

5241

19763



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 84 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1976 ДЕКАБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

13493

ტომი 84 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1976 ДЕКАБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

კ. შატავას ს. ბ. ს. სსრ  
სახელმწიფო ბიბლიოთეკა  
ბი. ლომთაძე



ს ა რ მ დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ მ ე ბ ი ა

- ა. ბოკორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის  
მოადგილე), თ. დავითაია, ს. დურმიშიძე, ა. თავზელიძე, ნ. კეცხოველი,  
ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდანი,  
გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი,  
ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкрелидзе, Т. В. Гамкрелидзе, И. М. Гигинейшвили  
(зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили,  
С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа  
(зам. главного редактора), В. В. Махалдани, Г. А. Меликишвили,  
В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный  
редактор), Г. Р. Хуцишвили, А. Л. Цагарели,  
Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე  
Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 10.1.1977; შეკვ. № 3692; ანაწილის ზომა 7×12;  
ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო  
ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 09003; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

\* \* \*

Подписано к печати 10.1.1977; зак. № 3692; размер набора 7×12; размер  
бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный  
лист 22,5; УЭ 09003; тираж 1800; цена 1 руб.

\* \* \*

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

\* \* \*

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

საქართველოს  
საბჭოთავო  
საგარეო  
საზღაპო  
საზღაპო

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- \*მ. შ ა შ ი ა შ ვ ი ლ ი. მარკოვის უწყვეტდროიანი პროცესების ოპტიმალური გაჩერების ამოცანების დისკრეტული სქემებით აპროქსიმაციის რიგის შესახებ 532
- \*დ. ბ ა ი ნ ო ვ ი, ს. მ ი ლ უ შ ე ვ ა. გასაშუალების მეთოდის გარკვეული ვარიანტის დასაბუთება ერთი ტიპის მცირეპარამეტრიანი ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებებისათვის იმპულსებით 536
- \*ი. ბ ა ვ რ ი ნ ი. ოპერატორები და ინტეგრალური წარმოდგენები პოლიდისკის შემთხვევაში 539
- \*ს. ე ლ ო შ ვ ი ლ ი. ნაწილობრივ-დაკვირვებადი შემთხვევითი პროცესების კომპონენტთა ინტერპოლაციის და ექსტრაპოლაციის შესახებ 543
- \*ა. პ ა ჰ კ ო რ ი ა. ნახევარმოდულების გაფართოებების შესახებ 548
- \*ა. ხ ა რ ა ზ ი შ ვ ი ლ ი. უსასრულო სიმრავლეების გადასახვების ტრანსფინიტული მიმდევრობები 552
- \*ა. ც ე ც კ ი შ ვ ი ლ ი. ნახევარსიბრტყის წრიულ ოთხკუთხედებზე კონფორმულად გადასახვის შესახებ 556
- \*გ. ხ ი მ შ ი ა შ ვ ი ლ ი. ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებების ამონახსნთა ბიფურკაციის თეორიისათვის ბანახის სივრცეებში 559
- \*ა. ბ უ ა ძ ე. ფურიეს ჯერადი მწკრივის სფერული კერძო ჯამების განშლადობის შესახებ 563
- \*ვ. კ ო ბ ზ ე ვ ი. კრებადობის სისტემების შესახებ ბანახის სივრცეებში 567
- \*მ. მ ა ნ ა. ერთეულოვანი დიფუზიის მქონე სტოქასტური დიფერენციალური განტოლების სუსტი ამოხსნის არსებობის ზოგიერთი საკმარისი პირობა 572
- \*რ. ი ს ა ხ ა ნ ო ვ ი. ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ პოლომორფული ფუნქციებისათვის 575

კიბერნეტიკა

- \*ვ. ქ ა ვ ც ა ნ ი ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), კ. კ ვ ი ნ ი ხ ი ძ ე, თ. ქ ა თ ა მ ა ძ ე. იდენტური ცილების კონცეპტების აგების საკითხისათვის ბიოლოგიური კოდის ევოლუციის შესახებ თანამედროვე წარმოდგენების საფუძველზე 580
- \*ჯ. მ ე ტ რ ე ვ ე ლ ი. ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანათა ერთი კლასის შესახებ 583
- \*გ. კ ო ბ ზ ე ვ ი. რეკურსიულად ჩამოთვლადი II- და a-ხარისხებს შორის დამოკიდებულება 587
- \*გ. ბ უ კ ი ა. სახალხო ვაჭრობის ქსელში უნაღდო ანგარიშსწორების საერთო სახელმწიფოებრივი სისტემის განზოგადებული მოდელი 591

ბიოფიზიკა

- \*ლ. კ ო რ ო შ ი ნ ა ძ ე, ე. ე ლ ი ზ ბ ა რ ა შ ვ ი ლ ი. ტემპერატურის ველის სტატისტიკური სტრუქტურის შესახებ 596

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერტილის რეზიუმეს.

## ანალიზური ძივნი

- \*ლ. გველეხიანი, დ. ტორონჯაძე, ვ. აკიმოვი. ბისმუტის როდანიდული კომპლექსები პირაზოლის წარმოებულუბთან. ბისმუტის განსაზღვრის ფორმულური მეთოდი 600

## ზოგადი და არაორგანული ძივნი

- \*ნ. მზარეულიშვილი, ე. დავითაშვილი, ვ. ნათიძე.  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  სისტემაში ხსნადობის გამოკვლევა 604

## ორგანული ძივნი

- \*ჭრ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. გაჯიევი, ნ. ნე-ბიერიძე. დი-პრობილუსულიდის გარდაქმნა ნ-პროპანთიოლში NaY ცეო-ლითის მოდიფიცირებულ ფორმებზე 608
- \*ი. გვერდული (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. სუ-ვოროვი, ნ. თარგამაძე, შ. სამსონია, ტ. ეფიმოვა, ლ. ტრე-ტიაკოვა, ლ. ჩილიკინი. ინდოლის რიგის ზოგიერთი კარბონული მჟავას ულტრაისფერი სპექტრები და სოლვატორობა 611
- \*ე. გორლოვი, ვ. შელუდიაკოვი, ს. მხითარიანი, დ. ქინკინი, ა. ნოლაიდელი. ბისფენოლი A და სილიციუმორგანული ბისქლორფორ-მიატების ბაზზე სინთეზირებული პოლიკარბონატების თვისებები 616
- \*ს. აბნეოვა. 4,4'-(ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენდანი-5-ილიდენ) დიფენოლის მე-თილოლწარმოებულის გამყარების პროცესის შესწავლა იზოთერმული თერმო-გრაფიმეტრიული ანალიზის მეთოდით 620
- \*ა. ნოლაიდელი, დ. ახობაძე. კარონის მოდიფიკაცია ბის(დიეთილამინო) ალკილარილდისილოქსანებთან 623

## ძივნი ტექნოლოგიაში

- \*მ. მღებრიშვილი, პ. იავეჩი. გალის მჟავას წარმოქმნის კინეტიკა 628

## ფიზიკური გამოზრდა

- \*ლ. მარუაშვილი. ბრინჯაოს მღვიმის კლიმატოტრატიგრაფიული ჭრილის გლო-ბალური რეპრეზენტატიულობისა და მნიშვნელობის შესახებ 632

## ჰიდროლოგია

- გ. მეტრეველი. ძირითადი ზღვრული ფაქტორების პარამეტრები საქართველოს სანაპირო ზონისათვის 633

