксидов гадолиния (марки Гд 0-1), лютеция (марки Лю 0-2) и  
 вольфрама (марки ОСЧ) по методике, описанной в [1]. Получение ис-  
 следуемых вольфраматов подтверждено химическими анализами и  
 рентгенографическими измерениями [2, 3].

Таблица 1

Экспериментальные значения энтальпии и средней теплоемкости  
 вольфраматов гадолиния и лютеция

Т К	H <sub>T</sub> — H <sub>298,15</sub> кал/моль	$\bar{C}_p$ кал/моль К.	Т К	H <sub>T</sub> — H <sub>298,15</sub> кал/моль	$\bar{C}_p$ кал/моль. К
Gd <sub>2</sub> WO <sub>6</sub> (M=594,3494)					
374,5	3360	43,95	981,1	35130	51,43
476,1	82,70	46,43	1071,3	39710	51,36
565,2	12640	47,31	1161,7	44820	51,90
666,9	28490	49,14	1271,3	51590	53,01
774,4	23730	49,84	1380,6	57170	52,82
893,6	30370	51,00	1499,4	64580	53,76
Lu <sub>2</sub> WO <sub>6</sub> (M=629,7864)					
370,1	3230	44,88	970,6	34740	51,65
486,2	8920	47,43	1076,9	40870	52,48
578,2	13730	49,00	1169,1	46060	52,88
673,9	18754	49,91	1271,8	52360	53,77
775,0	24160	50,66	1366,5	53,57	53,57
872,4	29410	51,20	1504,8	65920	54,63

для Gd<sub>2</sub>WO<sub>6</sub> от 298,15 до 1500 К

$$\bar{C}_p = 53,23 + 1,87 \cdot 10^{-3} \cdot T - 3,73 \cdot 10^3 \cdot T^{-1} \quad \text{кал/моль.К} \quad (2)$$

$$C_p = 52,67 + 3,74 \cdot 10^{-3} \cdot T - 11,12 \cdot 10^5 \cdot T^{-2} \quad \text{кал/моль.К} \quad (3)$$

$$H_T - H_{298,15} = 52,67 \cdot T + 1,87 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 11,12 \cdot 10^5 \cdot T^{-1} - 19600 \quad \text{кал/моль.К} \quad (4)$$

для Lu<sub>2</sub>WO<sub>6</sub> от 298,15 до 1500 К

$$\bar{C}_p = 53,11 + 2,33 \cdot 10^{-3} \cdot T - 3,31 \cdot 10^3 \cdot T^{-1} \quad \text{кал/моль.К} \quad (5)$$

$$C_p = 52,42 + 4,66 \cdot 10^{-3} \cdot T - 9,87 \cdot 10^5 \cdot T^{-2} \quad \text{кал/моль.К} \quad (6)$$

$$H_T - H_{298,15} = 52,42 \cdot T + 2,33 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 9,87 \cdot 10^5 \cdot T^{-1} - 19150 \quad \text{кал/моль} \quad (7)$$



Для проведения опытов из порошков синтезированных соединений готовили брикеты, которые предварительно прокаливались на воздухе, при 1100°C в течение ~ 30 часов. Полученный образец помещали в платиновую ампулу; при этом их масса составляла:  $Gd_2WO_6$  — 14,470 г,  $Lu_2WO_6$  — 12,780 г. Опыты проводили шагом ~ 100°C.

Экспериментальные значения энтальпии метавольфрамов гадолиния и лютеция приведены в табл. 1, в которой даны также рассчитанные из соотношения

$$\bar{C}_p = (H_T - H_{298,15}) / (T - 298,15) \quad (1)$$

соответствующие величины средней теплоемкости —  $\bar{C}_p$ .

Экспериментальные значения по средним теплоемкостям обрабатывали методом наименьших квадратов; в результате составлены уравнения температурной зависимости энтальпии, средней и истинной теплоемкостей исследуемых соединений:

Таблица 2

Сглаженные значения энтальпии, средней и истинной теплоемкостей для  $Gd_2WO_6$  и  $Lu_2WO_6$

Т К	$\bar{C}_p$	S( $\bar{C}_p$ )	$H_T - H_{298,15}$	S(H)	$C_p$	S( $C_p$ )
	кал/моль · К		кал/моль		кал/моль · К	
$Gd_2WO_6$						
$t_{0,05} = 2,2622$ (K=9); ( $^1S_0 = 0,30$ кал/моль · К)						
298,15	41,28	1,04	0	0	41,28	1,04
400	44,65	0,49	4550	50	47,22	0,32
500	46,71	0,31	9430	60	50,09	0,46
600	48,14	0,29	14530	90	51,83	0,49
700	49,21	0,30	19780	120	53,02	0,42
800	50,06	0,30	25120	150	53,92	0,35
900	50,77	0,27	30550	170	54,66	0,38
1000	51,37	0,25	36050	180	55,30	0,52
1100	51,90	0,23	41610	190	55,86	0,73
1200	52,37	0,25	47220	230	56,39	0,98
1300	52,79	0,29	52890	300	56,87	1,24
1400	53,18	0,37	58600	400	57,34	1,51
1500	53,55	0,45	64360	550	57,79	1,79
$Lu_2WO_6$						
$t_{0,05} = 2,2622$ (K=9); ( $^1S_0 = 0,23$ кал/моль · К)						
298,15	42,70	0,77	0	0	42,70	0,77
400	45,77	0,37	4660	40	48,12	0,24
500	47,66	0,24	9620	50	50,80	0,34
600	48,99	0,22	14790	70	52,47	0,35
700	50,01	0,22	20100	90	53,67	0,31
800	50,84	0,21	25510	110	54,61	0,26
900	51,53	0,20	31020	120	55,40	0,29
1000	52,13	0,19	36590	130	56,09	0,39
1100	52,66	0,18	42230	140	56,73	0,55
1200	53,15	0,19	47940	170	57,33	0,73
1300	53,59	0,22	53700	220	57,89	0,91
1400	54,00	0,27	59510	300	58,44	1,11
1500	54,40	0,34	65380	410	58,97	1,32

$^1S_0$  — Среднеквадратичное отклонение отдельного измерения средней теплоемкости.

По уравнениям (2)—(7) и схеме, приведенной в [1] для метавольфрамов гадолиния и лютеция в интервале 298,15—150 К с

шагом 100° рассчитаны сглаженные значения их энтальпии, средней и истинной теплоемкостей; результаты приведены в табл. 2, в которой даны также значения доверительного интервала указанных функций.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 3.9.1987)

ფიზიკური ქიმია

ა. ნადირაძე, ბ. გველესიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 დ. ცაგარეიშვილი, ი. ომიადე

გადოლინიუმისა და ლუტეციუმის მეტავოლფრამატების  
 მაღალტემპერატურული ენთალპია და სითბოტევადობა

რეზიუმე

იზოთერმული გარსაცმის მქონე მასიურ კალორიმეტრში 298,15—1500 K ინტერვალში შერევის მეთოდით გაზომილია გადოლინიუმისა და ლუტეციუმის მეტავოლფრამატების ენთალპია  $H_T-H_{298,15}$ , საშუალო  $\bar{C}_p$  და ჭეშმარიტი  $C_p$  სითბოტევადობები. ამ ფუნქციებისათვის მიღებულია მათი ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების ინტერპოლაციური განტოლებები.

PHYSICAL CHEMISTRY

A. A. NADIRADZE, G. G. GVELESIANI, D. Sh. TSAGAREISHVILI,  
 I. S. OMIADZE

HIGH-TEMPERATURE ENTHALPY AND HEAT CAPACITY OF  
 GADOLINIUM AND LUTECIUM METATUNGSTATES

Summary

Enthalpy ( $H_T-H_{298,15}$ ), average ( $\bar{C}_p$ ) and true ( $C_p$ ) heat capacity of gadolinium and lutecium metatungstates in the temperature range of 298,15-1500 K have been determined in a massive isothermal calorimeter by the mixing method. Interpolation equations for these functions are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Гвелесиани, Д. Ш. Цагарейшвили, А. А. Надирадзе. Термодинамика кислородных соединений редкоземельных металлов при высоких температурах. Тбилиси, 1983.
2. А. Н. Покровский, В. К. Рыбаков, В. К. Трунов. Журнал неорганической химии, 1969, т. 14, № 9, 2344.
3. L. H. Brixner, A. W. Sleight, C. M. Foris. J. Solid State Chemistry, 1973, v. 7, № 4, p. 418.

Д. Г. ЗЕРЕКИДЗЕ, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР),  
 О. И. МИКАДЗЕ, Д. Д. ЭБАНОИДЗЕ, З. М. ГИЛАУРИ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ХРОМО-  
 АЛЮМИНИЕВОЙ ЖАРСТОЙКОЙ СТАЛИ

При исследовании Fe—Cr сплавов самые низкие скорости окисления были обнаружены в интервале 16—20% Cr [1]. В связи с этим базовым объектом нами взята сталь 05X16Ю5, которая дополнительно легировалась оптимальным количеством церия и циркония (0,05% С; 0,3% Si; 0,2% мп; 15,8% Cr; 4,6% Al; 0,03% S; 0,03% Р). Полученная таким образом сталь выделяется особой жаростойкостью.

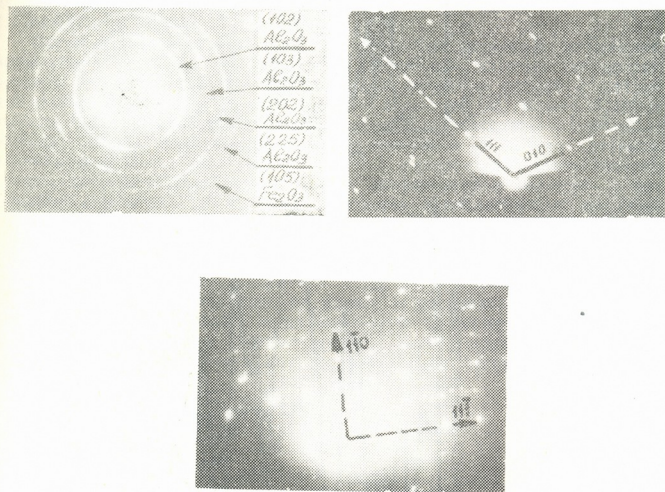


Рис. 1. Дифракционная картина окалины, сформированной при  $1300 \pm 50^\circ\text{C}$  за 500 часов: а) фазы  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; б) фаза  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ ; о. з.  $[101]$   $\overline{R3C}$ ;  $a=0,4950$ ,  $c=1,3665$  нм; в) фаза  $\text{CeCrO}_3$ ; о. з.  $[112]$   $\text{P6}_3\text{mm}$ ;  $a=0,5464$ ,  $b=0,5496$ ,  $c=0,7692$  нм

Преимущество железо-хromo-алюминиевых сплавов по сравнению с железо-хромовыми объясняется формированием окисных пленок  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , при температурах свыше  $1200^\circ\text{C}$  [2], взамен  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  [3].

Однако оксид Al, обладая высокими защитными свойствами, имеет склонность к растрескиванию и отслоению. Легирование данных сплавов высокоактивными элементами, такими как РЗМ, улучшают адгезию окалины при высоких температурах [4, 5].

Электроннографическое исследование фазового состава окалины, сформированной в процессе высокотемпературного окисления стали 05X16Ю5 с добавками Ce и Zr, наряду с оксидами Fe, Cr и Al (рис. 1, а и б) выявило наличие сложных оксидов типа  $CeMeO_3$  (рис. 1, в), перовскитов.

Мелкодисперсные частицы перовскитов рассредотачиваются довольно равномерно по границам зерен окалины [3], обогащая тем са-

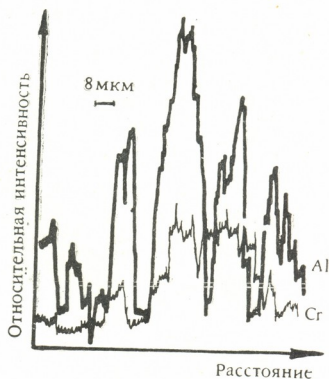
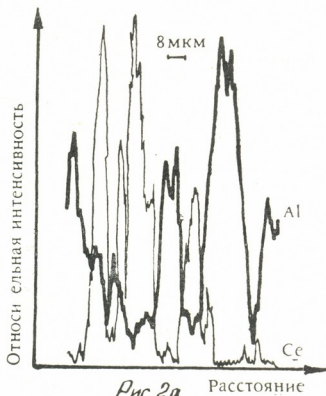


Рис. 2. Концентрационные кривые распределения элементов в окалине при  $1300^\circ \pm 50^\circ C$  за 500 часов: а) Al и Ce; б) Al и Cr

мым внутреннюю границу раздела окалина-сплав редкоземельными металлами [6]. Они играют роль своеобразных креплений оксидной пленки с матрицей и, кроме того, сильно влияют на преимущественную ориентацию окалины [4]. Суммарный эффект этих явлений выражается в значительном повышении адгерентности защитной пленки и уменьшения скорости окисления. Так, например, удельный привес



образцов, изготовленных из данной стали, при  $1200^{\circ}\text{C}$  на воздухе составляет за 100 часов  $7,0 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>2</sup>, в то время как удельный привес образцов из стали аналогичного состава, но без Се достигает  $19,3 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>2</sup>.

Микрорентгеноспектральный анализ оксидной пленки, сформированной в продуктах сгорания газообразного топлива при  $1300^{\circ} \pm 50^{\circ}\text{C}$ , выявил наличие оксидов церия в наиболее уязвимых местах окалин (рис. 2,а), а именно, в местах ее обеднения хромом и алюминием. Как это видно из распределения элементов в окалинне, концентрационные пики алюминия и хрома совпадают (рис. 2,б), а оксиды этих элементов, особенно алюминия, расположены по всей окалинне. Тем не менее, встречаются отдельные участки окалинны, в которых содержание алюминия и хрома минимальны. Именно в этих участках и наблюдаются максимумы содержания церия. Стало быть, в отсутствие церия поверхность железо-хромо-алюминиевого сплава, которая существенно обеднена алюминием и хромом, должна выставлять железо при высоких температурах и очень быстро окисляться вследствие формирования оксидов железа. По всей вероятности, это обстоятельство во многом способствует сквозному окислению образцов, не содержащих церия. Следует отметить, что удельный привес образцов с церием и цирконием в этих же условиях в течении 500 часов составил  $(10,5 \div 13,0) \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>2</sup>.

Обращает на себя внимание тот факт, что цирконий в окалинне исследуемой стали не обнаруживается. Поскольку влияние небольших добавок этого элемента на адгезентность оксидной пленки с матрицей сходно с влиянием редкоземельных металлов [5], можно предположить, что цирконий выполняет примерно ту же миссию в облагораживании сплава, что и церий. Однако возможны и другие аспекты влияния циркония на жаростойкость железо-хромо-алюминиевого сплава, например, уменьшение уровня напряжений в окалинне в результате изменения химического состояния технологически неизбежного углерода. Как известно, церий имеет большее сродство к кислороду, чем цирконий. По-видимому, этим и объясняется отсутствие циркония в окалинне при наличии церия в сплаве. Во то же время, особенности электронного строения РЗМ не позволяют связать свободный углерод или повлиять на форму и распределение карбидных включений. Следовательно, индивидуальное положительное влияние циркония и церия на жаростойкость железо-хромо-алюминиевого сплава должно усиливаться при его совместном легировании.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии  
им. 50-летия СССР

(Поступило 17.9.1987)

ფიზიკური ქიმიკა

დ. ზარბაძე, ვ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. მიქაძე,  
დ. აბანოძე, ზ. ბილაშვილი

ქრომ-ალუმინიანი მსურვალმედივი ფოლადის  
მაღალტემპერატურული ჟანგვა

რ ე ბ ი მ ე

ჩატარებულია იშვიათიწაა ლითონების შემცველი ქრომ-ალუმინიანი ფოლადების მსურვალმედეგობის შედარებითი გამოცდები ჰაერზე  $1200^{\circ}\text{C}$  ტემპე-





რატურასა და აირად სათბობის წვის პროდუქტებში  $1300^{\circ}\pm 50^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ იშვიათმიწათა ლითონებით ოპტიმალური ლეგირება თვისობრივად აუმჯობესებს ქრომ-ალუმინიანი ფოლადების მხურვალმედრობას.

## PHYSICAL CHEMISTRY

D. G. ZEREKIDZE, F. N. TAVADZE, O. I. MIKADZE,  
D. D. EBANOIDZE, Z. M. GILAU'RI

### HIGH-TEMPERATURE OXIDATION OF CHROMIUM-ALUMINIUM HEAT-RESISTANT STEELS

#### Summary

Chromium-aluminium steels before and after alloying with rare-earth metals (REM) have been subjected to comparative tests on heat-resistance at  $1200^{\circ}\text{C}$  in the air and at  $1300^{\circ}\pm 50^{\circ}\text{C}$  in the atmosphere of gas fuel combustion.

An increase of heat-resistant properties of chromium-aluminium steels after alloying with optimal quantity of REM was established.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. G. Barnes, J. M. Calvert. The Philosoph. Mag., v. 28, 6, 1303, 1980.
2. И. И. Корнилов. Жароупорный сплав, № 3, 1947.
3. Ф. Н. Тавадзе, Э. Р. Кутелия, О. И. Микадзе, А. Н. Ракицкий, Б. П. Булия, Н. П. Кешелава. Сообщения АН СССР, 98, № 3, 1980, 601.
4. Z. Lixin *et al.* Communication at the 9th Congress on Metallic Corrosion, Canada, 1984.
5. I. L. Pandey *et al.* Communication at the 9th Congress on Metallic Corrosion, Canada, 1984.
6. Ф. Н. Тавадзе, О. И. Микадзе, Э. Р. Кутелия, Б. П. Булия, А. Н. Ракицкий. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, 20, № 7, 1984, 1121.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. И. ДАЛАКИШВИЛИ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТАРНЫХ СТЕКОЛ,  
СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА БАЗЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА  
И ГОРНЫХ ПОРОД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 2.11.1987)

Для синтезированных стекол на базе андезита, перлита, лавового агломерата, обсидиана и шлаков термодинамическим исследованием была определена вероятность образования в них бинарных и тройных соединений. В качестве базового состава была взята система  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot (\text{MgO}) \cdot \text{SiO}_2$ . Для этого определялась энергия Гиббса.

Расчет был произведен по формулам

$$H_{\tau} - H_{298} = \int_{298}^{T_{\text{пр}}} C_{P1} dT + \Delta H_{\text{пр}}^0 + \int_{T_{\text{пр}}}^{T_{\text{пл}}} C_{P2} dT + \Delta H_{\text{пл}}^0 + \int_{T_{\text{пл}}}^{\tau} C_{P3} dT;$$

$$S_{\tau} - S_{298} = \int_{298}^{T_{\text{пр}}} C_{P1} (d^{\tau}/T) + \Delta S_{\text{пр}}^0 + \int_{T_{\text{пр}}}^{T_{\text{пл}}} C_{P2} (d^{\tau}/T) + \Delta S_{\text{пл}}^0 + \int_{T_{\text{пл}}}^{\tau} C_{P3} (d^{\tau}/T);$$

где  $C_{P1}$ ,  $C_{P2}$  и  $C_{P3}$  — теплоемкость в температурных интервалах 298—1800 К.

Затем определялись  $\Delta H_{\tau}^0$  и  $\Delta S_{\tau}^0$  значения энталпии и энтропии реакции при 298 К по формулам

$$\Delta H_{\tau}^0 = \Delta H_{298}^0 + (H_{\tau} - H_{298});$$

$$\Delta S_{\tau}^0 = \Delta S_{298}^0 + (S_{\tau} - S_{298}).$$

По уравнению Гиббса—Гельмгольца определялись соответствующие значения  $\Delta G_{\tau}^0$ .

$$\Delta G_{\tau}^0 = \Delta H_{\tau}^0 - T \Delta S_{\tau}^0.$$

Учитывая, что каждое из рассматриваемых соединений при определенной температуре имеет определенное значение энергии Гиббса  $\Delta G_{\tau}^0$ , по величине которой можно судить о возможности образования того или иного бинарного или тройного соединения, наиболее устойчивому соединению соответствует наиболее оптимальное значение  $\Delta G_{\tau}^0$ .



В стеклах БСЗ (контр), 2 ПрЛаДСп, 3 ПрЛаДСп-а наиболее вероятными термодинамическими соединениями являются  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  и  $\text{CaOSiO}_2$ , а для стекол серии 4 ОЛа, 5 АПр, 6 Пр и 11 ШПр —  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$  и  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ .

В расчетах использовано соединение  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$ , существование которого было доказано П. П. Будниковым и М. А. Матвеевым.

В таблице представлен ряд приоритетности образования кристаллических фаз из расплавов стекол. Обращает внимание, что для исследуемых составов расплавов и стекол образование устойчивых тройных соединений оказывается маловероятной.

Наименование стекла	Содержание $\text{SiO}_2$ , масс. %	Ряд предпочтительности образования кристаллических соединений
1. БСЗ (контр.)	68,57	4
2. 2 ПрЛаДСп	70,12	7
3. 3 ПрЛаДСп-а	64,997	6
4. 4 ОЛа	66,76	2
5. 5 АПр	64,01	1
6. 6 Пр	68,63	5
7. 11 ШПр	69,61	3

Термодинамическая устойчивость тройных соединений оказалась меньше соответствующих комбинаций бинарных соединений, т. к. составы исследуемых стекол обеспечивают меньшее усвоение  $\text{SiO}_2$  (большая доля остаточного кварца) в случае образования тройных соединений. Указано также содержание кремнезема в массовых процентах, которое существенно определяет легкость образования исследуемых стекол.

В ряде предпочтительности образования кристаллических соединений на последнем месте стоят оптимальные составы стекол серии 2, 3, 6 и контрольное стекло.

ЗакНИГМИ

(Поступило 4.12.1987)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. დალაკიშვილი

წარმოების ნარჩენებით და მთის ქანებით სინთეზირებული საბარე  
მინების თერმოდინამიკური გამოკვლევა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ გამოსაკვლევ მინებს არ აქვთ მიდრეკილება კრისტალური ფაზის წარმოქმნისაკენ.

A. I. DALAKISHVILI

THERMODYNAMIC INVESTIGATION OF CONTAINER GLASSES  
SYNTHESIZED FROM INDUSTRIAL WASTE AND ROCKS

Summary

It has been established that the glasses under consideration do not tend to produce the crystalline phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Бабушкин, Г. М. Матвеев, О. П. Мчедлов-Петросян. Термодинамика силикатов. М., 1986.

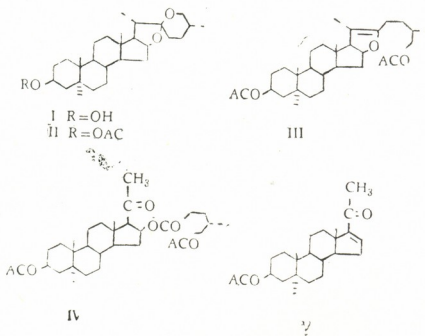


Л. К. КВАТАРАДZE, Р. И. ДАБРУНДАШВИЛИ, Н. И. МЕНЬШОВА,  
 Н. А. КОРЗИНКИНА, Э. П. КЕМЕРТЕЛИДZE (член-корреспондент АН ГССР)

СИНТЕЗ 3β-АЦЕТОКСИ-5α-ПРЕГН-16-ЕН-20-ОНА ИЗ ТИГОГЕНИНА

Синтез одних из наиболее важнейших лекарственных средств — стероидных гормональных препаратов из стероидных сапогенинов обычно осуществляется путем последовательной деградации спирокетальной группировки, где первая стадия протекает в жестких условиях высокой температуры и давления [1, 2]. Это требует соблюдения особых мер техники безопасности и усложняет технологический процесс. В связи с этим за последние годы расширились исследования в целях изыскания новых технологических решений для окислительного расщепления сапогенинов в соответствующие прегненовые производные [3—6].

Перспективным направлением в исследовании этой области является использование различных катализаторов, в частности кислот Люиса, для ускорения псевдомеризации сапогенинов на начальной стадии деградации спирокетальной группировки. Однако до недавне-



го времени использование кислот Люиса в качестве катализаторов не давало удовлетворительных результатов, так как недостаточная концентрация катализатора не обеспечивала проведение реакции до конца, а увеличение количества кислоты приводило к аномальным превращениям [5, 6]. Удовлетворительные результаты получены в случае расщепления стероидного сапогенина диосгенина без автоклавирования в присутствии  $TiCl_4$  [7], но какие-либо аналогичные сведения о других генинах в литературе отсутствуют.

Мы провели исследования в целях расщепления тигогенина в 3β-ацетокси-5α-прегн-16-ен-20-он в мягких условиях без автоклавирования с применением в качестве катализатора  $TiCl_4$  и установили, что при псевдомеризации сапогенина в этих условиях большое значение имеет определение количества присутствующего пиридина, кото-



рый в процессе реакции переходит в хлоргидрат пиридина, являющийся хорошим катализатором для псевдомеризации многих спиростанов [8, 9]. Впоследствии мы подобрали оптимальное количество пиридина, которое обеспечивало, как увеличение выхода II, так и дальнейшие превращения промежуточных продуктов до 3 $\beta$ -ацетокси-5 $\alpha$ -прегн-16-ен-20-он.

Согласно разработанной нами методике, тигогенин (I) ацетилировали в системе пиридин-уксусный ангидрид, ацетат тигогенина (II) расщепляли в диацетат псевдотигогенина (III) в среде уксусного ангидрида, пиридина и TiCl<sub>4</sub>, смесь охлаждали, добавляли ацетон и продукт окисляли хромовым ангидридом до «диозона» (IV). После отгонки ацетона 16 $\beta$ -эфирную связь гидролизировали кипячением реакционной массы при температуре 115—117° в течение 2 часов. Конечный продукт реакции выделяли осаждением водой. После перекристаллизации из метанола получали 3 $\beta$ -ацетокси-5 $\alpha$ -прегн-16-ен-20-он (V) с общим выходом 69,5%. Следовательно, смягчение технологического процесса сопровождается также увеличением выхода целевого продукта реакции на 10—14% [2].

Синтезированное вещество по своим физико-химическим показателям идентично контрольному образцу, синтезированному методом автоклавирования, и успешно может быть применено для дальнейших превращений.

Описание способа синтеза 3 $\beta$ -ацетокси-5 $\alpha$ -прегн-16-20-она из тигогенина. 100 г тигогенина растворяли в смеси 300 мл уксусного ангидрида и 20 мл пиридина, жидкость кипятили в течение 1 часа, охлаждали до 100° и при перемешивании добавляли 5 г TiCl<sub>4</sub> в 5 мл уксусного ангидрида. Кипячение продолжали еще 2 часа, а затем к охлажденной до 40° смеси постепенно прибавляли 20 г ацетата натрия, растворенного в 50 мл воды, перемешивали в течение 20 минут, охлаждали до комнатной температуры и приливали 450 мл ацетона и 450 мл уксусной кислоты. Смесь окисляли добавлением 30 г CrO<sub>3</sub> в 30 мл воды при температуре 15—18°, после чего перемешивание продолжали в течение 1 часа, вливали 15 мл изопропилового спирта и реакционную среду постепенно нагревали, отгоняя ацетон до тех пор, пока температура смеси не достигала 115—117°. В этих условиях жидкость кипятили 1,5 часа, после чего охлаждали до комнатной температуры и приливали 850 мл воды. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали водой, сушили и перекристаллизовывали из смеси метанол-ацетона в соотношении 3:1. Таким образом получили 59,8 г 3 $\beta$ -ацетокси-5 $\alpha$ -прегн-16-ен-20-она с выходом 69,5%,

т. пл. 158—162°,  $[\alpha]_D^{25} + 45^\circ$  (с 1, хлороформ), ИК-спектр:  $\nu_{\text{макс}}^{\text{нуйол}}$  (см.<sup>-1</sup>)

1795, 1665, 975, 922, УФ-спектр:  $\lambda_{\text{макс}}^{\text{спирг}}$  239 нм, что, следовательно, соответствует свойствам 3 $\beta$ -ацетокси-5 $\alpha$ -прегн-16-ен-20-она, описанным в литературе [9].

Таким образом, нам удалось синтезировать 3 $\beta$ -ацетокси-5 $\alpha$ -прегн-16-ен-20-он из тигогенина без автоклавирования, что привело к упрощению технологического процесса. Получен целевой продукт с высоким выходом и хорошим качеством. В отличие от существующих методов, впервые удалось все химические процессы объединить в одну технологическую стадию, что особенно важно для промышленного синтеза стероидов.

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

ლ. კავთარაძე, რ. ღაბრუნღაშვილი, ნ. მენშოვა, ნ. კორზინკინა, ე. კემერტელიძე  
(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

3β-აქეტოქსი-5α-პრეგნ-16-ენ-20-ონის სინთეზი ტიგოგენინიღან

რეზიუმე

შემუშავებულია ტიგოგენინის ჟანგვითი დეგრადაციის მეთოდი 3β-აქეტოქსი-5α-პრეგნ-16-ენ-20-ონის მისაღებად. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს აქტოკლავირების გარეშე, რომლის დროსაც კატალიზატორად გამოყენებულია ოთხქლორიანი ტიტანი. მიღწეული ტექნოლოგიური პროცესის მნიშვნელოვანი გამარტივება და საბოლოო პროდუქტის გამოსავლის გაზრდა.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

L. K. KAVTARADZE, R. I. DABRUNDASHVILI, N. I. MENSHOVA,  
N. A. KORZINKINA, E. P. KEMERTELIDZE

THE SYNTHESIS OF 3β-ACETOXY-5α-PREGN-16-EN-20-ENE  
FROM TIGOGENIN

Summary

A method for obtaining 3β-acetoxy-5α-pregn-en-20-on from tigogenin has been developed. The process proceeds without using the autoclave, where 4-chlorous titan is used as a catalyst. The technological process is significantly simplified and the yield of the final product is increased.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Максимов, Ф. А. Лурье, А. С. Морозова. Авт. свид. № 146309 (СССР).
2. Т. А. Пхеидзе, О. С. Мадаева. ХПС, 6, 1968, 355.
3. D. Chakravarty, R. N. Chakravarty *et al.* J. Ind. Chem. Soc. 38, 8, 1961.
4. D. Chakravarty *et al.* Nature 179, 4571, 1957.
5. A. K. Singh, D. N. Dhar. Bull. Soc. Chim. Belg. 690, 9, 1981.
6. J. A. Zderik, L. Ceroantes *et al.* J. Am. Chem. Soc. 84, 1, 1961.
7. Патент № 119829 (ПНР).
8. W. G. Dauben, G. S. Touken. J. Am. Chem. Soc. 76, 18, 1954.
9. M. E. Wall *et al.* J. Am. Chem. Soc. 77, 21, 1955.



Л. И. БЕРОШВИЛИ

## ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НАД ТБИЛИСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 3.6.1988)

Изучение загрязнения атмосферы крупных промышленных городов представляет большой интерес, что вызвано интенсивным ростом городов и их влиянием на глобальный климат. В последнее время при изучении загрязнения воздуха широко применяются дистанционные, оптические методы, которые дают возможность определять уровень загрязнения без нарушения естественной структуры атмосферы.

В литературных источниках накоплен большой объем данных об уровне прозрачности атмосферы. Однако надо отметить, что прозрачность атмосферы однозначно не может характеризовать загрязнение воздуха. Дело в том, что прозрачность атмосферы — интегральная величина, обусловленная ослаблением прямой солнечной радиации всеми компонентами атмосферы («идеально чистая атмосфера», водяной пар, озон, углекислый газ, аэрозоли и др.), и выделение из нее аэрозольной компоненты связано с большими трудностями.

Для Тбилиси в основном изучен коэффициент прозрачности атмосферы. Он был определен еще в начале нашего столетия [1]. Интерес к этому вопросу проявлялся и впоследствии [2—4]. На сегодняшний день вычислено изменение коэффициента прозрачности атмосферы в зависимости от направления и скорости ветра [5], а также интенсивности прямой радиации, ослабленной атмосферной пылью и содержащимися в атмосфере газами [6], и др. Однако, как отмечалось, коэффициент прозрачности, рассчитанный по формуле Бугера, не может характеризовать загрязнение атмосферы. Попытки, предпринятые многими исследователями с целью получения эмпирическим путем из интегрального коэффициента характеристики атмосферного загрязнения, не увенчались успехом [7].

Определение аэрозольного загрязнения атмосферы стало возможным лишь после решения интегрального уравнения переноса солнечной радиации [8, 9] в случае, когда зависимость аэрозольной оптической плотности от длины волны представляется известной формулой Ангстрема. Такое представление всегда допустимо, если определяется уровень загрязнения не для отдельных слоев, а для всей толщи атмосферы. С использованием такого подхода в работе [8] вычислено изменение уровня аэрозольного загрязнения за период 1928—1965 гг. и получено, что в атмосфере над Тбилиси за указанный период наблюдалась тенденция антропогенного роста запыленности. Если не считать приближенных расчетов изменения уровня загрязнения за период 1970—1975 гг. [10], после 1966 г. изменение загрязнения атмосферы над Тбилиси не изучено. В работе [10] указано на то, что в 1970—1975 гг. тенденция загрязнения атмосферы становится более интенсивной.

В настоящей работе мы попытались определить уровень загрязнения атмосферы над Тбилиси после 1966 г., смоделировать изменение антропогенного загрязнения за период 1928—1985 гг. и тем самым прогнозировать его возможный уровень в ближайшие годы. Для этого использовал дистанционный, оптический метод [9], позволяющий по



данным об интегральной интенсивности прямой радиации Солнца, общего содержания водяного пара и озона и высоты местности над уровнем моря определить аэрозольное загрязнение атмосферы. Используя многолетние данные Тбилисской метеостанции, мы рассчитали изменчивость загрязнения атмосферы в 1966—1985 гг. Результаты этих расчетов, а также данные работы [8] позволяют получить полную картину колебания уровня среднегодового относительного загрязнения атмосферы над Тбилиси в 1928—1985 гг.

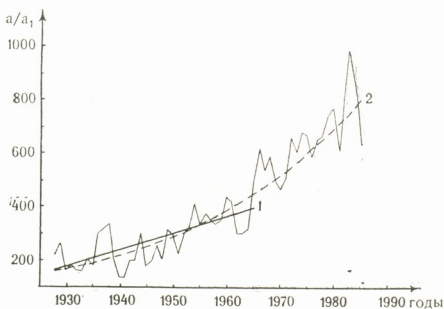


Рис. 1. Изменение среднегодового относительного загрязнения атмосферы над Тбилиси

На рисунке дано изменение этого уровня в относительных единицах. Как видно из рисунка, минимальный уровень загрязнения над Тбилиси приходится на 1940—1941 гг., а максимальный — на 1983 г.

Известно, что вариации уровня загрязнения обусловлены в основном случайными факторами сильного загрязнения атмосферы (взрывные вулканические извержения, лесные пожары, сгорание крупных метеоров в атмосфере и т. д.). Из рисунка видно, что загрязнение атмосферы в отдельные годы резко возрастает. Очевидно, как раз перечисленные выше факторы являются причиной этого. Следует отметить, что эти факторы загрязняют атмосферу в глобальных масштабах. Так, например, после извержения вулкана Агунг на острове Бали (Индонезия) в атмосфере над Тбилиси имел место резкий рост уровня загрязнения в 1964—1966 гг. Значительный рост запыленности атмосферы отмечался также в 1982—1983 гг. под влиянием происшедшего в 1982 г. извержения вулкана Эль-Чигон в Мексике. Необходимо указать, что период воздействия случайных факторов загрязнения атмосферы ограничен, поскольку, как видно из рисунка, после определенного времени атмосфера очищается от такого рода примесей.

Исключая отдельные случаи мощного выброса аэрозольных частиц в атмосферу, представленная на рисунке кривая испытывает постоянный рост, т. е. имеет место влияние какого-то постоянного фактора, который в течение указанного периода систематически увеличивает уровень загрязнения. Несомненно, этот фактор связан с антропогенным воздействием.

В работе [8] изменение уровня антропогенного загрязнения аппроксимировано линейным уравнением

$$\frac{a}{a_1} = \frac{a_0}{a_1} + kt, \quad (1)$$



где  $\frac{a}{a_1}$  определяет относительный уровень загрязнения в данный момент времени;  $\frac{a_0}{a_1}$  — та же самая величина в предшествующий наблюдениям период времени;  $t$  — целое число, которое выражает количество лет с начала наблюдения.

Коэффициент  $K$  характеризует ежегодное изменение среднего уровня загрязнения. Его численное значение (7,6%) показывает тенденцию роста загрязнения в Тбилиси в 1928—1965 гг.

Как видно из рисунка, после 1966 г. тенденция роста становится более интенсивной (кривая с 1966 г. расположена выше прямой 1 из рисунка). Мы попытались списать тенденцию загрязнения экспоненциальным законом:

$$\frac{a}{a_1} = x e^{yt}. \quad (2)$$

Для определения коэффициентов  $x$  и  $y$  использовали метод наименьших квадратов и получили, что  $x=1,536$ , а  $y=0,0285$ . По этим значениям на рисунок пунктиром нанесена кривая 2, характеризующая тенденцию изменений антропогенного загрязнения атмосферы над Тбилиси за период 1928—1985 гг.

Получено, что в 1985 г. по сравнению с 1928 г. антропогенное загрязнение атмосферы увеличилось примерно в 5 раз, при этом в последние 20 лет (с 1966 по 1985 г.) — в 1,7 раз.

Если тенденция антропогенного роста загрязнения атмосферы над Тбилиси не изменится, то формула (2) даст возможность определять уровень загрязнения в последующие годы. К примеру, к 1995 г. уровень антропогенного загрязнения в Тбилиси по сравнению с уровнем 1985 г. увеличится в 1,3 раза, а к 2000 г. — в 1,5 раз.

Следовательно, изучение динамики загрязнения атмосферы над Тбилиси в 1928—1985 гг. показывает, что тенденция антропогенного роста имеет не линейный (как это указывалось в [8] для периода 1928—1965 гг.), а экспоненциальный вид. Этот факт подчеркивает необходимость принятия срочных мер для уменьшения постоянных антропогенных источников загрязнения атмосферы над Тбилиси.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти Багратиони

(Поступило 3.6.1988)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. ბაროშვილი

აბმოსფეროს გაჭუჭყიანების თავისებურებაანი თბილისის თავში

რეზიუმე

დისტანციური, ობიექტური მეთოდით შესწავლილია თბილისის თავზე ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების დონის ცვალებადობა 1966—1985 წლებში. გაჭუჭყიანების ანთროპოგენული ზრდის ტენდენცია დახასიათებულია ექსპონენციალური სახის მრუდით. გამოთვლილია ანთროპოგენული გაჭუჭყიანების მოსალოდნელი დონე უახლოესი წლებისთვის.

L. I. BERO SHVILI

## PECULIARITIES OF ATMOSPHERIC POLLUTION ABOVE TBILISI

## Summary

A study has been made of changes in the level of atmospheric pollution in the area above Tbilisi in 1966—1985 by the long-distance optical method. The tendency towards increased anthropogenic pollution is characterized by exponential curve. The level of anthropogenic pollution for the nearest future is estimated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. В. Мосидзе. Метеорол. вест., 12, 1927.
2. Ш. В. Мосидзе. Труды Тбил. НИГМИ, вып. 1, 1956.
3. Я. А. Цуцкиридзе. Труды Тбил. НИГМИ, вып. 6, 1959.
4. Я. А. Цуцкиридзе. Радиационный и термический режимы территории Грузии. Л., 1967.
5. К. А. Таварткиладзе, Н. В. Гвасалия. Сообщения АН СССР, 73, № 3, 1974.
6. К. А. Таварткиладзе, В. К. Бахтадзе. Сообщения АН СССР, 55, № 3, 1969.
7. С. И. Сивков. Труды ГГО, вып. 14 (76), 1949.
8. К. А. Таварткиладзе. Метеорол. и гидрол., 5, 1970.
9. К. А. Таварткиладзе. Метеорол. и гидрол., 4, 1985.
10. შ. შიქიძე. მეცნიერება და ტექნოლოგია, 2, 1987.

Л. Р. ЦИРЕКИДZE.

## МИКРОФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕРРИАССКО-ГОТЕРИВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 22.5.1987)

Бериасско-готеривские отложения хорошо прослеживаются в Абхазии и представлены в основном карбонатными субплатформенными образованиями. В Западной Абхазии, где нижний мел представлен разнообразными фациями [1], они согласно сменяют титонские известняки, а в Центральной и Восточной Абхазии трансгрессивно налегают на отложения пестроцветной свиты верхней юры, а местами — на порфиритовую свиту байоса. На основании головоногих моллюсков, брахиопод и двустворчатых в этих отложениях выделены фаунистические зоны, а также слои с фауной.

Что касается фораминифер, то они в этих отложениях встречаются редко и определены только в шлифах. В долине р. Жеопсы к берриассу-готериву отнесены толсто- и среднеслоистые известняки, где в низах пачки встречаются губки и строматопоры, а выше — плохо сохранившиеся устрицы, нериней. Из фораминифер во всей толще определены: *Dorothia* sp., *Textularia* sp., *Quinqueloculina* sp., *Conorboides* sp., но по ним разграничить эти отложения невозможно.

В разрезе по р. Хашупсе в слоистых известняках с включениями кремнистых конкреций определены белемниты и фораминиферы в основном до рода. Среди них встречается *Globuligerina hauterivica* (Subb.), указывающая на готеривский возраст отложений; более древние слои не обнажены. В ущелье р. Западная Гумиста к валанжин-готериву по микрофауне отнесены трансгрессивные доломитизированные песчаные известняки, где в шлифах определена следующая ассоциация фораминифер: *Textularia* sp., *Spiroplectamina* sp., *Quinqueloculina* sp. 233 Arn. et Vann., *Q. minima* Tapp., *Pseudotriloculina* sp. 250 Arn. et Vann., *Pyrgo elliptica* Ioch., *Globuligerina hauterivica* (Subb.).

В разрезе ущ. р. Кодори слоистые доломитизированные известняки с небольшим базальным конгломератом, трансгрессивно залегающие на байосских отложениях, содержат следующие виды фораминифер: *Dorothia* cf. *kummi* (Zedl.), *D. aff. conicula* Belford, *Lenticulina muensteri* (Roem.), *Spirillina italica* Dieni, *Conorboides* sp., *Globuligerina* sp. По этой фауне данные отложения можно отнести к валанжин-готериву.

В разрезе ущ. р. Улыс к валанжину отнесены толстослоистые доломитизированные отложения, с перерывом продолжающие образования порфиритовой свиты байоса. Здесь в шлифах определен родовой состав микрофауны, характерный для данного стратиграфического уровня: *Verneulina* sp., *Textularia* sp., *Spiroplectamina* sp., *Dictyo-psella*(?) sp.

В слоистых известняках по р. Галидзга определена ассоциация фораминифер, характерная для валанжинско-готеривских отложений:



*Trocholina alpina* (Leup.), *Dorothia kummi* (Zedl.), *Textularia* sp., *Sabaudia* sp., *Conorboides* sp.

В разрезе по р. Магана в слабодолмитизированных известняках с *Amphidonta* sp. представлена валанжинская ассоциация фораминифер: *Lenticulina collignoni* Esp. et Sig., *Astacolus strombecki* (Reuss), *Conorboides valendisensis* (Bart. et Brand), *Discorbis crimicus* Scoekh.

Родовой состав фораминифер встречается в неокомских отложениях и других разрезах Абхазии, где, кроме вышеуказанных родов, определены: *Bigenerina* sp., *Lenticulina* sp., *Gaudryina* sp., *Spirillina* sp., *Turrspirillina* sp., *Discorbis* sp., но по ним уточнить возраст отложений затруднительно.

Поэтому особого внимания заслуживает нахождение в шлифах представителей кальпионеллид, по которым возможно в некоторых разрезах Абхазии датировать отдельные ярусы нижней части нижнего мела.

В разрезе по р. Магана в самых низах пачки слоистых долмитизированных известняков, наряду с фораминиферами *Textularia* sp., *Dorothia* sp., *Lenticulina* sp., определены: *Calpionella alpina* Lor., *C. elliptica* Cad., *Calpionellopsis* cf. *simplex* (Col.), *Tintinopsella* cf. *carpathica* (Murg. et Fil.), *Remaniella cadischiana* (Col.), *Lorenziella hungarica* Kn. et Nagy.

Вышеуказанный комплекс кальпионеллид дает возможность отнести эти отложения к берриасу, тем более что выше следуют известняки с упомянутым комплексом фораминифер валанжинского возраста.

В ущ. р. Бзыбь берриасский возраст отложений, слагающих Ачмардскую синклинали, устанавливается фауной аммонитов, а также кальпионеллид, где, кроме вышеперечисленных видов, определены: *Tintinnopsella* cf. *doliformis* (Col.), *Calpionellites* cf. *darderi* (Col.), *Amphorellina* cf. *subacuta* Col., *Stenosemellopsis* cf. *hispanica* (Col.) [2].