## გეოლოგია

- \*გ. ქელიძე. *Gillettella*-ს გვარის წარმომადგენელი დასავლეთ საქართველოს პონტურ ნალექებში 640

## პეტროლოგია

- \*დ. შენგელია, დ. კეცხოველი, გ. ქიქინაძე, ი. მგალობლიშვილი. უფრიტის აღმოჩენა კავკასიონზე 644

## მინერალოგია

- \*რ. ახვლედიანი, თ. ჩხოტუა. ბუულგენის სერის გრანატების თავისებურე-ბანი (კავკასიონის სოფის ბლოკი) 648

საფუნდამენტური მუშაობა

- \*მ. მიქელაძე. ანაკრები დრეკადი ფილების თეორია და ანგარიში 652
- \*ს. ხაჩატრიანი. შენობის რხევების სინქარის ნამატი მიწისძვრით გამოწვეული ლოკალური დაზიანების დროს 656
- \*ა. კაკუშაძე, გ. მსხილაძე. სქელი და საშუალო სისქის ფილების ვანგარიშება დრეკადობის ზღვრების გარეთ დაზუსტებული თეორიით 660

მიტალურბია

- \*დ. ხულებიძე, ი. ბაიარამაშვილი, ი. გოგიჩევი, ვ. უზმორსკი, ა. ერისთავი. პალადიუმისა და IX18H9T უქანგავი ფოლადის შეერთების ზონაში დიფუზიური პროცესების მიკრორენტგენოსპექტრული გამოკვლევა 664
- \*ვ. პეროვა, თ. სიგუა, თ. ჯინჭარაძე, ე. შათირიშვილი. კარბონატული მანგანუმის ავლომერატების სინთეტიკური თხევადი ფაზების სიბლანტიისა და დასველებადობის შესწავლა 668

მანქანათმშენობა

- \*დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი. ბრტყელი შეიდრგოლა სახსრიანი შექანიზმის კინემატიკური სიზუსტე 671

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*ვ. კიკინაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ჯიბლაძე, ი. გადახაბაძე. ალგებრულ და ტრანსცენდენტურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ერთი ალგორითმის შესახებ 676
- \*ი. მიქაძე, რ. კაკუშაძე. დუბლექსური გამოთვლელი სისტემის წარმადობის ალბათური მახასიათებელი 680
- \*მ. გალპერინი, თ. ფხაკაძე. მონაცემების შემკრები დროითი დაკვანტვის სისტემებზე ფართოზოლოვანი ხელშეშლების და სიგნალების შემოქმედების შესახებ 684

ნიადაგმშენობა

- \*ა. ბობროვიცი. კოლხეთის დაბლობის დაჭობებულ ნიადაგებში გრანულ-მეტრიულ ფრაქციებში კალციუმის განაწილების თავისებურება 688

ბოტანიკა

- \*რ. ქვანაქიძე. მალაქთის წიფლნარის ახალი ასოციაციები ზემო სვანეთიდან 692

ბიენტიკა და სემიოტიკა

- პ. ნასყიდაშვილი. საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშების გენეტიკური სტრუქტურა 693

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ო. ახმეტელაშვილი. თავის ტვინის გამტარი ნერვული გზების ორგანიზაციის გამოკვლევა 699

ბიოქიმია

- \*ლ. წაქაძე, ნ. კოშოიძე. ვირთავის თავის ტვინის HCO<sub>3</sub>-ით სტიმულირებული ატფაზა 703



- \*ნ. ნუცუბიძე, ნ. დავითაშვილი. გლუტამატდეჰიდროგენაზის ინჰიბირება პ-ბენზოქინონებით სიმინდის ნაზარდებში 707
- \*ნ. გუმბარიძე. კომშის ფოთლის ოქსიდარიჩინმეყვები 712
- ფიტოპათოლოგია**
- \*თ. მეტრეველი, ლ. მიხაილოვა. მურა ქანგას გამომწვევის პოპულაციის გენოტიპური შედგენილობა საქართველოში 716
- ენტომოლოგია**
- \*ე. დიდმანიძე. ქერცლფრთიანთა ახალი სახეობები საქართველოში ფაუნაში ვაშლოვანის სახელმწიფო ნაკრძალიდან 719
- პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია**
- \*მ. ჯაველიძე. *Philophthalmus sp. (nyrocae? Yamaguti, 1934) (Trematoda)* ბიოლოგიური შესწავლისათვის 724
- მასპერიმენტული მორფოლოგია**
- წ. თოფური, ლ. ვაშაკიძე, ლ. მურვანიძე. ფილტვის ქსოვილში იოდით ნიშანდებული მაკროალბუმინის ჩართვის დარღვევის მორფოლოგიური საფუძვლები 725
- მასპერიმენტული მიდოციზა**
- \*ე. ეთერი. სხვადასხვამხრივ მიმართული ერთჯერადი და მრავალჯერადი განივი გადატვირთვების გავლენა პანკრეასის ჰისტოსტრუქტურაზე 731
- \*ა. ანთელავა, რ. კაპანაძე, ლ. ქეიშვილი. თირეოიდული კათეფსინების ჰისტოქიმიური აქტივობა ნორმასა და სხვადასხვა ფორმის ჩიყვის დროს 735
- \*ა. ხირსელი, თ. მგალობლიშვილი. სისხლის კომპლემენტი ულტრაბგერის ზემოქმედებისას ექსპერიმენტში 739
- \*ო. ჩხაიძე, თ. ჯაფარიძე, შ. მახარაძე, გ. ციციშვილი, ქ. ქორუაშვილი. ექსპერიმენტული მწვავე ქოლერისტიების დროს პერიფერიული სისხლის მდგომარეობა 743
- კალეობიოლოგია**
- \*თ. ლომინაძე. *Pachyceratinae*-ს ოჯახის სისტემატიკის საკითხისათვის 748
- ფილოლოგია**
- ნ. ჩხეიძე. „ქილილა და დამანას“ A ვერსიის სპარსული ლექსიკა 749
- მ. ქუთელია. ჯებრან ხალილ ჯებრანის ლიტერატურულ-ესთეტიკური შეხედულებანი 753

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

М. А. Шашиашвили. О порядке аппроксимации дискретными схемами задач оптимальной остановки марковских процессов с непрерывным временем	529
Д. Д. Байнов, С. Д. Милушева. Обоснование метода усреднения для одного класса интегро-дифференциальных уравнений стандартного вида с импульсами	533
И. И. Баврин. Операторы и интегральные представления в случае полукруга	537
С. А. Элошвили. Об интерполяции и экстраполяции компонент одного класса частично наблюдаемых случайных процессов	541
А. М. Пачкория. О расширениях полумодулей	545
А. Б. Харазшвили. Трансфинитные последовательности отображений бесконечных множеств	549
А. Р. Цицкишвили. О конформном отображении полуплоскости на круговые четырехугольники	553
Г. Н. Химшиашвили. К теории ветвления решений обыкновенных дифференциальных уравнений в банаховых пространствах	557
А. И. Буадзе. О расходимости сферических частных сумм кратных рядов Фурье	561
В. Н. Кобзев. О системах сходимости в банаховых пространствах	565
М. Г. Мания. Некоторые достаточные условия существования слабого решения стохастического дифференциального уравнения с единичной диффузией	569
Р. С. Исаханов. Об одной граничной задаче для голоморфных функций	573