На правом берегу р. Пшица и на хребте Лакорози-Отау, сложенной карбонатной свитой, обнаружен близкий комплекс кальпионеллид, указывающий на берриасско-готеривский возраст отложений. К ним относятся: *Calpionella alpina* Lor., *Tintinnopsella carpathica* (Murg. et Fil.), *T. colomi* Boll., *T. longa* (Col.), *Calpionellopsis simplex* (Col.), *C. thalmani* (Col.), *Remaniella cadischiana* (Col.) [3].

Кальпионеллиды имеют узкое стратиграфическое распространение и по ним хорошо датируются берриасско-готеривские и частично нижнебарремские отложения не только Абхазии, но и других районов Грузии и Кавказа в целом [4—6]. На данном этапе исследований берриасско-готеривские отложения нами выделены как слои с *Calpionellidae*.

Берриасско-готеривские долмитизированные слоистые известняки Абхазии, где не были обнаружены кальпионеллиды, датированы обедненным составом фораминифер, но разграничить их не везде удается.

Многочисленная и разнообразная фауна фораминифер определена в известняках ургонской фации готеривско-нижнебарремского возраста. В разрезе по р. Ульс в массивных ургонских известняках с редкими *Requena* sp. определена богатая микрофауна, впервые отмытая из ургонских известняков. Этот типично ургонский комплекс фораминифер здесь приурочен к готеривско-нижнебарремским отложениям. К этим видам относятся: *Sabaudia* sp. 170 Arn. et Vann., *Arenobulimina* sp. *Trocholina* aff. *feifeli* (Paalz.), *T.* aff. *aptiensis* (Ioch.), *Patellina* sp.



195 Arn. et Vann., Nautiloculina cretacea Peybernes, Lenticulina cf. eichenbergi Bart. et Brand, L. nodosa (Reuss), Dictyoconus (Paleodictyoconus) barremianus (Moull.), Quinqueloculina sp. 231 Arn. et Vann., Triloculina sp., Globuligerina aff. hauterivica (Subb.), Globuligerina sp. ind. и др. Здесь в шлифах также определена многочисленная фауна фораминифер: Gaudryina sp., Textularia sp., Glomispirella sp., Eggarella sp. 130 Arn. et Vann., Quinqueloculina sp. 235 Arn. et Vann., Q. cf. robusta Neagy, Q. danubiana Neagy, Q. cf. minima Tapp., Pseudotriloculina sp. 251 Arn. et Vann., Massilina sp. 245 Arn. et Vann., Triloculina sp., Pyrgo sp., Lenticulina sp., Globuligerina aff. hauterivica (Subb.), Globuligerina sp., Conorboides sp.

В разрезе ущ. р. Магана в ургонских известняках в шлифах определен сходный комплекс фораминифер с разрезом по р. Улыс. Выше же следуют толстослойные плотные известняки, прослеживающиеся по р. Ингури, в которых определен нижебарремский аммонит *Holcodiscus cf. gastaldinus* Orb. Поэтому ургон здесь отнесен к готериву.

Такой же богатый комплекс фораминифер встречается в ургонских известняках с реквиениями и брахиодами в разрезе по р. Кодори, возраст которых верхний готерив-нижний баррем, а в разрезе по р. Галидзга ургонские известняки охватывают готерив и низы нижнего баррема, так как выше следуют толстослойные известняки с пульхеллиями — руководящей фауной верхней зоны нижнего баррема.

Весь состав ургонской микрофауны готеривско-нижебарремского возраста очень сходен с комплексом фораминифер из ургонских известняков других районов Грузии, которые выделены как слои с *Miliolidae*.

Таким образом, в берриаско-готеривских отложениях Абхазии, наряду с фораминиферами, встречаются кальционеллиды, на основании которых берриаско-нижеготеривские отложения выделены как слои с *Calpionellidae*, а известняки ургонской фации верхнеготеривско-нижебарремского возраста соответствуют слоям с *Miliolidae*, так же как и в других районах Грузии [7].

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 18.6.1987)

გეოლოგია

ლ. ცირეკიძე

აფხაზეთის ბერიასულ-პოტრივული ნალექების მიკროფაუნისტური  
დახასიათება

რეზიუმე

აფხაზეთის ბერიასულ-პოტრივულ ნალექებში ფორამინიფერებთან ერთად გვხვდება კალპიონელების საკმაო რაოდენობა, რომელთა საფუძველზე ბერიასულ-ქვედაპოტრივული ნალექები გამოყოფილია როგორც კალპიონელებიანი შრეები, ხოლო ზედაპოტრივულ-ქვედაბარემული ასაკის ურგონული კირქვები შეესაბამებიან მილიოლიდებიან შრეებს რაც ადრე საქართველოს სხვა რაიონებისათვის იყო დადგენილი.

L. R. TSIREKIDZE

 MICROFAUNISTIC CHARACTERISTICS OF THE BERRIASIAN-  
 HAUTERIVIAN DEPOSITS OF ABKHAZIA

## Summary

The Berriasian-Hauterivian deposits of Abkhazia, which along with foraminifers always contain abundant calpionellids, are described as *Calpionellidae* beds, whereas the Upper Hauterivian-Lower Barremian Urgonian limestones of Abkhazia are analogous to the *Miliolidae* beds, as it has been established elsewhere in Georgia.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Какабадзе. Сб. «Вопросы геологии северо-западной части Абхазии». Тбилиси, 1972.
2. И. В. Кванталиани, Т. А. Пайчадзе, В. А. Тодрия. Сообщения АН СССР, 102, № 3, 1981.
3. И. В. Чубинидзе, В. А. Тодрия, Г. С. Кикодзе. Труды ВНИГНИ (Груз. отд.), вып. 128. Тбилиси, 1975.
4. В. А. Тодрия. Тез. докл. Научной сессии Института палеобиологии им. Л. Ш. Давиташвили АН СССР, поев. 60-летию образования СССР. Тбилиси, 1982.
5. Л. В. Линецкая. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1971.
6. С. Ф. Макарьева. Труды ИГГСО АН СССР, вып. 644, 1984.
7. Л. Р. Цирекидзе. Сообщения АН СССР, 111, № 3, 1983.

Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ, Е. А. ЦАГАРЕЛИ

## К СТРАТИГРАФИИ ПОЗДНЕЭОЦЕНОВЫХ И РАННЕОЛИГОЦЕНОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГРУЗИНСКОЙ ГЛЫБЫ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 23.6.1987)

В пределах Грузинской глыбы, выше коричневато-серых мергелей эгрисской свиты низов верхнего эоцена (зона *Globigerina turcmenica*, *Discoaster saipanensis*, слой с *Lyrolepis caucasica*, слой с *Nummulites Schavannesi*, *N. budensis*), залегают зеленовато-серые мергели аргветской свиты (мощность до 80 м). В некоторых мелководных прибрежных участках данного морского бассейна в позднем эоцене (позднеаргветское время) отлагались известковистые песчаники и песчанистые известняки (агвские слои), песчаники, известковые глины, а также глыбовые брекчии — олистостромы (мацестинская свита).

По р. Эрисцкали (Западная Грузия) в нижней большей части аргветской свиты содержатся планктонные фораминиферы зоны *Globigerapsis tropicalis*: *Globigerapsis tropicalis* Blow et Bann., *G. index* (Finl.), *Globigerina corpulenta* Subb., *G. gortanii* Bors., *G. subtriloculinoides* Chal., *G. angiporoides* Horn., *G. galavisi* Berm., *G. ouchitaensis* Howe et Wall., *G. pseudovenezuelana* Bann et Blow., *G. tripartita* Koch., *G. praebulloides* Blow, *Globorotalia centralis* Cushman et Berm., *G. pomeroli* Bolli., *G. cerroazulensis* (Cole), *G. cocolaensis* Cushman. (в верхней части), *Globigerinita howei* Bann. et Blow., *Globigerinata* *barri* Bronn., *Pseudohastigerina micra* (Cole). Аналогичная ассоциация планктонных фораминифер этой части аргветской свиты устанавливается и в других разрезах Грузии: несколько западнее по р. Окорачи, а также в центральной части Грузинской глыбы, близ с. Дзеври (район Чхари-Аджамети). Обращает на себя внимание присутствие в верхней части рассматриваемого интервала *Globorotalia cocolaensis* Cushman., являющегося видом-индексом одноименной зоны (или подзоны). По палеонтологической характеристике и положению в разрезе рассматриваемая зона Грузии может быть сопоставлена с зонами *Globigerapsis seminivoluta* и *Globorotalia cocolaensis* Армении [1]. Последние в некоторых регионах выделяются в ранге подзон зоны *Globigerina corpulenta* [2].

В верхней части аргветской свиты непосредственно над отложениями зоны *Globigerapsis tropicalis* были обнаружены следующие планктонные фораминиферы: *Globigerina corpulenta* Subb., *G. gortanii* Bors., *G. ampliapertura* Bolli., *G. officinalis* Subb., *G. prasaepsis* Blow, *G. ouchitaensis* Howe et Wall., *G. pseudovenezuelana* Blow et Bann., *G. tripartita* Koch., *G. pseudoampliapertura* Blow et Bann., *G. praebulloides* Blow, *G. galavisi* Berm., *Globorotalia centralis* Cushman et Berm., *G. permicra* Blow et Bann.,





*Pseudohastigerina micra* (Cole). Сходный по составу комплекс фораминифер прослеживается также в верхних слоях аргветской свиты (верхние 1—1,5 м) по р. Эрискали и близ с. Дэври (бассейн р. Квирила). Названные мелкие фораминиферы характерны для зоны *Globorotalia centralis*. Этот комплекс мало отличается от состава зоны *Globorotalia centralis-Globigerina gortanii* Аргвеи [1] и можно считать их практически изохронными. В мергелях аргветской свиты по нанопланктону выделяются три зоны: *Chiasmolithus oamariensis*, *Is'molithus recurvus* и *Sphenolithus pseudoradians* [3]. Нижняя граница зоны *Chiasmolithus oamariensis* отбивается несколько выше той же границы зоны *Globigerapsis tropicalis*. Нижняя граница зоны *Sphenolithus pseudoradians* почти совпадает или проходит несколько ниже подошвы зоны *Globorotalia centralis*.

В междуречье Гумиста-Шидквара в верхнем слое аргветской свиты были обнаружены моллюски: *Variamussium fallax* Korob., *Chlamys cf. mayeri* Hofm. Примерно на этом же уровне у с. Хунци (р. Цхенисцкали) присутствуют *Ostrea cufeteleti* Nyst., *Pycnodonta brogniarti* Bronn. В агвских слоях Лечхуми найдены: *Spondylus buchi* Phil., *Sp. paucispinatus* Bell., *Sp. planicostatus* d' Arch., *Sp. cf. bifrons* Muenst., *Clamys biarritzensis* d' Arch., *Amussium corneum* Sow., *Pycnodonta brogniarti* Bronn., *Ostrea cufeteleti* Nyst., *Conus diversiformis* Desh., *Turritella cf. imbracataria* Lam. и др. [4]. Комплекс моллюсков очень сходен с аналогичным комплексом верхнего эоцена Северного Кавказа [5, 6].

В литостратиграфических подразделениях верхнего эоцена Грузинской глыбы и смежных районов присутствуют: *Nummulites budensis* Hant., *N. bouillei* de la Harpe, *N. chavannesi* de la Harpe, *N. incrassatus* de la Harpe. и др. Интересно отметить, что в глыбовых брекчиях и в песчано-глинистых образованиях бассейнов рр. Арагви и Ксани, принадлежащих, очевидно, к самой верхней части верхнего эоцена, совместно с *Nummulites fabianii* (Prev.), *N. chavannesi* de la Harpe, *N. incrassatus* de la Harpe встречается *Nummulites fabianii retiatus* Rov. [7].

На Грузинской глыбе к олигоцену относятся образования майкопской серии. Они во многих разрезах несогласно налегают на разновозрастные слои. В нижней части олигоцена выделяется хадумская свита, слагаемая серыми и коричнево-серыми слабоизвестковистыми глинами, местами с прослоями песчаников. В восточной части Грузинской глыбы нижний олигоцен более песчаный — увеличиваются и количество, и мощность прослоев песчаников.

В Западной Грузии (р. Эрисцкали) в нижней части хадумской свиты были найдены планктонные фораминиферы зоны *Globigerina tapuriensis*: *Globigerina tapuriensis* Bann., *G. ampliapertura* Bolli, *G. officinalis* Subb., *G. ouchitaensis* Howwe et Wall., *G. prasaepis* Blow, *G. tripartita* Koch., *G. pseudoampliapertura* Bann. et Blow, *G. praebulloides* Blow, *G. galavisi* Berm., *Globorotalia permicra* Bann. et Blow, *G. opima* Bann. *Pseudohastigerina micra* (Cole), *Ps. barbadoensis* Blow. Аналогичный комплекс фауны присутствует также в разрезах с. Блабурхва, р. Окорани и др. (Абхазия).

В нижних слоях хадумской свиты выделяется зона *Clausiocoelus subdistichus* по нанопланктону. Нижняя граница этой зоны проходит чуть ниже (0,4—0,8 м) той же свиты [4].



В ряде разрезов Западной Грузии (рр. Гумиста, Окорани, Эрицкали, сс. Менджи, Салхино) в отложениях хадумской свиты, наряду с *Planorbella*, И. В. Качарава определил *Nucula comta* Goldf., *Nucula chasteli* Nyst., *Nuculana* cf. *chadumica* Kor., *Abra bosqueti* Semp., *Bathiarca saxonica* Koen., *Corbula conglobata* Koen., *Cuspidaria varicoscosta* Kor., *Dentalium povaki* Koen. и др. В Восточной Грузии (с. Урбниси) на этом уровне были обнаружены: *Nucula comta* Goldf., *Melanopsis hantkeni* Hofm., *Tympanotonos margaritaceum* Brocchi, *Aporhais speciosa* Schloth., *Tornatellaea simulata* Sol. и др. [8]. Комплекс перечисленных моллюсков близко стоит к хадумскому комплексу разрезов юга СССР.

В вышележащих отложениях майкопской серни в западной части Грузинской глыбы местами выделяются остракодовые слои, представленные слабоизвестковистыми и неизвестковистыми глинами, редко встречаются прослой мергелей и песчаников. В них присутствуют представители солоноватоводных моллюсков. В восточной части рассматриваемой территории (с. Урбниси) на этом стратиграфическом уровне в песчаниках (до 30 м) содержатся *Urbnisia lata* Gontsch., *Cerastoderma* cf. *saragoticum* (Nossov), *C. samodurovi* Merkl., *Ergenica cimlanica* (Pop.), *Erg. bultunensis* Merkl., *Lenticorbula bogatschovi* (Vial.), *Janschinella garetskii* Merkl. Этот солоноватоводный комплекс моллюсков характерен для т. н. соленовских слоев юга СССР [8].

Из вышележащего следует, что установленные в пограничных отложениях эоцена и олигоцена Грузинской глыбы зоны и комплексы (фораминиферы, нанопланктон, моллюски) по составу весьма близко стоят с таковыми смежных регионов Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 25.6.1987)

ბიოლოგია

ბ. სალუჰვაძე, ე. ცაბარელი

საქართველოს ბელტის ზედაეოცენური და კვედაოლიგოცენური ნალექების სტრატობრაფიისათვის

რეზიუმე

საქართველოს ბელტის ზედა ეოცენისა და ოლიგოცენის მოსაზღვრე ნალექებში ფორამინიფერებით, მოლუსკებით და ნანობლანქტონით გამოყოფილი ზონები შემადგენლობით უახლოვდებიან კავკასიის მეზობელი რეგიონების შესაბამის ზონებს.

N. Sh. SALUKVADZE, E. A. TSAGARELI

ON THE STRATIGRAPHY OF THE UPPER EOCENE AND LOWER OLIGOCENE DEPOSITS OF THE GEORGIAN BLOCK

Summary

In the adjacent deposits of the Upper Eocene and Lower Oligocene of the Georgian Block zones distinguished by foraminifers, molluscs and nanoplankton are compositionally similar to corresponding zones of the neighbouring regions of the Caucasus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Крашенинников, Н. Г. Музылев, А. Е. Птухян. *Вопр. микропалеонт.*, вып. 27, 1985.
2. В. А. Крашенинников, Г. И. Нешков. *Вопр. микропалеонт.*, вып. 18, 1975.
3. Т. Т. Гавтадзе. *Труды ГИН АН ГССР*, нов. сер., вып. 89, 1985.
4. В. Д. Эпиташвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1966.
5. И. А. Коробков. *Советская геология*, № 9, 1961.
6. И. А. Коробков. *Ежегодник ВПЛ*, т. XXI, 1978.
7. М. Г. Леонов. *Труды ГИН АН ГССР*, вып. 199, 1975.
8. Ж. Р. Казахашвили. *Палеобиологическая история моллюсковой фауны*. Тбилиси, 1984.

Н. А. АСЛАНИКАШВИЛИ, З. Н. КИЛАСОНИЯ

## ГАГАТЫ КАВКАЗА И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ГЕНЕЗИСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 18.4.1988)

Месторождения и проявления гагатов в пределах Грузии и Южного Дагестана при множестве общих признаков обнаруживают ряд отличительных особенностей, в немалой степени обусловленных условиями их образования. Гагатоносные отложения нижнеааленского возраста Южного Дагестана, батского Западной Грузии (Ткибули-Гелатский район) и верхнесарматского Картлийской депрессии относятся к трем различным фаціальным типам: прибрежно-морскому, лагунному и озерному. Следовательно, обстановку осадконакопления в период образования гагатоносной толщи в этих трех районах можно представить следующим образом.

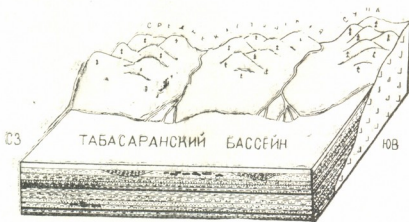


Рис. 1. Блок-диаграмма обстановки осадконакопления в Южном Дагестане в эпоху образования гагатоносного горизонта (составлена при участии Д. Г. Табидзе)

На Юго-Восточном Кавказе в раннеааленском веке устанавливается некоторое усиление восходящих движений [1], в результате чего в зоне Главного и Бокового хребтов образовался мелководный бассейн (рис. 1), в который материал поступал главным образом из горных массивов, расположенных на северо-востоке района. Вероятнее всего, вертикальные колебательные движения не раз возобновлялись и в результате частых колебаний береговой линии мелководная часть моря временами подвергалась заболачиванию. Вследствие этого нижнеааленские отложения (карахская свита) обнаруживают ярко выраженное циклическое строение и содержат пласты угля различной мощности. Судя по нашим наблюдениям, накопление гагатов происходило в промежутках — во время кратковременного перекрытия болот морскими песчано-глинистыми осадками, поскольку в разрезе скопления гагатов находятся на различных уровнях — на определенном расстоянии от угольных пластов. Материал в бассейн осадконакопления поступал в основном из горных массивов, расположенных на месте Каспийского моря, сложенных метаморфическими и эффузивными образованиями. Однако следует иметь в виду, что во

время накопления угленосной свиты вместе с материалом, сносимым с массива, в значительном количестве накапливались продукты размыва пород нижнего аалена, которые оказались в это время обнаженными на участках, освобожденных временно от моря [1]. На это указывают редкие прослои конгломератов с галькой, содержащей нижнеааленскую фауну. Вместе с тем, бассейн осадконакопления, по всей вероятности, испытывал весьма интенсивное погружение. О быстром захоронении свидетельствует наличие в этих слоях совершенно неокисленных фрагментов гагата. Об этом же говорят результаты изучения особенностей распределения глинистых минералов в отложениях карахской свиты. Как известно, глинистые минералы обладают способностью реагировать на малейшие изменения среды. В данном случае комплекс глинистых минералов состоит из слорита, неупорядоченных смешаннослойных гидрослюда-монтмориллонитовых образований и каолинита. Смешаннослойные гидрослюда-монтмориллонитовые образования могут встречаться повсеместно, за исключением гумидных континентальных накоплений. Каолинит свойствен в основном осадкам гумидной зоны; в морских отложениях, как известно, могут встречаться лишь единичные его частицы. В данном случае нахождение несовершенной морфологической разновидности каолинита может свидетельствовать лишь о том, что минерал попал в несвойственную ему среду и пребывал в ней непродолжительное время, поскольку не успел испытать качественные превращения в виде образований промежуточных смешаннослойных фаз с реликтами двухэтажных слоев. А это можно объяснить лишь быстрым захоронением. По данным Ч. М. Халифа-Заде и А. М. Магомедова [2], образование осадков карахской свиты происходило на небольших глубинах (50—100 м) при весьма активном гидродинамическом режиме. На это указывают и обнаруженные нами крупные фрагменты гагата, содержащие тонкие прослои (0,2—0,5 см) алевролитов.

Таким образом, следует полагать, что образование гагатоносных отложений Южного Дагестана происходило на относительно небольших глубинах прибрежно-морского бассейна в условиях активного гидродинамического режима. Источником питания являлся горный

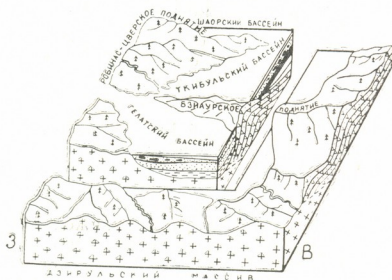


Рис. 2. Блок-диаграмма обстановки осадконакопления в Окрибе в эпоху образования гагатоносного горизонта (составлена при участии Д. Г. Табидзе)

массив, высота которого не превышала 1650 м, а склоны гор были покрыты обильной растительностью, среди которой методом спорово-пыльцевого анализа устанавливаются и хвойные семейства араукариев [2], которые явились исходным материалом для образования гагатов.

Формирование гагатоносных отложений батского возраста Ткибули-Гелатского района происходило в бассейне лагунного типа (рис. 2) с непрерывным процессом седиментации, сопровождающейся опреснением. Материал в бассейн поступал из расположенного южнее Дзиркульского кристаллического массива, сложенного гранитоидами палеозойского возраста, который в батском веке испытывал интенсивное поднятие. Это, в свою очередь, усиливало деятельность рек и постепенное вытеснение лагунных фаций речными, дельтовыми и пойменными [3]. На участках, отдаленных от источника сноса, началось образование болот, которые в периоды половодий затоплялись, и мелкозернистый песок перекрывал отложения торфа. Дальнейшее поднятие массива, по-видимому, усиливало приток более крупнозернистого материала, в результате чего образовалась т. н. «свита верхних песчаников», к которой приурочены скопления гагатов. Судя по всему, Ткибули-Гелатский палеобассейн характеризовался относительно спокойным гидродинамическим режимом. Об этом, помимо прочих факторов, свидетельствует наличие в батских отложениях массивных крупных фрагментов гагата, в которых, в отличие от дагестанских гагатов, совершенно отсутствует примесь терригенного материала.

Гагатоносные отложения верхнесарматского возраста Картлийской депрессии носят ярко выраженный континентальный характер. Мощная (1500 м) толща, сложенная конгломератами, песчаниками и карбонатно-глинистыми породами, накапливалась, по всей вероятности, в мелководном бассейне озерного типа, а частично — в условиях эстуария или дельты. В целом условия, оптимальные для формирования гагата, создавались отчасти благодаря обилию карбонатного материала и сравнительно высоким скоростям осадконакопления. Наряду с этим, небольшая глубина бассейна препятствовала созданию резковосстановительной среды, поскольку в гагатах сарматского возраста, в отличие от юрских, не наблюдается развития пирита и сидерита.

Вышеизложенное позволяет указать на некоторые факторы, имеющие по всей видимости, существенное значение при формировании гагата. Важнейшим из них представляется наличие исходного материала в виде древесины хвойных, в частности семейства араукариев, которая при благоприятном стечении обстоятельств попадает в слабощелочной бассейн (pH 7—9, rH OМv), испытывающий интенсивное опускание (в противном случае продолжительное пребывание древесины на поверхности приводит к ее окислению), где наиболее стойкие части (Кoniferales), благодаря высокому содержанию антисептических веществ и фенолов, через промежуточную фазу (липтогелид) превращаются в битумоид, а затем в гагат [4]. Таким образом, следует полагать, что процессом превращения битумоида в гагат, происходящим на стадии диагенеза, завершается биохимическое формирование гагата с образованием характерной структуры, опять-таки на стадии диагенеза. Дальнейшая же история гагатов контролируется геохимическими факторами, в основном температурой и давлением.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что физико-химические и структурные свойства гагата на различных этапах литогенеза должны находиться в функциональной зависимости от этих факторов.

ბ. ასლანიკაშვილი, ზ. კილასონია

კავკასიის გიშრები და მათი წარმოშობის ზოგი თავისებურება

რეზიუმე

კავკასიის გიშრების კომპლექსური შესწავლის შედეგად დადგინდა იქნა მათი წარმოშობის პირობები. სამხრეთ დაღესტნის ქვედაალენური ასაკის გიშრის საბადოები წარმოქმნილია სანაპირო ზღვიურ აუზში, რომლითაც პერიოდულად იფარებოდა აქ გავრცელებული ჭაობები. ბათური ასაკის გიშრის საბადოები ტყიბულ-გელათის რაიონში გენეტურადა დაკავშირებული ლაგუნურ ნალექებთან, აღმოსავლეთ საქართველოში (ქართლის დებრესია) არსებული ზედასარმატული ასაკის მრავალრიცხოვანი გიშრის გამოვლინებები კი უკავშირდება კონტინენტურ, ძირითადად ტბურ ნალექებს.

LITHOLOGY

N. A. ASLANIKASHVILI, Z. N. KILASONIA

## GAGATES OF THE CAUCASUS AND SOME PECULIARITIES OF THEIR GENESIS

Summary

Conditions of the origin of gagates in the Caucasus have been outlined by complex investigations. Gagate occurrences in the Lower Aalenian Karakh suite of southern Daghestan were formed under shallow marine conditions of a near-shore basin with active hydro-dynamic regime. Bathonian gagates in western Georgia occur in lagoonal deposits, and in eastern Georgia Upper Sarmatian gagates accumulations occur in continental, lake and deltaic deposits.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Канчели. Труды КИМСа. Тбилиси, 1960.
2. Ч. М. Халифа-Заде, А. М. Магомедов. Среднеюрские отложения восточной части Большого Кавказа. М., 1982.
3. Г. С. Дзоценидзе, Н. И. Схиртладзе. Литология и палеогеография пологих среднеюрских угленосных отложений Западной Грузии. Тбилиси, 1951.
4. Д. Г. Минчев. Годишник на Софийская университет «Климент Орхидки», т. 74, 1983.

М. К. ЧИЧИНАДЗЕ

## КАЛЬЦИТ-СУЛЬФИДНЫЕ РУДЫ ЧОРДСКОГО БАРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 5.1.1988)

Представления об условиях образования Чордского баритового месторождения сводятся к двум основным гипотезам. Согласно первой, принадлежащей В. Г. Гогитшвили и его последователям [1, 2], мономинеральные баритовые руды являются фронтальной частью единой рудно-метасоматической колонки полиметаллического оруденения, а на глубине залегают промышленные свинцово-цинковые руды квайсинского типа. Вторая гипотеза, выдвинутая В. В. Надирадзе [3], рассматривает баритовые руды в качестве самостоятельной рудной формации, не имеющей ничего общего со свинцово-цинковым оруденением.

Проведенные нами исследования предполагали разработку генетической модели Чордского баритового месторождения. В связи с этим необходимо было установить роль сульфидной минерализации, сопряженной с баритовыми рудами.

Основным объектом изучения служила жила № 1 на участке Гвалвана, которая простирается на северо-запад с азимутом 280—285° и падает на северо-восток под углом 65—80°. Жила прослежена на 620 м по простиранию и на 180 м по падению. Мощность ее колеблется от 20—25 см в пережимах до 2,5—5 м в раздувах, составляя в среднем 1,5—2 м. Пострудные нарушения приводят к дроблению баритовой массы, они образуют систему прожилков, выполненную кальцит-сульфидными рудами. Прожилки эти сопровождают баритовую жилу главным образом на средних и в меньшей степени на верхних горизонтах, развиваясь во вмещающих породах, вдоль лежачего бока жилы. В раздувах они проникают в баритовую массу, растекаются по пинакоидальным плоскостям спайности баритовых кристаллов, размазываются по жиле, концентрируются в виде рудных гнезд различного размера. Кальцит пропитывает баритовую массу наиболее интенсивно на зальбандах жилы; вдоль кальцит-сульфидных прожилков и гнезд в барите развивается мощная зона кальцитизации и сульфидизации. Часто можно наблюдать цементацию сульфидами раздробленной баритовой массы.

Минеральный состав прожилков довольно прост: они сложены пиритом, марказитом с незначительной примесью сфалерита, галенита и мелкокристаллического барита; жильные минералы представлены кальцитом, реже кварцем. Сфалерит и галенит концентрируются преимущественно по зальбандам прожилков, и там, где их количество возрастает, прожилки приобретают полосчатый облик. Шестоватые кристаллы марказита и зерна кальцита обычно характеризуются поперечным развитием; местами в центральных частях прожилков образуются друзы кальцита, что свидетельствует о крустификационном механизме образования кальцита-сульфидных прожилков.

Преобладающими сульфидными компонентами являются пирит и марказит. Они присутствуют преимущественно в виде крупнокристаллических агрегатных скоплений, значительно реже в виде колломорф-





ных или метаколлоидных образований. Соотношения пирита и марказита неоднозначны. На средних горизонтах развиты пирит-марказитовые совместные выделения и агрегатные сростки. На верхних же горизонтах, наряду с дисульфидными агрегатами, проявляется и марказит, явно наложенный на пирит. К тому же отмечается тенденция увеличения доли пирита на верхних горизонтах. Анализ распределения кобальта между пиритом и марказитом по известной методике [4] свидетельствует о четко проявленных двух типах распределения (рис. 1). Для верхних горизонтов месторождения накопление примеси

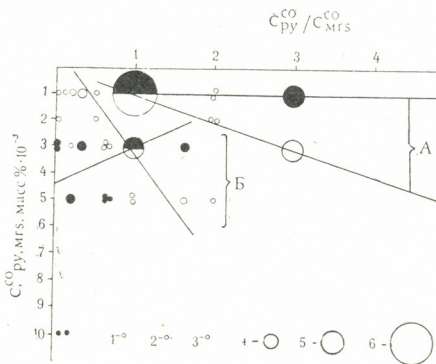


Рис. 1. Распределение кобальта между пиритом и марказитом: 1—марказит; 2—пирит (единичные анализы); 3—4 анализа; 4—7 анализов; 5—до 16 анализов; 6—40 анализов

в пирите не влияет на величину ее концентрации в марказите (кривая А). На средних же горизонтах наблюдается равномерное распределение кобальта, характерное для одновременной неравновесной кристаллизации исследуемых двух дисульфидов железа (кривая В). Отсюда следует, что на средних горизонтах месторождения произошло массовое выпадение сульфидов путем одновременной неравновесной садки. Дальше на верхние горизонты проникали лишь разбавленные остаточные растворы, из которых отлагался сначала пирит, а затем, после падения температуры, марказит.

Матрица значимой парной корреляции между главными компонентами баритовых руд жилы № 1 Чордского месторождения

Факторы	Мощность	Барит	Кальцит	Кварц	Дисульфиды железа
Мощность	1,00	-0,62	0,28	0,41	
Барит		1,00	-0,36	-0,73	
Кальцит			1,00	0,15	
Кварц				1,00	
Дисульфиды железа					1,00

В таблице приводятся значимые коэффициенты парной корреляции между главными компонентами баритовых руд, анализ которых приводит к следующему выводу: сульфидная фракция не имеет корреляции ни с одним из геохимических показателей руд, что указывает на независимый генезис наложенной сульфидной минерализа-

ции. К тому же отрицательная корреляция содержания барита раздо более интенсивно выражена с кварцем, чем с кальцитом, что можно объяснить существованием двух генераций кальцита, более поздняя из которых связана с наложенными на баритовые руды прожилками.

Таким образом, можно заключить, что сульфидная минерализация Чордоского баритового месторождения носит независимый характер и на нижних горизонтах не следует ожидать концентрации сульфидных руд.

Кавказский институт  
 минерального сырья  
 им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 8.1.1988)

მინერალოგია

მ. შიჩინაძე

ჩორდის ბარიტის საბადოს კალციტ-სულფიდური მადნები

რეზიუმე

ჩორდის საბადოს კალციტ-სულფიდური ძარღვაკული მინერალიზაცია ზედნადებია ბარიტის მადნების მიმართ და აქვს დამოუკიდებელი ხასიათი. ეს მტკიცდება ბარიტისა და სულფიდური მინერალიზაციის ურთიერთდამოკიდებულებით და მთავარი მადანთწარმოქმნელი კომპონენტების გეოქიმიური მაჩვენებლებით.

MINERALOGY

M. K. CHICHINADZE

CALCITE-SULPHIDE ORES OF CHORDIAN BARITE DEPOSITS

Summary

Streaky calcites-sulphide mineralization of Chordian barite deposits superimposes barite ores and has its own independent character. This is confirmed by relationships between barite and sulphide ores as well as by geochemical indexes of main ore-forming components.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Гогишвили, В. Д. Гуниава, И. П. Ратман, Т. Ш. Гогишвили. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1976, 99—115.
2. Г. В. Гигиадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1983.
3. В. В. Надирадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1968.
4. А. Г. Твалчрелидзе, И. Г. Нарозаули. Сообщения АН СССР, 105, № 2, 1982, 333—336.



Р. Э. ГУСЕЙНОВ

О ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ О КОЛЕБАНИЯХ  
 МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ  
 ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

(Представлено академиком Э. А. Сехниашвили 7.2.1988)

Рассмотрим вынужденные колебания консоли с учетом изгиба, сдвига, инерции вращения и кручения в линейной постановке. Полагая, что поперечное сечение имеет одну ось симметрии, и колебания происходят в плоскости, перпендикулярной этой оси, имеем

$$B \ddot{z} + Az = f,$$

где

$$A = \begin{pmatrix} -(\mathcal{J}_{II}[\cdot]')' + \mathcal{J}_C[\cdot] & -\mathcal{J}_C[\cdot]' & 0 & 0 \\ (\mathcal{J}_C[\cdot]') & -(\mathcal{J}_C[\cdot]')' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -(\mathcal{J}_P[\cdot]')' & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -(\mathcal{J}_K[\cdot]')' \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{pmatrix} I_{II}[\cdot] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \rho[\cdot] & 0 & \rho e[\cdot] \\ 0 & 0 & \rho[\cdot] & 0 \\ 0 & \rho e[\cdot] & 0 & (I_K + \rho e^2)[\cdot] \end{pmatrix},$$

$$f = (0, -\rho \ddot{y}_0, -\rho \ddot{u}_0, -\rho e \ddot{y}_0)^T, z = (\gamma, y, u, \varphi)^T.$$

Здесь мы считаем, что уравнение сведено к безразмерной форме; штрихи означают производные по координате  $x$ , точки — по времени  $t$ ;  $\mathcal{J}_{II}$ ,  $\mathcal{J}_C$ ,  $\mathcal{J}_P$ ,  $\mathcal{J}_K$  — жесткости при изгибе, сдвиге, растяжении (сжатии) и кручении;  $I_{II}$ ,  $I_K$  — моменты инерции единицы длины консоли при вращении и кручении;  $\rho$  — масса единицы длины;  $e$  — расстояние между центрами масс и изгиба поперечного сечения;  $y_0$ ,  $u_0$  — заданные движения основания консоли.

Пусть  $0 < \mathcal{J}_{II}$ ,  $\mathcal{J}_C$ ,  $\mathcal{J}_P$ ,  $\mathcal{J}_K$ ,  $\rho$ ,  $I_{II}$ ,  $I_K < \infty$ ,  $0 \leq e < \infty$  — кусочно-гладкие функции с возможными разрывами первого рода в точках  $\{\xi_j\}$ ,  $j=1, \dots, M$ , причем  $e(x)$  — непрерывна;  $x \in \Omega = [0, 1]$ ,  $t \in \Theta = [0, 1]$ ;  $L_2(\Omega)$  — пространство квадратично суммируемых на  $\Omega$  функций;  $\langle \cdot, \cdot \rangle$ ,  $\|\cdot\|$  — скалярное произведение и норма в  $(L_2(\Omega))^4$ . Область определения оператора  $A$  есть

$$D(A) = \{(\gamma, y, u, \varphi)^T | \gamma', y', u', \varphi' \in L_2(\Omega);$$

$$(\mathcal{J}_{II} \gamma')', (\mathcal{J}_C (y' - \gamma'))', (\mathcal{J}_P u')', (\mathcal{J}_K \varphi')' \in L_2(\xi_j, \xi_{j+1}),$$

$$j=0, 1, \dots, M, \xi_0=0, \xi_{M+1}=1;$$

$$\gamma(0) = y(0) = u(0) = \varphi(0) = 0, \gamma'(1) = y'(1) - \gamma'(1) = u'(1) = \varphi'(1) = 0,$$



$$\begin{aligned} \gamma(\xi_j-0) &= \gamma(\xi_j+0), \quad y(\xi_j-0) = y(\xi_j+0), \quad u(\xi_j-0) = u(\xi_j+0), \\ \Phi(\xi_j-0) &= \Phi(\xi_j+0), \quad (\mathcal{K}_{II} \gamma')(\xi_j-0) = (\mathcal{K}_{II} \gamma')(\xi_j+0), \\ (\mathcal{K}_C (y' - \gamma))(\xi_j-0) &= (\mathcal{K}_C (y' - \gamma))(\xi_j+0), \quad (\mathcal{K}_P u')(\xi_j-0) = \\ &= (\mathcal{K}_P u')(\xi_j+0), \quad (\mathcal{K}_K \Phi')(\xi_j-0) = (\mathcal{K}_K \Phi')(\xi_j+0), \\ j &= 1, \dots, M \} \subset (L_2(\Omega))^4, \\ D(B) &= (L_2(\Omega))^4, \quad f \in (L_2(\Omega \times \Theta))^4. \end{aligned}$$

Операторы  $A, B$  — симметричные и положительно-определенные:

$$\begin{aligned} \langle A z_1, z_2 \rangle &= \langle z_1, A z_2 \rangle = \\ &= \int_0^1 (\mathcal{K}_{II} \gamma_1' \gamma_2' + \mathcal{K}_C (y_1' - \gamma_1) (y_2' - \gamma_2) + \mathcal{K}_P u_1' u_2' + \mathcal{K}_K \Phi_1' \Phi_2') dx, \\ \langle B z_1, z_2 \rangle &= \langle z_1, B z_2 \rangle = \\ &= \int_0^1 (I_{II} \gamma_1 \gamma_2 + \rho (y_1 + e \Phi_1) (y_2 + e \Phi_2) + \rho u_1 u_2 + I_K \Phi_1 \Phi_2) dx, \end{aligned}$$

$$\langle A z, z \rangle \geq \alpha^2 \|z\|^2, \quad \alpha^2 = \min_{x \in [0, 1]} \left\{ 2 \mathcal{K}_K, 2 \mathcal{K}_P, \frac{1}{2} \mathcal{K}_C, \frac{2}{3} \mathcal{K}_{II} \right\},$$

$$\langle B z, z \rangle \geq \beta^2 \|z\|^2, \quad \beta^2 = \min_{x \in [0, 1]} \left\{ I_{II}, \frac{1}{2} \rho, I_K / (1 + 2 e^2) \right\}.$$

Пусть  $H_A$  — энергетическое пространство оператора  $A$ ,  $\langle \cdot, \cdot \rangle_{H_A} = [\cdot, \cdot]$ ,  $\|\cdot\|_{H_A} = [\cdot]$ . Следуя [1], назовем обобщенным решением исходной задачи такую функцию  $z(x, t)$ , которая при каждом  $t$  принадлежит  $H_A$ , обладает производной  $\ddot{z} \in (L_2(\Omega \times \Theta))^4$  и почти всюду на  $\Theta$  удовлетворяет соотношениям

$$\langle B \ddot{z}, v \rangle(t) + [z, v](t) = \langle f, v \rangle(t), \quad (1)$$

$$\langle z, w \rangle|_{t=0} = \langle z_{(0)}, w \rangle, \quad \dot{\langle z, w \rangle}|_{t=0} = \langle \dot{z}_{(0)}, w \rangle, \quad (2)$$

при  $\forall v, w \in H_A$ , где  $z(x, 0) = z_{(0)}(x)$ ,  $\dot{z}(z, 0) = \dot{z}_{(0)}(x)$  — заданные начальные условия;  $z_{(0)}, \dot{z}_{(0)} \in H_A$ .

Будем искать полудискретное приближение  $z_h$  по методу Бубнова — Галеркина к решению  $z$  задачи (1), (2). В качестве базисных функций  $\psi_j$ ,  $j = 1, \dots, N$  выберем нормированные функции-крышки, аппроксимирующие свойства которых даны, например, в [1, 2]. Тогда

$$\gamma_h(x, t) = \sum_{j=1}^N \gamma_j(t) \psi_j(x), \quad y_h(x, t) = \sum_{j=1}^N y_j(t) \psi_j(x),$$

$$u_h(x, t) = \sum_{j=1}^N u_j(t) \psi_j(x), \quad \Phi_h(x, t) = \sum_{j=1}^N \Phi_j(t) \psi_j(x),$$

где  $\gamma_j, y_j, u_j, \Phi_j$  определяются из систем уравнений

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^N \gamma_j \int_0^1 (\mathcal{K}_{II} \psi_j' \psi_j' + \mathcal{K}_C \psi_j \psi_i) dx - \sum_{j=1}^N y_j \int_0^1 \mathcal{K}_C \psi_j' \psi_i dx + \\ & \quad + \sum_{j=1}^N \ddot{y}_j \int_0^1 I_{II} \psi_j \psi_i dx = 0, \\ & - \sum_{j=1}^N \gamma_j \int_0^1 \mathcal{K}_C \psi_j \psi_i' dx + \sum_{j=1}^N y_j \int_0^1 \mathcal{K}_C \psi_j' \psi_i' dx + \sum_{j=1}^N \ddot{y}_j \int_0^1 \rho \psi_j \psi_i dx + \\ & \quad + \sum_{j=1}^N \ddot{\Phi}_j \int_0^1 \rho e \psi_j \psi_i dx = - \ddot{y}_0(t) \int_0^1 \rho \psi_i dx, \\ & \sum_{j=1}^N u_j \int_0^1 \mathcal{K}_P \psi_j' \psi_i' dx + \sum_{j=1}^N \ddot{u}_j \int_0^1 \rho \psi_j \psi_i dx = \\ & \quad = \ddot{u}_0(t) \int_0^1 \rho \psi_i dx, \\ & \sum_{j=1}^N \Phi_j \int_0^1 \mathcal{K}_K \psi_j' \psi_i' dx + \sum_{j=1}^N \ddot{\Phi}_j \int_0^1 \rho e \psi_j \psi_i dx + \\ & \quad + \sum_{j=1}^N \ddot{\Phi}_j \int_0^1 (I_K + \rho e^2) \psi_j \psi_i dx = - \ddot{y}_0(t) \int_0^1 \rho e \psi_i dx, \\ & \quad i=1, \dots, N, \end{aligned}$$

или, короче,

$$\widehat{B} \ddot{\tau} + \widehat{A} \tau = \widehat{f}, \quad (3)$$

где

$$\tau = (\gamma_1, \dots, \gamma_N, y_1, \dots, y_N, u_1, \dots, u_N, \Phi_1, \dots, \Phi_N)^T,$$

$\widehat{B}, \widehat{A}$  — разреженные, симметричные и положительно-определенные матрицы масс и жесткости;  $\widehat{f}$  — вектор нагрузок.

Аналогично [1] можно показать, что если выбрать такое разбиение  $\{x_j\}$ ,  $j=0, \dots, N$  отрезка  $\Omega$ , что  $\{\xi_j\}_{j=1}^M \subseteq \{x_j\}_{j=1}^{N-1}$ , то имеет место следующая оценка скорости сходимости  $z_h$  к  $z$ :

$$\max_{i \in \Theta} ((B(z - z_h), z - z_h) + [z - z_h]^2)^{1/2} \leq ch,$$

где константа  $c > 0$  не зависит от

$$h = \max_{j=0, \dots, N-1} \{x_{j+1} - x_j\}.$$



Для решения же системы (3) обыкновенных дифференциальных уравнений можно воспользоваться разностными методами совместно с алгоритмами решения больших разреженных систем алгебраических уравнений (см. [3]).