### КИБЕРНЕТИКА

В. В. Чавчанидзе (академик АН ГССР), К. С. Квинихидзе, Т. Г. Катамадзе. К вопросу о построении концептов идентичных белков на основании современных представлений об эволюции биологического кода	577
Д. Г. Метревели. Об одном классе задач векторной оптимизации	581
Г. Н. Кобзев. Соотношение между рекурсивно перечислимыми $\aleph$ - и $\omega$ -степенями	585
Г. Б. Букня. Обобщенная модель общегосударственной системы безналичного расчета в сети розничной торговли	589

### ГЕОФИЗИКА

Л. Ф. Корошинадзе, Э. Ш. Элизбарашвили. О статистической структуре поля температуры	593
---	-----

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

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. Т. Гвелесиани, Д. Д. Торонджадзе, В. К. Акимов. Роданидные комплексы висмута с производными пиразолона. Фотометрическое определение висмута 597

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе. Исследование растворимости в системе  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{—Na}_2\text{CO}_3\text{—H}_2\text{O}$  601

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), М. К. Гаджиев, Н. М. Небиеридзе. Превращение ди-*n*-пропилсульфида в *n*-пропантиол на модифицированных формах цеолита NaY 605
- И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Н. Н. Суворов, Н. Л. Таргамадзе, Ш. А. Самсония, Т. К. Ефимова, Л. Г. Третьякова, Л. Г. Чиликин. Ультрафиолетовые спектры и сольватохромия некоторых карбоновых кислот индольного ряда 609
- Е. Г. Горлов, В. Д. Шелудяков, С. С. Мхитарян, Д. Я. Жинкин, А. И. Ногайдели. Синтез и свойства поликарбонатов на основе бисфенола А и кремнийорганических бисхлорформатов, полученных поликонденсацией в растворе 613
- С. В. Абнерова. Изучение процесса отверждения метиллолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола методом изометрического термогравиметрического анализа 617
- А. И. Ногайдели, Д. Ш. Ахобадзе. Модификация капрона бис(диэтиламино)алкиларилсилоксанами 621

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- М. А. Мгебришвили, П. А. Явич. Кинетика образования галловой кислоты 625

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Л. И. Маруашвили. О глобальной репрезентативности и значении климато-стратиграфического разреза бронзовой пещеры (Грузия, окрестности Кутанси) 629

### ГИДРОЛОГИЯ

- \* Г. С. Метревели. Параметры основных морских факторов прибрежной зоны Грузии 636

### ГЕОЛОГИЯ

- Г. Ф. Челидзе. Представитель рода *Gilletella* в понтических отложениях Западной Грузии 637

### ПЕТРОЛОГИЯ

- Д. М. Шенгелиа, Д. Н. Кецховели, Г. Л. Чичинадзе, И. З. Мгалоблишвили. Обнаружение жедрита на Большом Кавказе 641

## МИНЕРАЛОГИЯ

- Р. А. Ахвледиани, Т. Г. Чхотуа. Особенности гранатов буульгенской серии (софийский блок Большого Кавказа) 645

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- М. Ш. Микеладзе. Теория и расчет сборных упругих плит 649  
 С. О. Хачатрян. Приращение скорости колебаний здания от локального повреждения при землетрясении 653  
 А. М. Какушадзе, Г. Г. Мсхиладзе. Расчет толстых и средней толщины плит за пределами упругости по уточненной теории 657

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Д. Е. Хулелидзе, И. А. Байрамашвили, И. И. Гогичев, В. Н. Узморский, А. М. Эристави. Микрорентгеноспектральное исследование диффузионных процессов в зоне соединения нержавеющей стали IX18N9T с палладием 661  
 В. В. Перова, Т. И. Сигуа, Т. И. Джинчарадзе, Э. Г. Шатиришвили. Изучение вязкости и смачиваемости синтетических жидких фаз карбонатных марганцевых агломератов 665

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиташвили. Кинематическая точность плоского семизвенного шарнирного механизма 669

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. К. Чичинадзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. Джибладзе, И. Г. Гадахабадзе. Об одном алгоритме решения систем алгебраических и трансцендентных уравнений 673  
 И. С. Микадзе, Р. В. Какубава. Вероятностная характеристика производительности дуплексной вычислительной системы 677  
 М. В. Гальперин, О. Ш. Пхакадзе. О воздействии широкополосных помех и сигналов на системы сбора данных с квантованием времени 681

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- А. В. Бобровицкий. Особенности распределения кальция в гранулометрических фракциях заболоченных почв Колхидской низменности 685

## БОТАНИКА

- Р. К. Квачакидзе. Новые ассоциации высокогорного букowego леса из Верхней Сванети 689

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- \* П. П. Наскидашвили. Генетическая структура аборигенных сортов мягкой пшеницы Грузии 695

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- О. К. Ахметелашвили. Выяснение организации проводящих нервных путей головного мозга 697



### БИОХИМИЯ

- Л. Г. Цакадзе, Н. И. Кошоридзе.  $\text{HCO}_3$ -стимулируемая АТФаза головного мозга крыс 701
- Н. Н. Нуцубидзе, Н. А. Давиташвили. Ингибирование п-бензохинонами глутаматдегидрогеназы проростков кукурузы 705
- Н. П. Гумбаридзе. Оксикоричные кислоты листьев айвы 709

### ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Т. Г. Метревели, Л. А. Михайлова. Генотипический состав популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Грузии 713

### ЭНТОМОЛОГИЯ

- Э. А. Дидманидзе. Новые виды чешуекрылых фауны Грузии из Вашлованского государственного заповедника 717

### ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- М. Г. Джавелидзе. К изучению биологии *Philophthalmus sp. (nyrocae?* Yamaguti, 1934) (Trematoda) 721

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- \* З. М. Топурия, Л. М. Вашакидзе, Л. А. Мурванидзе. Морфологические основы нарушения включения меченого иодом макроальбумина в ткани легких 727

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- В. К. Этерия. Влияние разнонаправленных, однократных и многократных продолжных перегрузок на гистоструктуру поджелудочной железы 729
- А. В. Антелава, Р. В. Капанадзе, Л. Д. Чейшвили. Гистохимическая активность катепсинов в щитовидной железе в норме и при различных формах зоба 733
- А. И. Хирсели, О. В. Мгалоблишвили. Комплемент крови при действии ультразвуковых колебаний в эксперименте 737
- О. В. Чхайдзе, Т. Н. Джапаридзе, Ш. К. Махарадзе, Г. В. Цицкишвили, К. И. Корпашвили. Состояние периферической крови при экспериментальном остром холецистите 741

### ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Т. А. Ломинадзе. К вопросу о систематическом положении семейства *Rachyceratidae* 745

### ФИЛОЛОГИЯ

- \* Н. Г. Чхеидзе. Персидская лексика версии А «Калилы и Димны» 752
- \* М. В. Кутелия. Литературно-эстетические взгляды Джебрана Халиля Джебрана 755

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

M. A. Shashiashvili. On the order of approximation problems of optimal stopping for continuous-time Markov processes by discret schemes	532
D. D. Bainov, S. D. Milusheva. Foundation of the method of averaging for one class of integro-differential equations of standard type with impulses	536
I. I. Bavrin. Operators and integral representation in the case of polycircle	540
S. A. Elovshvili. On the interpolation and extrapolation of a component of a class of partial observation processes	543
A. M. Pachkoria. On extensions of semimodules	548
A. B. Kharazishvili. The transfinite sequences of the mappings of infinite sets	552
A. R. Tsitskishvili. Conformal mapping of a half-plane onto circular quadrangles	556
G. N. Khimshiashvili. On the bifurcation theory for the solutions of ordinary differential equations in Banach spaces	560
A. I. Buadze. On the divergence of the spherical partial sums of multiple Fourier series	563
V. N. Kobzev. On the systems of convergence in Banach spaces	567
M. G. Mania. On certain sufficient conditions of existence of weak solution of stochastic differential equation with unique diffusion	572
R. S. Isakhanov. On a boundary value problem for holomorphic functions	575

### CYBERNETICS

V. V. Chavchanidze, K. S. Kvinikhidze, T. G. Katamadze. Towards the problem of forming concepts of identical proteins on the basis of modern views of biological code evolution	580
D. G. Metreveli. On a class of vector optimization problems	584
G. N. Kobzev. Relationship between recursively enumerable $tt$ - and $w$ -degrees	587
G. B. Bukia. A generalized model of the state accounting clearing system in the network of retail trade	591

### GEOPHYSICS

L. F. Koroshinadze, E. Sh. Elizbarashvili. Statistical structure of temperature field	596
---	-----

\* The title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

## ANALYTICAL CHEMISTRY

- L. T. Gvelesiani, D. D. Toronjadze, V. K. Akimov. Thiocyanate complexes of bismuth with pyrazolone derivatives. Photometric determination of bismuth 600

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- N. V. Mzareulishvili, E. G. Davitashvili, V. P. Natidze. Study of the solubility of the  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$  system 604

## ORGANIC CHEMISTRY

- Ch. I. Areshidze, M. K. Gajiev, N. M. Nebieridze. Transformation of di-n-propylsulfide into propanethiol of the modified forms of zeolite NaY 608
- I. M. Gverdtseteli, N. N. Suvorov, N. L. Targamadze, Sh. A. Samsonia, T. K. Yefimova, L. G. Tretyakova, L. G. Chilikin. Solvatochromy and ultraviolet spectra of several acids of indole homologues 612
- E. G. Gorlov, V. D. Sheludyakov, S. S. Mkhitarian, D. Ya. Zhinkin, A. I. Nogaideli. The synthesis and properties of polycarbonates on the base of bisphenol A and silicone bis-chloroformates obtained by polycondensation 616
- S. V. Abnerova. Study of the hardening process of the methylol derivative of 4,4'-(hexahydro-4,7-methyleneindan-5-ylidene) diphenol by the method of isothermal thermogravimetric analysis 620
- A. I. Nogaideli, D. Sh. Akhobadze. Modification of capron with bis(diethylamine) alkylarylsiloxanes 623

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- M. A. Mgebrishvili, P. A. Yavich. Kinetics of the formation of gallic acid 628

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. I. Maruashvili. On the global representation and importance of the climatic-stratigraphic section of the Bronze cave (near Kutaisi, Georgia) 632

## HYDROLOGY

- G. S. Metreveli. The parameters of the major maritime factors for the coastal zone of Georgia 636

## GEOLOGY

- G. F. Chelidze. A representative of the genus *Gilletella* in the Pontian sediments of western Georgia 640

## PETROLOGY

- D. M. Shengelia, D. N. Ketskhoveli, G. L. Ghichinadze, I. Z. Mgaloblishvili. Discovery of gedrite in the Greater Caucasus 644

### MINERALOGY

- R. A. Akhvlediani, T. G. Chkhotua. Peculiarities of garnets of the Bulgarian series (Greater Caucasus) 648

### STRUCTURAL MECHANICS

- M. Sh. Mikeladze. Theory and design of pre-fabricated elastic plates 652  
 S. O. Khachatryan. Velocity increment of building oscillations due to local earthquake damage 656  
 A. M. Kakushadze, G. G. Mskhiladze. Design of thick and medium-thickness slabs beyond the limits of elasticity by the specified theory 660

### METALLURGY

- D. E. Khulelidze, I. A. Bairamashvili, I. I. Gogichev, V. N. Uzmorski, A. M. Eristavi. Electron-probe microanalysis of diffusion processes at the weld zone of stainless steel with palladium 664  
 W. V. Perova, T. I. Sigua, T. I. Jincharadze, E. G. Shatirishvili. Study of the viscosity and wettability of liquid phases of carbonate manganese agglomerates 668

### MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. S. Tavkhelidze, N. S. Davitashvili. The kinematic accuracy of seven-link plane hinged mechanisms 672

### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. K. Chichinadze, N. I. Jibladze, I. G. Gadakhabadze. On one algorithm for solving system of algebraic and transcendental equations 676  
 I. S. Mikadze, R. V. Kakubava. Probability characteristic of the performance of a duplex computer system 680  
 M. V. Galperin, O. Sh. Pkhakadze. On the effect of broad band interferences and signals on data gathering systems with time quantization 684

### SOIL SCIENCE

- A. V. Bobrovitski. Peculiarities of calcium distribution in the granulometric fractions of the bogged lands of the Ko'kheti Lowlands 688

### BOTANY

- R. K. Kvachakidze. New associations of Alpine beech forest from Upper Svaneti 692

### GENETICS AND SELECTION

- P. P. Naskidashvili. Genetic structure of the aboriginal varieties of soft wheat of Georgia 695



## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- O. K. Akhmetelashvili. Investigation of the organization of neural connections in the brain 700

## BIOCHEMISTRY

- L. G. Tsakadze, N. I. Koshoridze. HCO<sub>3</sub>-stimulated ATPase of rat's brain 704  
 N. N. Nutsubidze, N. A. Davitashvili. Inhibition of glutamate dehydrogenase by benzoquinones in maize seedlings 708  
 N. P. Gumbaridze. Hydroxycinnamic acids of quince leaves 712

## PHYTOPATHOLOGY

- T. G. Metreveli, L. A. Mikhailova. Gerotypic composition of the causative agent population of wheat rust in Georgia 716

## ENTOMOLOGY

- E. A. Didmanidze. New species of Georgian Lepidoptera from the Vashlovani State Reserve 719

## PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

- M. G. Javelidze. Towards the study of the biology of the cercariae of gen. *Philophthalmus* sp. (*nyrocae?* Yamaguti, 1934) (*Trematoda*) 724

## EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- Z. M. Topuria, L. M. Vashakidze, L. A. Murvanidze. Morphologic bases of the disturbance of uptake of iodine-labelled macroalbumin in the lung tissue 728

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- V. K. Eteria. The effect of variously-directed, single and multiple longitudinal overloads on the histostructure of the pancreas 731  
 A. V. Antelava, R. V. Kapanadze, L. D. Cheishvili. Histochemical characteristics of thyroidal cathepsins in norm and in various forms of goiter 736  
 A. I. Khirseli, O. V. Mgaloblishvili. Blood complement under the action of ultrasound oscillations in experiment 739  
 O. V. Chkhaidze, T. N. Japaridze, Sh. K. Makharadze, G. V. Tsitskishvili, K. I. Korpashvili. Peripheral blood state in experimental acute cholecystitis 744

---

PALAEOBIOLOGY

- T. A. Lominadze. Concerning the status of the family *Pachyceratidae* 748

PHILOLOGY

- N. G. Chkheidze. Persian words of "A" version of "Kilila and Damana" 752  
M. V. Kutelia. Literary-aesthetical views of Djubran Khalil Djubran 755



М. А. ШАШИАШВИЛИ

О ПОРЯДКЕ АППРОКСИМАЦИИ ДИСКРЕТНЫМИ СХЕМАМИ  
 ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОЙ ОСТАНОВКИ МАРКОВСКИХ  
 ПРОЦЕССОВ С НЕПРЕРЫВНЫМ ВРЕМЕНЕМ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 23.7.1976)

В настоящее время хорошо разработана теория оптимальной остановки марковских процессов как для непрерывного, так и для дискретного времени [1]. Но вопрос о порядке аппроксимации непрерывных задач дискретными изучался лишь Г. Черновым в случае различения двух сложных гипотез о среднем значении винеровского процесса [2, 3].