Академия наук Грузинской ССР  
Институт вычислительной математики  
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 11.2.1988)

სამშენებლო მექანიკა

რ. გუსეინოვი

ბანაწილეზული ცვლადი პარამეტრების მქონე მუდმივი სისტემის რხევის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ცვლადი პარამეტრების მქონე კონსოლური ძელის იძულებითი რხევითი ამოცანის რიცხვითი ამოხსნა ლუნვის, ძვრის, ბრუნვის ინერციისა და გრეხვის გათვალისწინებით. ნაპოვნია (1), (2) ამოცანის განზოგადებული ამოხსნისადმი ნახევრადისკრეტული მიახლოება ბუბნოვ—გალიორკინის მეთოდის გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

R. E. GUSEINOV

## ON NUMERICAL SOLUTION OF THE VIBRATIONS PROBLEM FOR CONTINUAL MECHANICAL SYSTEMS WITH VARIABLE PARAMETERS

Summary

The paper considers numerical solution to the problem of forced vibrations for changed parameters cantilever beam taking into account bending, shear flexibility, rotary inertia and torsion. Bubnov-Galiorkin's semidiscrete approximation to a generalized solution of the problem (1), (2) is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Марчук, В. И. Агошков. Введение в проекционно-сеточные методы. М., 1981.
2. Г. И. Марчук. Методы вычислительной математики. М., 1980.
3. А. Джордж, Дж. Лю. Численное решение больших разреженных систем уравнений. М., 1984.

В. Г. РЦХИЛАДЗЕ, Л. А. ЧХИКВАДЗЕ, Е. Т. ТХИЛАВА,  
 Т. Г. МАЧАРАШВИЛИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТАЛЬПИИ  
 СМЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ СВИНЕЦ—СУРЬМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 3.8.1987)

Для разработки технологии производства сурьмы и ее сплавов, использующихся в полупроводниковой и других областях техники, необходимо знать их термодинамические характеристики, особенно в жидком состоянии.

Весьма важной термодинамической характеристикой сплавов является энтальпия их смешения. Данные об энтальпиях смешения сплавов необходимы для термодинамических и тепловых расчетов.

Существенную роль играют данные об энтальпиях смешения сплавов для развития теории металлических сплавов. Сопоставление

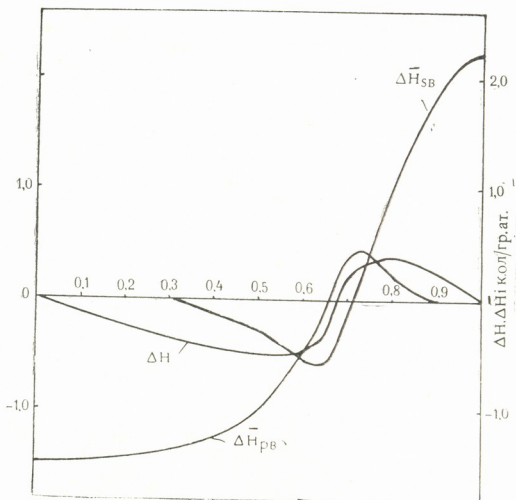


Рис. 1. Энтальпии смешения в системе Pb—Sb при 873°K

экспериментальных результатов с расчетными позволяет оценить пригодность различных теорий для описания поведения компонентов в конкретных системах. Величина энтальпии смешения сплава позволяет судить о наличии взаимодействия в растворе. Ее знак позволяет оценить характер отклонения от закона Рауля, а иногда и тип сил



межчастичного взаимодействия. Теоретические методы расчета энтальпии смешения сплавов не обеспечивают достаточную точность. Непосредственные колориметрические определения оказываются значительно точнее.

В литературе [1] имеются не очень надежные данные об энтальпиях смешения в системе свинец—сурьма и приводятся лишь максимальные значения интегральной энтальпии смешения.

В работе методом высокотемпературной калориметрии экспериментально определялись энтальпии образования сплавов сурьмы и свинца.

Эксперименты проводились в атмосфере гелия на высокотемпературном калориметре с изотермической оболочкой при температуре 873°К. Методика эксперимента и установки описаны в работе [2, 3]. Для опытов использовались свинец марки С-000 и сурьма марки Су-0000.

Применяемая в работе методика определения энтальпии смешения сплавов сводится к измерению и автоматической регистрации изменения температуры расплава при введении в него добавки изучаемого элемента.

Тепловой баланс калориметрической системы при введении в расплав добавляемого компонента может быть выражен уравнением

$$W(T_k - T_\infty) = -(H_g^{t_k} - H_g^{t_0}) - \Delta H_g - K \int_{\tau_H}^{\tau_R} (T - T_\infty) d\tau, \quad (1)$$

где  $T_k$  — тепловое значение калориметра, характеризующее количество тепла, которое вызывает изменение температуры калориметрической системы на 1 град,  $\frac{\text{кал}}{\text{град}}$ .  $(H_g^{t_k} - H_g^{t_0})$  — увеличение теплосодержания добавки при нагреве начальной температуры  $t_0$  до температуры расплава  $t_k$ , кал.  $(T_k - T_\infty)$  — изменение температуры расплава при сбрасывании добавки, °С.  $K$  — константа теплообмена калориметра,  $\frac{\text{кал}}{\text{град} \cdot \text{сек}}$ .

В настоящей работе добавки имели комнатную температуру, изменение их теплосодержания при нагреве вычисляли используя табличные данные [4]. Константу теплообмена определяли по методике, применяемой обычно в калориметрии. Для вычисления интеграла

$\int_{\tau_H}^{\tau_R} (T - T_\infty) dr$  пользовались графическим методом. Градуировку кало-

риметра, с целью определения  $W$ , производили перед началом опытов, который заключался в автоматической регистрации изменения температуры расплава при пропускании через нагреватель, помещенный в расплав, электрического тока. Величину  $W$  рассчитывали по уравнению (1). Специальными опытами показано, что стабильность  $W$  (в пределах разброса) сохраняется при увеличении веса расплава на 5%.

Парциальные молярные энтальпии растворения компонента в расплавах разного состава определялись с достаточной точностью, т. к.





при сбрасывании добавки в жидкую ванну изменение концентрации расплава не превышало 1,5—2 ат. %.

Парциальные молярные энтальпии растворения свинца  $\Delta\bar{H}_{PB}$  и сурьмы  $\Delta\bar{H}_{SB}$  определялись для расплавов, содержащих от 0 до 69 ат. %  $PB$  и от 0 до 31 ат. %  $SB$ , соответственно. В исследуемом интервале концентрации парциальные молярные энтальпии растворения соответствующего второго компонента определялись по уравнению Гиббса—Дюгема:

$$\Delta\bar{H}_{SB} = \int_0^{x_{PB}} \frac{\Delta\bar{H}_{PB}}{(1-x_{PB})^2} dx_{PB} - x_{PB} \cdot x_{SB} \frac{\Delta\bar{H}_{PB}}{(1-x_{PB})^2}. \quad (2)$$

По полученным данным рассчитывались интегральные молярные энтальпии образования расплавов сурьмы и свинца по уравнению

$$\Delta H = (1-x_{PB}) \int_0^{x_{PB}} \frac{\Delta\bar{H}_{PB}}{(1-x_{PB})^2} dx_{PB} = x_{PB} \cdot \Delta\bar{H}_{PB} \cdot x_{SB} \cdot \Delta\bar{H}_{SB}. \quad (3)$$

Результаты исследования представлены на рис. 1.

Как видно из рисунка, энтальпии смешения в системе свинец—сурьма знакопеременны. Первая парциальная энтальпия растворения свинца в сурьме равно  $1,48 \pm 0,07$  ккал./гр. ат., а сурьмы в свинце —  $2,24 \pm 0,11$  ккал./гр. ат.

По полученным результатам можно заключить, что сплав свинец—сурьма относится к системам со слабым межчастичным взаимодействием в жидком состоянии, знакопеременным отклонением от закона Рауля.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии  
им. 50-летия СССР

(Поступило 3.9.1987)

მეტალურგია

მ. რცხილაძე, ლ. ჩხიკვაძე, ე. თხილავა, თ. მამარაშვილი

ტყვივისა და ანთიმონის სისტემაში უბრევის ენთალპიების  
მასპერიმენტული განსაზღვრა

რეზიუმე

მაღალტემპერატურული კალორიმეტრიული მეთოდით 873°K ტემპერატურაზე განსაზღვრულ იქნა ტყვია-ანთიმონის სისტემის შერევის ენთალპიები კონცენტრაციის მთელ შუალედში.

აღნიშნული სისტემა მიეკუთვნება ატომთაშორის სუსტი ურთიერთქმედების ხსნარებს რაულის კანონიდან ნიშანცვალებადი გადახრით.

V. G. RTSKHILADZE, L. A. CHKHIKVADZE, E. T. TKHILAVA,  
T. G. MACHARASHVILI

## EXPERIMENTAL DETERMINATION OF MIXING ENTHALPY OF LEAD AND ANTIMONY

### Summary

The enthalpies of mixed lead and antimony systems at different concentrations of both components were determined by the high-temperature calorimetric method at 873°K.

These systems belong to metallic melts with weak interparticle interaction and reversible-sign deviation from the Raoult's law.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Вагнер. Термодинамика сплавов. М., 1957.
2. Г. Н. Звиададзе, М. В. Кереселидзе, Л. А. Чхиквадзе. Сб. «Вопросы металловедения и коррозии металлов», Тбилиси, 1972.
3. В. М. Сандаков, Ю. О. Есин. Сб. «Физические свойства металлов и сплавов». Свердловск, 1970.
4. К. К. Kelley Contributions to the Data of Theoretical Metallurgy. Bulletin 584, Bureau of Mines, 1960.

Л. И. ЦАНАВА

## ОСНОВНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ НАНОСОНЕСУЩИХ ПОТОКОВ С ПЕРЕМЕННОЙ МАССОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 16.5.1988)

Вопросы разработки теории и расчета турбулентных наносонесущих потоков в последнее время приобретают все возрастающее значение в связи с развитием гидротехнического строительства в нашей стране.

Изучение русловых процессов в естественных и искусственных водотоках, в верхних и нижних бьефах гидросооружений во многом зависит от дальнейшего развития и усовершенствования общей теории турбулентного наносонесущего потока [1, 2].

Основные закономерности движения жидкости с переменной массой впервые установлены советскими учеными. Основоположителем теории движения тела с переменной массой является профессор И. В. Мещерский. На основе уравнений, полученных И. В. Мещерским, В. И. Маккавеевым впервые было выведено общее уравнение движения жидкости с переменным расходом вдоль пути [3].

Если движение потока плавно изменяющееся, можно пренебречь центральными силами и составляющими скоростей в плоскостях живых сечений струи. Тогда систему уравнений [3] можно заменить одним уравнением:

$$\frac{d(Mu)}{dt} = F' + \frac{dM_1}{dt} \Theta_1 - \frac{dM_2}{dt} \Theta_2 + F'' + \frac{dM'_1}{dt} \Theta'_1 - \frac{dM'_2}{dt} \Theta'_2, \quad (1)$$

где  $\Theta_1$  и  $\Theta_2$ ,  $\Theta'_1$  и  $\Theta'_2$  — проекции скоростей присоединяемых и отделяемых частиц на направление скорости потока воды и наносов;  $F'$  и  $F''$  — проекции равнодействующей внешних сил на то же направление. Определим  $(F' + F'')$ :

$$g \left[ -\frac{d}{dx} \left( \frac{P}{\gamma} + z \right) - i_f \right] + g \left[ -\frac{d}{dx} \left( \frac{P_*}{\gamma_*} + z' \right) - i_f \right]. \quad (a)$$

Выражение (а), умноженное на массу рассматриваемого потока, дает значение для силы  $(F' + F'')$ , входящей в уравнение.

Члены, входящие в уравнение (а), будут иметь следующие значения:  $-g \frac{d}{dx} \left( \frac{P}{\gamma} \right)$  и  $-g \frac{d}{dx} \left( \frac{P_*}{\gamma_*} \right)$  — отнесенная к единице массы сила, соответствующая градиенту давления (соответственно для воды и наносов);  $-g \frac{dz}{dx}$  и  $-g \frac{dz'}{dx}$  — отнесенная к единице массы сила тяжести, соответствующая градиенту  $\frac{dz}{dx}$ ;  $-gi_f$  — отнесенная к единице массы сила гидравлических сопротивлений трения.

Применив уравнение (1) к струйке жидкости, движущейся с изменением расхода и имеющей бесконечно малое живое сечение, для которого

$$M = \left( \frac{\gamma}{g} u + \frac{\gamma_*}{g} u \right); \quad d\omega = \frac{\gamma}{g} dQ + \frac{\gamma_*}{g} dQ_*;$$



$$M_1 = \frac{\gamma}{g} u_1 d\omega_1 = \frac{\gamma}{g} dQ; \quad M_2 = \frac{\gamma}{g} u_2 d\omega_2 = \frac{\gamma}{g} dQ_2;$$

$$M_{1*} = \frac{\gamma_*}{g} dQ_{1*} = \frac{\gamma_*}{g} u_{1*} d\omega_{1*}; \quad M_{2*} = \frac{\gamma_*}{g} dQ_{2*} = \frac{\gamma_*}{g} u_{2*} d\omega_{2*}.$$

(Сила  $F$  равна выражению (а), умноженному на массу потока) получим

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma}{g} u^2 d\omega + \frac{\gamma_*}{g} u_{1*}^2 d\omega_* \right) &= \frac{\gamma}{g} dQ \left[ -g \frac{d}{dx} \left( \frac{P}{\gamma} + z \right) - i_f g \right] + \\ + \Theta_1 \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma}{g} u_1 d\omega_1 \right) - \Theta_2 \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma}{g} u_2 d\omega_2 \right) &+ \frac{\gamma_*}{g} dQ_* \left[ -g \frac{d}{dx} \left( \frac{P_*}{\gamma_*} + z_* \right) - \right. \\ \left. - i_f g \right] + \Theta_{1*} \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma_*}{g} u_{1*} d\omega_{1*} \right) - \Theta_{2*} \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma_*}{g} u_{2*} d\omega_{2*} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Выражение в скобках  $\left( \frac{\gamma}{g} u^2 d\omega + \frac{\gamma_*}{g} u_{1*}^2 d\omega_* \right)$  в левой части уравнения (б) при переходе от струйки к целому потоку должно быть заменено выражением

$\int_{\omega} \frac{\gamma}{g} u^2 d\omega$  и  $\int_{\omega} \frac{\gamma_*}{g} u_{1*}^2 d\omega_*$  или, переходя к средним скоростям

$$\int_{\omega} \frac{\gamma}{g} u^2 d\omega = \alpha_0 \frac{\gamma}{g} V^2 \omega = \alpha_0 \frac{\gamma}{g} VQ;$$

$$\int_{\omega} \frac{\gamma_*}{g} u_{1*}^2 d\omega_{1*} = \alpha_0 \frac{\gamma_*}{g} V_{1*}^2 \omega_{1*} = \alpha_0 \frac{\gamma_*}{g} V_{1*} Q_{1*}.$$

В правой части уравнения (б) в первом члене перед квадратными скобками стоит выражение  $\frac{\gamma}{g} dQ$ , дающее значение массы рассматриваемой струйки, которое для целого потока должно быть заменено через  $\frac{\gamma}{g} Q$ , а также  $\frac{\gamma_*}{g} dQ_* = \frac{\gamma_*}{g} Q_*$ .

Что касается остальных членов правой части вида  $\Theta \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma}{g} u d\omega \right)$ , то при переходе от струйки к целому потоку и замене действительных скоростей средними, они заменяются выражениями вида

$$\begin{aligned} \Theta \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma}{g} u d\omega \right) &= \alpha'_0 \frac{\gamma}{g} \Theta \frac{d\Theta}{dt}; \quad \Theta_* \frac{d}{dt} \left( \frac{\gamma_*}{g} u_* d\omega_* \right) = \\ &= \alpha'_{0*} \frac{\gamma_*}{g} \Theta_* \frac{dQ_*}{dt}. \end{aligned}$$

Для наносонесущих потоков имеем коэффициент

$$M = \left( \frac{kv}{1 + \sigma S_{cp}} \right).$$

На основании сказанного уравнение (б) для целого потока может быть представлено в таком виде:

$$\frac{d}{dt} \left( \alpha_0 \frac{\gamma}{g} QV + \alpha_{0*} \frac{kv}{1 + \sigma S_{cp}} \frac{\gamma_*}{g} Q_* V_* \right) = \frac{\gamma}{g} Q \left[ -g \frac{d}{dx} \left( \frac{p}{\gamma} + z \right) - \right.$$

$$\begin{aligned}
 & -i_f g \Big] + \alpha_0 \Theta \frac{d\left(\frac{\gamma}{g} Q_1\right)}{dt} - \alpha'_0 \Theta_2 \frac{d\left(\frac{\gamma}{g} Q_2\right)}{dt} + \\
 & + \frac{\gamma_*}{g} Q_* \left[ -g \frac{d}{dx} \left( \frac{p_*}{\gamma_*} + z_* \right) - i_f g \right] + \left[ \alpha'_{0*} \Theta_{1*} \frac{d\left(\frac{\gamma_*}{g} Q_{1*}\right)}{dt} - \right. \\
 & \left. - \alpha'_{0*} \Theta_{2*} \frac{d\left(\frac{\gamma_*}{g} Q_{2*}\right)}{dt} \right] \delta. \quad (2)
 \end{aligned}$$

При переходе к целому потоку и средним скоростям  $Q_1$  и  $Q_2$ , соответственно присоединяемые и отнимаемые расходы:  $Q = Q_0 + Q_1 - Q_2$ , где  $Q_0$  — начальный расход, отсюда  $dQ = d(Q_1 - Q_2)$ .

Разделив обе части уравнения (2) на  $\gamma Q$  и приняв  $\alpha'_0 = \alpha_0$ , будем иметь,

$$\begin{aligned}
 & \frac{\alpha_0}{g} \frac{dV}{dt} + \frac{\alpha_{0*} kv}{g(1 + \sigma S_{cp})} \frac{dV_*}{dt} + \frac{d}{dx} \left( \frac{p}{\gamma} + z \right) + i_f + \frac{V}{g} \frac{d\alpha_0}{dt} + \\
 & + \frac{\alpha_0(V - \Theta_1)}{gQ} \frac{dQ_1}{dt} + \frac{\alpha_0(\Theta_2 - V)}{gQ} \frac{dQ_2}{dt} + \frac{d}{dx} \left( \frac{p_*}{\gamma_*} + z_* \right) + \\
 & + \frac{V_* d\alpha_{0*}}{gdt} + \left[ \frac{\alpha_{0*}(V_* - \Theta_{1*})}{gQ_*} \frac{dQ_{1*}}{dt} + \frac{\alpha_{0*}(\Theta_{2*} - V_*)}{gQ_*} \frac{dQ_{2*}}{dt} \right] \delta = 0. \quad (3)
 \end{aligned}$$

Так как  $V, Q_1, Q_2, Q_{1*}, Q_{2*}, V_*$  и  $\alpha_0, \alpha_{0*}$  являются функциями  $x$  и от времени  $t$ , то мы можем написать

$$\begin{aligned}
 \frac{dV}{dt} &= \frac{\partial V}{\partial x} V + \frac{\partial V}{\partial t}; & \frac{dQ_1}{dt} &= \frac{\partial Q_1}{\partial x} V + \frac{\partial Q_1}{\partial t}; & \frac{dQ_2}{dt} &= \frac{\partial Q_2}{\partial x} V + \frac{\partial Q_2}{\partial t}; \\
 \frac{d\alpha_0}{dt} &= \frac{\partial \alpha_0}{\partial x} V + \frac{\partial \alpha_0}{\partial t}; & \frac{dV_*}{dt} &= \frac{\partial V_*}{\partial x} V_* + \frac{\partial V_*}{\partial t}; & \frac{dQ_{1*}}{dt} &= \frac{\partial Q_{1*}}{\partial x} V_* + \frac{\partial Q_{1*}}{\partial t}; \\
 & & \frac{dQ_{2*}}{dt} &= \frac{\partial Q_{2*}}{\partial x} V_* + \frac{\partial Q_{2*}}{\partial t}.
 \end{aligned}$$

Представляя эти выражения в уравнение (3), получаем

$$\begin{aligned}
 & \frac{\alpha_0}{g} \left( V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} \right) + \frac{\alpha_{0*} kv}{g(1 + \sigma S_{cp})} \left( V_* \frac{\partial V_*}{\partial x} + \frac{\partial V_*}{\partial t} \right) + \frac{d}{dx} \left( \frac{p}{\gamma} + z \right) + \\
 & + i_f + \frac{V}{g} \left( \frac{\partial \alpha_0}{\partial x} V + \frac{\partial \alpha_0}{\partial t} \right) + \frac{\alpha_0(V - \Theta_1)}{gQ} \left( \frac{\partial Q_1}{\partial x} V + \frac{\partial Q_1}{\partial t} \right) + \\
 & + \frac{\alpha_0(\Theta_2 - V)}{gQ} \left( \frac{\partial Q_2}{\partial x} V + \frac{\partial Q_2}{\partial t} \right) + \frac{d}{dx} \left( \frac{p_*}{\gamma_*} + z_* \right) + \frac{V_*}{g} \left( \frac{\partial \alpha_{0*}}{\partial x} V_* + \right. \\
 & \left. + \frac{\partial \alpha_{0*}}{\partial t} \right) + \left[ \frac{\alpha_{0*}(V_* - \Theta_{1*})}{gQ_*} \left( \frac{\partial Q_{1*}}{\partial x} V_* + \frac{\partial Q_{1*}}{\partial t} \right) + \right. \\
 & \left. + \frac{\alpha_{0*}(\Theta_{2*} - V_*)}{gQ_*} \left( \frac{\partial Q_{2*}}{\partial x} V_* + \frac{\partial Q_{2*}}{\partial t} \right) \right] \delta = 0. \quad (4)
 \end{aligned}$$

Уравнение (4) является общим уравнением неустановившегося движения потока с изменением расхода вдоль пути. При рассмотрении различных случаев неустановившегося движения одного динамического уравнения недостаточно, поэтому обычно используется уравнение неразрывности.

Для случая установившегося движения, когда все величины уравнения (4) будут функцией только одной переменной  $x$ , можно круглые

значки дифференциалов заменить прямыми и умножая уравнение на  $dx$ , будем иметь окончательно

$$\begin{aligned} & \frac{\alpha_0}{g} V dV + \frac{\alpha_{0*} kv}{g(1+\sigma S_{cp})} V_* dV_* + d\left(\frac{p}{\gamma}\right) + dz + i_j dx + \frac{V^2}{g} dx_0 + \\ & + \left[ \frac{\alpha_0 (V - \Theta_1) V}{g} \frac{d\Theta_1}{Q} + \frac{\alpha_0 (\Theta_2 - V) V}{g} \frac{dQ_2}{Q} \right] + d\left(\frac{p_*}{\gamma_*}\right) + dz_* + \frac{V^2}{g} d\alpha_{0*} + \\ & + \left[ \frac{\alpha_{0*} (V_* - \Theta_{1*}) V_*}{g} \frac{dQ_{1*}}{Q_*} + \frac{\alpha_{0*} (\Theta_{2*} - V_*) V_*}{g} \frac{dQ_{2*}}{Q_*} \right] \delta = 0. \quad (5) \end{aligned}$$

Уравнение (5) является общим уравнением установившегося движения потока с переменным вдоль пути расходом. Значения коэффициентов  $\delta$ ,  $v \Phi(S_{cp})$ ,  $K$  взяты из одномерных дифференциальных уравнений, описывающих движение наносенесущих потоков с переменным расходом вдоль пути [1, 2]. Уравнение (5) по внешнему виду напоминает (если из уравнения уберем твердый составляющий) уравнение Д. Бернулли в дифференциальной форме, от которого отличается коэффициентом  $\alpha_0$ . Для наносенесущих потоков  $K=0,6$ .

Грузинский научно-исследовательский  
 институт гидротехники и мелиорации

(Поступило 19.5.1988)

ჰიდროტექნიკა

ლ. ცანავა

ძირითადი დიფერენციალური განტოლებები ცვლადი მასის მქონე ნატანიანი ნაკადებისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში თეორიულად შემუშავებულია და გამოყვანილია ცვლადი მასის მქონე ნატანიანი ნაკადებისათვის დიფერენციალური განტოლებები როგორც ნაკადის დაუმყარებელი, ისე დამყარებული მოძარობის შემთხვევაში.

HYDRAULIC ENGINEERING

L. I. TSANAVA

## MAIN DIFFERENTIAL EQUATIONS OF SEDIMENT-CARRYING FLOWS WITH VARIABLE MASS

### Summary

The paper deals with differential equations theoretically derived for sediment-carrying flows both in steady and unsteady states. These equations can be applied to hydraulic engineering.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Г. Натишвили. Сб. ГрузНИИГиМ, вып. 22, 1963.
2. О. Г. Натишвили. Сб. ГрузНИИГиМ, вып. 23, 1965.
3. Г. А. Петров. Движение жидкости с изменением расхода вдоль пути. М.—Л., 1951.



Г. И. КИРМЕЛАШВИЛИ

К РЕШЕНИЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  
 С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
 ИЗМЕНЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ В НАКЛОННЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 10.10.1988)

Дифференциальные уравнения, описывающие неустановившиеся движения жидкой среды в наклонных трубопроводах постоянного сечения, могут быть представлены в виде

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -\rho_0 a^2 \frac{\partial v}{\partial x}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} - K v^2 - g \sin \alpha_0,$$

где  $P = P - P_0$ ;  $P$  и  $P_0$  — абсолютные давления соответственно при гидравлическом ударе и при установившемся режиме;  $t$  — время;  $\rho_0$  — плотность жидкой среды;  $a$  — скорость распространения волны гидравлического удара в трубопроводе;  $v$  — скорость движения жидкой среды;  $x$  — координата сечения трубопровода, в котором возникает гидравлический удар;  $K$  — коэффициент трения;  $g$  — ускорение силы тяжести;  $\alpha_0$  — угол наклона трубопровода к горизонту.

Систему (1) можно представить в виде

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = -\rho_0 a \frac{\partial v}{\partial \xi}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \xi} = \rho_0 a \left( \frac{\partial v}{\partial \tau} + 2bv + g T \sin \alpha_0 \right).$$

Здесь вместо  $x$  и  $t$  введены базразмерные величины

$$\xi = \frac{1}{T} \int_0^x \frac{dx}{a}, \quad \tau = \frac{t}{T}, \quad a T = \int_0^l \frac{dx}{a} \text{ — время пробега ударной волны в}$$

трубопроводе длиной  $l$ . Коэффициент  $b$  определяется из равенства  $2b \approx \approx K T v_0 = \frac{\lambda v_0}{2 D a_{cp}}$ , где  $\lambda$  — коэффициент линейного сопротивления трубо-

провода;  $v_0$  — средняя скорость движения жидкой среды в трубопроводе при установившемся режиме;  $D$  — внутренний диаметр трубопровода;  $a_{cp}$  — среднее значение скорости упругой волны по длине трубопровода.

Исключив из системы (2) сперва  $P$ , а потом  $v$ , получим уравнения неустановившегося движения реальной жидкости гиперболическо-



го типа для определения скорости потока и ударного превышения давления:

$$\frac{d^2 v}{d\tau^2} = \frac{d^2 v}{d\xi^2} + 2\alpha \frac{dv}{d\xi} - 2b \frac{dv}{d\tau},$$

$$\frac{d^2 P}{d\tau^2} = \frac{d^2 P}{d\xi^2} - 2\alpha \frac{dP}{d\xi} - 2b \frac{dP}{d\tau},$$
(3)

где  $\alpha = \frac{1}{2a} \cdot \frac{da}{d\xi}$  — параметр, учитывающий влияние изменения упругих свойств потока гидросмеси по длине трубопровода на величину давления.

Решение второго уравнения системы (3) представляется в виде произведения

$$P = e^{\beta b \tau} \cdot \varphi(\xi) \cdot W(\vartheta),$$
(4)

где  $\vartheta = \tau - \varepsilon$  (аналогично можно рассмотреть случай при  $\vartheta = \tau + \xi$ ).

Для положительной фазы удара практически имеются начальные и граничные условия:

$$\xi = 0, \quad a = a(0) = a_0, \quad v(0, \tau) = 0,$$

$$P(0, \tau_3) = a_0 \rho_0 v_0, \quad P'_\xi(0, \tau) = 0, \quad \text{при } 0 < \tau < +\infty \text{ и др.}$$

Здесь  $\tau_3 = t_3/T$ , а  $t_3$  — продолжительность перекрытия сечения трубопровода. При прямом гидравлическом ударе  $\tau_3 \ll 1$  и считаем, что  $\tau_3 \approx 0$ .

В этих условиях согласно (4) получаем

$$\varphi(\xi) = \frac{V \bar{a}_0}{1 \pm C \xi}, \quad a = \frac{a_0}{(1 \pm C \xi)^2} \quad C = 1 - \frac{T a_0}{l},$$

$$\beta = \frac{-(b+C) \pm \sqrt{b^2 + C^2}}{b}, \quad P = \frac{V \bar{a}_0 \delta}{1 \pm C \xi} e^{(\beta b - \gamma)\tau + \gamma \xi},$$

$$\delta = V \bar{a}_0 \rho_0 v_0$$

В случае, когда с увеличением  $\xi$  увеличивается скорость распространения волны гидравлического удара, соответственно увеличивается и давление, которое определяется по зависимости

$$P = \frac{a_0 \rho_0 v_0}{1 - C \xi} e^{(\beta b - \gamma)\tau + \gamma \xi},$$
(5)

где  $\gamma = \frac{\beta b(2 + \beta)}{2(1 + \beta)}$  и  $\beta = \frac{-(b+C) + \sqrt{b^2 + C^2}}{b}$ .

Формула (5) учитывает влияние сил сопротивления в потоке на трение, а также изменение упругости жидкой среды по длине трубопровода из-за наличия свободного воздуха в ней, но не учитывает влияния угла наклона трубопровода к горизонту. При учете этого параметра величину ударного давления следует определять по зависимости

$$P = \frac{V \bar{a}_0}{1 - C \xi} e^{h\tau} W(\vartheta),$$

где  $\vartheta = \tau - \xi$  и  $h = \beta b = \sqrt{b^2 + C^2} - (b + C)$ .



Внесением этого значения  $P$  и с учетом вышеприведенных начальных и граничных условий из второго уравнения системы (2) получим интегральное уравнение типа Вольтерра:

$$P = \rho_0 a v_0 (1 + q\tau) + (\alpha + h + 2b) \int_0^{\tau} P d\tau, \quad (6)$$

где  $\alpha = \frac{C}{1 - C\xi}$  и  $q = \frac{gT}{v_0} \sin \alpha_0$ .

Методом последовательного приближения решаем уравнение (6). Получим формулу для расчета давления гидравлического удара, учитывая угол наклона трубопровода к горизонту:

$$P = \rho_0 a v_0 \frac{e^{(\alpha+h+2b)\tau} (\alpha + h + 2b + q) - q}{\alpha + h + 2b}, \quad (7)$$

где  $a = \frac{a_0}{(1 - C\xi)^2}$ .

Зависимость (7) позволяет довольно точно определить максимальное значение давления в конце первой полуфазы ( $\tau = 1$ ) при прямом гидравлическом ударе, начинающемся с волны повышения давления. Во второй полуфазе, т. е. при обратном распространении упругой волны удара, процесс сжатия гидросмеси в трубопроводе продолжается. Соответственно нарастает давление. В результате обработки экспериментальных данных для определения максимального давления в данном случае нами получена экспериментальная зависимость

$$P_{\text{макс}} = 1,105 P. \quad (8)$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.11.1988)

ჰიდროტექნიკა

ბ. ყირაშვილი

კერძოწარმოებულიან დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნა  
დახრილ მილსადენში წნევის ცვლის განსაზღვრისათვის

რეზიუმე

განხილულია დახრილ მუდმივ კვეთიან მილსადენებში სითხის დაუმყარებელი მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა. გარდა მილსადენის ჰორიზონტისადმი დახრილსა და წინააღმდეგობის ძალებისა განტოლებებში გათვალისწინებულია სითხის ნაკადის დრეკადობის ცვლილება მილსადენის სიგრძის გასწვრივ. კერძოწარმოებულიან დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნით მიღებულია ტოლობები (5), (6), (7), (8) ჰიდრაულიკური დარტყმის პარამეტრების გათვლისათვის.

G. I. KIRMELASHVILI

ON THE SOLUTION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS  
FOR DETERMINATION OF PRESSURE VARIATIONS IN  
SLOPING PIPELINES

## Summary

A system of partial differential equations for nonsteady flow in sloping pipelines of constant cross-section is considered. In equations, besides the slope to the horizon and resistance forces, variations of flow elasticity along the pipeline length are taken into account.

For calculation of hydraulic shock parameters the equalities (5), (6), (7), (8) are obtained by solving partial differential equations.

О. И. КИКАЛИШВИЛИ, Д. Г. ДАРЧИЯ, Б. С. САЖИН, Ш. Б. КОДУА,  
 Т. Н. АНДГУЛАДЗЕ, Г. Ш. АХВЛЕДИАНИ

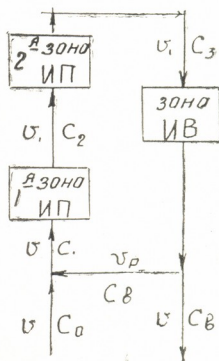
### ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ГРАДИРНОЙ С ФОНТАНИРУЮЩИМ СЛОЕМ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 14.12.1987)

Расчеты ряда технологических процессов (сушка, адиабатическое увлажнение воздуха, охлаждение воды, поступающей из энергетических установок и др.) в аппаратах фонтанирующего слоя связаны с необходимостью исследования и описания структуры потоков движения дисперсной среды.

Гидродинамическая модель структуры потоков дисперсной фазы в аппарате состоит из уравнений, составленных по материальному балансу частиц трассера. Характер распределения времени пребывания трассера является статистической величиной. Он определяется откликом системы на входной сигнал. Таким сигналом является подача частиц трассера на вход системы в виде импульсного возмущения. Для определения функции отклика необходимо найти переда-

Рис. 1. Схема движений дисперсной среды в аппарате фонтанирующего слоя



точную функцию системы (рис. 1). Уравнения материального баланса частиц трассера в ячейках имеют вид

$$\begin{aligned}
 v_1 (c_1 - c_2) &= \frac{dc_2}{d\tau} \cdot v_{1n}, \\
 v_1 (c_2 - c_3) &= v_{2n} \cdot \frac{dc_3}{d\tau}, \\
 \frac{dc}{d\tau} &= \frac{v_1}{b} \cdot \frac{dc}{dv_b},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $v_1$  — объемный расход;  $v_{1n}$ ,  $v_{2n}$ ,  $v_b$  — объемы первой, второй и третьей ячейки;  $c$  — концентрация;  $b$  — объемная доля зоны идеально-



Начальные и граничные условия: при  $\tau=0$ ,  $c=0$  и при  $v_b=0$ ,  $c=c_b$ .  
 Для системы дифференциальных уравнений (1) с граничными условиями (2) при помощи преобразования Лапласа [1] получаем передаточную функцию

$$\Pi(s) = \frac{1}{(p+1)(1+a_1s)(1+a_2s) \cdot \exp(a_3s) - p}, \quad (3)$$

где  $p$  — параметр циркуляций.

Аналитическое выражение обратного преобразования Лапласа от выражения (3) не существует, поэтому выражение (3) разлагается в ряд Тейлора. Общий член суммы имеет вид

$$\Pi_i(s) = \frac{p^{i-1} \exp(-ia_3s)}{(p+1)^i (1+a_1s)(1+a_2s)}. \quad (4)$$

Применяя обратное преобразование Лапласа для выражения (4), с применением теоремы запаздывания и после ряда математических преобразований для безразмерной функции отклика получаем

$$C(\Theta) = \sqrt{\frac{\pi(1+p)}{m_1 m_2}} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{p^{i-1}}{(i-1)! (m_2 - m_1)^{i-1/2}} \left( \Theta - \frac{ib}{p+1} \right)^{i-1/2} \cdot \exp \left[ -\frac{(1+p)(m_1+m_2)}{2m_1 m_2} \left( \Theta - \frac{ib}{p+1} \right) \right] \cdot I_{i-1/2} \left[ \frac{(1+p)(m_2-m_1)}{2m_1 m_2} \left( \Theta - \frac{ib}{p+1} \right) \right] \cdot 1 \left( \Theta - \frac{ib}{p+1} \right), \quad (5)$$

где  $1 \left( \Theta - \frac{ib}{p+1} \right) = \begin{cases} 0; & \Theta \leq \frac{ib}{1+p} \\ 1; & \Theta > \frac{ib}{1+p} \end{cases}$  представляет собой ступенчатую функцию;

$\Theta$  — безразмерное время.

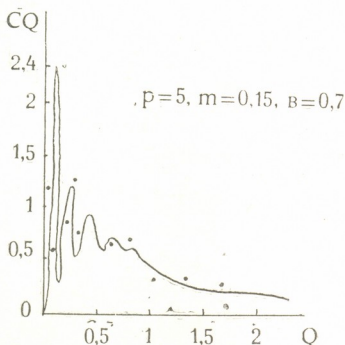


Рис. 2. Кривая отклика:  $p=5$ ,  $m=0,15$ ,  $b=0,7$

Для частного случая, когда объемные доли ячеек идеального перемешивания равны друг другу ( $m_1 = m_2$ ), из выражений (5) после ряда математических преобразований получаем

$$C(\Theta) = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{p^{i-1} (1+p)^i}{m^{2i} (2i-1)!} \left( \Theta - \frac{ib}{1+p} \right)^{2i-1} \cdot \exp \left[ -\frac{1+p}{m} \left( \Theta - \frac{ib}{1+p} \right) \right] \cdot 1 \left( \Theta - \frac{ib}{1+p} \right). \quad (6)$$

На рис. 2 сплошной линией представлена теоретическая кривая отклика (6), рассчитанная на ЭВМ ЕС10-33, а экспериментальные данные нанесены точками. Совпадение между теоретической и экспериментальной кривой хорошее, квадратичное отклонение не превышает 12%, что говорит об адекватности между теоретической моделью и реально существующей гидродинамической обстановки в аппарате.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 28.1.1988)

ენიგბეტიკა

ო. კიკალიშვილი, დ. დარჩია, ბ. საშინი, შ. კოდუა, თ. ანდგულაძე,  
 გ. ახვლედიანი

შადრევნულურიანი სახეფის ჰიდროდინამიკის გამოკვლევა

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია შადრევნულურიანი აპარატის ჰიდროდინამიკის თეორიული მოდელი და ექსპერიმენტული მონაცემები, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესის ჩასატარებლად, მაგალითად, ჰაერის კონდიციონირებისთვის, შრობისათვის და სხვ.

დიფერენციალური განტოლებების სისტემების ამოხსნით მიღებულია რეაქციის ფუნქცია იმპულსური აღგზნებისათვის. შედარებულია თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგები.

POWER ENGINEERING

O. I. KIKALISHVILI, D. G. DARCHIA, B. S. SAZHIN, Sh. B. KODUA,  
 T. N. ANDGULADZE, G. Sh. AKHVLEDIANI

INVESTIGATION OF THE HYDRODYNAMICS OF COOLING  
 TOWERS WITH SPOUTING BEDS

Summary

The paper presents a theoretical model and experimental data on hydrodynamics of cooling towers with spouting beds designed for a number of technological processes, such as air conditioning, drying, etc.

The function of response to pulse excitation is derived through the solution of an entire system of differential equations. Comparison of theoretical and experimental results show the adequacy of the suggested theoretical model.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике. М., 1973, 829.

З. Ш. ДАБРУНДАШВИЛИ, М. В. ГРДЗЕЛИШВИЛИ,  
 М. И. МЕРАБИШВИЛИ

## НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛОМАСООБМЕН НА ПОВЕРХНОСТЯХ РОТОРНО-ДИСКОВОГО КОНТАКТНОГО АППАРАТА

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 30.12. 1987)

Роторно-дисковые теплообменники являются перспективными аппаратами для тепловлажностной обработки воздуха в системах вентиляции и кондиционирования. Течение газа (воздуха) в междисковом пространстве таких аппаратов происходит аналогично тече-

9 1701

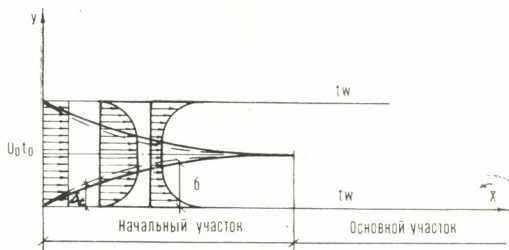


Рис. 1

нию в начальном участке канала (рис. 1). Нестационарность режима течения и теплообмена обусловлена изменением характеристик пограничного слоя во времени, вызванным равномерным движением дисков вокруг оси.

Целью настоящей работы является получение расчетных зависимостей по определению локальных коэффициентов теплообмена для начального участка канала в условиях нестационарного режима и турбулентного пограничного слоя, для жидкостей с числом Прандтля, равным единице ( $Pr=1$ ).

Интегральное уравнение энергии для турбулентного пограничного слоя имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \int_0^{\delta} (t-t_0) dy + \frac{\partial}{\partial x} \int_0^{\delta} U(t-t_0) dy = \frac{q_w}{\rho C_p}, \quad (1)$$

где  $u$  и  $t$  — скорость и температура по толщине пограничного слоя;  $\rho$  — плотность газа;  $C_p$  — теплоемкость;  $\delta$  — толщина пограничного слоя;  $t_0$  — температура за пределами пограничного слоя.



Тепловой поток на стенке с учетом аналогии Рейнольдса, учитывающей отклонение от аналогии при числах Прандтля отличных от единицы, имеет вид

$$q_w = \tau c_p \frac{t_w - t_0}{U_0} Pr^{-2/3}. \quad (2)$$

В этой формуле отклонение от аналогии учитывается множителем  $Pr^{-2/3}$ .

Касательное напряжение на стенке выразим с помощью закона Блазиуса

$$\tau_w = 0,0223 \rho U_0^2 \left( \frac{\nu}{U_0 \delta} \right)^{1/4}. \quad (3)$$

Используем аппроксимацию профилей скоростей и температур в пограничном слое по закону «одной седьмой»

$$U = U_0 \left( \frac{y}{\delta} \right)^{1/7}, \quad \frac{t - t_0}{t_w - t_0} = 1 - \left( \frac{y}{\delta} \right)^{11/7}. \quad (4)$$

Принимаем следующие граничные условия:

$$\begin{aligned} y=0: U=0, \quad t=t_w, \\ y=\delta: U=U_0, \quad t=t_0. \end{aligned} \quad (5)$$

Подставляя (2)—(4) в уравнение (1) и используя граничные условия (5), получаем обыкновенное дифференциальное уравнение, решением которого методом характеристик получаются зависимости для определения толщины пограничного слоя как в условиях нестационарного, так и в условиях стационарного режима течения.

$$\delta = \left[ 0,223 U_0 \left( \frac{\nu}{U_0} \right)^{1/4} Pr^{-2/3} \tau \right]^{4/5} \quad (6)$$

$$\delta = \left[ 0,287 \left( \frac{\nu}{U_0} \right)^{1/4} Pr^{-2/3} x \right]^{4/5}. \quad (7)$$

Время наступления стационарного состояния определяется с помощью выражения

$$\tau = \frac{9}{7} \frac{x}{U_0}. \quad (8)$$

Подставляя в выражение для локального числа Нуссельта

$$Nu = \frac{q_w x}{\Theta_0 \lambda}, \quad (9)$$

$q_w$  из формулы (2) с использованием зависимостей (6)—(7) получаем расчетные зависимости для определения безразмерных коэффициентов конвективного теплообмена в условиях нестационарного и стационарного режимов течения.

$$Nu = 0,03 Re^{0,8} Pr^{0,47} \left( \frac{x}{U_0 \tau} \right)^{0,2}, \quad (10)$$

$$Nu' = 0,03 Re^{0,8} Rr^{0,53}. \quad (11)$$

Уравнения (10)—(11) можно использовать как для расчета теплообмена, так и для расчета массообмена. В последнем случае в этих



уравнениях вместо числа  $Nu$  используем диффузионное число Нуссельта ( $Nu$ ), которое позволяет определить безразмерный коэффициент массообмена между воздухом и жидкой поверхностью, в условиях нестационарного режима.

Грузинский политехнический институт  
 имени В. И. Ленина

(Поступило 31.12.1987)

თბოტექნიკა

ზ. დაბრუნდაშვილი, მ. გრძელიშვილი, მ. მერაბიშვილი

არასტაციონარული თბომასათაცვლა როტორულ-დისკური  
 კონტაქტური აპარატის ზედაპირებზე

რეზიუმე

სასაზღვრო შრის ენერჯის (დიფუზიის) განტოლების ინტეგრირების საფუძველზე მიღებულია როტორულ-დისკური კონტაქტური აპარატის არხების საწყის უბანზე სითბოს და მასის გაცემის საანგარიშო კრიტერიული განტოლება არასტაციონარული ტურბულენტური რეჟიმისათვის.

HEAT ENGINEERING

Z. Sh. DABRUNDASHVILI, M. V. GRDZELISHVILI, M. I. MERABISHVILI

IMPERMANENT HEAT AND MASS EXCHANGE ON THE SURFACE  
 OF ROTOR-DISK CONTACT APPARATUS

Summary

Based on the integration of the equation of frontier layer energy (diffusion), a calculational criterial equation of heat and mass return on the initial sector of canals of rotor-disk contact apparatus for impermanent turbulent regime has been derived.