В данной работе, используя методы Г. Чернова, исследуется порядок аппроксимации непрерывных задач оптимальной остановки дискретными для широкого класса марковских процессов.

Пусть на фазовом пространстве  $\{K, B\}$  задан одномерный действительный марковский процесс  $\{\xi_s, \sigma_s^t, P_{t,x}\}$ , где  $\sigma_s^t = \sigma(\xi_u, t \leq u \leq s)$  [4]. Всюду в дальнейшем будем предполагать, что  $t \in I, s \in I$ , где  $I = [0, T]$ .

Рассмотрим три типа задач об оптимальной остановке (см. [1]).

$$S(x, t) = \sup_{\tau \in M} M_{t,x} g(\xi_\tau, \tau) \quad (\text{непрерывная задача}),$$

$$S_\Delta(x, t) = \sup_{\tau_\Delta \in M_\Delta} M_{t,x} g(\xi_{\tau_\Delta}, \tau_\Delta) \quad (\text{дискретная задача}),$$

$$S'_\Delta(x, t) = \sup_{\tau'_\Delta \in M'_\Delta} M_{t,x} g(\xi_{\tau'_\Delta}, \tau'_\Delta) \quad (\text{вспомогательная задача}).$$

Здесь  $M$  — класс моментов остановки (м. о.), таких, что  $\tau$  принимает значения из  $I$ , а множество  $\{\tau \leq s\} \in \sigma_s^t, M_\Delta$  — класс м. о.  $\tau_\Delta$ , где  $\tau_\Delta$  принимает значения  $t, k\Delta, (k+1)\Delta, \dots, n\Delta, \dots, T, k\Delta = \left\lceil \frac{t+\Delta}{\Delta} \right\rceil \cdot \Delta$  (т. е.  $k\Delta$  ближайшая к  $t$  справа точка из последовательности точек  $0, \Delta, 2\Delta, \dots, k\Delta, \dots, n\Delta, \dots, T$ ), а множества  $\{\tau_\Delta \leq n\Delta\} \in \sigma(\xi_{k\Delta}, \xi_{(k+1)\Delta}, \dots, \xi_{n\Delta})$ , ( $\sigma$  является наименьшей  $\sigma$ -алгеброй, порожденной указанными в скобках случайными величинами),  $M'_\Delta$  — класс м. о.  $\tau'_\Delta$ , принимающих те же значения, что и  $\tau_\Delta$  с той лишь разницей, что  $\{\tau'_\Delta \leq n\Delta\} \in \sigma_{t'}^{\Delta}$  (т. е. в последней задаче решение об остановке зависит от всей прошлой информации от процесса  $\xi_s$ ).

Обозначим  $D_A$  область определения инфинитезимального оператора  $A$ , связанного с однородным марковским процессом  $(\xi_s, s)$ .

კ. შაშიაშვილი ს. ს. ბ. ბ. სსრ  
 სახელმწიფო რესპუბლიკა  
 აკადემიისთვის

13177

**Теорема 1.** Пусть  $\{\xi_s, \sigma_s^t, P_{t,x}\}$  является строго марковским процессом и оптимальный момент остановки (о. м. о.)  $\tau$  в непрерывной задаче существует. Предположим, что для любых

- $$x \in K, \quad t \in I, \quad s \in I$$
- 1)  $M_{t,x} |g(\xi_s, s)| < \infty$ ,
  - 2)  $g(x, t) \in D_A$ ,
  - 3)  $\psi(x, t) = \sup_{0 < u < 1} M_{t,x} |Ag(\xi_{\tau+u}, \tau + u)| < \infty$ ;

тогда если  $\Delta \leq 1$  имеем

$$|S(x, t) - S_\Delta(x, t)| \leq \Delta \cdot \psi(x, t).$$

**Теорема 2.** Пусть выполняются все условия теоремы 1. Далее предполагается, что

- 1) о. м. о.  $\tau = \inf \{s \geq t : S(\xi_s, s) = g(\xi_s, s)\}$ ,
- 2) граница области продолжения в непрерывной задаче описывается двумя непрерывными кривыми  $f_1(t)$  и  $f_2(t)$ ,  $f_1(t) \geq f_2(t)$ , а в дискретной — двумя последовательностями  $f_1^\Delta(n\Delta)$  и  $f_2^\Delta(n\Delta)$ ,  $f_1^\Delta(n\Delta) \geq f_2^\Delta(n\Delta)$ ,  $n\Delta \in I$ .

На границах  $f_1(t)$  и  $f_2(t)$  выполняются условия

$$S(x, t) = g(x, t), \quad \frac{\partial S(x, t)}{\partial x} = \frac{\partial g(x, t)}{\partial x},$$

- 3) найдутся числа  $a > 0$ ,  $b > 0$ , такие, что в областях

$$G_1 = \{(x, t) : f_1(t) - a \leq x < f_1(t), \quad t \in I\},$$

$$G_2 = \{(x, t) : f_2(t) < x \leq f_2(t) + a, \quad t \in I\},$$

существуют  $\frac{\partial^2 S(x, t)}{\partial x^2}$ ,  $\frac{\partial^2 g(x, t)}{\partial x^2}$  и удовлетворяют условию

$$\inf_{(x, t) \in G_1 \cup G_2} \left( \frac{\partial^2 S(x, t)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 g(x, t)}{\partial x^2} \right) > b > 0,$$

- 4) существует

$$\sup_{(x, t) \in G_1 \cup G_2} \psi(x, t) = B,$$

тогда начиная с  $\Delta \leq \min \left( 1, \left( \frac{a}{c} \right)^2 \right)$ , где  $c = \sqrt{\frac{2B}{b}}$ , имеем

$$|f_1(n\Delta) - f_1^\Delta(n\Delta)| \leq c \sqrt{\Delta},$$

$$|f_2(n\Delta) - f_2^\Delta(n\Delta)| \leq c \sqrt{\Delta}.$$

Для доказательства теоремы 1 нам понадобится

**Лемма 1.** Пусть для любых  $x \in K$ ,  $t \in I$ ,  $s \in I$  выполняется условие  $M_{t,x} |g(\xi_s, s)| < \infty$ , тогда

$$S_\Delta(x, t) = S'_\Delta(x, t).$$

Доказательство леммы проводится легко с помощью известного метода «индукция назад».



Перейдем к доказательству теоремы 1.

Рассмотрим в классе  $M'_\Delta$  следующий момент остановки  $\tau'_\Delta = n\Delta$ , если  $(n-1)\Delta < \tau \leq n\Delta$ ; если же  $\tau = (n-1)\Delta$ , то  $\tau'_\Delta = (n-1)\Delta$ , где  $\tau$  — оптимальный м. о. для непрерывной задачи. Ясно, что  $M_{t,x} g(\xi_{\tau'_\Delta}, \tau'_\Delta)$  существует. Применяя лемму 1, мы можем написать (см. [4])

$$\begin{aligned} S(x, t) - S_\Delta(x, t) &\leq S(x, t) - M_{t,x} g(\xi_{\tau'_\Delta}, \tau'_\Delta) = \\ &= M_{t,x} \int_{\tau}^{\tau'_\Delta} (-Ag) ds \leq M_{t,x} \int_{\tau}^{\tau+\Delta} |Ag| ds. \end{aligned}$$

Сделаем замену переменной  $u = \frac{s-\tau}{\Delta}$ , тогда

$$M_{t,x} \int_{\tau}^{\tau+\Delta} |Ag| ds = \Delta \cdot M_{t,x} \int_0^1 |Ag(\xi_{\tau+\Delta u}, \tau + \Delta u)| du \leq \psi(x, t) \cdot \Delta, \text{ ч. т. д.}$$

Докажем теорему 2.

Ясно, что  $f_1(n\Delta) \geq f_1^\Delta(n\Delta)$ ,  $f_2(n\Delta) \leq f_2^\Delta(n\Delta)$ , поэтому нам остается показать, что  $f_1(n\Delta) - f_1^\Delta(n\Delta) \leq c\sqrt{\Delta}$  и  $f_2^\Delta(n\Delta) - f_2(n\Delta) \leq c\sqrt{\Delta}$ . Докажем первое из них, так как второе доказывается аналогично. Допустим противоположное, т. е.  $f_1(n\Delta) - f_1^\Delta(n\Delta) > c\sqrt{\Delta}$  хоть бы для одной точки  $n\Delta \in I$ , тогда  $f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}$  является точкой области остановки для дискретной задачи, следовательно

$$S_\Delta(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) = g(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta). \quad (1)$$

Из теоремы 1 имеем

$$S(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) - S_\Delta(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) \leq \psi(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) \cdot \Delta. \quad (2)$$

Из условий гладкого склеивания

$$\begin{aligned} S(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) - g(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) &= \\ &= \frac{1}{2} c^2 \Delta \left( \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 g}{\partial x^2} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Из (1), (2) и (3) имеем

$$\frac{1}{2} c^2 \Delta \left( \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 g}{\partial x^2} \right) \leq \psi(f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, n\Delta) \cdot \Delta. \quad (4)$$

Отсюда заключаем, что  $\frac{1}{2} c^2 \left( \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 g}{\partial x^2} \right) \leq B$ , поскольку  $c\sqrt{\Delta} \leq a$ ,

но это невозможно, так как  $c^2 = \frac{2B}{b} \left( \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 g}{\partial x^2} \right) > b$  в области  $[f_1(n\Delta) - c\sqrt{\Delta}, f_1(n\Delta)]$ .

Теорема 2 доказана.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

(Поступило 29.7.1976)

მათემატიკა

მ. შაშიაშვილი

მარკოვის უწყვეტდროიანი პროცესების ოპტიმალური გაჩერების ამოცანების დისკრეტული სქემებით აპროქსიმაციის რიგის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ერთგანზომილებიანი მარკოვის უწყვეტდროიანი პროცესების ოპტიმალური გაჩერების ამოცანების შესახების დისკრეტული სქემებით მიხსლოების რიგის საკითხი. ძირითადი შედეგები ჩამოყალიბებულია 1 და 2 თეორემების სახით.

MATHEMATICS

M. A. SHASHIASHVILI

ON THE ORDER OF APPROXIMATION PROBLEMS OF  
 OPTIMAL STOPPING FOR CONTINUOUS-TIME MARKOV PROCESSES  
 BY DISCRETE SCHEMES

Summary

The question of the order of approximation problems of optimal stopping for one-dimensional continuous-time Markov processes via corresponding discrete vartion has been considered. The main results are given in theorems 1 and 2.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Ширяев. Статистический последовательный анализ. М., 1969.
2. H. Chernoff. Fourth Berkeley Symp. № 1, 1961.
3. H. Chernoff. Ann. Math. Stat. 36, 1965.
4. И. И. Гихман, А. В. Скороход. Теория случайных процессов, т. II. М., 1973.



Д. Д. БАЙНОВ, С. Д. МИЛУШЕВА

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА УСРЕДНЕНИЯ ДЛЯ ОДНОГО  
 КЛАССА ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  
 СТАНДАРТНОГО ВИДА С ИМПУЛЬСАМИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 3.6.1976)

Метод усреднения для обыкновенных дифференциальных уравнений с импульсами был обоснован А. М. Самойленко [1, 2]. В настоящей работе обоснован метод усреднения для систем интегро-дифференциальных уравнений с импульсами вида [3]

$$\frac{dx}{dt} = \varepsilon X \left( t, x, \int_0^t \varphi \left( t, s, x(s), \int_0^s f(t, s, \sigma, x(s), x(\sigma)) d\sigma \right) ds \right), \quad (1)$$

где  $x, X \in R_n, \varphi \in R_m, f \in R_p$ , а  $\varepsilon > 0$  — малый параметр.

Пусть в пространстве  $(t, x)$  заданы гиперповерхности

$$t = t_i(x), \quad t_i(x) < t_{i+1}(x), \quad i = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Предположим, что вне гиперповерхностей (2) движение происходит согласно уравнениям (1), а на каждой гиперповерхности  $t = t_i(x)$  в точке  $x$  траектория системы (1) претерпевает мгновенный разрыв по закону

$$\Delta x|_{t=t_i(x)} = x_+ - x_- = \varepsilon I_i(x), \quad (3)$$

где  $x_-$  и  $x_+$  — точки, в которых траектория соответственно встречает и покидает гиперповерхность  $t = t_i(x)$ .

Системе (1) ставим в соответствие усредненную систему

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = \varepsilon [X_0(\bar{x}) + I_0(\bar{x})], \quad (4)$$

где

$$X_0(x) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} X \left( \theta, x, \int_0^\theta \varphi \left( \theta, s, x, \int_0^s f(\theta, s, \sigma, x, x) d\sigma \right) ds \right) d\theta, \quad (5)$$

$$I_0(x) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t < t_i < t+T} I_i(x).$$

Имеет место следующая теорема о близости решений системы (1) и (4) с начальным условием  $x_0(x_0) = \bar{x}(0, x_0) = x_0$ .

Теорема 1. Пусть:

1. Функция  $X(t, x, u)$  определена и непрерывна в области  $\{t \geq 0, x \in D \subset R_n, u \in R_m\}$ .

Функция  $\varphi(t, s, x, v)$  определена и непрерывна в области  $\{t \geq 0, s \geq 0, x \in D, v \in R_p\}$ .

Функция  $f(t, s, \sigma, x, y)$  определена и непрерывна в области  $\{t \geq 0, s \geq 0, \sigma \geq 0, x, y \in D\}$ .