М. В. ГРДЗЕЛИШВИЛИ

## ОДНОРОДНЫЙ ВДУВ ИЛИ ОТСОС В ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ НАСТИЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ СТРУИ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 19.1.1988)

Рассмотрим гравитационную струю, которая возникает над цилиндрическим нагревателем 1 (рис. 1) и распространяется вдоль вертикальной проницаемой поверхности 2.

Интегральные уравнения количества движения и энергии для турбулентного пограничного слоя при наличии вдува или отсоса имеют вид

$$\frac{d}{dx} \int_0^{\delta} U^2 dy - U_m \frac{d}{dx} \int_0^{\delta} U dy =$$

$$= g\beta \int_0^{\delta} \Theta dy - \frac{\tau_w}{\rho},$$

$$\frac{d}{dx} \int_0^{\delta_f} U \Theta dy - \Theta_m \frac{d}{dx} \int_0^{\delta_f} U dy =$$

$$= \frac{q_w}{\rho C_p} \pm v_w \Theta_m.$$

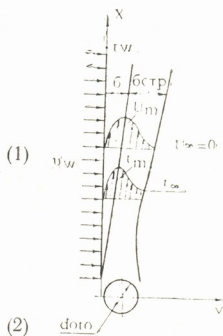


Рис. 1

В этих уравнениях фактор проницаемости стенки учитывается членом  $v_w \Theta_m$ , который при вдуве имеет знак + (плюс), а при отсосе — знак — (минус).

Для касательного напряжения и теплового потока на стенке используем зависимости [1]

$$\tau_w = 0,253 \rho U_m^3 \left( \frac{\nu}{U_m \delta} \right)^{1/2}, \quad (3)$$

$$q_w = 0,253 \rho C_p U_m \left( \frac{\nu}{U_m \delta} \right)^{1/2} Pr^{-2/3}. \quad (4)$$

Задаваясь распределением скорости и температуры по толщине пограничного слоя в виде следующих зависимостей:

$$U = U_m \left( \frac{y}{\delta} \right)^{1/7}, \quad (5)$$

$$\Theta = \Theta_m \left( \frac{y}{\delta_t} \right)^{1/7}, \quad (6)$$

и допуская, что  $\delta = \delta_t$  (так как  $Pr \approx 1$ ), получаем соотношение

$$\frac{Nu_x}{Nu_{x0}} = \frac{q_x}{q_{x0}}, \quad (7)$$

где индекс 0 соответствует значениям на непроницаемости поверхности.

Используем для отношения тепловых потоков зависимость [1]

$$\frac{q_x}{q_{x0}} = \left( 1 - 0,125 \frac{v_w}{U_m C_f} \right)^2. \quad (8)$$

Подставляя в уравнение (8) для локального коэффициента трения  $C_f$ , максимальной осевой скорости  $U_m$  и толщины пограничного слоя  $\delta$ , зависимости для непроницаемой поверхности [2]

$$C_f = \frac{2 \tau_w}{\rho U_m^2}, \quad (9)$$

$$U_m = 0,94 (\beta A)^{1/2} (0,05 + 0,052 Pr^{2/3})^{1/2} x^{0,15}, \quad (10)$$

$$\delta = 2,9 \nu^{1/3} (\beta A)^{-1/6} (0,05 + 0,052 Pr^{2/3})^{-1/6} Pr^{-4/9} x^{0,616}, \quad (11)$$

получаем выражение

$$\frac{Nu_x}{Nu_{x0}} = \left[ 1 - 0,62 \frac{v_w x}{\nu} \frac{Gr_0^{-1/3}}{(0,05 + 0,052 Pr^{2/3})^{1/3} Pr^{2/9}} \left( \frac{d_0}{x} \right)^{0,766} \right]^2 \quad (12)$$

при  $Pr = 1$

$$\frac{Nu_x}{Nu_{x0}} = (1 - \eta)^2, \quad (13)$$

где  $\eta$  — безразмерный параметр проницаемости;

$$\eta = 0,62 \frac{v_w x}{\nu} \left( \frac{d_0}{x} \right)^{0,766} Gr_0^{-1/3}. \quad (14)$$

На рис. 2 дается изменение локального числа Нуссельта при вду-

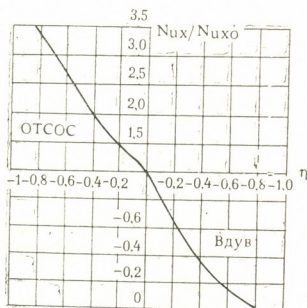


Рис. 2

ვე (+ $\eta$ ) и при отсосе ( $-\eta$ ). Из этого рисунка видно, что при вдуве теплообмен уменьшается, а при отсосе растёт.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 21.1.1988)

თბილისი

მ. გრძელიშვილი

დაფინილი გრავიტაციული ჰავლის ტურბულენტურ სასაზღვრო შრეში  
 ერთგვაროვანი შებერვა ან გაწოვა

რეზიუმე

მიღებულია სასაზღვრო შრის სისქის და თბოგაცემის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულები დაფინილი გრავიტაციული ჰავლის გავრცელების დროს ფოროვან კედელთან, როდესაც სასაზღვრო შრეში ზორციელდება ერთგვაროვანი შებერვა ან გაწოვა.

HEAT ENGINEERING

M. V. GRDZELISHVILI

HOMOGENEOUS BLOWING OR SUCTION OF SPREAD  
 GRAVITATIONAL STREAM IN TURBULENT GRAVITATIONAL LAYER

Summary

Formulae have been derived for the determination of dependences between the boundary layer thickness and heat exchange coefficient during the spreading of gravitational stream over the porous surface, when homogeneous blowing or suction takes place in the boundary layer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. М. Брдлик. ИФЖ, XIII, № 2, 1967.
2. М. В. Грдзелишвили, В. К. Савин. Научные труды НИИСФ, вып. 6 (XX), 1973.

Э. С. ГОНИАШВИЛИ, Ю. С. ФУРСИН, К. Г. АСАТИАНИ

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СВЯЗЕЙ И ПАРАМЕТРОВ  
 ПЛОСКОГО ДВУХКООРДИНАТНОГО ДИСКРЕТНОГО  
 ЭЛЕКТРОПРИВОДА

(Представлено академиком В. И. Гомеллаури 5.12.1987)

Модель дискретного плоского двухкоординатного электропривода ( $x, y$ -электропривода) и ее математическое описание могут быть получены на базе общей теории дискретного электропривода с шаговым двигателем (с ЩД) [1]. Рассмотренный электропривод имеет существенные теплогические, структурные и физические особенности. Это исключает прямое использование известных расчетных соотношений и уравнений.

В связи с этим в работе решена задача анализа электромагнитных связей основного элемента привода  $x, y$  ЩД с целью выделения и расчета наиболее важных параметров, необходимых для составления уравнений электропривода. Используя аналогию в расположении и включении обмоток вращающего прототипа и опираясь на известную схему замещения магнитной цепи [1], проанализируем одну координату двухкоординатного ЩД.

На рис. 1 нанесены оси  $x, y$  индуктора и коллинеарные им оси  $l, b$  якоря. В осях якоря условно показано расположение двух диагонально-симметричных модулей каждой координаты. Модуль является элементарным четырехфазным (или  $m$ -фазным) ЩД. Обмотки 1, 2,

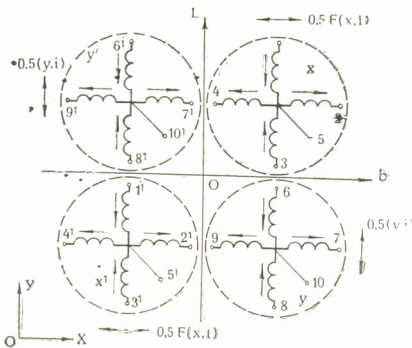


Рис. 1

3, 4 и 1<sup>1</sup>, 2<sup>1</sup>, 3<sup>1</sup>, 4<sup>1</sup> симметричных модулей  $x$  и  $x'$  могут включаться параллельно или последовательно. В обоих случаях состояние моду-



лей в статике независимы, т. к. электромагнитных связей между ними нет. Это позволяет рассмотреть схему замещения одного модуля, представленную на рис. 2, где  $L_1, L_2, L_3, L_4$  — магнитные проводимости полюсных зон, охваченных фазами:  $\overline{F}_1, \overline{F}_2, \overline{F}_3, \overline{F}_4$  — н. с. при установившихся значениях постоянных токов в фазах. Направления н. с. на схеме даны с учетом полярности включения фазных обмоток. Решая схему замещения магнитной цепи, отыскиваем выражение для собственных  $\Lambda_{kk}$  и взаимных  $\Lambda_{jk}$  проводимостей ветвей.

$$\Lambda_{kk} = \Lambda_k(x) \frac{\Lambda_k^2(x)}{\sum_{k=1}^m \Lambda_k(x)},$$

$$\Lambda_{jk} = \frac{\Lambda_j(x) \cdot \Lambda_k(x)}{\sum_{k=1}^m \Lambda_k(x)},$$

где  $\Lambda_k(x) = \Lambda_0 + \Lambda_1 \cos \left[ x - \frac{2\pi}{m} (k-1) \right]$  — магнитная проводимость рабочего зазора под полюсно-фазной зоной в функции линейного перемещения  $x = \frac{2\pi}{\tau_z} x_m$ ;  $\Lambda_0$  — постоянная составляющая магнитной проводимости под полюсно-фазной зоной;  $\Lambda_1$  — амплитуда изменения магнитной проводимости;  $m$  — число фаз;  $x_m$  — реальная механическая координата.

Для четырехфазной системы изображений на рис. 2 выражения для собственных ( $\Lambda_{11}, \Lambda_{22}, \Lambda_{33}, \Lambda_{44}$ ) и взаимных ( $\Lambda_{12}, \Lambda_{13}, \Lambda_{14}, \Lambda_{23}, \Lambda_{24}, \Lambda_{34}$ ) проводимостей при ограничении двумя членами ряда имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \Lambda_{11} &= \frac{3}{4} \Lambda_0 + \frac{1}{2} \Lambda_1 \cos x & \Lambda_{12} &= \frac{1}{4} \Lambda_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} \Lambda_1 \cos \left( x - \frac{\pi}{4} \right) \\ \Lambda_{22} &= \frac{3}{4} \Lambda_0 + \frac{1}{2} \Lambda_1 \cos \left( x + \frac{\pi}{2} \right) & \Lambda_{23} &= \frac{1}{4} \Lambda_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} \Lambda_1 \cos \left( x - \frac{3\pi}{4} \right) \\ \Lambda_{33} &= \frac{3}{4} \Lambda_0 + \frac{1}{2} \Lambda_1 \cos (x \pm \pi) & \Lambda_{34} &= \frac{1}{4} \Lambda_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} \Lambda_1 \cos \left( x + \frac{\pi}{4} \right) \\ \Lambda_{44} &= \frac{3}{4} \Lambda_0 + \frac{1}{2} \Lambda_1 \cos \left( x + \frac{3\pi}{2} \right) & \Lambda_{14} &= \frac{1}{4} \Lambda_0 - \frac{\sqrt{2}}{4} \Lambda_1 \cos \left( x - \frac{3\pi}{4} \right) \\ & & \Lambda_{13} &= \Lambda_{24} = -\frac{1}{4} \Lambda_0 \end{aligned} \right\} (1)$$

$L_0$  и  $L_1$  зависит от соотношения размеров зубцов и зазора, а также от размеров полюсно-фазной зоны. С учетом степени насыщения [1] можно записать

$$\Lambda_0 = z_s l_z \xi_0 G_0; \quad \Lambda_1 = z_s l_z \xi_1 G_1, \quad (2)$$

где  $z_s$  — число зубцовых делений одной полюсно-фазной зоны;  $l_z$  — эффективная длина зубца полюсно-фазной зоны;  $\xi_0, \xi_1$  — коэффициенты насыщения;  $G_0, G_1$  — удельные составляющие магнитной проводимости зубчатого рабочего зазора.

Индуктивные параметры фаз на базе выражений (1) вычисляются по известным формулам:

$$L_{AA} = W^2 \sum_{k=1}^m \Lambda_k(x) \pm \frac{W^2 \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \Lambda_j(x) \cdot \Lambda_k(x)}{\sum_{k=1}^m \Lambda_k(x)},$$

$$L_{AB} = \pm \frac{W^2 \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \Lambda_j(x) \cdot \Lambda_k(x)}{\sum_{k=1}^m \Lambda_k(x)},$$

где  $L_{AA}$ ,  $L_{AB}$ —собственная и взаимная индуктивность фазы;  $W$ —число вытков в фазе.

При использовании выражений (1) получаем для рассматриваемой схемы замещения

$$\left. \begin{aligned} L_{11} &= \frac{3}{4} L_0 + \frac{1}{2} L_1 \cos x & L_{12} &= \frac{1}{4} L_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} L_1 \cos \left( x - \frac{\pi}{4} \right) \\ L_{22} &= \frac{3}{4} L_0 + \frac{1}{2} L_1 \cos \left( x - \frac{\pi}{2} \right) & L_{23} &= \frac{1}{4} L_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} L_1 \cos \left( x - \frac{3\pi}{4} \right) \\ L_{33} &= \frac{3}{4} L_0 + \frac{1}{2} L_1 \cos (x \pm \pi) & L_{34} &= \frac{1}{4} L_0 + \frac{\sqrt{2}}{4} L_1 \cos \left( x + \frac{\pi}{4} \right) \\ L_{44} &= \frac{3}{4} L_0 + \frac{1}{2} L_1 \cos \left( x - \frac{3\pi}{2} \right) & L_{14} &= \frac{1}{4} L_0 - \frac{\sqrt{2}}{4} L_1 \cos \left( x - \frac{3\pi}{4} \right) \\ & & L_{13} &= L_{24} = -\frac{1}{4} L_0 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где  $L_0 = W^2 \Lambda_0$ —постоянная составляющая индуктивности изолированной фазы;  $L_1 = W^2 \Lambda_1$ —амплитуда изменения индуктивности изолированной фазы.

При известных собственных и взаимных индуктивностях фаз развиваемое усилие  $F(x, i)$  определяется как производная изменения электромагнитной энергии  $W$ , накопленной в контурах фаз. Для  $m$ -фазного ЩД согласно [1] имеем

$$F(x, i) = \frac{dW}{dx_m} \equiv \frac{2\pi}{\tau_z} \cdot \frac{dW}{dx} = \frac{\pi}{\tau_z} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m i_j i_k \frac{dL_{jk}(x)}{dx}, \quad (4a)$$

где  $i_j$ ,  $i_k$ —токи в контурах фаз.

В соответствии с выражением (4) определим величину статического усилия, развиваемого 4-фазным  $x, y$ -ЩД с электромагнитным возбуждением при парной коммутации 12-23-34-41.

$$F(x) = F_{\text{макс}} \cdot \sin x,$$

$$F_{\text{макс}} = n \sqrt{2} \frac{\pi}{\tau_z} (IW)^2 \Lambda_1, \quad (46)$$

где  $n$  — число модулей данной координаты;  $IW$  — н. с. фазы данного модуля;  $F_{\text{макс}}$  — амплитуда изменения силы  $F(x)$ .

Выражение (4) определяет зависимость статического синхронизирующего усилия  $F(x)$  в функции установившихся токов фаз и координаты  $x$  в электрических радианах.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 3.3.1987)

ელექტროტექნიკა

ე. ლონიაშვილი, ი. ფურსინი, კ. ასათიანი

ბრტყელი დისკრეტული ელექტროამძრავის ელექტრომაგნიტური  
 კავშირებისა და პარამეტრების ანალიზი

რ ე ზ ი უ მ ე

ბიჭურძრავიანი მბრუნავი დისკრეტული ელექტროამძრავის ზოგადი თეორიის ბაზაზე მიღებულია ორკოორდინატიანი ბრტყელი ელექტროამძრავის პარამეტრების გამოსათვლელი ფორმულები.

ELECTROTECHNICS

E. S. GONIASHVILI, Yu. S. FURSIN, K. G. ASATIANI

## ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC LINKS AND PARAMETERS OF FLAT TWO-COORDINATE DISCRETE ELECTRIC DRIVE

Summary

The considered model of flat two-coordinate discrete electric drive and its mathematical description have been obtained based on the general theory of discrete electric drive with a stepping motor.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Дискретный электропривод с шаговыми двигателями». М., 1971.
2. Б. А. Ивоботенко, Н. Ф. Ильинский, И. П. Копылов. Планирование эксперимента в электромеханике. М., 1975.
3. Э. С. Гониашвили. Автореферат канд. дисс. М., 1978.





АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

А. М. ТУШИШВИЛИ

СИСТЕМА ПОФОНЕМНОГО КОМПИЛЯТИВНОГО СИНТЕЗА  
ГРУЗИНСКОЙ РЕЧИ ПО ТЕКСТУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Е. Салуквадзе 24.5.1988)

Развитие компьютерной техники на сегодня и внедрение ее в быт определяют необходимость разработки систем управления различными объектами в форме речевого диалога.

Большой интерес вызывают системы с речевым ответом. Оснащенные речевыми интерфейсами различных информационно-поисковых и справочных систем дает возможность человеку освободиться от зрительного контроля за информацией на экране дисплея.

Кроме того, системы с речевым выводом могут использоваться в бытовой технике (говорящие устройства для людей с дефектами зрения и слуха, говорящие компьютеры и т. д.) [1], а также в системах с машинным переводом.

В связи с отсутствием синтеза грузинской речи, реализованного на ЭВМ, в Институте систем управления АН ГССР была разработана система речевого ответа на грузинском языке, основанная на методе компиляции. Скорость выборки речевого сигнала составляет 80000 бит/сек.

Опорными сегментами для компиляции были выбраны фонемные сегменты — отдельные звуки речи, «вырезанные» из грузинских слов в произношении диктора-мужчины. Для грузинской речи, характеризующейся малой вариативностью звуков, этот путь мог оказаться эффективным. Такой синтез связан со многими трудностями при стыковке фонем — щелчки между фонемами, возникновение паразитических звуков, неестественное звучание сегментов, пересаженных в новое окружение. Отражение (в целях естественности звучания) только звуковой окраски, наносимой непосредственно предшествующими и последующими звуками, потребовало бы использования десятков тысяч вариантов для всех грузинских фонем.

Подход, рассмотренный в работе [2], позволил ограничиться несколькими десятками опорных сегментов. В этой работе обсуждались вопросы, связанные с фонетикой грузинского языка, а также рассматривались пути соединения звуковых отрезков, в частности синтез с опорой на: а) отрезки, минимально окрашенные влиянием соседних звуков; б) отрезки с разными окрасками для разных позиций и в) отрезки с одной и той же (подобранной) окраской для разных позиций.

Один из методов второго пути со значительным уменьшением количества аллофонов был предложен в работе [3].

Третий путь, взятый нами в качестве опорного, так же как и первый, предполагает синтез речи с использованием, в идеальном случае, не более одного варианта для каждой из фонем, без учета вариантов, необходимых для воспроизведения интонационных контуров. Но, в отличие от первого пути, здесь используются «сильно окрашенные варианты, но не чуждой, а родной окраской звуков своей семьи».

Несмотря на кажущуюся внешнюю простоту, метод компилятивного синтеза требует усиленного программного обеспечения, включаю-



щего в себя гибкий набор алгоритмов. Исходя из этого становится очевидным, что для создания качественного синтеза необходимо составление словаря аллофонов.

Для этой цели создана соответствующая система, состоящая из: технических средств для ввода и вывода информации [4] и программного обеспечения, работающего в диалогом режиме, в реальном масштабе времени.

К техническим средствам относятся: магнитофон или микрофон, нормализатор уровня сигнала, аналого-цифровой преобразователь, усилитель и динамик.

Программное обеспечение включает в себя набор следующих программ: 1) программа ввода-вывода и обработки речевой информации; 2) программа обучения; 3) программа компиляции; 4) программа коррекции аллофонов; 5) экспертная программа; 6) программа для проведения аудиометрии.

Экспериментальный материал, из которого был составлен словарь аллофонов, в необходимой последовательности вводился в МОЗУ ЭВМ посредством канальной программы ввода, а также при помощи аппаратурных средств.

С помощью программы обучения первоначально был набран словарь из 200 аллофонов, который использовался для исследовательских целей в процессе синтезирования грузинской речи, осуществляемой программой компиляции. Длительность каждого аллофона составляла не более 250 мсек.

Эксперименты по подготовке к аудиометрии проходили в три этапа и были осуществлены с помощью экспертной программы. В каждой серии опытов выбиралось опорное слово, в котором поочередно заменялись согласные, представленные аллофонами. Эта замена происходила в различных позициях (начало, середина слова). Скомпилированные слова сохранялись на ВЗУ.

Бригаде auditors из семи человека, носителей грузинской речи, были представлены на прослушивание слова: 100 в первой серии опытов, 53 во второй, 46 в третьей. Из всех произнесенных слов были выбраны те, которые были опознаны максимальным количеством auditors.

Затем по итогам трех экспериментов одновременно из максимального количества раз опознанных auditors слов были выбраны аллофоны, взятые в качестве опорных, всего 33 аллофона — по одному эталону на согласное и гласное. Эти аллофоны были программно откорректированы для получения гладкого временного скомпилированного речевого сигнала и сохранены в качестве окончательного словаря.

Для получения интонационных контуров используются гласные нескольких вариантов на трех высотных уровнях.

Выбор фонем или их модификаций (аллофонов) в качестве единиц обусловил возможность применения их в системе «текст-речь». В таких системах информация, набранная в клавиатурном терминале, вводится в синтезатор, который обладает возможностью формировать практически неограниченный словарь. Системы «текст-речь» могут быть использованы для читающих автоматов, а также для перцептивного исследования строя языка.

Квазиоднозначное соответствие орфографической и фонетической записей грузинской речи позволило быстро осуществить алгоритмическое обеспечение организации речевого ответа по системе «текст-речь».

Для этой системы требуются две группы правил, из которых одно преобразует текст в образы аллофонов, а другое — эти образы в звуки.

Предлагаемая система «текст-речь» включает в себя две программы, работающие в диалогом режиме: 1) программа организации



библиотеки, где представлены все параметры аллофонов, собранные в словаре; 2) программа, дающая возможность набранную на пульте информацию тут же прослушать через динамик.

Общий объем памяти, необходимый для базы данных, с учетом параметров для воспроизведения интонационных контуров и программно обеспечения составил не более 200 Кбайт.

Оценка синтезированных стимулов по существующей методике выявила словесную разборчивость в пределах 93—98%, что соответствует «классу хорошего качества».

Академия наук Грузинской ССР  
Институт систем управления

(Поступило 26.5.1988)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ა. თუშიშვილი

ტექსტის მიხედვით ქართული მეტყველების ფონემური კომპილაციური სინთეზის სისტემა

რეზიუმე

აღწერილია სისტემა, რომელიც ფონემების საფუძველზე ახორციელებს ქართული მეტყველების კომპილაციურ სინთეზს ტექსტის მიხედვით. სისტემა შედგება სამეტყველო სიგნალის შეყვანისა და გამოყვანისათვის გამიზნული ტექნიკური საშუალებებისა და პროგრამების ერთობლიობით წარმოდგენილი პროგრამული უზრუნველყოფისაგან.

სიტყვიერი ერთეულების საფუძველზე სინთეზირებული მეტყველების გასარჩევად ჩატარებული აუდიტორიული ექსპერიმენტების შედეგებს მაჩვენებელია 93—98%, რაც „კარგი ხარისხის კლასს“ შეესაბამება.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

A. M. TUSHISHVILI

A SYSTEM OF PHONEME-BY-PHONEME COMPILATIVE  
SYNTHESIS OF GEORGIAN SPEECH BY TEXT

Summary

A system implementing the compilative synthesis of Georgian speech by text on the basis of phonemes is described. The system consists of hardware for the input and output of speech signals and of software represented by a set of programs.

The results of auditory experiments on the legibility of synthesized speech on the basis of verbal units show 93—98% performance, which corresponds to the good quality class.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Кейтер. Компьютеры-синтезаторы речи. М., 1985.
2. З. Н. Джапаридзе. Сб. «Языковые процессоры и распознавание речи», т. XXVI, 2. Тбилиси, 1988.
3. М. Ш. Чхаидзе, У. З. Салтхуцишвили, И. П. Саанишвили, Т. Е. Цитлидзе, С. Н. Гогидзе, Э. Н. Харатишвили. Сб. «Автоматическое распознавание слуховых образов». Тбилиси, 1978.
4. Н. Г. Браиловский, Г. С. Доценко, А. М. Тушишвили, М. А. Тушишвили, О. А. Чарквиани. Сб. «Языковые процессоры и распознавание речи», т. XXV, 2. Тбилиси, 1986.

Т. Ф. УРУШАДЗЕ, А. НАНАА, Н. Н. МОСИДЗЕ

## СОСТАВ ГУМУСА НЕКОТОРЫХ ПОЧВ СУХИХ СУБТРОПИКОВ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 19.12.1987)

Гумус является одним из составных частей почвы и играет важную роль в почвообразовании. Изучение состава гумуса имеет определяющее значение в познании генезиса почв. Основные показатели состава гумуса широко используются в диагностике и классификации почв.

Почвы сухих субтропиков широко распространены в Восточной Грузии. В литературе имеются данные по основным показателям состава, и в том числе составу гумуса [1—5]. В то же время отсутствуют сведения по сравнительной характеристике вышеотмеченных почв. Настоящая статья восполняет этот пробел и посвящена сравнительному анализу качественного состава гумуса основных почв сухих субтропиков. В качестве объектов исследования были взяты коричневые (в том числе светлые, карбонатные, выщелоченные), лугово-коричневые и черные почвы. Все отмеченные почвы достаточно ясно отличаются между собой экологическими условиями формирования, по основным показателям состава. В то же время они имеют близкие свойства. Эти почвы характеризуются от нейтральной до щелочной реакции, невысоким содержанием гумуса, насыщенностью основаниями, оглиненностью и окарбоначенностью почвенного профиля, спалитным типом выветривания минеральной части.

Почвообразующие породы в основном представлены продуктами выветривания осадочных пород (песчаники, глинистые сланцы) и лесовидными суглинками. Естественная растительность на большей части территории сведена и занята культурными растениями.

Определение состава гумуса (см. табл.) показало, что рассматриваемые почвы имеют как общие черты, так и заметно разнятся между собой.

Почвы характеризуются гуматным типом гумуса ( $Cg:Cf > 1$ ). Среди гуминовых кислот заметно преобладают гуматы кальция (II фракция) с постепенным повышением их содержания (кроме черных почв) с глубиной, что коррелирует с увеличением содержания карбонатов кальция.

Отсутствие или незначительное содержание (1,43—4,80%) в почвах подвижных гуминовых кислот (I фракция) свидетельствует о достаточной стабильности органического вещества в почвах. Фракции гуминовых кислот (III), связанные с глинистыми минералами и полуторными окислами, и фракции фульвокислот, связанные с III фракциями гуминовых кислот, характеризуются довольно равномерным распределением по профилям почв. Обращают на себя внимание малые количества I фракции фульвокислот (связанных с подвижными полуторными окислами гуминовых кислот). Содержание негидролизующего остатка достигает заметных величин (35,15—56,83%).

Различия между исследованными почвами сводятся к следующим: коричневые карбонатные почвы выделяются высоким содержанием негидролизующего остатка (45,88—56,83%), коричневые выщелочен-

Состав гумуса исследованных почв (в % от общего углерода)

№ разр.	Горизонт, Глубина, см	Собран % к почве	Фракции гуминовых кислот				Фракции фульвокислот					Сумма фракции	Негидролизуемый остат.	Сг : Сф
			I	Б	III	Сумма	I-a	I	II	III	Сумма			
Коричневые светлые														
III-MT-2	A <sub>1</sub> <sup>I</sup> — 0 — 12	1,61	нет	18,26	13,35	31,61	5,77	0,69	9,00	7,39	22,85	54,46	45,54	1,38
	A <sub>1</sub> <sup>II</sup> — 12 — 25	1,01	"	20,59	12,87	33,46	7,26	0,07	9,73	6,43	23,49	56,95	43,05	1,42
	B <sub>1</sub> — 25 — 50	0,49	"	22,45	12,25	34,69	7,90	1,08	10,14	5,10	24,22	58,91	41,09	1,43
Коричневые карбонатные														
Л-1	A <sub>1</sub> <sup>I</sup> — 0 — 14	2,93	1,81	17,59	11,34	30,74	3,07	3,10	7,46	5,38	19,01	49,75	50,25	1,62
	A <sub>1</sub> <sup>II</sup> — 14 — 30	2,30	нет	21,70	12,21	33,91	3,78	1,78	8,22	5,83	19,61	53,52	46,48	1,73
	AB — 30 — 45	1,93	"	20,10	13,06	33,16	4,30	1,76	8,53	4,37	18,96	52,12	47,88	1,75
	B <sub>1</sub> — 45 — 75	1,19	"	21,01	12,69	33,70	5,04	1,25	9,91	4,22	20,42	54,12	45,88	1,65
Б-1	A <sub>1</sub> — 2 — 10	2,07	2,51	12,89	9,77	25,17	3,33	1,69	7,58	5,41	18,00	43,17	56,83	1,40
	AB — 10 — 24	1,77	3,39	13,43	8,89	25,70	2,94	0,85	8,79	5,27	17,85	43,47	56,53	1,43
	B — 24 — 42	1,52	нет	19,53	10,87	30,40	5,79	1,18	9,08	3,62	19,67	50,07	49,93	1,55
Коричневые выщелоченные														
Тх-1	A <sub>1</sub> <sup>I</sup> — 0 — 14	1,39	нет	15,95	11,75	27,70	5,23	5,85	6,16	5,47	22,71	50,41	49,59	1,22
	A <sub>1</sub> <sup>II</sup> — 14 — 28	1,17	"	19,41	12,38	31,79	6,65	3,52	11,35	4,79	26,31	58,10	41,90	1,20
	B <sub>1</sub> — 28 — 43	0,52	"	22,23	13,92	36,15	6,15	2,70	12,49	6,15	27,49	63,64	36,36	1,31
Цх-1	A <sub>1</sub> — 0 — 7	3,02	4,80	14,63	12,89	32,32	4,44	6,95	7,69	6,92	26,00	58,32	41,68	1,24
	B — 7 — 35	1,35	нет	20,04	14,04	34,08	7,33	5,71	8,96	6,59	28,59	62,67	37,33	1,19
Лугово-коричневые														
Mxp-3	A <sub>1</sub> <sup>I</sup> — 0 — 14	1,23	3,25	16,01	13,50	33,16	3,66	3,74	10,08	11,06	28,54	61,70	38,30	1,16
	A <sub>1</sub> <sup>II</sup> — 14 — 45	1,12	нет	19,82	12,66	32,48	3,93	4,28	10,36	12,05	30,62	63,10	36,90	1,06
	AB — 45 — 70	0,85	"	20,12	13,29	33,41	4,24	4,70	8,36	11,29	28,59	62,00	38,00	1,17
	B <sub>1</sub> — 70 — 100	0,76	"	23,16	12,66	35,82	4,74	3,94	8,33	12,02	29,03	64,85	35,15	1,23
Черные														
Kx-3	A <sub>1</sub> <sup>I</sup> — 0 — 20	2,80	1,43	27,15	11,10	39,68	2,36	1,14	7,75	7,25	18,50	58,18	41,82	2,14
	A <sub>1</sub> <sup>II</sup> — 20 — 40	1,39	нет	26,30	12,33	38,63	3,02	0,86	9,21	7,33	20,43	59,06	40,99	1,89
	AB — 40 — 60	0,68	"	23,56	13,50	37,06	4,41	0,88	8,53	9,26	23,08	60,14	39,86	1,60
	B — 60 — 100	0,37	"	21,62	13,78	35,40	4,05	0,97	11,19	9,19	25,40	60,80	39,20	1,39

ные — относительно низкими показателями отношений Cг:Сф (1,19—1,31), коричневые светлые — наибольшим содержанием наиболее агрессивной 1-а фракции фульвокислот (5,77—7,90%), лугово-коричневые почвы — самым низким показателем отношений Cг:Сф (1,06—1,23) и, наконец, черная почва — наиболее высоким отношением Cг:Сф (1,39—2,14) и уменьшением содержания гуматов кальция с глубиной.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 31.12.1987)

ნიადამცოდნეობა

თ. ურუშაძე, ა. ნანაა, ნ. მოსიძე

აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალი სუბტროპიკების ზომიერითი  
 ნიადამცოდნეობის ჰუმუსის შედგენილობა

რეზიუმე

შესწავლილია აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალი სუბტროპიკების ყავისფერი (ღია, კარბონატული, გამოტუტული), მდელოს-ყავისფერი და შავი ნიადამცოდნეობის ჰუმუსის შედგენილობა. დადგენილია, რომ საერთო თვისებებთან ერთად (ჰუმუსის ჰუმატური ტიპი, არაჰიდროლიზებადი ნაშთის გადიდებული რაოდენობა და სხვ.) ცალკეული ნიადამცოდნეობები ხასიათდება სპეციფიკური მანვენებლებით.

SOIL SCIENCE

T. F. URUSHADZE, A. NANAA, N. N. MOSIDZE

THE COMPOSITION OF HUMUS IN SOME SOILS OF DRY  
 SUBTROPICS OF EASTERN GEORGIA

S u m m a r y

The composition of humus in light, calcareous, leach cinnamonic, meadow cinnamonic and black soils has been studied. Such soils contain humate humus and are characterized with a low content of aggressive fractions and a high content of calcium-related fractions. At the same time some of the soils have their specific peculiarities.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Латария. Лугово-коричневые почвы и повышение их плодородия. Тбилиси, 1981.
2. Э. К. Накаидзе. Коричневые и лугово-коричневые почвы Грузии. Тбилиси, 1977.
3. Э. К. Накаидзе. Серо-коричневые и черные почвы Грузии. Тбилиси, 1980.
4. Почвы Грузии. Тбилиси, 1983.
5. Т. Ф. Урушадзе. Почвы горных лесов Грузии. Тбилиси, 1987.

მ. ახალკაცი, მ. ბერიძე, ბ. ღვალაძე

## ASTRAGALUS CAUCASICUS PALL-ის ემბრიო- და ენდოსპერმოგენეზი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ნატეციშვილმა 24.11.1987)

*Astragalus caucasicus* Pall. „საქართველოს წითელ წიგნში“ შეტანილი და, ამდენად, მისი ყოველმხრივი შესწავლა განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს. ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა აღნიშნული სახეობის ჩანასახისა და ენდოსპერმის განვითარების გამოკვლევა. აქვე უნდა მივუთითოთ, რომ *A. caucasicus* ამ მხრივ სრულიად შეუსწავლეია, ხოლო *Astragalus*-ის გვარის ირგვლივ არსებული მონაცემები ფრაგმენტულია [1].

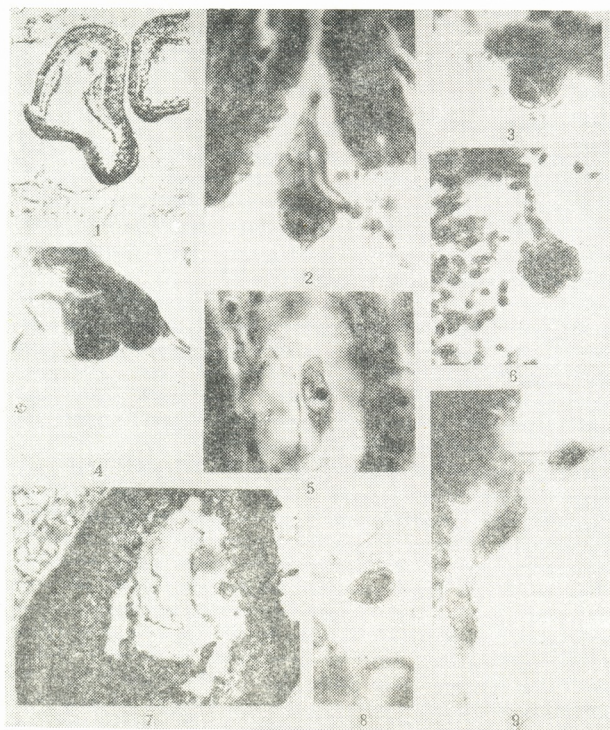
ემბრიოლოგიური კვლევისათვის მასალას ვიღებდით თბილისის მიდამოებში. ნაფაშინის მიხედვით დაფიქსირებული მასალის გაუწყლოვებასა და პარაფინირებას ვახდენდით მიკროტექნიკაში ცნობილი მეთოდიკით. ანათლების სისქე შეადგენდა 20—30 მიკრონს ნასკვის განვითარების ფაზის მიხედვით. მუავე გემალაუნით (მაიერის მიხედვით) შეღებულ პრეპარატებს ვსწავლობდით სინათლის მიკროსკოპზე „პოლივარი“ (ავსტრია) იმერსიული სისტემით. ამავე მიკროსკოპზე ვაწარმოებდით მიკროფოტოგრაფირებას.

*A. caucasicus*-ის განაყოფიერებისათვის მზა ჩანასახის პარკი კამპილოტროპული თესლკვირტის მსგავსადაა მოხრილი (სურ. 1). იგი შეიცავს კვერცხუჯრედის აპარატს კვერცხუჯრედითა და ორი სინერგიდით და ცენტრალურ უჯრედს მეორადი ბირთვით. კარგად გამოხატული მიკროპილე ენდოსტომითაა წარმოდგენილი (სურ. 2). მტვრის მილი მიკროპილეთი აღწევს ჩანასახის პარკს და ჩანასახის პარკში შედის ერთ-ერთი სინერგიდის გავლით. განაყოფიერება პრემიტოზური ტიპისაა. სპერმიები კონტაქტისთანავე ხვდება მდედრობით პრონუკლეუსებში, რამდენიმე ხნის მანძილზე მდედრობით ბირთვებში საკმაოდ კარგად ჩანს სპერმის მიერ შეტანილი ქრომატინი. იგი ბირთვში რამდენადმე უფრო მუქად შეფერილ უბანს ქმნის. აქვეა სპერმიისეული მომცრო ბირთვაკიც (სურ. 5; ცენტრალური უჯრედის მეორადი ბირთვი). განაყოფიერება მთავრდება მდედრობითი და მამრობითი ბირთვაკების შეერთებით. განაყოფიერების შემდეგ მდედრობითი უჯრედები ერთხანს ინტერფაზულ მდგომარეობაშია. ზიგოტა, კვერცხუჯრედის მსგავსად, აშკარად გამოხატულ პოლარულ უჯრედს წარმოადგენს, მაგრამ კვერცხუჯრედისაგან განსხვავებით, მისი ციტოპლაზმა წვრილფიქსაგებრი სტრუქტურისა ხდება და უფრო მეტად ავსებს უჯრედის აპიკალურ და ლატერალურ ნაწილებს. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ზიგოტაში ბირთვის ირგვლივ საკმაოდ დიდი ზომის მუქადღებადი ჩანართების არსებობა (სურ. 2). პატარა ზომის მარცვლების სახით ამგვარივე ჩანართები აქა-იქ შეინიშნება ზიგოტის ბაზალურ ნაწილშიც.

მიტოზის დროს ზიგოტა იყოფა განივი უჯრედული ტიხარით (სურ. 3). ორ უჯრედიან პრემბრიოს ბაზალური უჯრედი ვაკუოლიზებულია და შემდგომში დასაბამს აძლევს მრავალუჯრედიან საკიდარს. აპიკალური უჯრედი კი შედარებით მომცრო ზომისაა და ციტოპლაზმით მდიდარი. იგი წარმოქმნის საკუთრივ



ჩანასახს. საკიდარის უჯრედები არსებობის მთელ მანძილზე ვაკუოლიზებულია. ამასთანავე, დიდი ვაკუოლების გვერდით მრავლადაა წვრილი ვაკუოლები, რაც საკიდარის უჯრედების ციტოპლაზმას ფიქსაცებრ სტრუქტურას ანიჭებს. საკიდარის ბაზალური უჯრედები, ჰაუსტორიუმის მსგავსად, თესლკვირტის ქსოვილებშია შექრილი (სურ. 6).



სურ. 1-9.

მრავალუჯრედიანი ჩანასახი მსხლისებრ მოყვანილობას იღებს, ხოლო შემდგომ გულისებრი ხდება. გულისებრი სტადიიდან იწყება ლეზნების ფორმირება. ამრიგად, *A. caucasicus*-ში ჩანასახის განვითარება *Onograds*-ის ტიპის მიხედვით მიმდინარეობს.

*A. caucasicus*-ისათვის ჩვენ დავადგინეთ პოლიემბრიონიის ორი ფორმა. ერთ შემთხვევაში დამატებითი ჩანასახი (სურ. 6), ნამდვილი ჩანასახისაგან განსხვავებით (რომელიც ამ დროისათვის მსხლისებრი ფორმისაა), ატიპური მოყვანილობისაა, მოკლებულია საკიდარს, უჯრედები უფრო დიდი ზომისაა და ძლიერ ვაკუოლიზებული. მდებარეობის მიხედვით, დამატებითი ჩანასახი სინერგიული წარმოშობის უნდა იყოს. მეორე შემთხვევაში დამატებითი ჩანასა-

ხი ზიგოტისეული წარმოშობისაა. როგორც ჩანს, ორუჯრედიანი პროემბრიოს უჯრედები საწყისის აძლევენ ორ დამოუკიდებელ ჩანასახს. ამ ორი ჩანასახის წარმოშობის ამგვარ ერთიანობაზე მიუთითებს მათი ზომის, განვითარების სტადიისა და აგებულების მსგავსება (სურ. 4). აღსანიშნავია, რომ დამატებითი ჩანასახები განვითარების ადრეულ საფეხურზე დეგენერირდებიან და, ამდენად, თესლწარმოქმნის პროცესში რაიმე ფუნქციას არ ასრულებენ. მწიფე თესლი, როგორც წესი, შეიცავს მხოლოდ ერთ, ზიგოტურ ჩანასახს.

ენდოსპერმი ნუკლეარული ტიპისაა (სურ. 7, 8, 9). ენდოსპერმის განვითარება მნიშვნელოვნად უსწრებს წინ ჩანასახის განვითარებას. ზიგოტაში მიტოზური დაყოფის დაწყების დროისათვის ჩანასახის პარკში ენდოსპერმის 32—64 ბირთვია. ენდოსპერმის ბირთვებში პირველი მიტოზური დაყოფები სინქრონულად მიმდინარეობს და ყოველი გაყოფა ორჯერ ზრდის ბირთვების რაოდენობას. ხუთი-ექვსი გაყოფის შემდეგ ბირთვების გაყოფა ასინქრონული ხდება და ჩანასახის პარკის მთელ სიგრძეზე, მიკროპილე-ხალაზის მიმართულებით, შეინიშნება მიტოზური დაყოფის ყველა ფაზა. უფრო მოგვიანებით ბირთვების დაყოფის სინქრონულობას ინარჩუნებს ენდოსპერმის მხოლოდ ცალკეული უბნები. თავდაპირველად ენდოსპერმის ციტოპლაზმა ბაფთისებრი ქიმიების სახითაა წარმოდგენილი (სურ. 7, 9). ნუკლეარული ენდოსპერმის სტადიაზე ჩანასახის პარკში კარგად ჩანს ნუკლეარული პოსტამენტი, რომელიც შეჭრილია ჩანასახის პარკის ხალაზურ ნაწილში. ნუკლეარული ენდოსპერმის ბაფთისებრი ქიმიები პოსტამენტთანაა დაკავშირებული (სურ. 7). ენდოსპერმის ბირთვებში ქრომატინი ნახ სტრუქტურას ქმნის (სურ. 8, 9). ბირთვები 1—3 ბირთვებიანია. მოგვიანებით ენდოსპერმი მთლიანად ავსებს ჩანასახის პარკის ღრუს.

განვითარების გარკვეულ ეტაპზე ხდება ენდოსპერმის გაუჯრედება. ეს პროცესი იწყება ჩანასახის პარკის მიკროპილურ ნაწილში, მიმდინარეობს საკმაოდ სწრაფად და მოიცავს მთელ ენდოსპერმს.

ენდოსპერმი არა მარტო ემსახურება ჩანასახის კვებას, არამედ უშუალოდაც შთაინთქმება — გამოიყენება მზარდი ჩანასახის მიერ. ამაზე აშკარად მიგვანიშნებს ჩანასახის მომიჯნავედ ენდოსპერმის ბირთვებისა და მოგვიანებით კი უჯრედების ინტენსიური დაშლა.

ენდოსპერმისათვის როგორც ბირთვულ ფაზაზე, ისე გაუჯრედების შემდეგაც დამახასიათებელია მუქადღებადი წვეთოვანი ჩანართები-ს თანაპოვნირება. ამგვარი ჩანართების სიუხვით გამოირჩევა, აგრეთვე ჩანასახის პარკის მოსახლვრე ინტეგუმენტის უჯრედები. ჩვენი ვარაუდით, ეს ჩანართები ლიპიდური ბუნებისაა. შესაძლებელია, მათი ასეთი დიდი რაოდენობით არსებობა განსაზღვრა ეკოლოგიურმა პირობებმა. *A. caucasicus* ქსეროფიტია. არ არის გამორიცხული, რომ წყლის დეფიციტს მდებრობითი გამეტოფიტი ინახლავს ლიპიდების დაშლის ხარჯზე. მუქადღებადი ჩანართების გენეზისისა და ფუნქციური რაობის შესწავლა სამომავლოდ გვაქვს გამიზნული.

ჩანასახის ლებნების განვითარების პარალელურად მთელ ენდოსპერმში აწყება და ძლიერდება დესტრუქციული პროცესები. მწიფე თესლში ნივთიერებები მარაგდება ლებნებში.

როგორც ვხედავთ, ორმაგი განაყოფიერებისას *A. caucasicus*-ში თესლწარმოქმნა ძირითადად ნორმალურად მიმდინარეობს. გაუნაყოფიერებლობის შემთხვევაში, რაც საკმარისად შეინიშნება, ემბრიოლოგიური პროცესები წყდება გამეტოფიტების სტადიაზე. აღსანიშნავია, რომ საკვლევ სახეობაში



ჩვენს მიერ პირველადაა მოცემული ჩანასახისა და ენდოსპერმის განვითარების თანმიმდევრული პროცესები. გარდა ამისა, *Astragalus*-ის გვარისათვის ასევე პირველადაა დადგენილი განაყოფიერების პრემიტოზური ტიპი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ნ. კეცხოველის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 27.11.1987)

БОТАНИКА

М. Ш. АХАЛКАЦИ, М. В. БЕРИДЗЕ, Г. Е. ГВАЛАДЗЕ

ЭМБРИО- И ЭНДОСПЕРМОГЕНЕЗ У *ASTRAGALUS CAUCASICUS* PALL.

Резюме

Изучены последовательные фазы развития зародыша и эндосперма у *Astragalus caucasicus* Pall. Зародыш формируется по Onograd типу, эндосперм нуклеарный. Для рода *Astragalus* впервые описан премитотический тип оплодотворения, а также гаметофитно-гаметный и зиготичный типы полиэмбрионии.

BOTANY

M. Sh. AKHALKATSI, M. V. BERIDZE, G. E. GVALADZE

EMBRYO- AND ENDOSPERMOGENESIS IN *ASTRAGALUS CAUCASICUS* PALL.

Summary

A study has been made of the phases of embryo and endosperm development in *Astragalus caucasicus* Pall. The embryo is formed according to Onograd-type, with nuclear endosperm. For *Astragalus* genus premitotic type of fertilization has been described for the first time as well as some types of polyembryony.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Поддубная-Арнольди. Сравнительная эмбриология покрытосеменных растений. М., 1982.

Р. И. ГОГЛИДЗЕ, М. И. БАЛАШВИЛИ, Г. Г. ГИГОЛАШВИЛИ,  
Д. Р. УРТМЕЛИДЗЕ, Д. И. ДЖОХАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

### ТРАНСКРИПЦИЯ ПЛАЗМИДЫ рBR 322 И рLS РЕКОМБИНАНТНОЙ ПЛАЗМИДЫ ХЛОРОПЛАСТНОЙ ДНК-ЗАВИСИМОЙ РНК-ПОЛИМЕРАЗЫ

В последние годы благодаря развитию методов генетической инженерии достигнуты значительные успехи в понимании тонких механизмов процесса транскрипции. В частности, стало возможным получение транскриптов индивидуальных генов с помощью гомологичного транскрибирующего фермента [1]. Значительное внимание исследователей привлекает геном хлоропластов, поскольку с ним связаны не только явления т. н. цитоплазматической наследственности, но и многие важные для растения свойства, такие как устойчивость к некоторым заболеваниям, гербицидам и т. д. В настоящее время хорошо известно, что геномы хлоропластов и прокариотических организмов обладают некоторыми сходными свойствами [2]. Вместе с тем, в бактериальные плазмиды нетрудно вставлять многие эукариотические гены. В этом отношении наиболее успешно применяется плазида рBR 322, на основе которой сконструированы многие рекомбинантные молекулы.

Целью настоящей работы являлось проведение транскрипции хлоропластной РНК-полимеразой плазмиды со вставленным фрагментом гена большой субъединицы, 1,5-рибулозодифосфаткарбоксилазы рLS<sup>(1)</sup> из хлоропластов свеклы. В задачи входило также получение электрофоретической картины транскриптов. В опытах использовали РНК-полимеразу хлоропластов листьев гороха (*Pisum Sativum*, сорт «Победитель»), полученную в нашей лаборатории по прописи Бригата и Маше [3], с некоторыми изменениями.

Источником хлоропластов служили 7—10-дневные растения, выращенные в лабораторных условиях. Собранные листья (500 г) охлаждали, промывали сперва водопроводной и потом охлажденной дистиллированной водой и гомогенизировали в гомогенизаторе типа блендера с ножами, вращающимися со скоростью ~ 8000 об/мин. Гомогенизацию проводили в растворе следующего состава (буфер А): сахара — 0,4 М; трис-НСl, рН 7,8—0,04 М; бычий сывороточный альбумин — 1%; цистин — 0,004 М; Na<sub>2</sub>-ЭДТА — 5 мМ. Соотношение листья—раствор ~ 1:5. Гомогенат центрифугировали при 1400 г в течение 10 мин. Осадок суспендировали в малом объеме буфера А, наслаивали на прерывистый градиент сахарозы (0,75—1,0—1,5 М) и центрифугировали при 1000 г в течение 10 мин. Хлоропласты, полученные в 1,0 М интерфазе, отсасывали медицинским шприцом, осаждали центрифугированием при 2600 г в течение 25 мин. Полученный осадок суспендировали в растворе следующего состава (буфер В): трис-НСl, рН 7,8—50 мМ; Na<sub>2</sub>-ЭДТА—4 мМ; дитиотрентол — 1 мМ; фенолметил-сульфонилфторид — 0,05 мМ; сульфат аммония — 0,1 М; глицерин — 25%. Суспензию центрифугировали при 80000 г в течение

(<sup>1</sup>) Рекомбинантная плазида рLS любезно была нам предоставлена профессором К. Г. Скрябиным и реамплифицирована в нашей лаборатории.



20 мин. Осадок отбрасывали. Супернатант инкубировали с азой I (Sigma) до конечной концентрации 100 мкг/мл, при комнатной температуре в течение 30 мин. Суспензию наносили на колонку гепарин-сефарозы (9×0,9 см), элюат диализовали против буфера С (трис-НСI, рН 7,8—50 мМ; глицерин — 25%; тритон X-100—0,1%; дитиотреитол — 1 мМ; Na<sub>2</sub>-ЭДТА — 0,1 мМ; сульфат аммония — 15 мМ) в течение 5 часов. К диализату добавляли полимин Р до конечной концентрации 0,01% и центрифугировали при 10000 g в течение 30 мин. Осадок суспендировали в буфере С, содержащем 300 мМ сульфата аммония. Суспензию разбавляли до 50 мМ концентрации сульфата аммония и наносили на колонку ДЭАЭ-целлюлозы (6×0,9 см). Элюцию проводили в линейном градиенте 50—600 мМ сульфата аммония, приготовленном на буфере С. Полученный элюат наносили на колонку фосфоцеллюлозы (3×0,9 см), элюцию проводили в линейном градиенте 15—400 мМ сульфата аммония, приготовленном на буфере С. Элюат собирали в отдельные фракции и определяли ферментативную активность. Определение проводили в среде, содержащей следующие компоненты: трис-НСI, рН 7,8—50 мМ; MgCl<sub>2</sub>—20 мМ; АТФ, ГТФ и ЦТФ — по 0,3 мМ; <sup>3</sup>H-УТФ (удельная активность 27 Ci/мМ) — 4; фермент — 6 мкг; хлоропластная ДНК листьев гороха — 10 мкг. Общий объем каждой пробы — 100 мкл. Пробы инкубировали при 30°C в течение 1 часа. Реакцию останавливали добавлением 5% раствора ТХУ, содержащего 0,2% пирофосфата натрия, выдерживали при 0°C не менее 30 мин. Осадки собирали на мембранные фильтры, промывали на воронке 2 раза раствором ТХУ с пирофосфатом, 1 раз этанолом и считали радиоактивность на сцинтилляционном счетчике SL-30 (фракция). По величине радиоактивности судили об активности фермента в данной пробе.

В колоночной хроматографии пользовались спектрофотометром «320 Увикорд» (фирма «Вгопта», Швеция).

Электрофорез препаратов РНК-полимеразы проводили в 10% ПААГ по Леммли [4] после предварительной инкубации в растворе с содержанием 1% ДДС-Na<sub>2</sub> и 1% β-меркаптоэтанола при 100°C в течение 5 мин. Молекулярную массу субъединиц рассчитывали по калибровочному графику, выражающему зависимость логарифма молекулярной массы от относительной подвижности белков-маркеров, в качестве которых использовали высокомолекулярный белковый калибровочный кит (Швеция). Количество белка в пробах определяли по Бредфорду [5].

Для получения транскриптов рекомбинантных плазмид с помощью хлРНК-полимеразы пользовались смесью следующего состава: трис-НСI, рН 7,8—50 мМ; MgCl<sub>2</sub>—20 мМ; АТФ; ГТФ, ЦТФ и УТФ — по 0,3 мМ; ДНК — 2 мкг; РНК-полимераза — 20 мкг. Общий объем смеси — 100 мкл. Пробы инкубировали при 37°C в течение 60 мин, далее добавляли гепарин до конечной концентрации 200 мкг/мл и продолжали инкубацию еще 5 мин. Реакцию останавливали добавлением 40 мМ ЭДТА, далее добавляли 95% этанол для осаждения вновь синтезированной РНК. Смесь оставляли на холоду в течение ночи. Осадок растворяли в бидистилляте, денатурировали и проводили электрофорез в 7,5% ПААГ в присутствии 8 М мочевины.

На рис. 1 приведена электрофореграмма полученной нами хлРНК-полимеразы из листьев 10-дневных растений гороха, как это описано в методике, вместе с маркерами.

Согласно рис. 1, хлРНК-полимераза листьев гороха в условиях нашего эксперимента при электрофорезе в 10% ПААГ в присутствии

ДДС- $\text{Na}_2$  делится на шесть субъединиц с молекулярными массами 200 000, 80 000, 67 000, 60 000, 50 000 и 20 000 соответственно. Бриат и Маше [6], работая с хлРНК-полимеразой листьев шпината, получили тоже шесть субъединиц, а Смит и Богорад [7] хлРНК-полимеразу кукурузы разделили на семь субъединиц. Как выясняется, субъединичный состав хлРНК-полимеразы разных растений неодинаков.

Следует отметить, что идентификация транскрипта индивидуального гена без применения радиоактивного предшественника РНК в РНК-полимеразной системе довольно затруднительна. На рис. 2 приведены электрофореграммы транскриптов плазмид рВR 322 (А) и рLS (В), полученных с использованием хлРНК-полимеразы листьев гороха.

Как видно из приведенной на рис. 2 электрофореграммы, оба типа транскриптов сходны, т. е. имеют по две зоны, однако в транскрип-



Рис. 1. Электрофореграмма хлРНК-полимеразы из листьев 10-дневных растений гороха (Б) и маркеров (А): 1 — тиреоглобулин (м.м. 330 000), 2 — феритин (м.м. 220 000), 3 — бычий сывороточный альбумин (м.м. 67 000), 4 — каталаза (м.м. 65 000), 5 — лактатдегидрогеназа (м.м. 36 000)

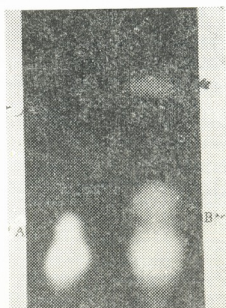


Рис. 2. Электрофореграмма транскриптов плазмид рВR 322 (А) и рLS (В) полученных при использовании хлРНК-полимеразы листьев гороха

те В имеется дополнительная зона (отмечена стрелкой), обладающая гораздо более высокой молекулярной массой. Естественно заключить, что сходные зоны соответствуют основе — плазмиде рВR 322, а дополнительная зона с высокой молекулярной массой — вставленному элементу, т. е. гену большой субъединицы 1,5-рибулозодифосфат-карбоксилазы.



რ. გოგლიძე, მ. ბალაშვილი, მ. გიგოლაშვილი, დ. ურთმელიძე,  
დ. ჯოხაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

pBR 322 და pLS რეკომბინანტული პლაზმიდის ტრანსკრიპციის  
ქლოროპლასტული დნმ-საგან დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზით

### რეზიუმე

ბარდის 10-დღიანი ნაზარდებიდან გამოყოფილია და ნაწილობრივ დახასიათებულია ქლოროპლასტული დნმ-საგან დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზა. პოლიაკრილამიდის გელში ელექტროფორეზით გამოვლენილია ფერმენტის ექვსი სუბერთეულის მოლეკულური მასები. აღნიშნული რნმ-პოლიმერაზით ჩატარებულია პლაზმიდა pBR 322-სა და რეკომბინანტული პლაზმიდის pLS-ის ტრანსკრიპცია. ეს უკანასკნელი შეიცავს ჭარხლის ქლოროპლასტების დნმ-ის ფრაგმენტს 1,5 — რიბულოზოდიფოსფატ-კარბოქსილაზის დიდი სუბერთეულის გენით. მიღებულია შესაბამისი ტრანსკრიპტების ელექტროფორეგრამები.

### GENETICS AND SELECTION

R. I. GUGLIDZE, M. I. BALASHVILI, G. G. GIGOLASHVILI  
D. R. URTMELIDZE, D. I. JOKHADZE

## TRANSCRIPTION OF pBR 322 PLASMID AND pLS RECOMBINANT PLASMID BY CHLOROPLAST DNA-DEPENDENT RNA-POLYMERASE

### Summary

The chloroplast DNA-dependent RNA-polymerase was isolated from 10-day-old pea shoots and partially characterized. PAAG electrophoresis revealed the molecular weight of six subunits of this enzyme. The in vitro transcription of pBR 322 and pLS was carried out. The latter contains a DNA fragment of beat chloroplasts with 1,5-ribuloso-diphosphate-carboxilase gene of big subunit. Electrophoregrammes of corresponding transcripts have been obtained.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Косинов, В. В. Тарантул. Успехи современной биологии, 28, вып. 3 (6), 1984, 338—354.
2. Л. Маргелис. Роль симбиоза в эволюции клетки. М., 1983.
3. T. H. Briat *et al.* Nucl. Acid. Res. 10, 1982, 6865—6878.
4. J. King, U. K. Laemmli. J. Mol. Biol. 62, 1971, 465—473.
5. M. M. Bradford. Analytical Biochemistry, 72, 1976, 248—254.
6. S. Lerbs *et al.* Plant Mol. Biology, 2, 1983, 67—74.
7. H. J. Smith, L. Bogorad. Proc. Nat. Acad. Sci, 71, 1974, 4839—4842.

И. Г. МЕСТИАШВИЛИ, Д. Г. МАРГАШВИЛИ, Т. П. БАГАШВИЛИ,  
Т. Л. БАКРАДЗЕ, И. И. ТОПУРИЯ

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕНА ДЕФИЦИТА ФЕРМЕНТА ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И ПАРАЗИТАРНАЯ КАРТИНА (В ПРОШЛОМ) МАЛЯРИИ В ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чаншшвили 8.12.1987)

Известно, что дефицит эритроцитарного фермента глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФД) в основном распространен в странах т. н. малярийного пояса. Грузинская ССР, которая расположена между 41 и 44° северной широты и, следовательно, в малярийном поясе земного шара, представляет собой весьма ценный регион для изучения геногеографии наследственного дефекта активности фермента Г-6-ФД. Вместе с тем, Грузия отличается предельной контрастностью ландшафта и разнородностью этнического состава населения, что усугубляет интерес исследователей к данной проблеме.

В этой связи целью настоящей работы явилось изучение распространения дефицита фермента Г-6-ФД в ГССР и выявление закономерностей его геногеографии.

В 1982—1985 гг. в ГССР были проведены популяционные исследования с учетом маляриогенности территории [1] и антропологической классификации современного населения республики [2].

Материалом наших исследований служили практически здоровые лица, представители 31 этно-территориальной группы. Всего было обследовано 2045 человек в возрасте от 4 до 60 лет, из них 1186 мужчин, 859 женщин.

Для выявления дефицита фермента Г-6-ФД применяли качественный скринирующий тест флуоресцирующих пятен [3] и количественный, подтверждающий, спектрофотометрический метод [4].

В результате проведенных исследований выявлено 24 гемизиготных носителя патологического гена дефицита фермента Г-6-ФД, что составляет 2,02%, и 5 гомозиготных носителей данного патологического гена, что составляет 0,5%. Среди грузинских этно-территориальных групп Восточной Грузии наибольшая частота гена дефицита фермента Г-6-ФД константирована у ингилойцев Цителцкаройского района (17,6%), в Западной Грузии — у мегрелов Цаленджихского, Чхороцкуйского и Зугдидского районов (3,7%) и у аджарцев Кобулетского района (2,94%).

Аномальный ген не выявлен среди ряда этно-территориальных групп, таких как гурийцы Ланчхутского и Махарадзевского районов, рачинцы Онского и Высокогорного Онского районов, мтиулы Душетского района и мохевцы Казбегского района.

Принимая во внимание литературные данные о селективной роли малярии в распространении дефицита фермента Г-6-ФД, мы сочли целесообразным распределить наши данные по четырем маляриогенным зонам. Как видно из табл. 1, в гипермаляриогенной зоне носительство аномального гена дефицита фермента Г-6-ФД обнаружено у 28 из обследованных 1452 человек (1,92%), в мезомаляриогенной зоне выявлен 1 носитель аномального гена из 265 обследованных (0,37%);





в гипо- и амалириогенной зонах носительство аномального гена мы не встречали.

Таблица 1

Распространение дефицита фермента Г-6-ФД в грузинских этно-территориальных группах по маляриогенным зонам республики

Маляриогенные зоны	Число обследованных лиц	Число лиц с дефицитом фермента Г-6-ФД	% лиц с дефицитом Г-6-ФД
Гипермаляриогенная	1452	28	1,92
Мезомаляриогенная	265	1	0,37
Гипомаляриогенная	143	0	0
Амалириогенная	185	0	0

Таким образом, при распределении данных о распространении дефицита фермента Г-6-ФД по четырем маляриогенным зонам ГССР отмечается резкий спад частоты аномального гена из гипермаляриогенной в мезомаляриогенную и полное отсутствие его в следующих по степени маляриогенности зонах республики (в гипо- и амалириогенной). Этот факт указывает на отсутствие корреляции между распространением данного гена и маляриогенностью территории, которая определяется по распространенности в прошлом трехдневной малярии, обусловленной *pl. vivax*.

Не выявив взаимосвязи между распространенностью дефицита фермента в населении и ареалами *pl. vivax* (в прошлом), мы решили сопоставить наши данные с ареалами двух других возбудителей малярии. Поскольку *pl. malariae* в паразитарной картине малярии (в прошлом) по республике не имел важного значения и, вместе с тем, литературные данные говорят в пользу селективной роли *pl. falciparum* (возбудителя тропической малярии) по отношению к дефициту данного фермента в различных регионах мира, мы сочли целесообразным проанализировать наши данные в сопоставлении с распространенностью именно данного паразита, который сыграл в недалеком прошлом важную роль в паразитарной картине малярии в Грузии. Оказалось, что носительство гена дефицита фермента Г-6-ФД не встречается выше 600—700 м над уровнем моря, что, по данным Г. М. Маруашвили [5], является границей распространения в прошлом *pl. falciparum* в ГССР (табл. 2).

Таблица 2

Распределение лиц с дефицитом фермента Г-6-ФД по гипсометрическим показателям

Гипсометрические показатели	Число лиц с дефицитом Г-6-ФД	% лиц с дефицитом Г-6-ФД
0—700 м	29	1,99
700 м	—	—

Таким образом, частота патологического гена дефицита фермента Г-6-ФД в Грузинской ССР коррелирует не с ареалом *pl. vivax*, а *pl. falciparum*.

Данная закономерность, выявленная нами на примере Грузинской ССР, может служить для прогнозирования частоты гена дефи-



цита фермента Г-6-ФД в неизученных регионах и проведения массовых профилактических мероприятий не только в республике, но и за ее пределами.

НИИ гематологии  
и переливания крови  
им. акад. Г. М. Мухадзе  
МЗ ГССР

(Поступило 24.12.1987)

ბენეტიკა და სელექცია

ი. მესტიაშვილი, დ. მარტაშვილი, თ. ბაღაშვილი, ტ. ბაკრაძე, ი. თოფურია

ფერმენტ გლუკოზა-6-ფოსფატდეჰიდროგენაზის ფიციტის ბენის  
გავრცელება და მალარიის პარაზიტული სურათი (წარსულში)  
საქართველოში

რეზიუმე

პოპულაციური გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია ფერმენტ გლუკოზა-6-ფოსფატდეჰიდროგენაზის დეფიციტის გენის სიხშირე საქართველოს ეთნო-ტერიტორიალურ ჯგუფებში და გამოვლინებულია კორელაცია ფერმენტ გლუკოზა-6 ფოსფატდეჰიდროგენაზის დეფიციტის გენის სიხშირისა და წარსულში *pl. falciparum*-ის გავრცელებას შორის.

GENETICS AND SELECTION

I. G. MESTIASHVILI, D. G. MARTASHVILI, T. P. BAGASHVILI,  
T. L. BAKRADZE, I. I. TOPURIA

GLUCOSE-6-PHOSPHATEDEHYDROGENASE DEFICIENCY GENE  
DISTRIBUTION AND MALARIA (IN THE PAST) PARASITIC  
PICTURE IN GEORGIAN SSR

Summary

On the basis of the population investigation the glucose-6-phosphatedehydrogenase gene frequency has been established in ethno-territorial groups of the Georgian SSR, and a correlation between the gene frequency and *pl. falciparum* distribution in the past has been revealed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Л. Бакрадзе. Особенности эпидемиологии малярии в процессе ее ликвидации в ГССР. Тбилиси, 1974, 11—30, 52—61.
2. М. Г. Абдушелишвили. Антропология современного населения Грузии. Тбилиси, 1964, 5, 207.
3. E. Beutler, M. C. Baluda. Simple spot screening test for galactosemia. T. Lab. and Clin. Med; v. 68, 137, 1966.
4. E. Beutler. Reference methods for red cell enzyme analysis. Brit. J. Haematol., 1977, №4, p. 39.
5. Г. М. Маруашвили. Сб. «Борьба с малярией экологически безопасными методами», ч. 1. М., 1984, 177—185.

А. И. ХИРСЕЛИ, Э. Я. НАЦИАШВИЛИ, И. И. ТИМОЩУК

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП КРОВИ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ НАГНОИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЛЕГКИХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Иоселиани 11.1.1988)

Как известно, изучение наследуемых человеком свойств групповой принадлежности крови по системе АВО и резус-фактора является весьма доступным методом для выявления роли генетических факторов в развитии различных заболеваний. Наряду с этим, известно, что люди с различными группами крови не в одинаковой степени подвержены целому ряду заболеваний, в том числе и тем из них, в патогенезе которых существенное место занимают гнойно-септические процессы стафилококковой этиологии. Несмотря на то что в литературе уже накопился значительный материал, указывающий на связь между группами крови и такими заболеваниями, как язвенная болезнь [1, 2], злокачественные новообразования [3], сахарный диабет [4], холецистит [5], тромбооблитерирующие заболевания [6], ревматизм [7], ишемическая болезнь сердца [8] и др., сообщений о взаимосвязи стафилококковых инфекций с антигенами групп крови АВО и резус-фактором еще очень мало. Имеются лишь единичные сообщения [9] о частой встречаемости групп крови А и АВ при тяжелых гнойно-септических инфекциях стафилококковой этиологии.

Между тем, изучение этих вопросов имеет не только теоретическое, но и важное практическое значение в плане выявления определенных лиц, подверженных риску заражения стафилококковой инфекцией.

Учитывая вышесказанное и то обстоятельство, что хронические нагноительные заболевания легких (ХЗНЛ) имеют в основном стафилококковую этиологию, мы решили в данной работе представить распределение групп крови АВО и резус-принадлежности у 107 больных ХЗНЛ (в возрасте от 15 до 70 лет), которые были пациентами отделения хирургии легких НИИ экспериментальной и клинической хирургии.

Среди обследованных лиц 52 были с абсцессом легких, 16 — с бронхоэктатической болезнью, 25 — с абсцедирующей пневмонией и 14 — с гнойным бронхитом. Среди больных мужчин было 77, женщин — 30. Диагноз у этих больных был установлен на основании бронхоскопии, томографии и рентгенографии.

Контролем служила частота групповых антигенов АВО у 79 201 здорового лица, обследованного среди населения Грузии. Для сравнения резус-принадлежности использовали данные 100 здоровых доноров, находящихся на учете в Республиканской станции переливания крови.

Распределение групп крови среди 107 больных ХЗНЛ было следующим: 0-группа — 48,7%, А-группа — 30,8%, В-группа — 15,8%, АВ-группа, 4,7%. В контрольной группе (79 201 обследованное лицо) 0-группа составляла 49,2%, А-группа — 35,16%, В-группа — 12,1% и АВ-группа — 3,55%. Сравнение распределения групп крови среди больных ХЗНЛ и в контрольной группе показало снижение числа больных с группой крови А и повышение числа лиц с группой крови В и АВ.



Однако при обработке данных методами вариационной статистики (табл. 1), где ошибку вычисляли по формуле  $m = \sqrt{\frac{P(100-P)}{n-1}}$ , а разницу между сравниваемыми данными оценивали по критерию Стьюдента, выявлено, что разница в распределении групп крови между больными и здоровыми была статистически достоверна лишь в отношении группы крови А и АВ ( $P < 0,001$ ). У больных же с группой крови В уровень значимости разницы по сравнению с контрольными

Таблица 1

Статистические данные распределения групп крови АВО среди больных и здоровых лиц

Статистические показатели	Группа О		Группа А		Группа В		Группа АВ	
	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые
n	107	79201	107	79201	107	79201	107	79201
p	48,7	49,2	30,8	35,16	15,8	12,1	4,7	3,55
m	$\pm 10,29$	$\pm 0,2$	10,29	0,028	10,29	0,1	10,29	0,06
t	0,048		5,6		0,35		19,1	
p	$> 0,005$		$< 0,001$		$> 0,05$		$< 0,001$	

лицами оказался недостоверным, так как  $P > 0,05$ . Распределение 0-группы среди больных не отличалось от такового в контроле.

Что касается резус-отрицательных лиц среди больных (табл. 2), то их процентное соотношение (13,8%) также мало отличалось от

Таблица 2

Статистические данные распределения резус-отрицательных лиц среди больных и в контрольной группе с учетом и без учета АВО-антигенной принадлежности

Статистические показатели	Без учета групп крови		Группа О		Группа А		Группа В		Группа АВ	
	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые
n	107	100	107	100	107	100	107	100	107	100
p	13,8	1,2	6,55	3	1,86	1,3	3,66	2	0,93	1
m	3,3	3,4	2,4	1,7	6	2,38	1,82	1,40	0,9	1
t	0,38		1,2		1,5		0,72		0,054	
p	$> 0,5$		$> 0,05$		$> 0,05$		$> 0,5$		$> 0,5$	

контрольной группы (12% ( $P < 0,5$ )). Небезынтересно отметить, что эти цифры совпадают с данными карты [10], свидетельствующими о распространении в Европе наиболее часто встречающегося гена Д системы резус. По показателям этой карты, на европейской территории СССР Д-отрицательных лиц в среднем 12,5—18% и, в частности на Кавказе, эта цифра уменьшается до 9—12%.

Сравнение числа резус-отрицательных лиц в учете АВО-антигенной принадлежности среди больных ХЗНЛ с таковым в контрольной

ნოი გრუპე, ხოთა ი მოკაზლო ობოლოთელე ჩისლა ს გრუპოი კროვი 0 (6,5% უ ბოლოხი, 3% ვ კონტროლინოი გრუპე), ნო პრი ობოლოტკე ეთიხ დანნიხ მეთოდოხ ვარიაციონოი სტატისტიკი რაზნიცა ოკაზალას ნედოსტოვერონი ( $P > 0,05$ ) (თაბლ. 2).

თაკიმ ობოლოთ, პო პოლოტენნიმ ნაში დანნიმ, პრი ხრონიცეხ ნაგნოთელეხი ზაბოლოვანიეხ ლეგკიხ ობოლოვანიეხ კორელაციცა სუხეხუთეხ ლიშე ს გრუპოვოში ანტიგენოხ ABO (ოკოდა  $P < 0,001$ ). ვ სვაცი ს ეთიმ სლედუე პოდჩერკნუთე, ოთო, პო მნენიო ნეკოტორიხ ავტოროვ [11], კორელაციცა მუდუ ზაბოლოვანიეხი ნი გრუპოში კროვი მუკო ნო სოთივარე ჯარკო ვოჯრენიოი ლიშე ვ თეხ სლუჩაეხ, ოკოდა უროვნე ზნიჩიმოსი  $P < 0,01$  ნი  $P < 0,0027$ , ა ვ სლუჩაეხ, ოკოდა  $P < 0,05$ , ვზიმოსვოჯე ჯვლელეა სლავო ვოჯრენიოი.

ოთო კასეტას რეზუს-პრიანდლეჯნოსი, თო დოსტოვერონო რაზლიჩიე კაკ მუდუ ვეი გრუპოი ბოლოხი X3HL სუმიარო, თაკ ი ს ოტოტ გრუპი კროვი ABO პო სვარენიო ს კონტროლინოი ლიციანი ობნარუჯი თე უდალეს ( $P < 0,5$ ).

ნეკოტორე ისლედოვთელი პრედპოლოგათ, ოთო სლოჯნიე მუკოპოლი-საქაროდი, ოტორე ობოლოვთენი ანტიგენოი პრიანდლეჯნოსი კ სოო-თვეტვოთე გრუპე კროვი, ვ თო ჯე ვორო ევლელე პრედოხრანიელეხი ოთ რაი ზაბოლოვანიეხ. სლედუე პოდჩერკნუთე, ოთო ობოლო დეტერმინანტი ს ერითროციტარნი ანტიგენოხ ოლოვოკი ნაიდეხ [12, 13] ი უ მიკრობოვ-ვოჯბუდიელეხ (პნევმოკოკოვ, სტაფილოკოკოვ ი სტრეპტოკოკოვ), ოტორე, ვ სვოი ოტოვრე, პოპადეა ვ ორგანიზმ ოლოვოკი, ვოჯვოთე ოტოვნიუ რეაქციუ ვ ვიდე ობოლოვანიე ანტიტელ. უტივოთეა ვოშესკა-ზანიო, მუკო პრედპოლოჯი, ოთო ანტიგენიო პოლიმორფიზმ სისტემა ABO ოლოვოკი, ს ოდიო სტორონი, ი ანტიგენიო მუკოობოვანიე მიკროფლორა, ს დრუგოი, ობოლოვლივოთე ოტმეჩენიუ ნაში ნეკოტორუ ვოჯ-სიმოსი მუდუ გრუპოში კროვი ი ზაბოლოვანოსი X3HL, ნო დლი ოკონტოვალეხი სუჯდენიე ნეობოლოვი დოლინეოთე უგლობლენიო იჯ-უ-ჩენე დანიო ვოპროსო, ოთო მუ ი ნაშერეავეთე სდელთე.

ინსტიტუტ ექსპერიმენტალინოი  
 ი კლინიცეხი ხირურგი  
 იმ. აკად. კ. დ. ერისთავი  
 მზ გССР

(პოსტუნილო 15.1.1988)

გენეტიკა ღა სოლოვოცია

ა. ხირსელი, ე. ნაციაოვილი, ი. ტიმოვოჯოი

სისხლიე ჯგუფოვოხი განაწილოვანი თაპისეპოვოვანი ფილტვიე  
 ქრონიცეული ჩირქოვანი ღა ავადმყოფიე დროს

რეზიუმე

შესწავლილია სისხლიე ABO ჯგუფოვოხი დო რეზუს-ფაქტორიე განაწილოვანი ფილტვიე ქრონიცეული ჩირქოვანი დო ავადმყოფიე მქონე 107 ავადმყოფი სოროს.

აღნიშნული დო ავადმყოფიე დროს სისხლიე A ჯგუფიე მქონე ავადმყოფოთა რიცხვი იკლეს დო B AB ჯგუფიე მქონე ავადმყოფოთა რიცხვი იმატეს, რაც შეეხება რეზუს-უარყოფიო პირებს, მათი პროცენტული თანაფარდობა თითქმის არ განსხვავდება საკონტროლო ჯგუფისაგან.

A. I. KHIRSELI, E. Ya. NATSIASHVILI, I. I. TIMOSHCHUK

SPECIAL FEATURES OF BLOOD GROUP DISTRIBUTION IN  
 CHRONIC SUPPURATIVE LUNG DISEASES

Summary

The distribution of ABO blood groups and Rh-factor was studied in 107 patients with chronic suppurative disease of the lungs. The results obtained revealed a decrease in the number of patients with blood group A and an increase in the number of patients with blood groups B and AB among those suffering from chronic suppurative diseases of the lungs as compared with the control groups. As to Rh-negative persons among the patients, their proportion did not differ significantly from that in the control group.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. A. Roberts. Brit. Med. Bull., 1959, 15, 129—133.
2. Р. И. Зайцева, Л. Д. Кулиш. Труды Крым. мед. ин-та, 1977, 73.
3. А. В. Живецкий, В. А. Андрусенко, Г. В. Бондарь. Врач. дело, 6, 1976, 107—109.
4. R. Mc Connell, D. Pyke, J. Roberts. Brit. M. J., 1956, 1, 722.
5. Е. И. Чиченко, Ю. Н. Копель. Клин. мед., 53, 11, 1975, 73—75.
6. Т. И. Фисанович, Л. Г. Толстова. Клин. мед., 56, 5, 1978, 86—80.
7. К. С. Вирсаладзе, Л. О. Киласония, Т. Р. Цирекидзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., 3, 3, 1977, 271—276.
8. М. В. Рафалович, А. М. Мазурова, Ш. Н. Минаева. Тер. арх., 56, 1, 1984, 72—76.
9. В. А. Романов, Э. В. Малофеева, Ю. Н. Белокуров, А. Б. Грашеницкий. Ж. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол., 12, 87, 1979.
10. А. К. Туманов, В. В. Томилини. Наследственный полиморфизм изоантигенов и ферментов крови в норме и патологии человека. М., 1969.
11. G. Jorgensen, A. Beuren, T. Starmer, H. Holm. Humangenetik, 1963, 3, 3, 266—270.
12. У. Бойд. Основы иммунологии. М., 1969.
13. А. Д. Адо. Общая аллергология. М., 1970.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Э. С. МОНИАВА, Г. А. ВАДАЧКОРИЯ, И. М. АГВАЗАШВИЛИ,  
И. А. ДИАСАМИДЗЕ, М. П. БУЦХРИКИДЗЕ

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГИПОТАЛАМО-  
ГИПОФИЗАРНОЙ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ НА  
НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ УСЛОВНОГО  
РЕФЛЕКСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 20.10.1987)

Исследование структурной и функциональной организации начальной стадии формирования условного поведения связано с проблемой консолидации следов долговременной памяти [1, 2].

В настоящее время несмотря на значительные успехи, достигнутые в изучении данной проблемы, многие вопросы все еще мало исследованы. Так, за последнее время показана важная роль гормонов нейросекреторной части гипофиза — вазопрессина и окситоцина в механизмах формирования и хранения следов долговременной памяти [2—4]. Однако вопрос о роли гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы (ГНС) в указанных процессах остается мало изученным.

Исходя из этого в данной работе была сделана попытка установить роль ГНС в начальной стадии формирования условного рефлекса двустороннего избегания, которая, по классификации И. С. Бериташвили, относится к разряду долговременной памяти.

Опыты проводились на 20 беспородных половозрелых крысах-самцах весом 220—270 г. Из них 15 крыс составляли экспериментальную группу, а 5 интактных крыс служили контролем. Все животные содержались в одинаковых условиях. Выработка условного рефлекса двустороннего избегания (УРДИ) у крыс производилась в небольшой камере (40×60 см) с электрифицированным полом, разделенным на два отделения барьером высотой 12 см. Крысы обучались на условный сигнал (свет лампочки) перепрыгивать через барьер из одного отделения камеры в другое. С этой целью условный сигнал включался через 60-секундные интервалы и на 5 секунде сочетался с электрокожным раздражением. Опыты продолжались в течение 3 дней. Общее количество сочетаний для всех крыс равнялось 60. За каждый опытный день производилось по 20 сочетаний света и электрического раздражения животного (напряжением 30 вт) с интервалом 60 с. Для гистологических исследований животных (по 5 крыс в каждом эксперименте) забивали сразу же и через 3 и 24 часа после прекращения поведенческих опытов. Крыс умерщвляли декапитацией для устранения нарушения гипоталамической нейросекреции, вызванной болью [7, 8]. Серийные срезы переднего гипоталамуса и гипофиза окрашивали альдегид-фуксинном по Габа—Дыбин у [9].

В гистохимических исследованиях обращалось внимание на общее количество нейросекреторных гранул и характера их распределения в различных частях гипоталамо-гипофизарной системы.

В опытах с выработкой УРДИ у крыс в первый день наблюдалась сильная эмоциональная и двигательная активность, уриная и дефекация, спонтанные межсигнальные перепрыгивания из одного отделения в другое. Латентный период избавления от болевого раздраже-

ния был высокий — 20—30 секунд. На второй и третий день у большинства крыс отмечалось поведение, характерное обычно для начальной стадии выработки условного рефлекса двустороннего избегания — редкие нерегулярные избегания на условный сигнал — свет.

Данные морфофункционального состояния ГГНС показали, что у крыс, забитых сразу после завершения поведенческих опытов, имеет место явное увеличение содержания нейросекрета в нейронах супраоптического (СО) и паравентрикулярного (ПВ) ядер по сравнению с контролем.

Границы клеток, ядер и ядрышек большинства нейронов СО и ПВ ядер хорошо контурированы. Цитоплазма и конусы аксонов почти полностью заполнены крупнозернистым нейросекреторным материалом, что указывает на активный нейросекреторный процесс (рис. 1).



Рис. 1. Нейроны СО ядер гипоталамуса крыс, забитых сразу же после прекращения поведенческих опытов. Альдегид-фуксин, ув. 390



Рис. 2. Малое содержание нейросекреторного материала в нейрогипофизе крыс, забитых сразу же после прекращения поведенческих опытов. Альдегид-фуксин, ув. 120

Однако рядом с активно функционирующими нейронами встречаются и дегенерирующие, пикроморфные клетки. Такие нейроны теряют контуры, их ядра и ядрышки замаскированы грубым нейросекреторным материалом и весь нейрон вытягивается в длину или принимает неправильно угловатую форму; число дегенерирующих клеток меньше, чем активно функционирующих нейронов, но по сравнению с контролем их число заметно возрастает (в контроле встречаются единичные дегенерирующие нейроны).

В начальной части гипоталамо-гипофизарного тракта, расположенного в пределах нейросекреторной формации, не обнаружилось наличие нейросекреторного материала. По ходу волокон иногда встречаются пустые от нейросекрета крупные расширения аксонов, идущих от гипоталамических ядер, так называемые пустые тельца Герринга.

На рис. 2 в нейрогипофизе отмечается уменьшение нейросекреторного материала и хорошо выражено расширение кровеносных сосудов, просветы которых переполнены кровью, по сравнению с контролем.

У крыс, забитых через 3 часа после завершения поведенческих опытов, нейроны СО и ПВ ядер находятся в основном в состоянии активного функционирования. Нейроны характеризуются хорошо контурированной границей клеток, ядер и ядрышек, цитоплазма и аксоны которых почти полностью переполнены крупнозернистым нейросекреторным материалом. Дегенерирующие нейроны встречаются крайне редко.

В начальной части гипоталамо-гипофизарного тракта (рис. 3) выявлялось большое количество нейросекреторного материала, в во-



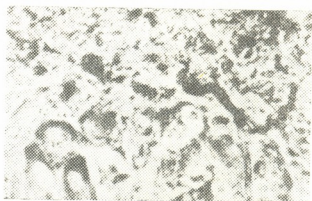
локнах которого нейросекрет часто выявляется в виде цепочки бусинок; однако здесь обнаруживаются и пустые от нейросекрета, крупные тельца Герринга.

В нейрогипофизе нейросекрет отсутствует. Почти весь нейрогипофиз состоит из терминальных расширений мелких и средних размеров и эти расширения лишены нейросекрета. Часто встречаются пустые от нейросекрета крупные расширения аксонов—тельца Герринга. Просветы капилляров расширены и переполнены кровью.

У крыс, забитых через 24 часа после завершения поведенческих опытов, нейроны СО и ПВ ядер все также находились в одной и той же фазе — в состоянии активного функционирования. Однако нейросекрет в их цитоплазме расположен более рыхло. В нейрогипофизе выявляются те же изменения, которые описаны в предыдущих случаях.

Таким образом, микроморфологические наблюдения показали, что у крыс на начальной стадии выработки УРДИ отмечается усиление

Рис. 3. Большое количество нейросекреторного материала в начальной части гипоталамо-гипофизарного тракта крыс, забитых через 3 часа прекращения поведенческих опытов. Альдегид-фуксин, ув. 390



функциональной активности ГНС. Однако после усиления синтеза не сразу следует усиленное выделение нейросекреторного материала в кровяное русло, на что указывает наличие значительного числа дегенерирующих клеток. Это явление можно объяснить тем, что при функциональном напряжении в начале происходит мобилизация и затрата всех сил организма [8] и когда необходимо восстановление затраченных ресурсов, то только тогда происходит активное выделение нейросекреторного вещества в кровь.

В условиях нашего эксперимента через 3 часа после завершения поведенческих опытов, когда почти устранено напряжение, вызванное сочетанием света с электрическим раздражением животного, начинается активное выделение нейросекреторного вещества в кровь и в течение 20 часов организм, видимо, в основном уже успевает восстановить нарушенное равновесие и усиленный процесс синтеза нейросекреторного материала частично замедляется, но не возвращается к норме.

Полученные данные указывают на необходимость учета роли нейросекреторной функции гипоталамо-гипофизарной системы мозга при анализе механизмов формирования (консолидации) следов долговременной памяти.

ბ. მონავა, გ. ვადაჩკორია, ი. აივაზაშვილი, ი. დიასამიძე,  
 გ. ბუცხრიკიძე

ჰიპოთალამო-ჰიპოფიზარული ნეიროსეკრეტორული სისტემის  
 მორფოფუნქციონალური ცვლილებები ორმხრივი განრიდების  
 პირობითი რეფლექსების გამომუშავების ადრეულ სტადიაზე

რეზიუმე

მიკრომორფოლოგიური კვლევით დადგენილია, რომ ვირთაგვებში ორ-  
 მხრივი განრიდების პირობითი რეფლექსების გამომუშავების ადრეულ სტა-  
 დიაზე ჰიპოთალამო-ჰიპოფიზარული ნეიროსეკრეტორული სისტემის ფუნქ-  
 ციური აქტივობა მნიშვნელოვნად იზრდება, რაც გამოიხატება მათ მიერ ნეი-  
 როსეკრეტორული ნივთიერებების გაძლიერებულ სინთეზში.

#### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

E. S. MONIAVA, G. A. VADACHKORIA, I. M. AIVAZASHVILI  
 I. A. DIASAMIDZE, M. P. BUTSKHRIKIDZE

### MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE HYPOTHALAMO- HYPOPHYSEAL NEUROSECRETORY SYSTEM AT THE INITIAL STAGES OF CONDITIONED REFLEX FORMATION

#### Summary

Micromorphological investigation revealed a considerable enhancement  
 of functional activity of the hypothalamo-hypophyseal system in rats at the  
 early stages of elaborating the bilateral avoidance conditioned reflex, as  
 manifested by a significant increase in the synthesis of neurosecretory  
 substances.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Бериташвили. Память позвоночных, ее характеристика и происхождение. Тбилиси, 1968.
2. Р. И. Кругликов. Нейрохимические механизмы обучения и память. М., 1981.
3. Г. В. Морозов, А. В. Иваницкий, В. Б. Стрелец, О. К. Арцеулова, Е. А. Пирогова, Е. М. Новиков. Физиол. журн. СССР, 40, 7, 1984, 990—996.
4. В. В. Шерстнев, А. Б. Полетаев, О. И. Долгов. Успехи физиол. наук, 10, 3, 1979.
5. D. J. De w i e d. Neuropharmacol., 4, 157-167, 1965.
6. H. Shulz *et al.* Acta Physiol. Acad. Scientiarum Hungaricae. 45, (3-4), 211-215, 1974.
7. С. В. Владимиров. Сб. «Нейросекреторные элементы и их значение в организме». М.—Л., 1964, 150—152.
8. А. Л. Поленов. Гипоталамическая нейросекреция. М.—Л., 1971, 159.
9. А. П. Дыбан. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии, 5, 2, 1959, 103—105.