2. Существуют положительные постоянные  $M, C, K, M^*$  и функции  $\mu(t, s), \nu(t, s, \sigma)$  такие, что

$$\begin{aligned} \left\| \frac{\partial t_i(x)}{\partial x} \right\| + \|X(t, x, u)\| + \|I_i(x)\| &\leq M, \quad \left\| \frac{\partial^2 t_i(x)}{\partial x^2} \right\| \leq C, \\ \left\| \frac{\partial t_i(x)}{\partial x} - \frac{\partial t_i(x')}{\partial x} \right\| + \|I_i(x) - I_i(x')\| &\leq K \|x - x'\|, \\ \|X(t, x, u) - X(t, x', u')\| &\leq K [\|x - x'\| + \|u - u'\|], \end{aligned} \quad (6)$$

$$\|\varphi(t, s, x, v) - \varphi(t, s, x', v')\| \leq \mu(t, s) [\|x - x'\| + \|v - v'\|],$$

$$\|f(t, s, \sigma, x, y) - f(t, s, \sigma, x', y')\| \leq \nu(t, s, \sigma) [\|x - x'\| + \|y - y'\|],$$

$$\int_0^t \left[ \mu(t, s) + 2 \int_0^s \nu(t, s, \sigma) d\sigma \right] ds \leq M^*,$$

для всех  $t \geq 0, s \geq 0, \sigma \geq 0, x, x', y, y' \in D, u, u' \in R_m, v, v' \in R_p, i=1, 2, \dots$

3. Равномерно относительно  $t \geq 0$  и  $x \in D$  существуют конечные пределы (5) и

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t < t_i < t+T} 1 = d_0, \quad d_0 = \text{const.}$$

4. Система (1) имеет единственное решение  $x_i(x^*)$  и при любом  $t^* > 0$  и любом фиксированном  $x^*$  из области  $D, x_{i^*}(x^*) = x^*$ .

5. Усредненная система (4) имеет решение  $\bar{x} = \bar{x}(zt, x_0), \bar{x}(0, x_0) = x_0$ , которое при  $\varepsilon = 1$  принадлежит области  $D$  для всех  $t \in [0, L], 0 < L = \text{const}$ , вместе с некоторой  $\rho$ -окрестностью ( $0 < \rho = \text{const}$ ) и удовлетворяет неравенствам

$$\frac{\partial t_1(x_0)}{\partial x} I_1(x_0) \leq \beta < 0, \quad I_i(x_{hT}(x_0)) = I_i^h,$$

$$\frac{\partial t_i(\bar{x}(zt, x_0))}{\partial x} I_i(\bar{x}(zt, x_0)) \leq \beta < 0, \quad \beta = \text{const}, \quad t'_i < t < t''_i, \quad (7)$$

$$t'_i = \inf_{x \in D} t_i(x), \quad t''_i = \sup_{x \in D} t_i(x), \quad i = \overline{2, d}, \quad t_d < L\varepsilon^{-1} < t_{d+1},$$

или условию  $\frac{\partial t_i(x)}{\partial x} \equiv 0$ .



Тогда для любого  $\eta > 0$  и любого  $L > 0$  можно указать такое  $\varepsilon_0 > 0$  что при  $\varepsilon < \varepsilon_0$  система уравнений (1) имеет решение  $x_t(x_0)$ ,  $x_0(x_0) = x_0$ , определенное для всех  $t \in [0, L\varepsilon^{-1}]$  и такое, что

$$\|x_t(x_0) - \bar{x}(\varepsilon t, x_0)\| < \eta \quad \text{при } t \in [0, L\varepsilon^{-1}]. \quad (8)$$

Предположим, что усредненная система (4) имеет изолированное положение равновесия  $\bar{x} = x^0$ :

$$X_0(x^0) + I_0(x^0) = 0.$$

Следующие две теоремы выясняют вопрос качественного соответствия между точными решениями системы (1), (3) и ее приближениями  $\bar{x}$  — решениями системы (4).

**Теорема 2.** Пусть выполнены условия 1–5 теоремы 1. Тогда если положение равновесия  $x = x^0$  усредненной системы асимптотически устойчиво и

$$\frac{\partial t_i(x)}{\partial x} I_i(x) \leq \beta < 0 \quad \left( \text{либо } \frac{\partial t_i(x)}{\partial x} \equiv 0 \right) \quad (9)$$

для всех  $i=1, 2, \dots$  и всех  $x$  из некоторой  $\rho_0$ -окрестности точки  $x^0$ , то существует такая  $\rho$ -окрестность  $D_\rho$  ( $\rho \leq \rho_0$ ) точки  $x^0$  и такое  $\varepsilon^0 > 0$ , что при всех  $\varepsilon < \varepsilon_0$  и всех  $x \in D_\rho$  решения  $x_t(x)$ ,  $x_0(x) = x$  системы (1) равномерно ограничены при  $t \in (0, \infty)$ .

**Теорема 3.** Пусть система (1) удовлетворяет условиям 1–3 теоремы 1 как при  $t > 0$ , так и при  $t < 0$ . Положим

$$I_0(x) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t < t_i < t+T} I_i(x) \quad \text{при } t \geq 0,$$

$$I^0(x) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t-T < t_i < t} I_i(x) \quad \text{при } t \leq 0.$$

Предположим, что усредненная при  $t \geq 0$  система

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = \varepsilon [X_0(\bar{x}) + I_0(\bar{x})]$$

имеет асимптотически устойчивое положение равновесия  $x = x^0$ , удовлетворяющее неравенству (9) для  $x$  из некоторой  $\rho_0$ -окрестности. Пусть в  $\rho$ -окрестности  $D_\rho$  решения  $x^0$ , указанной в теореме 2, усредненная при  $t \leq 0$  система

$$\frac{d\bar{x}_1}{dt} = \varepsilon [X_0(\bar{x}_1) + I^0(\bar{x}_1)] \quad (10)$$

имеет положение равновесия  $\bar{x}_1 = x_1^0$ , для которого

$$\frac{\partial t_i(x)}{\partial x} I_i(x) \leq \beta < 0 \quad \left( \text{либо } \frac{\partial t_i(x)}{\partial x} \equiv 0 \right)$$

для всех  $i = -1, -2, \dots$  и всех  $x$  из некоторой  $\rho'_0$ -окрестности положения равновесия  $x_1^0$ .

Тогла

1. Если положение равновесия  $x_1^0$  системы (10) асимптотически устойчиво при  $t > 0$ , то найдется такое  $\varepsilon^0 > 0$  и такая область  $D_{\rho_1}$ , содержащая  $x^0$  и  $x_1^0$ , что при  $\varepsilon < \varepsilon_0$  все решения  $x_t(x)$  системы (1), (3), для которых  $x \in D_{\rho_1}$ , равномерно ограничены при  $t \in (-\infty, \infty)$ .

2. Если положение равновесия  $x_1^0$  системы (10) асимптотически устойчиво, то найдется такое  $\varepsilon_0 > 0$  и такие  $x^*$ , что решения  $x_t(x^*)$  системы (1), (3) равномерно ограничены при  $t \in (-\infty, \infty)$ .

Пловдивский университет  
им. П. Хилендарского

Высший машино-  
электрический институт  
имени В. И. Ленина  
София

(Поступило 15.7.1976)

მათემატიკა

დ. ბაინოვი, ს. მილუშევა

გასაშუალებების მეთოდის გარკვეული ვარიანტის დასაბუთება ერთი ტიპის მკვირვარამებრიანი ინტეგრირ-დიფერენციალური განტოლებებისათვის იმპულსებით

რეზიუმე

ნაშრომში დასაბუთებულია გასაშუალებების მეთოდის გარკვეული ვარიანტი შემდეგი სახის ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის

$$\frac{dx}{dt} = \varepsilon X \left( t, x, \int_0^t \varphi \left( t, s, x(s), \int_0^s f(t, s, \sigma, x(s), x(\sigma)) d\sigma \right) ds \right),$$

სადაც  $x, X \in R_n$ ,  $\varphi \in R_m$ ,  $f \in R_p$ , ხოლო  $\varepsilon > 0$  — მცირე პარამეტრია.