Т. К. ДЖАНАШИА, Л. И. ЩЕЛКА

## ВЛИЯНИЕ ФАСТИГИАЛЬНОГО ЯДРА МОЗЖЕЧКА НА ФОКАЛЬНУЮ ЭПИЛЕПТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 25.12.1987)

Изыскание путей и методов предотвращения или хотя бы уменьшения силы эпилептического приступа является одной из важнейших проблем современной эпилептологии.

Рядом исследований показано, что прямое электрическое раздражение некоторых глубинных образований головного мозга, в том числе и мозжечка, может влиять на эпилептическую активность. В зависимости от участка, а также параметров раздражения мозжечка отмечены как эффекты блокирования [1—6], так и облегчения [7, 8] эпилептической активности.

В работе представлены данные по изучению влияния электрического раздражения фастигиального ядра мозжечка на фокальную эпилептическую активность, вызванную в сенсомоторной коре аппликацией на ее поверхность пенициллина (300 000 ед/мл).

Эксперименты проведены на половозрелых кошках, находящихся под нембуталовым наркозом (30—35 мг/кг), в острых условиях опыта. В глубинные структуры вводились константановые биполярные электроды с помощью стереотаксического прибора и ориентировались согласно координатам атласов [9, 10]. Активность мозговых структур (сенсомоторной коры и дорсального гиппокампа) регистрировалась на венгерском электроэнцефалографе фирмы «Медикор» ЭЭГ-16, а электрическое раздражение производилось с помощью стимулятора ЭСУ-2. Через 25—35 мин после аппликации пенициллина, когда в сен-

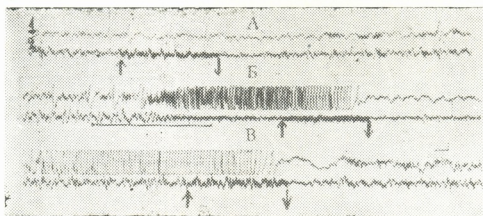


Рис. 1. Влияние низкочастотного раздражения фастигиального ядра мозжечка на электрическую активность сенсомоторной коры (1) и гиппокампа (2). Параметры раздражения: А—10 В, 10 Гц, 1 мс, Б—14 В, 19 Гц, 1 мс, В—последствие Б. Калибровка: 50  $\mu$ В, время 1 с

сомоторной коре регистрировались регулярные пароксизмальные разряды с низкой частотой, производилось раздражение фастигиального ядра мозжечка.

Слабое, ритмическое, низкочастотное электрическое раздражение фастигиального ядра мозжечка (8—10 В, 10 Гц, 1 мс) не вызывало

заметных изменений в электрической активности сенсомоторной коры и гиппокампа (рис. 1, А). Некоторое усиление раздражающей силы, (13—18 В, 10 Гц, 1 мс) в сенсомоторной коре вызывало учащенные пароксизмальной активности, которая приобретала характер икctalного разряда. В некоторых случаях такая активность появлялась после выключения раздражения (рис. 1, Б, 2, А, начало). В гиппокампе в это время отмечалась десинхронизация электрической активности. Вскоре после прекращения эпилептической активности вновь появлялись одиночные судорожные разряды (рис. 1, В).

В другой серии экспериментов изучалось влияние высокочастотного электрического раздражения фастигиальных ядер мозжечка на фокальную эпилептическую активность. Опыты показали, что влияние высокочастотного раздражения фастигиальных ядер мозжечка носит тормозной характер (рис. 2, А). Особенно хорошо это выявлялось, когда на электрокортикограмме регистрировались эпилептические пароксизмальные разряды, вызванные низкочастотным электрическим раздражением фастигиального же ядра мозжечка. Они длились при-

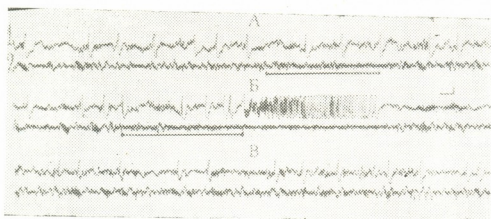


Рис. 2. Влияние высокочастотного электрического раздражения фастигиального ядра мозжечка на эпилептическую активность сенсомоторной коры (1) и гиппокампа (2), вызванную низкочастотным раздражением фастигиального ядра мозжечка (Б—начало: 15 В, 10 Гц, 1 мс). Параметры высокочастотного раздражения: А—15 В, 100 Гц, 1 мс, Б—18 В, 100 Гц, 1 мс, В—16 В, 100 Гц, 1 мс. Стрелки обозначают включение и выключение раздражения. Калибровка: 50  $\mu$ В, время 1 с

лизительно 150—180 сек после выключения низкочастотного раздражения. Хорошо выраженное торможение эпилептической активности в сенсомоторной коре наблюдалось не только в начале ее возникновения (рис. 2, Б конец), но и во время четко сформулированной эпилептической активности, развивающейся после прекращения раздражения, вызывающего эту активность (рис. 2, В). Нужно отметить, что тормозной эффект высокочастотного раздражения фастигиального ядра развивается с некоторым скрытым периодом (рис. 3—5 с). После устранения эпилептической активности в коре кратковременная депрессия переходила в десинхронизованную активность и, несмотря на то что на поверхность коры был апплицирован пенициллин, долго не возникала судорожная активность.

Можно заключить, что во время нембуталового наркоза, если создать фокальный эпилептический очаг аппликацией пенициллина на сенсомоторную кору, электрическая стимуляция фастигиального ядра мозжечка высокочастотными параметрами активно блокирует эпилептическую активность в сенсомоторной коре. Во время электрической стимуляции фастигиального ядра мозжечка нужно учесть его обширные связи [11—13] с разными структурами головного мозга. При низкочастотном раздражении создается благоприятный



фон для возникновения синхронной активности и, видимо, подключаются структуры, активизирующие эпилептическую активность. При высокочастотном раздражении фастигиального ядра мозжечка тормозное влияние на эпилептическую активность может реализоваться через структуры, известные как блокирующие эпилептическую активность, в частности, через каудальное ядро ретикулярной формации мозга [14, 15].

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 7.1.1988)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

თ. ჯანაშია, ლ. შჩოლკა

ნათხემის კარვისებრი ბირთვის გავლენა ფოკალურ ეპილეფსიურ აქტივობაზე

რეზიუმე

მწვავე ცდების პირობებში კატებზე შესწავლილია ნათხემის კარვისებრი ბირთვის გავლენა სენსომოტორული ქერქის ფოკალურ ეპილეფსიურ აქტივობაზე, რომელსაც ვიწვევდით ქერქზე პენიცილინის აპლიკაციით (300 000 ერთ/მლ). ნათხემის კარვისებრი ბირთვის დაბალსიხშიროვანი ელექტრული გაღიზიანება ქმნის ხელსაყრელ პირობებს, რათა გახშირდეს გამოწვეული ფონური ეპილეფსიური აქტივობა ან განვითარდეს გენერალიზებული ეპილეფსიური აქტივობა. მნიშვნელოვანია, რომ მაღალსიხშიროვანი გაღიზიანებისას ეპილეფსიური აქტივობა შეკავებულია, რაც გადადის ხანმოკლე დეპრესიაში და შემდგომ ელექტროენცეფალოგრამაზე დიდხანს არ აღირიცხება ფონური ეპილეფსიური აქტივობა. ჩვენი აზრით, შემაკავებელი მოქმედება შეიძლება ხორციელდებოდეს ნათხემი-ბადებრივი ფორმაციის გზით.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. K. JANASHIA, L. I. SHCHOLKA

## THE INFLUENCE OF THE FASTIGIAL CEREBELLAR NUCLEUS ON THE FOCAL EPILEPTIFORM ACTIVITY

Summary

The influence of the fastigial cerebellar nucleus stimulation on the focal epileptiform activity elicited by the application of penicillin (300 000/ml) to the sensorimotor cortex was studied in acute experiments on cats.

The low frequency electrical stimulation of the fastigial nucleus was shown to elicit or reinforce the epileptiform activity. The high frequency stimulation of this nucleus results in the inhibition of the epileptiform activity. The inhibition of the epileptiform activity of the fastigial nucleus is supposed to be accomplished through the cerebellar-reticular relationship.

## ԼՈՒԹՈՂԱԾՄԵՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Григорьян, М. В. Ханбабян, Л. А. Никогосян, Э. Т. Татевосян. Биол. ж. Армении, 26, № 19, 1973, 35.
2. В. З. Григорьян, Л. А. Никогосян. Сб. «Современные представления о функциях мозжечка». Ереван, 1984, 329.
3. C. Ray *et al.* Exp. Neurol., 88, № 2, 1985, 418.
4. P. M. Cook *et al.* Clin. Neurophysiol., 5, 1953, 563.
5. K. Iwata, R. S. Snider. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 11, 1959, 439.
6. П. М. Сараджишвили, Ц. Д. Меладзе, М. В. Бурдули. Матер. VIII Всесоюз. конф. по электрофизиологии центральной нервной системы. Ереван, 1980, 418.
7. G. R. Reimer *et al.* Electroenceph. clin. Neurophysiol., 23, № 5, 1967, 456.
8. J. J. Hablitz *et al.* Bull., 1(6), 1976, 599.
9. H. Jasper, C. J. Ajmone-Marsan. Electrical stimulation of the brain. Austin, 1961, 203.
10. J. Szentagotthai. A "stereotaxis" atlas. Budapest, 1958.
11. Н. К. Тотибадзе, Н. И. Белоиваненко. Сообщения АН ГССР, 98, № 1, 1980, 185.
12. Г. Л. Бекая, Э. С. Мониава. Сб. «Вопросы физиологии вегетативной нервной системы мозжечка». Ереван, 1964, 107.
13. Р. А. Григорьян. Ж. эв. биохим. и физиол., 2, № 1, 1966, 45.
14. В. М. Окуджава. Основные нейрофизиологические механизмы эпилептической активности. Тбилиси, 1969.
15. В. М. Окуджава. В кн.: «Нейрофизиологические механизмы эпилепсии». Тбилиси, 1980, 51.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. И. МЕСХИШВИЛИ, К. Ш. НАДАРЕПШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

**ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА И ГЕМОДИНАМИКИ КРОЛИКОВ ПРИ ОСТРОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ СРЕДНЕЙ СТЕПЕНИ**

В модельных опытах при экспериментальном исследовании проблем алкоголизма и алкогольной интоксикации используются самые различные пути введения этанола (Э) в организм: во внутрь (внутрижелудочно-в/ж), подкожно, внутривенно (в/в), внутрибрюшинно (в/б), ректальным путем, при вдыхании его паров. Анализ этих данных показывает, что наиболее важное практическое значение имеет самый распространенный путь поступления алкоголя — через желудочно-кишечный тракт. В предыдущих работах [1, 2] нами было показано, что малая доза Э (0,5 г/кг) вызывает качественно разнонаправленные сдвиги фазовой структуры систолы левого желудочка (ФССЛЖ) и общей гемодинамики, зависящие от пути его введения — в/в или в/ж, а при в/в введении средних доз этанола (1,5 г/кг) отчетливо выделяются две группы животных — с высокой и низкой толерантностью. При этом эффект во многом зависит от скорости нарастания концентрации Э в крови [3].

В связи с этим мы задались целью изучить имеют ли место такие явления и при более высокой степени острой алкогольной интоксикации (ОАИ) и какого характера изменения ФССЛЖ и гемодинамики развиваются при в/ж введении Э в дозе 1,5 г/кг у кроликов. В доступной литературе мы смогли обнаружить лишь одну работу, посвященную исследованию изменений ФССЛЖ при ОАИ средней степени у людей [4], хотя достаточно подробно описаны изменения некоторых гемодинамических показателей как у экспериментальных животных [5, 6], так и у людей [7, 8]. Комплексные исследования этих вопросов до сих пор не проведены.

Опыты проводились на 18 половозрелых кроликах массой тела 2,5—3,0 кг. Методика и техника исследования была аналогичной ранее описанной [2]; единственная разница заключалась в дозе Э, вводимого в/ж в виде 48% раствора из расчета 1,5 г/кг, являющегося моделью ОАИ средней степени (СС). Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2, представляющих оригиналы таблиц, выдаваемых ЭВМ после выборки из машинного архива, обобщения и сравнения результатов всех 18 опытов при помощи автоматизированной системы «Кардиодинамика-88». Периоды и фазы даны в мс и приняты следующие сокращения: СЦ — сердечный цикл, СЭ, СМ и СО — соответственно электрическая, механическая и общая систола, ФАС — фаза асинхронного сокращения, ФИС — фаза изометрического сокращения, ФБИ и ФМИ — фазы быстрого и медленного изгибаний, СП — систолические показатели, СК — систолический коэффициент, СКВЖД — скорость повышения внутрижелудочкового давления (мм Нг/с), СИСО — скорость изгибания систолического объема (мл/с), ЧСБ —



частота сердцесбиений и ЧД — частота дыхания в минуту, МОК — минутный объем крови (мл), ОПС — общее периферическое сопротивление (дин.с.см<sup>-5</sup>), СИ — систолический индекс (мл/м<sup>2</sup>). Группа 12 означает серию опытов с в/ж введением Э в дозе 1,5 г/кг, а пробы 1—6 — этапы наблюдения: 0 — контроль, 01 — сразу после введения Э, 02—06 — через 30 мин, 1, 2, 3 и 24 часа, соответственно, X — сред-

ТАБЛИЦА 1  
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФССЛЖ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПОСЛЕ  
В/Ж ВВЕДЕНИЯ ЭТАНОЛА В ДОЗЕ 1,5 Г/КГ МАССЫ ТЕЛА

ЭТАПЫ И ВИД	I C	I СЦ	СИСТОЛА					ПЕРИОД НАПРЯЖЕНИЯ					ПЕРИОД ИЗГНАНИЯ					I СП	I ОК				
			I С	I СМ	I СМ	I СМ	I СМ	I ФАС	I ФИС	I ФАС	I ФИС	I ФАС	I ФИС	I ФАС	I ФИС	I ФАС	I ФИС						
НАБЛЮДЕНИЯ	I П	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15							
10-С 18-01	X	1	231	91142	41112	71139	21	49	11	26	71	22	41	80	41	41	21	49	210	61410	4871	79	21
ПРОБА 00	УД	I	159	67145	95156	78120	01110	941	9	67126	98116	70120	181	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ГРУППА 12	М1	1	25411	80510	53710	65210	85410	45210	72410	48710	65210	81410	60510	60710	63210	I	I	I	I	I	I	I	I
	МУ	I	10	41010	21910	26610	34810	18510	29410	19910	26510	32410	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Р1	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р2	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р3	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р4	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10-С 18-01	X	1	229	61144	91115	81140	71	45	41	24	61	20	91	95	01	29	71	55	410	63210	5051	80	110
ПРОБА 01	УД	I	159	66147	91158	67118	71110	671	8	64139	27116	32122	941	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ГРУППА 12	М1	1	60511	50210	46311	16811	43510	96611	14411	04611	23011	61510	01110	00611	00911	I	I	I	I	I	I	I	I
	МУ	I	10	61810	19110	48210	59110	25410	47510	45210	50810	66911	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Р1	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р2	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р3	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р4	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10-С 18-01	X	1	229	21147	11113	41136	31	44	51	22	91	21	61	91	81	36	11	55	710	64210	4951	87	31
ПРОБА 02	УД	I	164	19149	54159	52119	411	9	981	9	43140	10115	76124	351	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ГРУППА 12	М1	1	88511	83210	52310	93911	33610	72111	12510	99610	90911	34910	00810	00610	03710	I	I	I	I	I	I	I	I
	МУ	I	10	45010	22810	41010	58210	31510	49110	47510	39610	59011	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Р1	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р2	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р3	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р4	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10-С 18-01	X	1	231	61144	51117	91141	31	46	21	23	51	22	71	95	21	36	71	58	410	62610	5111	81	91
ПРОБА 03	УД	I	162	64151	10161	31120	08110	221	9	85141	25115	86125	391	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ГРУППА 12	М1	1	89912	85510	65310	84311	28910	77211	10310	79910	91511	21410	01410	00711	43011	I	I	I	I	I	I	I	I
	МУ	I	10	89110	28310	26610	56110	33710	44810	34610	39510	52711	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Р1	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р2	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р3	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р4	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10-С 18-01	X	1	232	61150	61117	51141	61	46	61	24	61	22	61	94	91	39	61	55	310	64710	5061	78	21
ПРОБА 05	УД	I	164	73150	56160	93120	02110	331	9	70140	96117	01221	851	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ГРУППА 12	М1	1	80401	17611	54211	49512	16210	64312	06511	37211	35911	93110	80910	01411	53411	I	I	I	I	I	I	I	I
	МУ	I	10	59510	66310	64310	93010	27710	88610	59110	58410	82211	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Р1	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р2	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р3	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р4	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10-С 18-01	X	1	233	71138	61114	11136	71	44	21	22	51	21	61	92	51	35	11	57	510	59310	4881	82	31
ПРОБА 06	УД	I	159	33148	85158	51118	941	9	661	9	28139	57114	99124	591	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ГРУППА 12	М1	1	87211	99212	22112	35612	84510	47312	80511	71413	17013	60310	01610	02012	33611	I	I	I	I	I	I	I	I
	МУ	I	10	85310	95011	00911	22010	20311	20310	73311	35511	54211	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Р1	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р2	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р3	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Р4	I	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

ние арифметические значения, УД — удельная длительность (% от СЦ), М1 — ошибка абсолютного значения (АВ), МУ — то же для УД, а Р1—Р4 — значения достоверности различий АВ и УД при сравнении с фоном (Р1 и Р2) и предыдущим этапом наблюдения (Р3 и Р4), соответственно. Как видно из табл. 1, в/ж введение 1,5 г/кг Э вызывает существенные изменения ФССЛЖ. Так как СЦ почти не изменяется, это более значимо при сравнении с должными величинами, а не только с фоном. Если учесть, что при иммобилизации и в/ж введение воды (плацебо) обычно развивается брадикардия, то по полученным данным можно считать, что при ОАИ СС увеличивается ЧСБ; уже через 30 мин достоверно удлиняется СЭ (Р 0,01) и ее УД (Р 0,001), а еще раньше, начиная сразу после введения Э и до конца 3-часового наблюдения, отмечается достоверное увеличение СМ, СО, периода изгнания (Е), ФМИ и ВСК. Следует отметить так-





ი. მესხიშვილი, კ. ნადარეიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

გოცმარების გულის ციკლის ფაზური სტრუქტურისა და  
 ჰემოდინამიკის ცვლილებები საშუალო სიმძიმის მწვავე  
 ალკოჰოლური ინტოქსიკაციის დროს

რეზიუმე

ქრონიკული ცდების პირობებში 18 ზრდასრულ მამალ ბოცვერზე პოლიკარდიოგრაფიული მეთოდით შესწავლილია სისტოლის ფაზური სტრუქტურისა და სისტემური ჰემოდინამიკის ცვლილებები 1,5 გ/კგ წონაზე 48% ალკოჰოლის ხსნარის ინტრაგასტრალური შეყვანის სხვადასხვა ეტაპზე. ნაჩვენებია, რომ საშუალო სიმძიმის მწვავე ალკოჰოლური ინტოქსიკაცია იწვევს ფაზური სტრუქტურისა და სისხლის მიმოქცევის ჰიპოდინამიური ხასიათის ძვრებს. კერძოდ, დაკვირვების ყველა ეტაპზე გაზრდილია ელექტრული, მექანიკური და საერთო სისტოლის, განდევნის პერიოდისა და მისი ნელი ფაზის ხანგრძლივობები. ამავდროულად დაქვეითებულია გულის კუნთის შეკუმშვისუნარიანობა, რაც გამოჩნდება სისტოლური და წუთმოცულობის, სისტოლური მოცულობის განდევნის სიჩქარისა და სისტოლური ინდექსის შემცირებაში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. I. MESKHISHVILI, K. Sh. NADAREISHVILI

CHANGES IN PHASIC STRUCTURE OF CARDIAC CYCLE AND  
 HEMODYNAMICS DURING ALCOHOLIC INTOXICATION OF  
 MEDIUM DEGREE IN RABBITS

Summary

In chronic experiments on 18 adult male rabbits, using polycardiographic method, the changes in systole phasic structure and systemic hemodynamics were studied at different stages of intragastric introduction of 48 % alcohol solution (1,5 g/kg weight). Acute alcoholic intoxication of medium degree was shown to result in the change of phasic structure and blood circulation hemodynamics. Namely, at all stages of observation the duration of electric, mechanical and general systoles, expulsion period and its slow phase were produced. At the same time, myocardial contractile capacity was impaired, which manifested itself in a decrease of systolic and minute volume, expulsion velocity of systolic volume and systolic index.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Месхишвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., приложение I, 1988.
2. К. Ш. Надарейшвили, И. И. Месхишвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 14, 1988.
3. И. И. Месхишвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 14, 1988.
4. K. Markiewicz, M. Cholewa. Cor et Vasa. № 4—5, 1977, P. 298—306.
5. A. Hepp, H. Schier, K. Kochsiek. Eur. Heart J., № 1, 1984, P. 84—89.
6. R. Kettunen, L. Timisjärvi P. Saukka, M. Koskela. Acta physiol. Scand., № 3, 1983, P. 209—214.
7. H. Kelbaek, T. Girup, O. J. Hartling. Amer. J. Cardiol., № 6, 1987, P. 685—688.
8. M. Kupari. Acta med. Scand., № 2, 1983, P. 84—90.



УДК 612.822.3

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. П. КАШАКАШВИЛИ, К. В. БУГИАНИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ЦИНКА НА ПРЯМОЙ ОТВЕТ КОРЫ МОЗГА КОШКИ

(Представлено академиком Т. Н. Ошанин 1.4.1988)

Известно, что цинк в большом количестве находится во многих регионах переднего мозга, в том числе и в коре [1, 2]. Имеются данные о включении цинка в некоторые звенья синаптических функций: в частности, он увеличивал вызванную нейрональную активность [3, 4], цинк введенный ионофоретически, увеличивал спонтанную активность корковых нейронов [5], дефицит цинка вызывал изменения в поведении [6], дефицит памяти [7]. Однако механизм его действия недостаточно изучен и некоторые полученные факты противоречивы. В настоящей работе изучалось действие ионов цинка на прямой корковый ответ — дендритный потенциал (ДП), представляющий собой суммарный ВПСР верхушечных дендритов поверхностных слоев, возникающий при прямом раздражении волокон I слоя коры, и медленный отрицательный потенциал (МОП), отражающий в основном глияльную деполяризацию [8].

Острые опыты проводились на взрослых кошках (11 препаратов) при глубоком нембуталовом наркозе (80—100 мг/кг подкожно). Раздражающие и «активный» отводящий электроды помещались на поверхности супрасильвиевой извилины, расстояние между ними составляло 1—2,5 мм, отводились серебряным пуговчатым электродом диаметром торца 0,5 мм. «ИнDIFFерентный» электрод в виде серебряной пластины помещался под кожей, в область отсеченных шейных мышц. Для раздражения служили биполярные электроды диаметром 0,1 мм с межполюсным расстоянием 0,2 мм, продолжительностью стимулов 0,05 мс, их интенсивность была околопороговой при вызове ДП и на порядок больше при вызове МОП. ДП вызывались через каждые 30 с, при парных стимулах интервал между ними был 80 мс. МОП вызывался одиночным стимулом с интервалом 1 мин. Для усиления потенциалов использовался усилитель переменного тока с постоянной времени 2,2 с, регистрация велась на катодном осциллографе. Использовались разные молярности растворов  $ZnCl_2$ , которые приготавливались на физиологическом растворе и апплицировались в области отводящего электрода путем накладывания на кору пропитанных вышеуказанным раствором ватных шариков в течение около 1 мин.

Эффект ионов цинка зависел от концентрации вещества. Растворы  $ZnCl_2$  в дозах от 0,01 до 5 мМ вызывали в основном увеличение амплитуды ДП (рис. 1,А и 2). На рис. 1,А через 4 мин после аппликации 1 мМ раствора  $ZnCl_2$  ДП были увеличены на 20%, а на 12-й мин после аппликации они уже возвратились к норме. Увеличение амплитуды ДП наступало сразу, с первых минут аппликации и могло достигнуть 60% выше нормы (рис. 2), а восстановительный период мог длиться от одного (рис. 1,А) до нескольких десятков мин (рис. 2). В опытах с парными стимулами аппликация  $ZnCl_2$  не вызывала закономерных изменений отношения амплитуд 1-го и 2-го ДП ( $ДП_2/ДП_1$ ) (рис. 1,А). Интересно отметить, что от малых доз растворов цинка наблюдалась тенденция к угнетению ДП (рис. 1,Б), вос-

становление которых могло занимать несколько десятков минут. В этом случае  $ДП_2/ДП_1$  менялось в сторону увеличения.

Апликация растворов  $ZnCl_2$  также изменяла амплитуду МОП. При концентрациях растворов от 0,1 мМ и выше происходило увеличение амплитуды МОП, при этом положительный потенциал перед

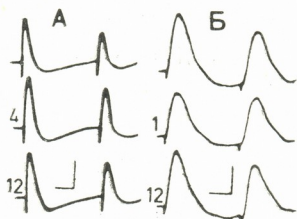


Рис. 1. Влияние разных концентраций растворов  $ZnCl_2$  на ДП. Верхние осциллограммы — записи парных ДП до апликации, следующие — после апликации: А — 1 мМ, Б —  $1 \cdot 10^{-6}$  мМ растворов  $ZnCl_2$ . Цифры — время в мин после апликации. Калибровки — 20 мс, 0,5 и 0,25 мВ

МОП не изменялся (рис. 3). Однако при дозах 10 мМ постоянно происходило сильное угнетение как ДП, так и МОП (рис. 3), до полного их исчезновения. При апликации растворов  $ZnCl_2$  не наблюдались изменения продолжительности и конфигурации прямых корковых ответов (рис. 1,3).

С помощью гистохимических методик было обнаружено наличие цинка в сферических везикулах синаптических бугорков, имеющих

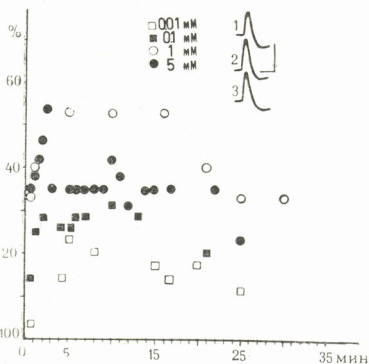
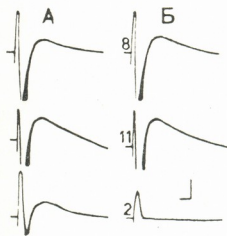


Рис. 2. Влияние на ДП апликаций растворов  $ZnCl_2$  в разных концентрациях. По оси абсцисс — время в мин после апликации, по оси ординат — амплитуды 1-го ДП в %. Средние фоновые амплитуды ДП до апликации приняты за 100%. Справа осциллограммы из опытов, показанных на графике: 1 — ДП до апликации, 2 — через 1 мин после апликации 5 мМ  $ZnCl_2$ , 3 — через 22 мин. Калибровка — 20 мс, 0,5 мВ. Опыты проводили на разных животных

асимметрические синаптические контакты (типа I по Грейу) главным образом на шипиках дендритов [1, 2] и дендритных ответвлениях [1]. Подобная локализация указывает на связь цинка с возбуждающим нейромедиатором и участие его в нейротрансмиссии. Цинк выделяется в синаптическую щель спонтанно [1], однако при электрической стиму-

ლაციი он может выделиться в значительном количестве и увеличить нейрональную активность [3, 4]. Электрическая стимуляция не только способствует выделению цинка из пресинаптических терминалей, но также облегчает его поглощение терминалями [4]. Выделение цинка при стимуляции — Са-зависимый процесс [3, 4], как и выделение передатчика. Однако интимный механизм его действия и то, свя-

Рис. 3. Влияние разных концентраций растворов  $ZnCl_2$  на МОП. А — запись МОП до аппликации, Б — после аппликации (сверху вниз) 0,1, 0,5 и 10 мМ растворов  $ZnCl_2$ . Цифры — время в мин после аппликации. Калибровка — 20 мс и 0,5 мВ. Опыты проведены на одном препарате



зана ли его функция непосредственно с выделением нейротрансмиттера или является нейромодулирующей, остаются еще не до конца установленными. По мнению ряда исследователей, он оказывает специфическое нейромодулирующее действие на синаптическую передачу [3, 5, 9, 10]. Модулируя средство рецептора с передатчиком [9, 10], цинк может изменять свойства возбуждающей нейротрансмиттера. Наши данные об отсутствии закономерных изменений  $DP_2/DP_1$  при больших дозах говорят в пользу постсинаптического его действия. Однако не исключается и другая возможность действия цинка на ДП. Известно также, что цинк уменьшает проницаемость мембраны для ионов калия, подобно ионам бария [5]. Аналогично действует тетраэтиламмоний, который также усиливает ДП [11]). Облегчение ответа в связи с увеличением концентрации наблюдалось в гиппокампе [7]. Для объяснения наблюдаемой нами тенденции угнетения ДП при очень слабых его концентрациях нужны добавочные эксперименты. Угнетение потенциалов до полного их исчезновения при 10 мМ концентрации  $ZnCl_2$  можно объяснить неспецифическим ингибирующим его действием.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 7.4.1988)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

რ. ქავთაძე, მ. ბუგინიძე

თუთიის იონების გავლენა კატის ტვინის ქერქის პირდაპირ პასუხზე

რეზიუმე

მწვავე ცდებში კატებზე, ღრმა ნემბუტალის ნარკოზის პირობებში შევისწავლეთ თუთიის იონების გავლენა ქერქის პირდაპირ პასუხზე — დენდრიტულ და ნელ უარყოფით პოტენციალებზე. აღმოჩნდა, რომ თუთიის იონების 0,01—5 მილიმოლარობის ხსნარები ძირითადად ზრდის დენდრიტულ და ნელ უარყოფით პოტენციალებს, ხოლო უფრო მცირე დოზების მოქმედებით შეინიშნება ტენდენცია დენდრიტული პოტენციალების შემცირებისა.

R. P. KASHAKASHVILI, K. V. BUGIANISHVILI

 THE INFLUENCE OF ZINC IONS ON THE DIRECT RESPONSE  
 OF THE CAT'S CEREBRAL CORTEX

## Summary

In acute experiments on cats under deep nembutal anaesthesia the influence of local application of zinc ions on the direct response of the cerebral cortex—dendritic potential and slow negative potential—has been studied. It has been found that 0,01—5 mM solutions of  $ZnCl_2$  cause an increase of the dendritic potential and slow negative potential. Under the influence of small concentrations the tendency to a decrease of dendritic potentials is observed. The neuromodulating action of zinc ions on the synaptic transmission is supposed.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Perez-Clausell, G. Danscher. *Brain Res.*, 337, 1985, 91—98.
2. J. Perez-Clausell, G. Danscher. *Brain Res.*, 362, 1986, 358—361.
3. S. Y. Assaf, S. H. Chung. *Nature*, 308, 1984, 734—736.
4. G. A. Howell *et al.* *Nature*, 308, 1984, 736—738.
5. D. M. Wright. *Brain Res.*, 311, 1984, 343—347.
6. G. W. Hesse *et al.* *Physiol. and Behav.*, 22, № 2, 1979, 211—215.
7. S. S. Khujusi *et al.* *Brain Res.*, 363, 1986, 152—155.
8. А. И. Ройтбак. *Нейрофизиология*, 2, 1970, 339—348.
9. J. T. Slevin, E. J. Kasarskis. *Brain Res.*, 334, 1985, 281—286.
10. S. Peters *et al.* *Science*, 236, 1987, 589—593.
11. P. П. Кашакашвили, И. В. Очерашвили. *Сообщения АН ГССР*, 95, № 1, 1979, 177—180.

И. Л. ХОХАШВИЛИ, Н. Ш. СИХАРУЛИДZE

### ВЛИЯНИЕ ПРЕДОБРАБОТКИ НА ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ОТХОДАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 15.7.1987)

В настоящее время представляется вполне реальным использование растительной биомассы целлюлозосодержащих отходов различных отраслей хозяйства для получения глюкозы ферментативным способом. В предлагаемой работе исследовали ферментативную гидролизуемость обрезков виноградной лозы и отходов чайной промышленности до и после предобработки. Применяли препарат целлюлазы Onozuka R-10 и осажденные этанолом ферментные препараты из термофильных микромицетов *Aspergillus wentii* и *Sporotrichum pulverulentum*. В табл. 1 представлена характеристика этих препаратов.

Таблица 1

Целлюлазные активности ферментных препаратов

Целлюлазные препараты	Белок, мг/мг	Активности, ед/мг			Целлюбиаза	Уд. акт. по ФБ, ед/мг
		по ФБ	Эндоглюканаза			
			по Na-КМЦ	по вискоз.		
Onozuka R-10	0,4	0,088	14,0	3,4	0,069	0,22
<i>A. wentii</i>	0,09	0,043	2,5	1,5	0,046	0,60
<i>S. pulverulentum</i>	0,088	0,024	0,2	0,7	0	0,27

Ферментативный гидролиз измельченных образцов проводили в 0,05 М ацетатном буфере при 50°C и pH 4,5. Концентрация субстрата 10 мг/мл, концентрация фермента 0,4 мг/мл (по белку). Эффективность гидролиза оценивали по количеству образуемых редуцирующих веществ (РВ) и глюкозы [1, 2]. Целлюлоза в растениях находится в виде лигноуглеводного комплекса, в котором трехмерная сетка лигнина экранирует полисахариды и преграждает доступ ферментам. Различные виды предварительной обработки разрывают сложноэфирные связи между лигнином и углеводами, деградируют лигниновую сетку клеточных оболочек, увеличивают растворимость лигниновых фрагментов и, тем самым, способствуют ферментативному гидролизу целлюлозы. Наиболее распространена щелочная предобработка [3—5]. Мы использовали различные концентрации щелочи в воде и этаноле, при различном давлении, с добавлением или без перекиси водорода. Обработанные образцы отмывали от щелочи и сушили. В табл. 2 представлены результаты ферментативного гидролиза как исходных, так и предобработанных образцов, здесь же дается содержание лигнина и целлюлозы до и после предобработки.

Как видно из табл. 2, в исходном сырье содержится значительное количество лигнина, поэтому глубина гидролиза в этих образцах не-



საქართველოს  
აкадеმიის  
სამეცნიერო ცენტრი

значительна и достигает лишь 5—7%. Щелочная предобработка значительно (в 3—4 раза) снижает содержание лигнина в образцах, при этом почти в такой же степени повышается и степень гидролиза целлюлозы, однако все же глубина гидролиза не превышает 20—24%.

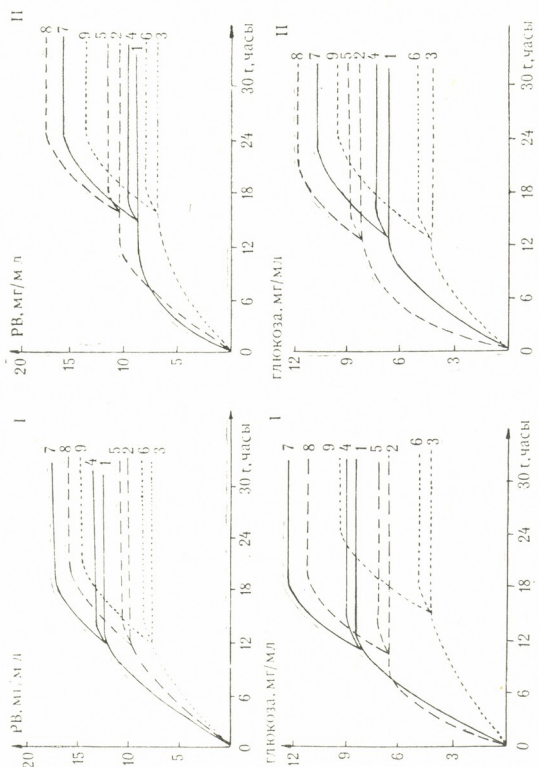


Рис. 1. Кинетические кривые ферментативного гидролиза целлюлозы из обрезков виноградной лозы (I) и отходов чайной промышленности (II) с применением ферментных препаратов Опозука R-10 (—), *A. wentii* (— — —) и *Sp. pulverulentum* (...)

На следующей стадии исследования провели окислительную делигнификацию лигноцеллюлозных субстратов с применением перуксусной кислоты [6].

Делигнифицированные образцы гидролизовали теми же ферментами и снимали кинетику процесса гидролиза. Как видно из рис. 1, через 8—10 часов практически прекращается образование как глюкозы, так и редуцирующих веществ (кривые 1, 2, 3). В качестве возможных причин этого явления ряд авторов рассматривает термоинактивацию целлюлолитических ферментов, уменьшение реакционной способности субстрата вследствие полного гидролиза аморфных участков целлюлозы, ингибирование фермента продуктами гидролиза [7].

Для выяснения причины прекращения гидролиза через 12 часов непрогидролизованный остаток фильтровали, промывали буферным раствором для удаления продуктов гидролиза и фермента и заново подвергали ферментативному гидролизу. Добавление новой порции



фермента не вызывает существенного повышения гидролиза субстрата, что указывает на то, что наиболее доступные, аморфные участки целлюлозы исчерпаны (рис. 1, кривые 4, 5, 6).

В следующей серии опытов через 12 часов гидролиза в реакционную смесь добавляли новую порцию субстрата. Из рис. 1 ясно, что

Таблица 2

Влияние щелочной предобработки на глубину гидролиза

Вид предобработки	Содержание в субстрате, %		Содержание в гидролизатах, %					
	целлюлозы	лигнина	Onozuka R-10		A. Wentii		S. pulverulentum	
			PВ	глюкозы	PВ	глюкозы	PВ	глюкозы
Обрезки виноградной лозы								
1. Необработ.	20,0	10,0	2,5	0,3	2,6	1,5	5,0	2,0
2. 10% NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , t=130°C	28,9	3,0	20,0	7,8	14,0	6,6	10,5	4,5
3. 10% NaOH, t=130°C	26,7	3,0	20,0	7,5	11,0	6,6	10,0	4,5
4. 1% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , pH 11,5 t=25°C	37,8	5,0	10,0	4,5	9,0	7,5	10,5	5,4
5. 4% NaOH в смеси этанол: вода 1:1	35,5	8,7	5,6	2,5	4,0	2,0	5,5	2,5
Отходы чайной промышленности								
6. Необработ.	18,6	18,8	6,0	1,0	5,0	2,0	7,0	4,1
7. 10% NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , t=130°C	58,0	3,5	20,0	10,0	22,0	10,0	15,0	6,2
8. 10% NaOH, t=130°C	53,5	4,0	22,0	12,0	24,0	13,0	15,0	6,7
9. 4% NaOH в смеси этанол: вода 1:1	49,1	7,0	12,0	5,0	12,0	8,3	15,5	6,2

фермент не подвергался термоинактивации и продукты гидролиза в данном случае также не оказывали значительного ингибирующего влияния на фермент (кривые 7, 8, 9).

Таблица 3

Ферментативный гидролиз делигнифицированных образцов

Сырье	Содержание в субстрате, %		Ферментный препарат	Глубина гидролиза целлюлозы		Келлоза	Непрогидролизированный остаток, %	
	целлюлозы	лигнина		PВ	Глюкоза		Всего	PВ после кислотного гидролиза
Обрезки виноградной лозы	92,0	1,7	Onozuka R-16	83,7	72,8	12,0	19,0	6,0
A. wentii			85,8	76,0	12,0	18,0	3,0	
S. pulverul.			66,3	50,0	13,0	33,0	14,0	
Отходы чайной промышленности	78,8	4,7	Onozuka R-10	91,3	73,6	11,0	25,0	7,0
A. wentii			97,7	76,1	10,0	21,0	5,0	
S. pulver.			62,2	48,2	11,0	45,5	16,0	

Как видно из табл. 3, применение перуксусной кислоты дает возможность получения образцов с высоким содержанием целлюлозы (79—99%), степень гидролиза которых достигает 62—98%, при этом в глюкозу переходит 50—76% целлюлозы. От 6 до 16% редуцирующих веществ остается в непрогидролизованном остатке.

Таким образом, отходы чайной промышленности и обрезки виноградной лозы после соответствующей предобработки вполне пригодны для использования в качестве субстратов ферментных препаратов целлюлаз с целью получения глюкозы.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт биохимии растений

(Поступило 18.9.1987)

ბიოქიმია

ი. ხოხაშვილი, ნ. შ. სიხარულიძე

წინასწარი დამუშავების გავლენა ცელულოზის ფერმენტულ ჰიდროლიზზე სოფლის მეურნეობის ნარჩენებში

რეზიუმე

სოფლის მეურნეობაში ცელულოზის შემცველი ნარჩენები შესაბამისი წინასწარი დამუშავების შემდეგ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ცელულაზების მეშვეობით გლუკოზის მისაღებად.

BIOCHEMISTRY

I. L. KHOKHASHVILI, N. Sh. SIKHARULIDZE

## THE EFFECT OF PRETREATMENT ON ENZYMATIC HYDRÓLYSIS OF CELLULOSE IN AGRICULTURAL WASTE

Summary

Following the appropriate pretreatment cellulosic agricultural waste can be used for producing glucose by cellulases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Somogy. J. Biol. chem., 195, № 1, 1952.
2. В. Д. Шербухин, Л. И. Миронова, А. В. Кондырева, В. С. Грюнер. Прикл. биохим. и микробиол., 6, № 4, 1970.
3. D. S. Chahal *et al.* Biotechn. Bioeng., 23, № 11, 1981.
4. I. Michael Gould. Biotechn. Bioeng., 26, № 1, 1984.
5. G. C. Avgerinos, D. J. Wang. Biotechn. Bioeng., 25, № 1, 1983.
6. А. В. Оболенская, В. П. Щеголев и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1965.
7. А. П. Синицын, А. А. Клесов. Прикл. биохим. и микробиол., 17, № 3, 1981.

М. Л. ЦАГАРЕЛИ, Г. Н. ПРУИДЗЕ, Д. Ф. КИНЦУРАШВИЛИ

### КАТАЛАЗА ЧАЙНОГО РАСТЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 4.9.1987)

Каталаза (КФ 1.11.1.6, перекись водорода: перекись водорода оксидоредуктаза), широко распространена в растениях. Она найдена почти во всех аэробно дышащих клетках и у некоторых анаэробов.

В листьях чайного растения была найдена активная каталаза [1, 2], однако в литературе имеется мало данных о свойствах каталазы чайного растения.

Настоящая работа посвящена исследованию некоторых свойств каталазы чайного листа. Для этой цели мы из молодых листьев чайного растения получили ацетоновый препарат [3], который затем обрабатывали глициновой смесью (рН 8,2), содержащей 0,1 М глицин, 0,03 М аскорбиновую кислоту, 1,0 М хлористый натрий, детергент 1% твин-80. Гомогенат встряхивали на качалке в течение 2 час. и затем центрифугировали 30 мин при 10 000 g.

С целью быстрого и полного отделения белков супернатантов от детергента белки осаждались охлажденным ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) ацетоном в соотношении 1:3 и затем центрифугировали в течение 5 мин при 5000 g; этот процесс повторялся 3—4 раза. Осадок гомогенизировался в дистиллированной воде и центрифугировался в течение 30 мин при 10000 g, надосадочную жидкость диализировали в течение 20 час. в дистиллированной воде. Полученную жидкость использовали в качестве ферментного раствора. Активность каталазы определялась полярнографически [4, 6] и спектрофотометрически [7], белок определяли по методу Плу ма и др. [8].

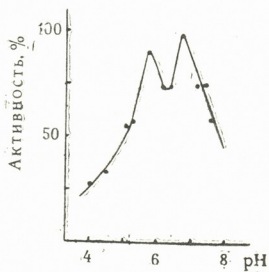


Рис. 1. Зависимость активности каталазы от рН

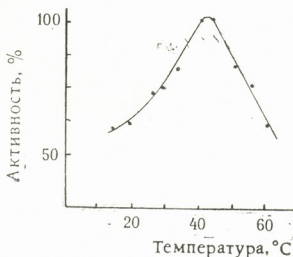


Рис. 2. Зависимость активности каталазы от температуры



При исследовании зависимости активности каталазы от молярности буфера, увеличение концентрации цитрат-фосфатного буфера до 0,4М, приводило к постепенному повышению активности каталазы, а дальнейшее увеличение его концентрации вызывало снижение активности фермента.

На рис. 1 представлены данные о влиянии концентрации водородных ионов на активность каталазы. Наибольшая активность проявляется в широком диапазоне рН, с максимумами рН 5,6 и 6,5 в более кислых или щелочных (рН 7,5) средах, фермент имеет сравнительно низкую активность.

Максимальная активность каталазы наблюдается при температуре 40—45°C (рис. 2). С увеличением температуры выше оптимальной активность быстро падает. Энергия активации была рассчитана по уравнению Аррениуса в диапазоне 20—30° и составила 1600 ккал/моль.

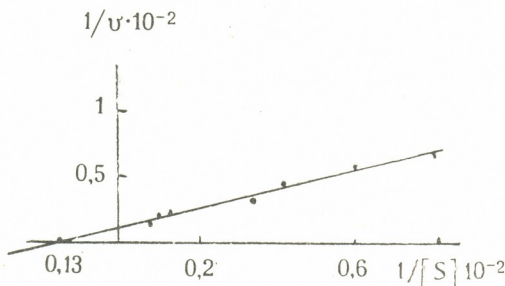


Рис. 3. Зависимость активности каталазы от концентрации субстрата, в координатах Лайнувера—Берка

При исследовании зависимости активности каталазы от концентрации фермента были взяты белки с концентрациями в пределах 10—200 мкг/мл, 0,05 М  $H_2O_2$  и 0,04 М цитрат-фосфатный буфер (рН 5,6). Увеличение активности каталазы пропорционально количеству белка до концентрации 75 мкг-мл, при дальнейшем увеличении концентрации белка активность падает.

На рис. 3 показана кривая зависимости начальной скорости реакции, катализируемой каталазой, от концентрации  $H_2O_2$  в координатах Лайнувера—Берка дает прямую линию. Сродство фермента к субстрату достаточно высоко,  $K_m$  равен  $7,6 \cdot 10^{-2}$  М;  $V_{max} = 1000$ .

Таким образом, полученные данные некоторых свойств каталазы чайного растения свидетельствуют о том, что наибольшая активность каталазы проявлялась при рН 5,6 и 6,5 и температуре 40—45°.

Зависимость скорости реакции катализируемой каталазой от концентрации субстрата подчиняется уравнению Михаэлиса—Ментен.

მ. ცაგარელი, გ. ფრუიძე, დ. კინსურაშვილი

## ჩაის მცენარის კატალაზა

## რეზიუმე

ჩაის მცენარის ფოთლებიდან მიღებულია კატალაზას ჯამური პრეპარატი. შესწავლილია ფერმენტის რამდენიმე კინეტიკური თვისება. ნაჩვენებია, რომ ფერმენტი მაქსიმალურად აქტიურია pH 5,6-ზე და 6,5-ზე 40—45°C ტემპერატურაზე.

ფერმენტის რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაციაზე ექვემდებარება მიქაელის — მენტენის კლასიკურ კინეტიკას.

## BIOCHEMISTRY

M. L. TSAGARELI, G. N. PRUIDZE, D. F. KINTSURASHVILI

## TEA PLANT CATALASE

## Summary

The catalase crude preparation has been obtained from the leaves of tea plant. Some kinetic characteristics of the enzyme have been studied. The enzyme is shown to display the maximum activity at pH 5,6 and 6,5 at T 40—45°C

The dependence between the rate of enzyme reaction and the concentration of hydrogen peroxide obeys the Michaelis-Menten classical kinetics.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Dix, G. Fairley *et al.* J. Sci. Food and Agr. 9. 32, 1981, 920.
2. М. А. Бокучава. Биохимия чая и чайного производства. М., 1958, 181.
3. Г. Н. Пруидзе, Л. Ш. Чачуа. Сб. «Биохимия растений». 1, Тбилиси, 1973, 36.
4. M. Rorth, P. Jensen. Biochimica et Biophysica Acta. Vol. 139, 1, 1967, 171.
5. L. A. Del Rio *et al.* Analytical Biochemistry, 89, 1977, 409.
6. A. Deisseroth *et al.* Physiol. Rev. 50, 1970, 319.
7. G. Lanzarini *et al.* Phytochemistry. 11, 1972, 84.
8. G. Plum *et al.* Scand. J. Clin. Lab. Invest. 1, 1955, 181.



В. К. ДОЛИДЗЕ

## ОБ УЧАСТИИ КОМПЛЕКСОВ МЕТАЛЛОВ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИИ ГЛИЦИНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 16.3.1988)

Известно, что окисление фенолов в почвах, а также реакция между аминокислотой и продуктами окисления протекают при участии «почвенных» ферментов типа полифенолоксидаз [1, 2]. Окисление фенолов до семихинонов и хинонов может протекать под действием не только ферментов, но и абиотических факторов [3].

В настоящей работе изучена возможность взаимодействия гуминовых кислот с аминокислотой в условиях, исключающих наличие в среде фермента. К препаратам гуминовых кислот в различных условиях добавляли меченный в карбоксиле радиоактивным углеродом глицин и наблюдали за дальнейшим поведением аминокислоты.

Гуминовые кислоты выделяли из черноземной почвы (Ширакская долина, село Шираки). Чернозем карбонатный, тяжелоглинистый, обыкновенный, гумус — 7,5, азот — 0,35%, рН 8,4. Препараты получены ускоренным пирофосфатным методом по прописи [4]. Зольность после электродиализа 7—8%. В экспериментах применяли препараты глицина-1  $^{14}\text{C}$ . Удельная радиоактивность 0,556 мКи/г.

Смешивали гуминовую кислоту с глицином-1  $^{14}\text{C}$  в фосфатном буфере (рН 6,5). Выделяющийся радиоактивный  $^{14}\text{CO}_2$  фиксировали смесью моноэтаноламина и метилцеллозольва (9:1). Параллельно ставили опыты с комплексобразователями. В реакционную смесь с вышеперечисленными реагентами вносили комплексобразователи: этилендиаминтетрауксусную кислоту, N,N-диэтилдитиокарбамат натрия,  $\alpha,\alpha$ -дипиридил. О взаимодействии судили по величине радиоактивности  $^{14}\text{CO}_2$ , которую определяли на жидкостном сцинтилляционном счетчике «Rack Beta 2». Эксперименты проводили в стерильных условиях. Повторность опытов 3-кратная, полученные результаты обрабатывали статистически.

Препарат гуминовых кислот, инкубированный с глицином-1  $^{14}\text{C}$ , вызывает выделение  $^{14}\text{CO}_2$ , что свидетельствует о взаимодействии глицина с макромолекулой. Условия выделения из почвы гуминовых кислот исключают возможность присутствия активного фермента в реакционной среде, а стерильность опытов — их образование микробиологическим синтезом. Таким образом, в данном процессе действует механизм, отличный от упомянутого выше.

Окисление фенольных гидроксидов гуминовых кислот до эндионных групп может проходить под действием комплексных соединений. Так, получен комплекс двухвалентной меди, способный катализировать процесс окисления фенола в орто-хинон [5].

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии в составе гуминовых кислот были определены зольные элементы (табл. 1). Известно, что длительный диализ и очистка препаратов на колонках с ионообменными смолами не приводят к полному выводу металлов из состава гуминовых кислот, что свидетельствует о наличии их в составе самой макромолекулы [6]. Показано, что металлы входят в состав гуминовых кислот в виде комплексных соединений [7].



საქართველოს  
აкадеმიის  
სამეცნიერო ცენტრი

Образование в молекуле гуминовой кислоты хиноидных групп, возможно, идет окислением существующих фенольных гидроксидов комплексами поливалентных металлов самой гуминовой кислоты. Образующиеся в ходе автокатализа эндонные группы способны декарбоксиллировать глицин.

Таблица 1

Содержание некоторых зольных элементов в гуминовых кислотах по данным атомно-абсорбционной спектроскопии

Химические элементы	Содержание, % к гуминовой кислоте
Fe	0,3
Ni	0,01
Mn	0,0025
Cu	0,15
Co	0,025
Ca	0,05
Mg	0,07
Зольность, %	0,6075

Таблица 2

Ингибирование комплексонами процесса взаимодействия гуминовой кислоты с глицином- $^{14}\text{C}$

Внесенные ингибиторы	К-во глицина- $^{14}\text{C}$ , мг	К-во гуминовой к-ты, мг	Рад-ть $^{14}\text{CO}_2$ , к-ция ингибитора $10^{-4}\text{M}$		Рад-ть $^{14}\text{CO}_2$ , к-ция ингибитора $2 \times 10^{-4}\text{M}$	
			имп/мин	% инг*	имп/мин	% инг*
Контроль	100	200	$354 \pm 9,1$	0	$358 \pm 11,3$	0
Этилендиаминтетрауксусная к-та	100	200	$182 \pm 7,2$	48,6	$258 \pm 7,9$	27,9
N, N-диэтилдитиокарбамат натрия	100	200	$351 \pm 8,1$	0,9	$287 \pm 7,9$	20,1
L, L-дипиридикс	100	200	$370 \pm 9,0$	- 4,5	$312 \pm 9,9$	13,1

\* Процент ингибирования определяли по разности между контрольным вариантом и вариантом с комплексонами.

На участке комплексов металлов во взаимодействии гуминовой кислоты с глицином указывает тот факт, что декарбоксилирование аминокислоты ингибировалось в присутствии комплексобразователей (табл. 2). Причем этилендиаминтетрауксусная кислота подавляет этот процесс сильнее, чем N,N-диэтилдитиокарбамат натрия и  $\alpha, \alpha$ -дипиридил. В случае с  $\alpha, \alpha$ -дипиридилом ингибирование было наименьшим. Как отмечает Лангенбек [8], образующиеся первичные продукты  $\alpha, \alpha$ -дипиридила с железом обладают сильными каталитическими свойствами. Поэтому вначале происходит окисление фенольных гидроксидов этими соединениями.

Настоящая работа свидетельствует о возможности декарбоксилирования глицина гуминовой кислоты без участия «почвенных» фер-



ментов». Непосредственное участие в данном взаимодействии принимают комплексы поливалентных металлов самой гуминовой кислоты.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 24.3.1988)

ბიოქიმია

ვ. დოლიძე

ჰუმინის მჟავების მეტალური კომპლექსების მონაწილეობა გლიცინის დეკარბოქსილირებაში

რეზიუმე

ჰუმინის მჟავა, რომელიც ინკუბირებული იყო  $^{14}$  გლიცინთან, იწვევს ამინომჟავების დეკარბოქსილირებას. ეს პროცესი ინჰიბირდება კომპლექსწარმომქმნელი ნივთიერებებით: ეთილენდიამინტეტრაამარმჟავით, N, N ნატრიუმის დიეთილდიოთიოკარბამატით და  $\alpha, \alpha$  დიპირიდლით, რაც მიუთითებს ჰუმინის მჟავაში შემავალი ჰელატების მონაწილეობაზე მოცემულ პროცესში.

BIOCHEMISTRY

V. K. DOLIDZE

## THE PARTICIPATION OF THE METAL-HUMIC ACID COMPLEXES IN THE DECARBOXYLATION OF GLYCINE

Summary

The humic acid preparations catalyze the decarboxylation process of glycine- $^{14}$ C. Complexing agents: ethylene diamine tetraacetic acid, natrium N,N-diethylthiocarbamate and  $\alpha, \alpha$ -dipyridyl inhibit the decarboxylation process. This proves that the metal-humic acid complexes catalyze decarboxylation of amino acid.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Гришина. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М., 1986.
2. Дж. Эгликтон, М. Г. Дж. Мэрфи. Органическая геохимия. Л., 1974.
3. Д. С. Орлов. Гугусовые кислоты почв. М., 1974.
4. Д. С. Орлов. Практикум по биохимии гумуса. М., 1969.
5. W. Brackman, E. Havinga. Rec. Trav. Chim. Phys. Bas., 74, 1107, 1955.
6. И. С. Кауричев, Д. С. Орлов. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. М., 1982.
7. И. Воденичаров, П. Илиев. Химия и индустрия, XI, кн. 5, 1968.
8. В. Лангенбек. Органические катализаторы и их отношение к ферментам. М., 1961.



Д. Н. МАЧАРАШВИЛИ

## ИЗМЕНЕНИЕ СУХОГО ВЕСА ЦИТОПЛАЗМЫ НЕЙРОНОВ И ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ И НАРУЖНЕГО КОЛЕНЧАТОГО ТЕЛА КРЫС ПОСЛЕ ЭНУКЛЕАЦИИ ГЛАЗА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 25.3.1988)

Зрительный анализатор является удобным объектом для изучения влияния афферентной стимуляции и деафферентации на структурно-функциональное формирование мозговых центров в онтогенезе. Изучение метаболизма зрительных центров позволило ряду авторов выявить изменения, свидетельствующие о значительном влиянии зрительной деафферентации на различные стороны обменных процессов у молодых животных [1—10].

Важными цитохимическими показателями функционального состояния нейронов и глии являются белковые вещества и РНК, их количество закономерно изменяется в процессе онтогенеза и при развитии различных патологических процессов [11, 12]. В частности, после зрительной депривации были обнаружены отличия в колебаниях количества белка в отдельных типах нейронов зрительной коры и нейронов дорсальной части наружного колленчатого тела. При изучении изменений содержания белка в условиях депривации и энуклеации глаз основное внимание исследователей уделялось нейронам различных отделов зрительного анализатора [2, 13]. В то же время, по данным ряда авторов [14, 15], важную роль в регуляции белкового обмена в нервных клетках выполняет нейроглия. В связи с этим представляет интерес сопоставление изменений содержания белка в нейронах и клетках глии после энуклеации глаза.

В настоящей статье изложены результаты изучения изменений сухого веса (содержания белка) нервных и глиальных клеток зрительной коры (поле 17) и дорсального ядра наружного колленчатого тела (НКТ), после односторонней энуклеации глаза.

Принимая во внимание возможность влияния уровня функциональной активности анализатора и степени дифференцировки клеток на белковый метаболизм, сухой вес клеток изучали у животных после прозрения и у половозрелых.

Объектом исследования служили нервные и глиальные клетки зрительной коры ипси- и контралатеральной стороны и наружного колленчатого тела (НКТ) белых крыс (8 животных контрольной группы и 8 подопытных). После односторонней энуклеации глаза (левый глаз) животных забивали на 10-й день. Сухой вес цитоплазмы нервных и глиальных клеток определяли на пластических отпечатках, полученных по методу Зандриттера [16] в модификации Лодина [17]. Интерферометрию проводили методом гомогенного поля на микроскопе МРІ-5. Размеры клеток измеряли микрометрически, предварительно зарисовывая объект с помощью рисовального аппарата РА-4. Данные обрабатывали статистически по Фишеру—Стьюденту (всего интерферометрии подвергнуто 1600 нервных и глиальных клеток).

Анализ полученных данных показал, что у энуклеированных после прозрения животных на контралатеральной стороне зрительной коры и НКТ сухой вес цитоплазмы нейронов уменьшается, в глиальных клетках же увеличивается (рис. 1, а, б).

На ипсилатеральной стороне после энуклеации наблюдается уменьшение сухого веса нейронов в зрительной коре, в цитоплазме же

нейронов НКТ — его увеличение. Аналогично меняется сухой вес глиальных клеток (рис. 2, а, б).

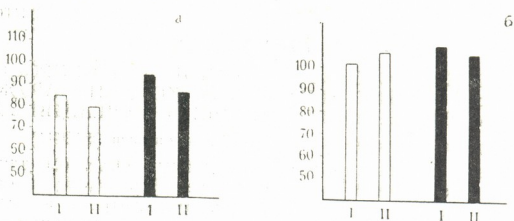


Рис. 1. Сухой вес, размеры цитоплазмы нейронов (а) и глиальных клеток (б) зрительной коры и НКТ контралатеральной стороны у животных, энуклеированных после прозрения. На оси ординат — сухой вес в %, на оси абсцисс — звенья зрительного анализатора: I — зрительная кора, II — НКТ. Светлый столб — сухой вес в  $\mu\text{г}$ , темный столб — размеры клеток в  $\mu\text{м}^2$

Сопоставление изменений площади и сухого веса цитоплазмы нервных и глиальных клеток у энуклеированных животных обнаружило одинаково направленные колебания этих параметров.

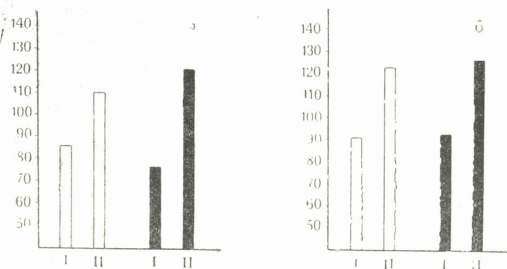


Рис. 2. Сухой вес, размеры цитоплазмы нейронов (а) и глиальных клеток (б) зрительной коры и НКТ ипсилатеральной стороны у животных, энуклеированных после прозрения (обозначения см. на рис. 1)

Энуклеация глаза после начала функционирования зрительного анализатора приводит к существенным изменениям сухого веса нервных и глиальных клеток зрительной коры (после 17) и дорсального ядра наружного коленчатого тела. Изменения отмечаются в ипси- и контралатеральных полушариях, однако колебания сухого веса наиболее выражены в клетках контралатерального полушария. Более четкие изменения имеют место в нейронах дорсального ядра НКТ по сравнению со зрительной корой.

Характер изменений сухого веса оказывается связанным с уровнем дифференцировки анализатора и началом его функционирования. Об этом свидетельствуют однотипные изменения содержания белка в нервных и глиальных клетках у прозревших животных.

Иные результаты получены при изучении энуклеированных половозрелых животных.

Сравнение средних величин содержания белка с одновременным определением размеров показало, что односторонняя энуклеация в

зрительной коре приводит к небольшому уменьшению размеров и содержания белка нейронов на стороне энуклеированного глаза. На контралатеральной стороне существенных изменений не наблюдается. В цитоплазме нейронов НКТ достоверно существенно уменьшается содержание белка (рис. 3, а, 4а).

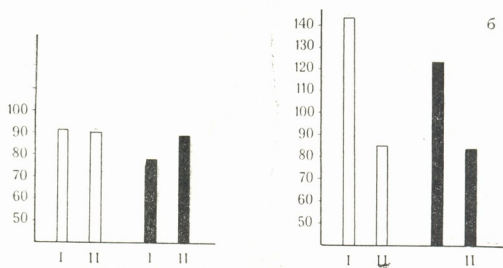


Рис. 3. Сухой вес, размеры цитоплазмы нейронов (а) и глиальных клеток (б) зрительной коры и НКТ контралатеральной стороны у энуклеированных половозрелых животных (обозначения см. на рис. 1)

При изучении свободных глиальных клеток зрительной коры и НКТ у половозрелых животных в условиях энуклеации показатели увеличиваются на обеих сторонах, за исключением того, что в НКТ изменения носят обратный характер (рис. 3, б, 4, б).

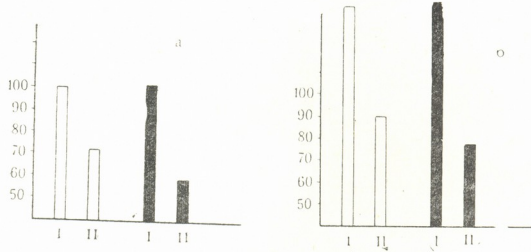


Рис. 4. Сухой вес, размеры цитоплазмы нейронов (а) и глиальных клеток (б) зрительной коры и НКТ ипсилатеральной стороны у энуклеированных половозрелых животных (обозначения см. на рис. 1)

Таким образом, у энуклеированных половозрелых животных изменения содержания белка менее выражены, чем у животных после прозрения. В то же время отсутствие выраженных изменений в корковом отделе зрительного анализатора и уменьшение количества белка в нейронах переключательного звена, каковым является НКТ, указывают на то, что в отсутствии специфической импульсации у энуклеированных половозрелых животных более выражены компенсаторные реакции. В пользу этого предположения свидетельствует наблюдаемое увеличение количества белка в глиальных клетках.

## დ. მამარაშვილი

მშრალი წონის ცვლილებები ვირთავას მხედველობის ქერქის და გარეთა დამუხვლილი სხეულის ნერვულ და გლიურ უჯრედებში თვალის ენუკლეაციის შედეგად

## რეზიუმე

შესწავლილია, მშრალი წონის ცვლილებები ვირთავას მხედველობის ქერქის, გარეთა დამუხვლილი სხეულის ნერვულ და გლიურ უჯრედებში თვალის ენუკლეაციის შედეგად.

ნაჩვენებია, რომ თვალის ენუკლეაცია როგორც მხედველობის ანალიზატორის ფუნქციონირების დაწყებისას, ისე მოზრდილ ცხოველებში იწვევს მშრალი წონის არსებით ცვლილებებს მხედველობის ქერქის მე-17 ველის, გარეთა დამუხვლილი სხეულის ნერვულ და გლიურ უჯრედებში. ცვლილებები შეინიშნება იპსი- და კონტრალატერალურ მხარეზე.

## CYTOLOGY

D. N. MACHARASHVILI

CHANGES OF DRY MASS IN NERVE AND GLIAL CELLS OF THE RAT VISUAL CORTEX AND LATERAL GENICULATE BODY AFTER ENUCLEATION

## Summary

Changes of dry mass in the nerve and glial cells of the rat visual cortex and lateral geniculate body were studied after unilateral enucleation of visual afferents.

Enucleation at the moment the visual analysers start functioning and in adult animals results in changes of dry mass of nerve and glial cells of the visual cortex (17th field) and lateral geniculate body. The changes were observed in the ipsi- and contralateral hemispheres.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Герштейн. Цитология, 17, 4, 1975.
2. Л. М. Герштейн. Сб. «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М., 1976.
3. J. Mysliveček, S. Stipek, J. Crosovská. *Activ. nerv. super.*, 25, 1, 1983.
4. Т. Л. Голикова. Автореферат канд. дисс. М., 1980.
5. М. М. Буснюк. Ж. невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 7, 1976.
6. Т. М. Агаев. Сб. «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М., 1974.
7. S. Bondy, F. Margolis. *Exper. Neurol.*, 27, 2, 1970.
8. D. Neumann, T. Rabinowicz. *Exper. Br. Res.* 38, 1, 1980.
9. Т. С. Глущенко, Г. Вольф. *Нейрохимия*, 1, 1, 1982.
10. Р. Н. Кругликов, В. Н. Мац, О. Л. Сегал. Тез. симп. «Функции нейроглии». Тбилиси, 1984.
11. Л. М. Герштейн. Автореферат докт. дисс. М., 1971.
12. З. Д. Пигарева. *Успехи современной биологии*. 79, 1, 1975.
13. Т. Л. Чеботарева. Сб. «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М., 1974.
14. Л. З. Певзнер. *Функциональная биохимия нейроглии*. Л., 1972.
15. Л. Д. Малинаускайте. *Цитология*, 17, 3, 1975.
16. W. Sandritter *et al.* *Histochem.* 7, 1, 1966.
17. Z. Lodin *et al.* *Acta histochem.* 26, 1967.



ა. კოხია, ლ. გოგუა, რ. ჟუჩუაშვილი

## ბორჯომის რაიონის მცირე წყალსატევთა თევზების კვების სპექტრი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ბ. ყურაშვილმა 23.10.1987)

თევზის კვებისა და სხვა ორგანიზმებთან კვებითი ურთიერთობის შესწავლა მჭიდროდაა დაკავშირებული რაციონალური თევზის მეურნეობის განვითარების საკითხებთან — თევზის წარმოება-ზრდისა და მისი მარაგის ხარისხობრივ გაუმჯობესებასთან. თევზის პროდუქციის გაზრდის საქმეში მნიშვნელოვანი როლი აქვს მცირე ზომის წყალსატევებს, სადაც მრავალი სახეობის თევზის გამრავლება ხდება. დიდ მდინარეთა შენაკადები საქართველოს მთის ზონაში ფართო ქსელითაა წარმოდგენილი და დასახლებულია ისეთი ძვირფასი სახეობის თევზით, როგორცაა კალმახი.

თევზის კვების შესწავლა საქართველოში 1947 წლიდანაა დაწყებული. [1] და ძირითადად ჩატარებული იყო ტბებზე, წყლისატევებზე და დიდ მდინარეებზე. მცირე წყალსატევები ამ მხრივ თითქმის შეუსწავლელია. 1987 წელს დაწყებულ კვლევის მიზანს შეადგენდა ბორჯომის რაიონის ფარგლებში მდ. მტკვრის შენაკადების — ბორჯომულას, ნეძვურას და კახისის ტბის თევზების კვების სპექტრის შესწავლა.

იქთოლოგიურ მასალას მდინარეებიდან ვიღებდით: სასროლი ბადით, ანკესით (მდინარეთა სათავიდან შესართავამდე ყველა შენაკადებით), ხოლო ტბებიდან — მოსასმელი და ჩასადგმელი ბადეებით. ავიღეთ და დავამუშავეთ კალმახის, მტკვრის წვერას, აღმოსავლური ფრიტას, კობრის, კავკასიური მდინარის ღორჯოს და მტკვრის ციმორის 64 ეგზემპლარი.

ამავე ადგილებიდან ავიღეთ აგრეთვე ბენტოსის სინჯები (თვისებრივად) თევზების საჭმლის მომწელებელ ტრაქტში ნაპოვნ საკვებ კომპონენტებთან შესადარებლად. ზოობენტოსში აღმოჩნდა შემდეგი სისტემატიკური ჯგუფები: Chironomidae, Ephemeroptera, Turbellaria, Gammarus, Trichoptera, Mollusca, Plecoptera.

მდ. ნეძვურას აუზში აღინიშნება თევზის საკვები ორგანიზმების არამარტო თვისებრივი მრავალფეროვნება, არამედ საკმაოდ მაღალი ბიომასაც. აქ იგი შეადგენს 7,3 გ/მ<sup>2</sup>, მაშინ როდესაც თ. კაკაუთრიძის მონაცემებით [2] მდ. მტკვრის ზოობენტოსის ბიომასა ზაფხულში 5,9 გ/მ<sup>2</sup> არ აღემატება. კიდევ უფრო მდიდარია თევზების საკვები ბაზით მდ. ნეძვურას შენაკადები.

კალმახი აღნიშნულ წყალსატევებში ყველაზე გავრცელებული თევზია, თუმცა სულ უფრო მცირე რაოდენობით გვხვდება. როგორც ცხრილიდან ჩანს, კალმახის (გაკვეთილია 19 ეგზემპლარი) საჭმლის მომწელებელ ტრაქტში აღმოჩნდა არამარტო ყველა ის ბენტოსური ორგანიზმი, რომლებიც გამოკვლეულ წყალსატევთა ბენტოსში გვხვდება, არამედ სხვა სისტემატიკური ჯგუფების წარმომადგენლებიც (ძირითადად ზმელეთიდან წყალში ჩაცვენილი მწერების სახით). რიცხობრივად ჰარბობენ ღორტავეები, რომელთა რაოდენობა ზოგიერთ ადგილას (მაგ. მდ. ნეძვურას შენაკადებში) აღებულ კალმახში 39—68%-ს შორის მერყეობს, ხოლო შეხვედრის სიხშირე 23—24,2%-ს აღწევს.



კობრი. მოზარდები მოპოვებულია კახისის ტბიდან. საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის შიგთავსი (გაკვეთილია 15 ეგზემპლარი) აღმოჩნდა ზოოპლანქტონის შემდეგი წარმომადგენლები: *Daphnia*, *Bosmina*, *Diaphanosoma*, *Moina*, *Diaptomus*; ცხოველური ბენტოსიდან: *Gammarus*, *Chironomidae*; მცენარეული კომპონენტები: *Chara*, *Spyrogira*.

კალმახის კვების სპექტრი მდ. ნეძურაში, გამოკვლეული კალმახის რაოდენობა = 19, სხეულის სიგრძე — 11,8 — 21,2 სმ, წონა — 10 — 95 გ

საკვები კომპონენტები	რაოდენობა, %	შეხვედრის სიხშირე, %	ნაწლავის გავსების საშუალო ინდექსი
<i>Nematoda</i>	10	6,2	16,5
<i>Gammaridae</i>	39	24,2	42,1
<i>Ephemeroptera</i>	3	8,4	36,5
<i>Plecoptera</i>	2	1,2	10,4
<i>Hydropsyche</i>	4	2,3	21,1
<i>Trichoptera</i>	2	1,2	10,4
<i>Blepharocera</i>	1	0,6	5,2
<i>Simulium sp.</i>	17	10,6	19,4
<i>Chironomidae</i>	3	24,2	36,7
<i>Hymenoptera</i>	13	17,4	31,5
<i>Coleoptera</i>		3,7	21
მწერის დაშლილი ნაწილები გაურკვეველი	6	—	—
		21	5,2

მტკვრის წვერა. შეგვხვდა ერთეული ეგზემპლარების სახით. იკვებება ძირითადად ბენტოსით, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის შიგთავსი შეიცავს შემდეგ ორგანიზმებს: *Chironomidae*, *Simuliidae*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*.

აღმოსავლური ფრიტა. მიეკუთვნება სარველა თევზებს და ამდენად ინტერესს იწვევს მისი კვებითი ურთიერთობა სხვა თევზებთან. ფრიტას საკვებში (გაკვეთილია 10 ეგზემპლარი) ყველაზე მრავლად გვხვდება ცხოველური ბენტოსის წარმომადგენლები — ძირითადად *Gammarus* და *Ephemeroptera* აგრეთვე *Chironomidae*, *Simuliidae*, *Blepharocera*, *Oronata* და სხვა. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ ფრიტა წარმოადგენს კონკურენტს საკვებისათვის აქ გავრცელებულ ბენტოსით მკვებავი ძვირფასი სახეობის თევზებისათვის.

კაკასიური მდინარის ღორჯო დაბალი ღირებულების თევზია (გაკვეთილია მდ. ბორჯომულადან 5 ეგზემპლარი). მისი საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის შიგთავსი შეიცავს *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Chironomidae* სახის წარმომადგენლებს და თევზის ქვირითს.

მტკვრის ციმორი სარველა თევზია, სათევზმეურნეო თვალსაზრისით არარენტაბელური. აღებულია კახისის ტბიდან (20 ეგზემპლარი). მისი ძირითადი საკვებია პლანქტონური ორგანიზმები — *Daphnia*, *Diaptomus*, *Siniedra* და ბენტოსური კომპონენტები — *Chironomidae* და მათი ჭუპრები, რის გამოც ციმორი კონკურენტს უწევს საკვებისათვის კობრს და *Chironomidae*-თი მკვებავ სხვა აქ გავრცელებულ თევზებს.

ჩატარებულმა იქთიოფაუნისტურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ აღნიშნულ წყალსატევებში კალმახის, ამ ძვირფასი სახეობის თევზის მოპოვება თევზჭერის მოყვარულების მიერაც კი მისი სიმცირის გამო (ისევე როგორც საქართველოს სხვა მრავალ მცირე წყალსატევებში), თითქმის შეუძლებელი ხდება. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ კალმახის გამრავლებისათვის მდ. ნეძურ-

რას, ბორჯომულასა და მათ შენაკადებში საუკეთესო პირობებია როგორც საკვების, ისე ჰიდროლოგიური რეჟიმის თუ ქიმიური შემადგენლობის თვალსაზრისით. კალმახი, როგორც ზევით იყო აღნიშნული, სრულად იყენებს საკვებად აღნიშნულ წყალსატევთა ზოობენთოსურ ორგანიზმებს, რომლებიც უხვად შეიცავენ *Gammarus* — მის ერთ-ერთ რჩეულ საკვებს. აქ გავრცელებული სარეველა თევზებიც — ციმორი, ფრიტა და სხვა ზრდასრული კალმახების მტაცებლური კვების ობიექტებს წარმოადგენენ. აბორიგენული კალმახის ხელოვნური მომრავლების რეალური შესაძლებლობა არსებობს საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის ბაზის საფუძველზე, რომელიც ბორჯომის რაიონში, სოფ. ახალდაბის მახლობლად მდ. ნეძვურას ნაპირზე მდებარეობს.

აუზების პირობებში კალმახისა და მისი ბუნებრივი საკვები ორგანიზმების, კერძოდ ღორტაყვების, ხელოვნური მომრავლება და მათი შემდგომი გაშვება მდინარეებში (ნეძვურა, ბორჯომულა შენაკადებით) ხელს შეუწყობს კალმახის ძლიერ შემციირებული მარაგის აღდგენას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.11.1987)

ГИДРОБИОЛОГИЯ

А. Б. КОХИЯ, Л. К. ГОГУА, Р. Т. КУЧУКАШВИЛИ

## ПИЩЕВОЙ СПЕКТР РЫБ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ БОРЖОМСКОГО РАЙОНА ГССР

Резюме

Среди распространенных в малых водоемах Боржомского района (рр. Недзвур, Боржомула и их притоки, оз. Кахиси) рыб перво-степенное значение имеет форель.

В связи с сильным снижением численности этой ценной рыбы целесообразно ее разведение в искусственных водоемах, в частности, на основе базы Института зоологии АН ГССР близ поселка Ахалдаба с последующим выпуском молоди в ближайшие рр. Недзвур, Боржомула с их притоками.

HYDROBIOLOGY

A. B. KOKHIA, L. K. GOGUA, R. T. KUCHUKASHVILI

## THE FEED SPECTRUM OF FISHES IN SMALL RESERVOIRS OF THE BORJOMI REGION

Summary

Among the wide-spread fishes of little reservoirs of the Borjomi region (rivers Nedzvura, Borjomula with their tributaries, lake Kakhisi), trout is the most important one. In view of a sharp reduction in the population of this valuable fish, it is expedient to breed it in artificial reservoirs, in particular on the base of the Institute of Zoology of the Georgian Academy of Sciences near Akhaldaba (Borjomi region), with a subsequent release of young fishes into the rivers Nedzvura, Borjomula and their tributaries.

Conditions in the mentioned reservoirs—both from the point of view of feed, and hydrologic regime and chemical composition—are the optimum for the aboriginal trout.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Б. Кохия. Спектры питания пресноводных рыб Грузии. Тбилиси, 1978.
2. Т. Г. Какауридзе. Гидробиологический режим и ихтиофауна р. Куры. Тбилиси, 1980, 84—113.



Н. Ш. МАНДЖАВИДЗЕ, Г. А. ЕРМОЛИН

## СОДЕРЖАНИЕ ФИБРОНЕКТИНА В КРОВИ НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ МАТЕРЕЙ С АЛЛЕРГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 12.9.1988)

За последние годы одним из интенсивно изучаемых высокомолекулярных гликопротеидов является фибронектин (ФН). Плазменный ФН, обладающий опсонинной активностью, участвует в выведении из циркуляторного русла нерастворимых элементов тканевого детрита, макромолекулярных комплексов [1] и, возможно, в клиренсе иммунных комплексов, так как обладает способностью специфически связываться с  $C1q$ —и  $C3d$ —субкомпонентами комплемента [2]. Наличие прямой корреляции между уровнем ФН в крови и поглотительной способностью РЭС обусловило представление о ФН как о важном неспецифическом факторе защиты организма, от которого существенно зависит активность фагоцитарной реакции в условиях патологии.

Литературный анализ показал, что данные о значении ФН в норме и патологии у детей раннего возраста весьма скудны [1—5]. Вместе с тем, исследование уровня ФН при патологии новорожденных представляет особый интерес в связи с быстрым и выраженным истощением в этом возрасте факторов защиты организма [3].

Нами была поставлена задача изучить количественное содержание плазменного ФН у новорожденных и их матерей, страдающих аллергическими заболеваниями, с целью определения патогенетической роли ФН в случаях наследственного предрасположения к аллергическим заболеваниям.

Материалом для исследования служила кровь, которую брали у доношенных новорожденных в момент родов из пупочной вены и у родильниц в течении первых 6 часов после родов из локтевой вены.

Исследована на количественное содержание ФН плазма крови 56 новорожденных детей и их матерей. Основную группу составили 36 новорожденных детей и их матери, страдающие аллергическими заболеваниями. В зависимости от течения беременности основная группа была разделена на две подгруппы. В I-ую подгруппу вошли 12 новорожденных и их матери с физиологическим течением беременности. Ко II подгруппе были отнесены 26 новорожденных и их матери с осложненным течением беременности в виде аллергических проявлений во время беременности. 20 новорожденных, родившихся в удовлетворительном состоянии с оценкой по шкале Апгара 8—10 баллов, и их практически здоровые матери с физиологическим течением настоящей беременности и родов составили контрольную группу.

Содержание ФН определяли в плазме крови иммуноферментным методом («Сандвич»-модификация).

На основании наших исследований установлено, что у практически здоровых родильниц количественное содержание ФН в плазме крови составляет  $240,04 \pm 15,04$  мкг/мл (обращает внимание разброс индивидуальных значений от 156 до 400). В качестве нормы нами использованы величины ФН  $300 \pm 65$  мкг/мл, полученные аналогичным методом у практически здоровых женщин репродуктивного возраста в ВКНЦ АМН СССР.



При сопоставлении этих показателей статистически достоверных различий не выявлено ( $p < 0,5$ ).

У новорожденных детей, родившихся от практически здоровых женщин с физиологическим течением беременности, концентрация ФН в плазме крови составляет  $110,64 \pm 5,73$  мкг/мл (разброс индивидуальных значений от 80,2 до 178,2). Наши данные по содержанию ФН у здоровых доношенных новорожденных согласуются с результатами ( $107,8 \pm 4,9 \times 10^{-3}$  г/л), полученными аналогичным методом в ВКНЦ АМН СССР.

Содержание плазменного фибронектина (...  $10^{-3}$  г/л) в крови доношенных новорожденных и их матерей, страдающих аллергическими заболеваниями ( $M \pm m$ )

Исследуемые	При аллергических заболеваниях у матерей			Контрольная группа
	Общий показатель	Течение беременности физиологическое	Течение беременности патологическое	
	n=36	n=12	n=24	
Новорожденные	$104,18 \pm 7,45$	$129,29 \pm 12,63$ $p < 0,05$	$91,54 \pm 10,72$	$110,64 \pm 5,73$
Матери (родильницы)	$198,18 \pm 16,66$ $> 0,05$	$230,85 \pm 28,23$	$182,26 \pm 21,16$ $p < 0,05$	$240,04 \pm 15,04$

Примечание:  $p_1$  — достоверность различия относительно контрольной группы;  
 $p_2$  — достоверность различия относительно с патологическим течением беременности.

В таблице представлены средние значения уровня ФН в плазме крови у новорожденных и их матерей. Как видно из таблицы, у новорожденных и их матерей, страдающих аллергическими заболеваниями, количественное содержание плазменного ФН подвергается определенным изменениям. В частности, у родильниц, страдающих аллергическими заболеваниями, выявляется тенденция ( $p > 0,05$ ) к снижению содержания ФН. При неосложненном течении беременности у родильниц с аллергическими заболеваниями по сравнению с контрольными величинами концентрация ФН меняется незначительно ( $p < 0,5$ ), тогда как при беременности с аллергическими проявлениями наблюдается статистически достоверное снижение концентрации плазменного ФН, что, по-видимому, связано с потреблением его в иммунных комплексах.

Общий показатель содержания плазменного ФН у детей, родившихся от матерей с аллергическими заболеваниями, существенно не отличается от показателя ФН контрольной группы. Однако у новорожденных детей от физиологически протекающей беременности выявлены относительно высокие уровни содержания ФН ( $129,29 \pm 12,63$  мкг/мл), хотя данные статистически недостоверны при сопоставлении с показателями контрольной группы. У детей же, родившихся от матерей с аллергическими заболеваниями, при осложненном течении беременности наблюдается выраженная гипофибронектинемия по сравнению с детьми, родившимися от физиологически протекающей беременности (см. таблицу).

Снижение концентрации ФН у последних можно объяснить потреблением ФН в процессах фагоцитоза и участием его в тромбообразовательных процессах, которые являются усиленными при осложненном течении беременности. Установлено, что плазменный ФН

обладает способностью «узнавать» фибрин и денатурированный коллаген. Этот феномен является физиологически очень важным, так как отражает способность его стимулировать макрофаги при остром вспомогательном процессе [6]. Следовательно, фибронектин является маркером островоспалительной реакции с участием продуктов распада коллагена.

Полученные нами данные согласуются с результатами специального исследования, проведенного Р. И. Литвиновым с соавт. [4] по выявлению уровней содержания ФН в молоке и крови матерей и в крови новорожденных. По данным этих авторов, между содержанием фибронектина в крови матерей и их больных новорожденных нет зависимости ( $r=0,237 \pm 0,126$ ,  $p < 0,05$ ). Можно считать, что концентрация ФН в крови матери и ребенка коррелирует лишь в той мере, в какой вообще существует связь между соматическим состоянием женщины и новорожденного.

На основании изучения количественного содержания ФН в плазме крови новорожденных детей и их матерей, страдающих аллергией, выявлен ряд закономерностей, которые в основном зависели от характера течения беременности. В частности, у детей, рожденных от матерей с аллергическими заболеваниями с неосложненным течением беременности, показатели ФН до некоторой степени повышаются, однако в случаях осложненного течения беременности выявлена значительная гипофибронектинемия, как следствие потребления этого белка в иммунных реакциях.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило 22.9.1988)

მაკჰარიმენტული მედიცინა

ბ. მანჯავიძე, ზ. ერმოლინი

ფიბრონექტინის შემცველობა სისხლში ალერგიული დაავადებების დროს დედებსა და მათ ახალშობილებში

რეზიუმე

ალერგიული დაავადებებით შეპყრობილ დედათა და მათ ახალშობილთა სისხლის პლაზმაში ფიბრონექტინის რაოდენობრივი შემცველობის შესწავლის შედეგად დადგენილია რიგი კანონზომიერებანი, რომლებიც ძირითადად ორსულობის მიმდინარეობის ხასიათზეა დამოკიდებული. ორსულობის გართულებული მიმდინარეობის დროს, როგორც დედებში, ისე ახალშობილებში გამოვლინებულია ჰიპოფიბრონექტინემია.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. Sh. MANJAVIDZE, G. A. ERMOLIN

THE CONTENT OF FIBRONECTIN IN THE BLOOD OF NEONATES AND THEIR MOTHERS SUFFERING FROM ALLERGIC DISEASES

Summary

Based on a study of fibronectin content in blood plasma of neonates and their mothers suffering from allergic diseases, a number of regularities have been revealed which are mostly dependent on the course of pregnancy.



In particular, in infants whose mothers showed no complications in the course of pregnancy fibronectin indices are somewhat increased, whereas in the cases when pregnancy was accompanied with complications a considerable fibronectinemia has been revealed resulting from the uptake of this protein in immune reactions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. H. McCafferty, T. M. Saba. *Can. Surg.*, v. 39, 1982, 256—258.
2. A. Hautanen, J. Keski-Oja. *Scand J. Immunol.*, v. 17, 1983, 225—230.
3. Р. И. Литвинов, Р. А. Уразаев, Г. А. Ермолин. *Вопр. охр. мат. и дет.*, № 9, 1986, 9—12.
4. Р. И. Литвинов, Р. А. Уразаев, Г. А. Ермолин. *Казан. мед. ж.*, № 1, 1987, 44—46.
5. M. Domula *et al.* *Europ. J. Pediatr.*, 144, № 1, 1985, 49—52.
6. T. M. Saba. *Surv. Immunol. Res.*, v. 2, 1983, 261—263.

Н. Л. ИВАНИШВИЛИ

## СТИЛИСТИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ПАРЦЕЛЛЯЦИИ И ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ПЕРЕВОД

(на материале новеллы Тр. Капоте «Воспоминание об одном рождестве»)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 14.4.1988)

Многие теоретики перевода главным в искусстве перевода считают принцип равнозначности впечатления [1]. Чтобы переведенное произведение рождало примерно те же чувства, что и подлинник, переводчик должен не только адекватно передать фактуальное содержание оригинала, но идентично воспроизвести эмоционально-экспрессивное содержание подлинника.

Тональность авторской речи отчетливо выявляется при анализе синтаксических особенностей его произведений. Именно структура предложений обеспечивает впечатление легкой или тяжелой прозы. Чем реже встречаются в прозе сложные синтаксические конструкции, чем меньше в ней союзов, тем она легче, прозрачнее, тем больше художественной экспрессии вмещает [2].

В настоящей статье рассматривается одно из синтаксико-стилистических средств выражения эмфазы — парцелляция. Вслед за В. С. Хрипун мы понимаем парцелляцию как намеренное структурно-смысловое выделение определенных элементов высказывания посредством точки в коммуникативно сильную (конечную) позицию [3]. Образуясь, обособленные отрезки — парцелляты — следуют за базовой структурой, выражая рему высказывания, реализуя определенный прагматический эффект.

Прием парцелляции неоднократно встречается в новелле Тр. Капоте. С самых первых строк автор апеллирует к воображаемому читателю, стремясь настроить его на нужную эмоциональную волну: "Imagine a morning in late November. A coming of winter more than twenty years ago. Consider the kitchen of a spreading old house in a country town" [4, с. 114].

Эмоционально-лирический тон этого сверхфразового единства достигается за счет двух аппелятивных предложений, отделенных одним эллиптическим. Оба предложения начинаются с глаголов, в чем проявляется их структурный параллелизм, который, в свою очередь, определяет ритм всего абзаца.

В грузинском варианте это сверхфразовое единство звучит так: «წარმოიდგინეთ ნოემბრის მიწურულის გარიჟრაჟი, სუსხიანი დილა ოცზე მეტი წლის წინათ. ახლა სამზარეულოც წარმოიდგინეთ, დიდი ძველი სახლის სამზარეულო, სადმე პროვინციულ ქალაქში» [5, с. 273].



От переводчика не ускользает неторопливо-размеренный ритм оригинала. Отсутствие парцелляции в грузинском варианте компенсируется за счет привнесения в последнее предложение стилистического повтора. Однако по синтаксическому рисунку русский вариант перевода ближе к индивидуальному стилю автора: «Представьте себе раннее утро в конце ноября. По-зимнему холодное утро двадцать с лишним лет тому назад. А теперь вообразите себе кухню в одном из больших домов захолустного городка» [6, с. 170].

В следующем примере парцелляты способствуют нагнетанию атмосферы ужаса: «People have been murdered in Naha's cafe. Cut to pieces. Hit on the head» [4, с. 119].

В грузинском варианте точки заменены запятыми. В результате этого стерлись, утратили глубину паузы, сместились акценты: «აქ მკვლელობაც მომხდარა, ნაკუწ-ნაკუწ აუტეხიათ ადამიანი, თავიც ბევრისთვის გაუტეხიათ» [5, с. 279].

Вместо жутких, заставляющих леденеть от страха описаний оригинала получилось несколько монотонное перечисление неприятных подробностей. Ближе к синтаксико-стилистическому рисунку оригинала был бы, на наш взгляд, такой вариант перевода: «აქ მკვლელობაც მომხდარა. ნაკუწ-ნაკუწ აუტეხიათ ადამიანი. თავიც ბევრისთვის გაუტეხიათ».

Это оправдано тем, что подобные конструкции гармонируются с духом грузинского языка. Тем более необоснованным представляется неиспользование в переводе их экспрессивной потенции.

В русском переводе синтаксический рисунок воссоздан точно: «Ведь тут, случалось, убивали. Резали на куски. Проламывали черепа» [6, с. 181].

Парцелляция широко используется Капоте при передаче информации, известной его героям лишь опосредованно. Отсюда некоторая гиперполизация того, о чем персонажи знают с чужих слов: «Actually we've never laid eyes on her husband, though we've heard that he's an Indian too. A giant with razor scars across his cheeks» [4, с. 118].

В грузинском варианте экспрессия данного сверхфразового единства в некоторой степени сохранена благодаря обособлению «დევივით კაცია»: «ქმარი არასოდეს გვინახავს, მაგრამ გავინილი გვექონდა, ისიც ინდიელია, დევივით კაცია, მთელი სახე სამართებლითა აქვს დასერილითა» [5, с. 279].

Но перевод только выиграл бы, поставь его автор точку между частями этого предложения: «ქმარი არასოდეს გვინახავს, მაგრამ გავინილი გვექონდა, ისიც ინდიელია. დევივით კაცია, მთელი სახე სამართებლითა აქვს დასერილითა».

И хотя от такого изменения второе предложение парцеллятом не стало, все сверхфразовое единство стоит теперь ближе к синтаксическому строю оригинала.

В русском варианте, напротив, наблюдается излишняя парцелляция: «Мужа ее мы никогда в глаза не видели. Только слышали, что он тоже индеец. Огромный такой, и через все лицо — шрам от бритвы» [6, с. 181].

Парцеллят «только слышали, что он тоже индеец» в силу стилистических особенностей парцелляции приобретает в переводе дополни-

тельный экспрессивный оттенок. Однако автором новеллы этого предусмотрено не было. Главный акцент сверхфразового единства оригинала — описание индейца. Поэтому более верным представляется такой перевод: «Мужа ее мы никогда в глаза не видели, хотя слышали, что он тоже индеец. Огромный такой, и через все лицо — шрам от бритвы».

Финал новеллы пронизан щемящей грустью о том, что ушло безвозвратно. К печальной концовке подготавливают читателя следующие парцелляты: «And there she remains, pattering around the kitchen. Alone with Queenie. Then alone» [4, с. 127].

Грузинский перевод верно передает лексическую часть: «ის კი იქ დარჩა და ძველებურად ფუსფუსებს სამზარეულოში. ჯერ ძაღლთან ერთად, მერე კი სულ მარტო» [5, с. 290].

Более целесообразным представляется разбить последнее предложение на два парцеллята: «ჯერ ძაღლთან ერთად. მერე კი სულ მარტო». Благодаря этому читатель отчетливее почувствует дух обреченности, которым веет от соответствующих строк оригинала.

Синтаксический рисунок русского варианта совпадает с оригиналом: «А она остается там и, как прежде, возится на кухне. Сперва вдвоем с Корольком. Потом совсем одна» [6, с. 191].

Сопоставление парцеллятов оригинала и переводов показывает, что в их экспрессивных характеристиках нет абсолютной адекватности. Авторы и русского, и грузинского переводов стремятся к эквивалентности всего произведения в целом, а не к буквальному соответствию отдельных единиц. Однако необоснованное объединение парцеллятов в одно предложение нарушает синтаксический рисунок сверхфразового единства, тональность авторской речи. Структурные особенности грузинского языка, заложенная в нем потенциальная экспрессивность дают возможность переводчику более точно воспроизвести эмоциональный накал, логический смысл парцеллятов.

Тбилисский государственный  
педагогический институт  
иностранных языков  
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 14.4.1988)

ფილოლოგია

#### 6. ივანიშვილი

პარცელაცია როგორც სტილისტური ხერხი და მხატვრული თარგმანი

(ტ. კაპიტეს ნოველის „ერთი შობა დღის მოგონება“ მასალაზე)

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში ნაჩვენებია პარცელაციის როლი მხატვრული ტექსტის ექსპრესიულობის კონსტრუირებაში. პარცელაცია განხილულია ინგლისურენოვან ორიგინალისა და ქართული და რუსული თარგმანების შეპირისპირებითი ანალიზის ფონზე.

N. L. IVANISHVILI

 THE STYLISTIC DEVICE OF PARCELLATION AND ITS  
 ARTISTIC TRANSLATION

(based on the short story "A Christmas Memory" by T. Capote)

## Summary

The paper demonstrates the significance of parcellation in creating the expressive tension of the narration. Specimens of its artistic translation from English into Russian and Georgian are considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Вопросы теории перевода в зарубежной лингвистике. М., 1978.
2. შ. ძიბიგუაი. შწერლის ენა. თბილისი, 1957, 8.
3. В. С. Хрипун. Автореферат канд. дисс. Киев, 1985, 5.
4. Tr. Capote. Breakfast at Tiffany's and Three Stories. New American Library, 1958.
5. ტ. კეპოტი. ბალახის ჩანგი. მოთხრობები. თბილისი, 1982.
6. Т. Кэпот. Голоса травы. М., 1971.



132-ე ტომის სპიობელი

აბსავა რ. 20  
 აბურჯანია ა. 108  
 აივაზაშვილი ი. 620  
 ალექსიძე ნ. 371  
 ანდროძე ნ. 398  
 ანდლუღაძე თ. 579  
 არღია მ. 307  
 ასათიანი ქ. 592  
 ასლანიკაშვილი ნ. 556  
 ახალკაცი მ. 601  
 ახვლედიანი გ. 579

ბაგრატიშვილი გ. 75, 288  
 ბადრიძე ი. 387  
 ბაზღაძე გ. 272  
 ბარაბაძე ქ. 167  
 ბარდაველიძე ჯ. 433  
 ბაქრაძე თ. 135  
 ბაქრაძე ტ. 611  
 ბალაშვილი თ. 611  
 ბაშალაიშვილი დ. 280  
 ბახუტაშვილი ა. 187  
 ბახუტაშვილი ვ. 187  
 ბელუცკაია რ. 371  
 ბერაძე ნ. 307  
 ბერიძე მ. 601  
 ბეროზაშვილი ი. 288  
 ბეროშვილი ლ. 543  
 ბოჭორიშვილი გ. 359  
 ბოჭორიშვილი ი. 204  
 ბოჭორიძე ლ. 383  
 ბოხუა ნ. 187  
 ბრეგვაძე დ. 244  
 ბუდიონი ბ. 108  
 ბუღია ნ. 276  
 ბუგაიანიშვილი ქ. 631  
 ბუცხრიკიძე მ. 620

გაბაშვილი გ. 415  
 გაბუნია კ. 335  
 გაგუა ა. 180  
 გაგაშვილი ლ. 44  
 გელაშვილი ნ. 92  
 გველესიანი ა. 512  
 გველესიანი გ. 512  
 გიგაური რ. 66  
 გიგითაშვილი დ. 291, 515  
 გიგოლაშვილი გ. 608  
 გილაური ზ. 531

გიორგაძე რ. 272  
 გიორგენიძე ნ. 100  
 გიუნაშვილი გ. 209  
 გოგებაშვილი მ. 363  
 გოგლიძე რ. 608  
 გოგუა ლ. 604  
 გოლემზიოვსკაია დ. 391  
 გომელაური ა. 104  
 გორაიანოვი ვ. 180  
 გრაჩოვი ნ. 23  
 გრძელიშვილი მ. 583, 587  
 გუგუშაშვილი ა. 398  
 გუგუშვილი ვ. 84  
 გუგუშვილი ლ. 180  
 გულიაივი ი. 60  
 გურგენიძე ნ. 66  
 გუსეინოვი რ. 64

დაბრუნდაშვილი ზ. 583  
 დაბრუნდაშვილი რ. 539  
 დავითაშვილი თ. 347  
 დალაქიშვილი ა. 534  
 დალაქიშვილი ქ. 124  
 დანდუროძე ლ. 159  
 დანიელოვი მ. 175  
 დარჩია ლ. 579  
 დემიხოვი ვ. 180  
 დიასამიძე ი. 620  
 დობორჯგინიძე თ. 111  
 დობორჯგინიძე ლ. 111, 496  
 დოლაბერიძე მ. 135  
 დოლიძე ვ. 643  
 დოლიძე ს. 151, 376  
 დოლიძე ჯ. 307

ეზანოიძე დ. 531  
 ელიავა ტ. 175  
 ელიაშვილი ტ. 162  
 ელოშვილი ს. 471  
 ერმოლინი გ. 655

ვინაძე გ. 191, 620  
 ვარამაშვილი ა. 104  
 ვაშაკიძე თ. 340  
 ვაშაკიძე ნ. 340  
 ვეკუა ა. 200  
 ვეკუა თ. 108

ზამბახიძე ნ. 355  
 ზარდაშვილი თ. 155  
 ზედგინიძე ი. 135, 412  
 ზედელაშვილი ე. 296  
 ზერტიძე დ. 531

თავართქილაძე ი. 304  
 თავაძე ფ. 531  
 თალაკვაძე ე. 187  
 თედორაძე დ. 508  
 თევდორაშვილი მ. 520  
 თეთრუაშვილი მ. 468  
 თელია თ. 344  
 თოდუა ს. 387  
 თოდურობა ი. 135, 611  
 თუშიშვილი ა. 595  
 თხილავა ე. 567

იაკოვლევი ი. 412  
 ივანიშვილი ნ. 659

კაკიტელაშვილი ლ. 132  
 კაპანაძე რ. 398  
 კეშელავა ს. 171  
 კვანტალიანი ი. 328  
 კიკელიშვილი თ. 579  
 კიკნაძე გ. 162  
 კილასონია ზ. 556  
 კინწურაშვილი დ. 639  
 კილურაძე დ. 487  
 კოდუა შ. 579  
 კოზლოვა გ. 520  
 კოვჩანაძე ი. 491  
 კობალიანი ნ. 100  
 კორზინკინა ნ. 539  
 კოხია ა. 604  
 კრილაშვილი ლ. 119  
 კრუპენიკოვა ნ. 284  
 კუხალაიშვილი რ. 247

ლასარეიშვილი ლ. 132  
 ლაღიძე რ. 71  
 ლეკვიშვილი ე. 520  
 ლოლაძე ტ. 124  
 ლოლუა ვ. 48  
 ლომინაძე თ. 328

- მაზია ე. 23  
 მაისაია გ. 419  
 მაშნაშვილი თ. 40  
 მანჯავიძე ნ. 655  
 მანჯავიძე ც. 135  
 მარდალეიშვილი კ. 191  
 მარსაგვიშვილი თ. 56  
 მარტაშვილი დ. 611  
 მარუაშვილი თ. 155, 379  
 მარუშკევიჩი ვ. 520  
 მაჩიტაძე ე. 128  
 მაჭავარიანი მ. 56  
 მაჭარაშვილი გ. 363  
 მაჭარაშვილი დ. 648  
 მაჭარაშვილი თ. 567  
 მგალობლიშვილი მ. 124  
 მგალობლიშვილი ნ. 139  
 მგელაძე ბ. 524  
 მელაძე თ. 111  
 მენაბდე ნ. 147  
 მენშოვა ნ. 539  
 მერაბიშვილი მ. 583  
 მესტიაშვილი ი. 135, 611  
 მესხი ი. 628  
 მიმინოშვილი ე. 296  
 მიქაძე მ. 531  
 მოლჩანოვი ა. 88  
 მონიავა ე. 355, 620  
 მოსიძე ლ. 75  
 მოსიძე ნ. 599  
 მოსიძე ე. 355  
 მურუსიძე რ. 100  
 მურჯინელი თ. 403  
 მუსელიანი თ. 108  
 მღვდელაძე ც. 379
- ნადარაია ე. 20  
 ნადარეიშვილი ი. 205  
 ნადარეიშვილი კ. 628  
 ნადირაძე ა. 527  
 ნაზაროვი ფ. 32  
 ნანა ა. 599  
 ნარიმანიშვილი გ. 441  
 ნასყიდაშვილი პ. 349  
 ნაცელიშვილი ე. 175  
 ნაცელიშვილი ზ. 260  
 ნაციაშვილი ე. 615  
 ნახუტარიშვილი ი. 75  
 ნგუენ მან ჰუნგი 35  
 ნიკოლაიშვილი ვ. 208  
 ნიკოლაძე კ. 512  
 ნოვიკოვი ვ. 88  
 ნუცუბიძე ნ. 379
- ნაკუჯავა ვ. 64  
 ომაძე დ. 44  
 ომაძე ი. 527
- ომიადე კ. 84  
 ონიანი გ. 262  
 ორთოიძე თ. 128  
 ორმოცაძე რ. 256
- პაპავა გ. 524  
 პატარაია დ. 159, 379  
 პლიოტკინა ი. 315  
 პოტაპოვი ვ. 60
- ქერდვეი ა. 151, 376
- რიკინაშვილი რ. 355  
 რუბანოვსკი ვ. 40  
 რუხაძე მ. 64  
 რცხილაძე ვ. 567
- საღუნეშვილი მ. 395  
 სალუქვაძე ნ. 551  
 სამსონია გ. 71  
 სამუშია ა. 132  
 სანაძე ვ. 124  
 საყინი ბ. 579  
 სარიშვილი ზ. 524  
 სერბერიაკოვი ი. 395  
 სვანიძე გ. 307  
 სვანიძე თ. 296  
 სიხარულიძე ე. 51  
 სიხარულიძე ნ. 636  
 სოკოლოვსკი ა. 60  
 სოლტანი ფ. 35  
 სტრელენკო ი. 71  
 სუდოვი ბ. 88  
 სულავა დ. 95
- ტვილდიანი დ. 407  
 ტვილდიანი ლ. 407  
 ტიმოშჩუკი ი. 615  
 ტომჩინსკი ვ. 284  
 ტრეზიხინი ვ. 200
- უგულავა მ. 66  
 ურთმელიძე დ. 608  
 ურუშაძე თ. 599  
 უჩანეიშვილი ქ. 423
- ფალავანდიშვილი დ. 71  
 ფანჯიკიძე ლ. 482  
 ფილიშვილი თ. 299
- ფრტიძე გ. 159, 363  
 ფურსინი ი. 522  
 ფხალაძე ლ. 363
- ქავთარაძე ლ. 539  
 ქაშკაშვილი რ. 631  
 ქვეანიშვილი გ. 512  
 ქვერტელიძე ე. 539  
 ქემხაძე ზ. 355  
 ქორიძე ნ. 349  
 ქუთათელაძე მ. 524  
 ქუჩუკაშვილი რ. 604
- ღამბაშიძე რ. 324  
 ღვალაძე გ. 119, 601  
 ღონიაშვილი ე. 592  
 ღუღუნეშვილი გ. 324
- ყაველაშვილი ა. 320  
 ყალაბეგაშვილი მ. 272  
 ყვავაძე ე. 196  
 ყირმელაშვილი გ. 575  
 ყუფარაძე დ. 324
- შაგინიანი ვ. 359  
 შათირიშვილი ი. 291, 515  
 შანიძე მ. 191  
 შარგოროდსკი ე. 28  
 შარიქაძე მ. 328  
 შვეჩიკი ვ. 252  
 შენგელია ნ. 368  
 შველაშვილი ა. 296  
 შიშმანაშვილი ზ. 104  
 შოთაძე რ. 44  
 შრაიბმანი ფ. 359  
 შუკაკიძე თ. 332  
 შროლკა ლ. 623
- ჩაგელიშვილი ვ. 80  
 ჩაგელიშვილი ლ. 71  
 ჩანტლაძე ა. 425  
 ჩაჩუა გ. 66  
 ჩიკვილაძე ნ. 429  
 ჩინჩალაძე ც. 183  
 ჩიქოვანი თ. 115  
 ჩიღვინაძე თ. 155  
 ჩიხლაძე ვ. 407  
 ჩლიძე თ. 407  
 ჩომახიძე ა. 187  
 ჩუბინიძე ე. 437  
 ჩუბინიძე ვ. 383  
 ჩუბინიძე თ. 95

ჩუმეკიძე ე. 299  
ჩხარტიშვილი ნ. 60  
ჩხიკვაძე ლ. 567

ცაგარელი ე. 551  
ცაგარელი მ. 143, 639  
ცაგარეიშვილი დ. 527  
ცანავა ლ. 572  
ციმაკურიძე ა. 175  
ცირაშვილი გ. 48  
ცირაშვილი ს. 48  
ციტყიძე ლ. 547

ძანნიძე დ. 128  
ძანტიყვი ბ. 151, 376  
ძიძიგური ა. 44

წაქაძე ქ. 183  
წიკლაური შ. 508

წილოსანი ზ. 115  
წოჭკოლაური ნ. 499

ჭანკვეტაძე ნ. 64  
ჭიბაშვილი მ. 371  
ჭიჭინაძე მ. 559

ხანიძე თ. 368  
ხიშიაშვილი ქ. 209  
ხირსელი ა. 615  
ხოლოდოვი ლ. 147  
ხომერიკი რ. 503  
ხოტენაშვილი ნ. 524  
ხოფერია ლ. 398  
ხობაშვილი ი. 636  
ხობაშვილი მ. 80  
ხულუშაური თ. 412

ხუციშვილი თ. 320  
ხუტუა ა. 403

ჯანაშია თ. 623  
ჯანდერი გ. 512  
ჯანელიძე მ. 288  
ჯანელიძე რ. 288  
ჯაფარიძე გ. 115  
ჯაფარიძე გ. 268  
ჯაფარიძე ს. 95  
ჯაფარიძე გ. 80  
ჯაშიაშვილი ტ. 108  
ჯეირანაშვილი ა. 407  
ჯვარციშვილი ა. 478  
ჯიბუტი რ. 508  
ჯინჭარაძე ტ. 476  
ჯინჭარაძე ქ. 398  
ჯინჯიხაძე ზ. 349  
ჯიშკარიანი ვ. 320  
ჯოხაძე დ. 608

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 132-го ТОМА

Абсава Р. М. 17  
Абурджания А. Н. 105  
Айвазашвили И. М. 617  
Алексидзе Н. Г. 369  
Андгуладзе Т. Н. 577  
Андриадзе Н. А. 397  
Арда М. М. 305  
Асатнани К. Г. 589  
Асланикашвили Н. А.  
553

Ахалкаци М. Ш. 604  
Ахведмანი Г. Ш. 577

Багашвили Т. П. 609  
Баграტიшвили Г. Д. 73,  
285

Бадридзе Я. К. 285  
Базадзе Г. Ш. 269  
Бакрадзе Т. Л. 133, 609

Балашвили М. И. 605  
Барабадзе К. Н. 165  
Бардавельдзе Дж. К.  
436

Бахуташвили А. В. 185  
Бахуташвили В. И. 185  
Башалесишвили Д. И.  
277

Бегларшвили Г. С. 337  
Белецкая Р. П. 369  
Берадзе Н. И. 305  
Беридзе М. В. 504  
Берозашвили Ю. Н. 285  
Берошвили Л. И. 541  
Бохуа Н. К. 185

Бочоридзе Л. Д. 381  
Бочоришвили Г. А. 357  
Бочоришвили И. Б. 201  
Брегвадзе Д. В. 241  
Бугиашвили К. В. 629  
Буденный Г. Г. 105  
Булия Н. П. 273  
Буцуркидзе М. П. 617

Вадачкорня Г. А. 189,  
617

Варамашвили А. В. 101  
Вашакидзе Н. А. 337  
Вашакидзе Т. К. 337  
Векуа А. К. 197  
Векуа Т. П. 105

Габашвили Г. Г. 413  
Габуния К. Е. 333  
Гавашели Л. Ш. 41  
Гагуа А. М. 177

Гамбашидзе Р. А. 321  
Гваладзе Г. В. 604  
Гваладзе Г. Е. 117

Гвелესანი А. И. 509  
Гвелესანი Г. Г. 525  
Гелашвили Н. В. 89  
Гигаური Р. Д. 65  
Гигиташвили Д. Г. 289,  
513

Гиголашвили Г. Г. 605  
Гигаური З. М. 529

Гиорგაძე Р. Д. 269  
გიორჯელიძე Н. Н. 97  
გიუნაშვილი Г. Д. 209  
Гогобашვილი М. Э. 361  
Гоглидзе Р. И. 605  
Гогуа Л. К. 651  
Голембизская Д. С.  
389

Гомелаური А. В. 101  
Гониашвили Э. С. 589  
Горайнов В. М. 177  
Грачев Н. В. 21  
Грдзелишвили М. В.  
581, 585

Гугешашვილი А. И. 397  
Гугუნიშვილი Г. Г. 321  
Гугუшვილი В. И. 81  
Гугუшვილი Л. Л. 177  
Гуляев Ю. В. 57  
Гургენიძე Н. И. 65  
Гусейнов Р. Э. 561

Дабрундашვილი З. Ш.  
581

Дабрундашვილი Р. И.  
537

Давиташვილი О. М. 345  
Далакишვილი А. И. 533  
Далакишვილი К. Г. 121  
Дандურიძე Л. А. 157  
Даниелов М. М. 173  
Дарчия Д. Г. 577  
Деканосидзе Н. В. 309



- Демихов В. П. 177  
 Джанашиа Т. К. 621  
 Джандиери Г. В. 509  
 Джанелидзе М. Б. 285  
 Джанелидзе Р. Б. 285  
 Джанашидзе Г. В. 113  
 Джапаридзе Г. К. 265  
 Джапаридзе Д. И. 77  
 Джапаридзе С. Г. 93  
 Джваршейшвили А. Г. 477  
 Джейранашвили А. А. 405  
 Джибути Р. И. 505  
 Джинджихадзе З. П. 351  
 Джинчарадзе К. К. 397  
 Джинчарадзе Т. Р. 473  
 Джишкарцани В. М. 317  
 Джохадзе Д. И. 605  
 Дзагидзе Д. К. 125  
 Дзантиев Б. Б. 149, 373  
 Дзидзигури А. А. 41  
 Диасамидзе И. А. 617  
 Доборджгинидзе Л. Г. 109, 497  
 Доборджгинидзе Т. Г. 109  
 Долаберидзе М. А. 133  
 Долидзе В. К. 641  
 Долидзе Д. Ш. 305  
 Долидзе С. А. 149, 373  
 Ермолин Г. А. 653  
 Жердев А. В. 149, 373  
 Замбахидзе Н. А. 353  
 Зардиашвили Т. Г. 153  
 Зедгинидзе И. Ш. 133, 409  
 Зеделашвили Е. Н. 293  
 Зерекидзе Д. Г. 529  
 Иванишвили Н. Л. 657  
 Кавелашвили А. И. 317  
 Кавтарадзе Л. К. 537  
 Какителашвили Л. И. 129  
 Калабегашвили М. Г. 269  
 Калападзе Р. В. 397  
 Кашакашвили Р. П. 629  
 Кваададзе Э. В. 193  
 Квацталиани И. В. 325  
 Кеванишвили Г. Ш. 509  
 Кемертелидзе Э. П. 537  
 Кемхадзе З. В. 333  
 Кешелава С. Д. 169  
 Кигурадзе Д. О. 485  
 Кикалцишвили О. И. 577  
 Кикинадзе Г. А. 161  
 Киласония З. Н. 553  
 Кинцурашвили Д. Ф. 637  
 Кирмелашвили Г. И. 573  
 Ковзанадзе И. К. 489  
 Кодуа Ш. Б. 577  
 Козлова Г. Г. 517  
 Копалиани Н. Д. 97  
 Корзинкина Н. А. 537  
 Коридзе Н. Р. 351  
 Кохия А. Б. 651  
 Криалашвили Л. Г. 117  
 Крупеникова Н. Б. 281  
 Купарадзе Д. М. 321  
 Курцикидзе Д. Э. 285  
 Кутателадзе М. К. 521  
 Кухаленшвили Р. Э. 129  
 Кучукашвили Р. Т. 651  
 Лагидзе Р. М. 69  
 Ласареншвили Л. И. 129  
 Леквейшвили Э. Г. 517  
 Лоладзе Т. А. 121  
 Лолуа В. К. 45  
 Ломинадзе Т. А. 325  
 Мазья В. Г. 21  
 Мансая Г. И. 417  
 Мамнишвили Т. И. 37  
 Манджгаладзе Н. Ш. 653  
 Манджгаладзе Ц. М. 133  
 Мардалеишвили К. М. 189  
 Марсагишвили Т. А. 53  
 Марташвили Д. Г. 609  
 Марушкевич В. С. 517  
 Мачавариани М. Н. 53  
 Мачарашвили Г. Р. 361  
 Мачарашвили Д. Н. 645  
 Мачарашвили Т. Г. 565  
 Мачитадзе Э. Г. 125  
 Мгалоблишвили М. П. 121  
 Мгалоблишвили Н. Р. 137  
 Мгвеладзе Ц. Д. 377  
 Мгеладзе Б. М. 521  
 Меладзе О. Б. 109  
 Менабле И. Т. 145  
 Меньшова Н. И. 537  
 Мерабишвили М. И. 581  
 Местиашвили И. Г. 133, 609  
 Месхишвили И. И. 625  
 Микадзе О. И. 529  
 Миминошвили Э. Б. 293  
 Мируашвили Т. Ф. 153, 377  
 Молчанов А. А. 85  
 Мошанава Э. С. 353, 617  
 Мосидзе В. М. 353  
 Мосидзе Л. Н. 73  
 Мосидзе Н. Н. 597  
 Мурджикели Т. Т. 401  
 Мурусидзе Р. Т. 97  
 Муселиани Т. Г. 105  
 Надарая Э. А. 17  
 Надарейшвили И. Ш. 205  
 Надарейшвили К. Ш. 625  
 Надирадзе А. А. 525  
 Назаров Ф. Л. 29  
 Нанаа А. 597  
 Нариманишвили Г. К. 443  
 Наскидашвили П. П. 351  
 Нахуциришвили И. Г. 73  
 Нацвлишвили В. М. 133  
 Нацвлишвили З. М. 257  
 Нацашвили Э. Я. 613  
 Нгуен Мань Хунг 33  
 Николаишвили В. В. 209  
 Новиков В. А. 85  
 Нуцубидзе Н. Н. 377  
 Окуджава В. М. 61  
 Омиадзе Д. И. 41  
 Омиадзе И. С. 525

- Омиадзе К. И. 81  
 Ониани Г. Т. 261  
 Ормоцадзе Р. Н. 253  
 Ортондзе Т. В. 125
- Палавандишвили Д. А. 69  
 Панджикидзе Л. К. 481  
 Папава Г. Ш. 521  
 Патарая Д. Т. 157, 377  
 Пилишвили Т. Н. 297  
 Плоткина И. Г. 313  
 Погапов В. Т. 57  
 Прудзе Г. Н. 157, 637  
 Пхаладзе Л. К. 361
- Рижинашвили Р. С. 353  
 Рубановский В. Н. 37  
 Рухадзе М. Д. 61  
 Рцхиладзе В. Г. 565
- Садუნიшვილი М. А. 393  
 Сажин Б. М. 577  
 Салуквадзе Н. Ш. 549  
 Самсония Г. Г. 69  
 Самушиа М. Д. 129  
 Санадзе Г. А. 121  
 Саришвили З. М. 521  
 Сванидзе Г. Г. 305  
 Сванидзе О. П. 293  
 Серебряков И. С. 393  
 Сихарулидзе Е. И. 49  
 Сихарулидзе Н. Ш. 633  
 Соколовский А. А. 57  
 Солтан В. П. 33  
 Стреленко Ю. А. 69  
 Судов Б. А. 85  
 Сулава Д. А. 93  
 Тавадзе Ф. Н. 529  
 Таварткиладзе Я. Н. 301  
 Талаквадзе Э. О. 185  
 Твилдиани Д. Д. 405  
 Твилдиани Л. Д. 405  
 Тевдорашвили М. Н. 517
- Тедорадзе Д. К. 505  
 Телия Т. Н. 341  
 Тетруашвили М. Р. 465  
 Тимошук И. И. 613  
 Тодуа С. Г. 385  
 Томчинский В. Ю. 281  
 Топурия И. И. 133, 603  
 Трубихин В. М. 197  
 Тушишвили А. М. 593  
 Тхилава Е. Т. 565
- Угулава М. М. 65  
 Уртмеладзе Д. Р. 605  
 Урушадзе Т. Ф. 597  
 Учанишвили Ж. Н. 421
- Фурсин Ю. С. 583
- Хачидзе Т. О. 365  
 Химциашвили К. В. 209  
 Хирсели А. И. 613  
 Холодов Л. Е. 145  
 Хомерики Р. Л. 501  
 Хоперия Л. А. 397  
 Хотенашвили Н. З. 521  
 Хохашвили И. Л. 633  
 Хохашвили М. О. 77  
 Хулузаури О. В. 409  
 Хуцишвили О. Д. 317  
 Хучуа А. В. 401
- Цагарейшвили Д. Ш. 525  
 Цагарели Е. А. 549  
 Цагарели М. Г. 141  
 Цагарели М. Л. 637  
 Цакадзе К. Д. 181  
 Цанава Л. И. 569  
 Циклаური Ш. М. 505  
 Цилосани З. Н. 113  
 Цимакуридзе А. Г. 173  
 Цирамуа Г. С. 45  
 Цирамуа С. Г. 45  
 Цирекидзе Л. Р. 454  
 Цоцколаური Н. И. 497
- Чагелишвили В. А. 77  
 Чагелишвили Л. Г. 69  
 Чанкветадзе Б. Г. 61  
 Чантладзе А. Т. 427  
 Чачава Г. Н. 65  
 Чигвинадзе Т. Д. 153  
 Чинчаладзе Ц. В. 181  
 Чиковани Т. Д. 113  
 Чинчаладзе Ц. В. 181  
 Чипашвили М. Д. 369  
 Чихладзе В. А. 405  
 Чичинадзе М. К. 557  
 Члаидзе Т. И. 405  
 Чомахидзе А. В. 185  
 Чубинидзе В. В. 381  
 Чубинидзе Т. А. 93  
 Чубинидзе Э. Р. 439  
 Чумак В. Л. 297  
 Чхартишвили Н. Л. 57  
 Чхиквадзе Л. А. 565
- Шагиния В. С. 357  
 Шанидзе М. М. 189  
 Шаргородский Е. М. 25  
 Шарикадзе М. З. 325  
 Шагиришвили И. Ш. 289, 513  
 Швелашвили А. Е. 293  
 Шевчик В. В. 249  
 Шенгелия Н. И. 365  
 Шишманашвили З. А. 101  
 Шотадзе Р. Г. 41  
 Шрайбман Ф. О. 357  
 Шукакидзе Т. Д. 325
- Щелка Л. И. 621
- Эбаноидзе Д. Д. 529  
 Элиава Т. И. 173  
 Элиашвили Т. С. 161  
 Элошвили С. А. 469
- Яковлев И. Л. 409

## AUTHOR INDEX TO WOLUME 132

- Absava R. M. 20  
 Aburjania A. N. 108  
 Aivazashvili I. M. 620  
 Akhalkatsi M. Sh. 604  
 Akhvlediani G. Sh. 579  
 Aleksidze N. G. 371  
 Andguladze T. N. 579  
 Andriadze N. A. 399  
 Ardia M. M. 308  
 Asatiani Yu. S. 592  
 Aslanikashvili N. A. 556  
  
 Badridze Ya. K. 387  
 Bagashvili T. P. 611  
 Bagratishvili G. D. 76, 288  
 Bakhutashvili A. V. 188  
 Bakhutashvili V. I. 188  
 Bakradze T. L. 135, 611  
 Balashvili M. I. 608  
 Barabadze K. N. 167  
 Bardavelidze J. K. 436  
 Bashaleishvili D. I. 280  
 Bazgadze G. Sh. 272  
 Beglarishvili G. S. 340  
 Beletskaya R. P. 371  
 Beradze N. I. 308  
 Beridze M. V. 604  
 Beroshvili L. I. 544  
 Berozashvili Yu. N. 288  
 Bochoridze L. D. 383  
 Bochorishvili G. A. 359  
 Bochorishvili I. B. 204  
 Bokhua N. K. 188  
 Bregvadze D. V. 244  
 Budjonny G. G. 108  
 Bugianishvili K. V. 632  
 Bulia N. P. 276  
 Butskhrikidze M. P. 620  
  
 Chachava G. N. 67  
 Chagelishvili L. G. 72  
 Chagelishvili V. A. 80  
 Chankvetadze B. G. 64  
 Chantladze A. T. 427  
 Chichinadze M. K. 559  
 Chigvinidze T. D. 156  
 Chikhladze V. A. 408  
 Chikovani T. D. 116  
 Chikviladze N. G. 431  
 Chinchaladze Ts. V. 183  
 Chipashvili M. D. 371  
 Chkhartishvili N. L. 60  
 Chkhikvadze L. A. 568  
 Chlaidze T. I. 408  
 Chomakhidze A. V. 188  
  
 Chubinidze E. R. 440  
 Chubinidze T. A. 95  
 Chubinidze V. V. 383  
 Chumak V. L. 300  
  
 Dabrundashvili R. I. 539  
 Dabrundashvili Z. Sh. 583  
 Dalakishvili A. I. 535  
 Dalakishvili K. G. 124  
 Danduridze L. A. 159  
 Danielov M. M. 176  
 Darchia D. G. 579  
 Davitashvili O. M. 347  
 Dekanosidze N. V. 311  
 Demikhov V. P. 180  
 Diasamidze I. A. 620  
 Doborjginidze L. G. 112, 496  
 Doborjginidze T. G. 112  
 Dolaberidze M. A. 135  
 Dolidze D. Sh. 308  
 Dolidze S. A. 152, 376  
 Dolidze V. K. 643  
 Dzagnidze D. K. 128  
 Dzantiev B. B. 152, 376  
 Dzidziguri A. A. 44  
  
 Ebanoidze D. D. 532  
 Eliashvili T. S. 163  
 Eliava T. I. 176  
 Etoshvili S. A. 476  
 Ermolin G. A. 655  
  
 Fursin Yu. S. 592  
  
 Gabashvili G. G. 416  
 Gabunia K. E. 336  
 Gagua A. M. 180  
 Gambashidze R. A. 324  
 Gavasheli L. Sh. 44  
 Gelashvili N. V. 92  
 Ghughunishvili G. G. 324  
 Gigauri R. D. 67  
 Gigitashvili D. G. 291, 516  
 Gigolashvili G. G. 608  
 Gilauri Z. M. 532  
 Giorgadze R. D. 272  
 Giorkhelidze N. N. 100  
 Giunashvili G. D. 212  
 Gogebashvili M. E. 364  
 Goglidze R. I. 608  
 Gogua L. K. 651  
 Golembiovskaya D. S. 392  
 Gomelauri A. V. 104  
 Goniashvili E. S. 592  
  
 Goryainov V. M. 180  
 Grachyov N. V. 23  
 Grdzelishvili M. V. 583, 587  
 Gugeshashvili A. I. 399  
 Gugushvili V. I. 84  
 Gugushvili L. L. 186  
 Gulyayev Yu. V. 60  
 Gurgenishvili N. I. 67  
 Guseinov R. E. 564  
 Gvaladze G. E. 19, 604  
 Gvelesiani A. I. 5.2  
 Gvelesiani G. G. 527  
  
 Ivanishvili N. L. 660  
  
 Janashia T. K. 623  
 Jandieri G. V. 512  
 Janelidze M. B. 288  
 Janelidze R. B. 288  
 Japaridze G. K. 268  
 Japaridze G. V. 116  
 Japaridze J. I. 80  
 Japaridze S. G. 95  
 Jashiasvili T. Sh. 108  
 Jeiranashvili A. A. 408  
 Jibuti R. I. 508  
 Jincharadze K. K. 399  
 Jincharadze T. R. 476  
 Jinjikhadze Z. P. 352  
 Jishkariani V. M. 320  
 Jokhadze D. I. 608  
 Jvarsheishvili A. G. 479  
  
 Kakitelashvili L. I. 132  
 Kalabegashvili M. G. 272  
 Kapanadze R. V. 399  
 Kashakashvili R. P. 632  
 Kavelashvili A. I. 320  
 Kavtaradze L. K. 539  
 Kemertelidze E. P. 539  
 Kemkhadze Z. E. 336  
 Keshelava S. D. 171  
 Kevanishvili G. Sh. 512  
 Khachidze T. O. 368  
 Khimshiashvili K. V. 212  
 Khirseli A. I. 616  
 Khokhashvili I. L. 536  
 Khokhashvili M. O. 80  
 Kholodov L. E. 148  
 Khomeriki R. L. 504  
 Khopia L. A. 399  
 Khotenashvili N. Z. 524  
 Khuchua A. V. 404  
 Khuluzauri O. V. 412  
 Khutsishvili O. D. 320

- Kiguradze D. O. 488  
 Kikalishvili O. I. 579  
 Kiknadze G. A. 163  
 Kilasonia Z. N. 555  
 Kintsurashvili D. F. 639  
 Kirmelashvili G. I. 576  
 Kodua Sh. B. 579  
 Kokhia A. B. 651  
 Kopaliani N. D. 100  
 Koridze N. R. 352  
 Kovzanadze I. K. 491  
 Kozlova G. G. 520  
 Krialashvili L. G. 119  
 Krupennikova N. B. 284  
 Kuchuchashvili R. T. 651  
 Kukhaleishvili R. E. 247  
 Kuparadze D. M. 324  
 Kurtsikidze D. E. 288  
 Kutateladze M. K. 524  
 Kvantaliani I. V. 328  
 Kvavadze E. V. 196
- Lagidze R. M. 72  
 Lazareishvili L. N. 132  
 Lekveishvili E. G. 520  
 Loladze T. A. 124  
 Lolua V. K. 48  
 Lominadze T. A. 328
- Macharashvili D. N. 648  
 Macharashvili G. R. 364  
 Macharashvili T. G. 568  
 Machavariani M. N. 56  
 Machitadze E. G. 128  
 Maisaia G. I. 420  
 Mamniashvili T. I. 40  
 Manjavidze N. Sh. 655  
 Manjgaladze Ts. M. 135  
 Mardaleishvili K. M. 192  
 Marsagishvili T. A. 56  
 Martashvili D. G. 611  
 Marushkevich V. S. 520  
 Maz'ya V. G. 23  
 Meladze O. B. 112  
 Merabde N. T. 148  
 Merabishvili M. I. 583  
 Meskhishvili I. I. 628  
 Mestiashvili I. G. 35,  
 611  
 Mgaloblishvili M. P. 124  
 Mgaloblishvili N. R. 140  
 Mgeladze B. M. 524  
 Mgvdeladze Ts. D. 379  
 Mikadze O. I. 532  
 Miminoshvili E. B. 296  
 Miruashvili T. F. 156,  
 379  
 Molchanov A. A. 88
- Moniava E. S. 355, 620  
 Mosidze L. N. 76  
 Mosidze N. N. 599  
 Mosidze V. M. 355  
 Murjikneli T. T. 404  
 Murusidze R. T. 100  
 Museliani T. G. 108
- Nadaraya E. A. 20  
 Nadareishvili I. Sh. 208  
 Nadareishvili K. Sh. 628  
 Nadiradze A. A. 527  
 Nakhutsrishvili I. G. 76  
 Nanaa A. 599  
 Narimanishvili G. K. 443  
 Naskidashvili P. P. 352  
 Natsiashvili E. Ya. 616  
 Natsvlishvili V. M. 135  
 Natsvlishvili Z. M. 260  
 Nazarov F. L. 32  
 Nguen Man Hung 35  
 Nikoladze K. Ya. 512  
 Nikolaishvili V. V. 212  
 Nutsubidze N. N. 379
- Okujava V. M. 64  
 Omiadze D. I. 44  
 Omiadze I. S. 527  
 Omiadze K. I. 84  
 Oniani G. T. 262  
 Ormotsadze R. N. 256  
 Ortoidze T. V. 128
- Palavandishvili D. A. 72  
 Panjikidze L. K. 483  
 Papava G. Sh. 524  
 Pataraja D. T. 159, 379  
 Pilishvili T. N. 300  
 Pkhaladze L. K. 364  
 Plotkina I. G. 316  
 Potapov V. T. 60  
 Pruidze G. N. 159, 639
- Rizhinashvili R. S. 355  
 Rtskhiladze V. G. 568  
 Rubanovsky V. N. 40  
 Rukhadze M. D. 64
- Sadunishvili M. A. 396  
 Salukvadze N. Sh. 552  
 Samsonia G. G. 72  
 Samushia M. D. 132  
 Sanadze G. A. 124  
 Sarishvili Z. M. 524
- Sazhin B. S. 579  
 Serebryakov I. S. 639  
 Shaginyan V. S. 359  
 Shanidze M. M. 192  
 Shargorodsky E. M. 28  
 Sharikadze M. Z. 308  
 Shatirishvili I. Sh. 251,  
 516  
 Shcholkha L. I. 623  
 Shengelia N. I. 368  
 Shevchik V. V. 251  
 Shishmanashvili Z. A. 104  
 Shotadze R. G. 44  
 Shraibman F. O. 359  
 Shukakidze T. D. 332  
 Shvelashvili A. E. 296  
 Sikharulidze E. I. 51  
 Sikharulidze N. Sh. 636  
 Sokolovsky A. A. 60  
 Soltan V. P. 35  
 Strelenko Yu. A. 72  
 Sudov B. A. 88  
 Sulava D. A. 95  
 Svanidze G. G. 296  
 Svanidze O. P. 296
- Talakvadze E. O. 188  
 Tavadze F. N. 532  
 Tavartkiladze I. N. 304  
 Tedoradze D. K. 508  
 Telia T. N. 344  
 Tetrushvili M. R. 468  
 Tevdorashvili M. N. 520  
 Timoshchuk I. I. 616  
 Tkhilava E. T. 568  
 Todua S. G. 387  
 Tomchinsky V. Yu. 284  
 Topuria I. I. 135, 611  
 Trubikhin V. M. 200  
 Tsagareishvili D. Sh. 527  
 Tsagareli E. A. 552  
 Tsagareli M. G. 144  
 Tsagareli M. L. 639  
 Tsakadze K. D. 183  
 Tsanova L. I. 572  
 Tsiklauri Sh. M. 508  
 Tsilosani Z. N. 116  
 Tsimakuridze A. G. 176  
 Tsiramua G. S. 48  
 Tsiramua S. G. 48  
 Tsirekidze L. R. 548  
 Tsotskolauri N. I. 500  
 Tushishvili A. M. 595  
 Tvildiani D. D. 408  
 Tvildiani L. D. 408



Uchaneishvili Zh. N. 423  
Ugulava M. M. 67  
Urtmelidze D. R. 608  
Urushadze T. F. 599

Varamashvili A. V. 104  
Vashakidze T. K. 340  
Vekua A. K. 200  
Vekua T. P. 108

Zardiashvili T. G. 156  
Zedelashvili E. N. 296  
Zedginidze I. Sh. 135,  
412

Vadachkoria G. A. 192,  
620

Yakovlev I. L. 412  
Zambakhidze N. A. 355

Zerekidze D. G. 532  
Zherdev A. V. 152, 376



## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержание 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 обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. 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 (статья 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.

6. 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.

7. 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.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху 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.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах 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. Подписанные подписи, 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 поместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — 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.

10. 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. 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.

11. 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).

12. 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 печатать ее без визы автора.

13. 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, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

## ა ბ ტ ო რ ტ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭრე გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერიითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო 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“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩალის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ 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 არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ სახეებით 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 გადაწერლ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყობა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ლეზულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს იმ წყების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუხილვი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარჯვენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემციირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფაქტობრივად უნდა აღნიშნოს რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი



ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეტწილად ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაეყვას 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 ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის 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 ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში 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 დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მომამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. 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, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42,  
37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.