MATHEMATICS

D. D. BAINOV, S. D. MILUSHEVA

FOUNDATION OF THE METHOD OF AVERAGING FOR ONE CLASS OF INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS OF STANDARD TYPE WITH IMPULSES

Summary

A variant of the method of averaging is founded for a system of integro-differential equations of the type

$$\frac{dx}{dt} = \varepsilon X \left( t, x, \int_0^t \varphi \left( t, s, x(s), \int_0^s f(t, s, \sigma, x(s), x(\sigma)) d\sigma \right) ds \right),$$

where  $x, X \in R_n$ ,  $\varphi \in R_m$ ,  $f \in R_p$  and  $\varepsilon > 0$  is a small parameter.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Самойленко. Сб. «Приближенные методы решения дифференциальных уравнений». Киев, 1963.
2. А. М. Самойленко. Укр. матем. ж., 19, № 5, 1967.
3. Л. В. Шарова. Дифференциальные уравнения. 10, № 8, 1974.



И. И. БАВРИН

ОПЕРАТОРЫ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ ПОЛИКРУГА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 25.7.1976)

Использование в теории интегральных представлений голоморфных функций многих комплексных переменных операторного метода позволило, в частности, решить (см. [1—3]) ряд важных задач в теории интегральных представлений А. А. Темлякова (см. [3—5]).

В настоящей статье вводятся интегродифференциальные операторы, специфические для поликруга, и дается применение этих операторов к получению нового интегрального представления (теорема 1) для функций, голоморфных в нем. Помимо того, что это представление достаточно полно отражает специфические особенности поликруга, оно обладает и другой важной особенностью — тесной связью с интегральной формулой Коши одного комплексного переменного.

1. Пусть  $D$  — поликруг  $\{z = (z_1, \dots, z_n) : |z_\nu| < R_\nu, \nu = 1, \dots, n\}$  в пространстве  $\mathbf{C}^n$  комплексных переменных  $z_\nu, \nu = 1, \dots, n, n \geq 2, S$  — его остов  $\{z : |z_\nu| = R_\nu, \nu = 1, \dots, n\}$  и функция  $f = f(z)$  голоморфна в  $D$ . Пусть  $l, \tilde{l}$  — натуральные числа,  $\beta_1, \dots, \beta_l, \tilde{\beta}_1, \dots, \tilde{\beta}_{\tilde{l}}$  — любые положительные числа и  $z^{(1)} = (z_1^{(1)}, \dots, z_n^{(1)}), \dots, z^{(l)} = (z_1^{(l)}, \dots, z_n^{(l)}), \tilde{z}^{(1)} = (\tilde{z}_1^{(1)}, \dots, \tilde{z}_n^{(1)}), \dots, \tilde{z}^{(\tilde{l})} = (\tilde{z}_1^{(\tilde{l})}, \dots, \tilde{z}_n^{(\tilde{l})})$  — фиксированные по произволу точки из области  $D$ . Пусть далее для каждого  $j(\tilde{j})$  из множества  $\{1, \dots, l\} (\{1, \dots, \tilde{l}\})$   $\delta_1^{(j)}, \dots, \delta_n^{(j)}$  ( $\tilde{\delta}_1^{(\tilde{j})}, \dots, \tilde{\delta}_n^{(\tilde{j})}$ ) — любые неотрицательные числа с условием  $\delta_1^{(j)} + \dots + \delta_n^{(j)} > 0$  ( $\tilde{\delta}_1^{(\tilde{j})} + \dots + \tilde{\delta}_n^{(\tilde{j})} > 0$ ).

Введем обозначения

$$L_{A_j z^{(j)}} [f] = L_{(\beta_j, \delta_1^{(j)}, \dots, \delta_n^{(j)}) z^{(j)}} [f] = \beta_j f + \sum_{\nu=1}^n \delta_\nu^{(j)} (z_\nu - z_\nu^{(j)}) f'_{z_\nu}, \quad j = 1, \dots, l,$$

$$L_{Ab}^{(l)} [f] = L_{(A_1, \dots, A_l)(z^{(1)}, \dots, z^{(l)})} [f] = L_{A_l z^{(l)}} [L_{A_{l-1} z^{(l-1)}} \dots [L_{A_1 z^{(1)}} [f]] \dots]^{(l)},$$

<sup>1</sup> Здесь и везде в дальнейшем  $A_j = (\beta_j, \delta_1^{(j)}, \dots, \delta_n^{(j)}), j = 1, \dots, l; A = (A_1, \dots, A_l), l \geq 1; b = (z^{(1)}, \dots, z^{(l)}).$

$$L_{A_j z^{(l)}}^{(-1)} [f] = \int_0^1 \varepsilon^{\beta_j - 1} f(\varepsilon^{\delta_1^{(j)}} z_1 + (1 - \varepsilon^{\delta_1^{(j)}}) z_1^{(j)}, \dots, \varepsilon^{\delta_n^{(j)}} z_n + (1 - \varepsilon^{\delta_n^{(j)}}) z_n^{(j)}) d\varepsilon^{(1)}, \quad j = 1, \dots, l,$$

$$L_{Ab}^{(-1)} [f] = L_{A_1 z^{(1)}}^{(-1)} [L_{A_2 z^{(2)}}^{(-1)} \dots [L_{A_l z^{(l)}}^{(-1)} [f]] \dots]$$

и положим

$$L_{Ab}^{(0)} [f] = f.$$

Справедливы формулы

$$f(z) = \int_0^1 \varepsilon^{\beta_j - 1} L_{A_j z^{(j)}} [f(\varepsilon^{\delta_1^{(j)}} z_1 + (1 - \varepsilon^{\delta_1^{(j)}}) z_1^{(j)}, \dots, \varepsilon^{\delta_n^{(j)}} z_n + (1 - \varepsilon^{\delta_n^{(j)}}) z_n^{(j)})] d\varepsilon$$

( $\varepsilon$  — вещественно).

С помощью этих формул устанавливается, что операторы  $L_{A_j z^{(j)}} [f]$  и  $L_{A_j z^{(j)}}^{(-1)} [f]$  взаимно обратны. Отсюда следует, что взаимно обратны и операторы  $L_{Ab}^{(l)} [f]$  и  $L_{Ab}^{(-l)} [f]$ .

Аналогично взаимно обратны операторы  $L_{\tilde{A}\tilde{b}}^{(\tilde{l})} [f]$  и  $L_{\tilde{A}\tilde{b}}^{(-\tilde{l})} [f]$ <sup>(2)</sup>.

Пусть теперь  $l, \tilde{l}$  — целые неотрицательные числа. Введем обозначения (как и прежде,  $f$  голоморфна в  $D$ ):

$$L_{Ab}^{(l)} L_{\tilde{A}\tilde{b}}^{(-\tilde{l})} [f] = L_{\tilde{A}\tilde{b}}^{(-\tilde{l})} [L_{Ab}^{(l)} [f]], \quad L_{\tilde{A}\tilde{b}}^{(\tilde{l})} L_{Ab}^{(-l)} [f] = L_{Ab}^{(-l)} [L_{\tilde{A}\tilde{b}}^{(\tilde{l})} [f]].$$

Нетрудно видеть, что эти два оператора взаимно обратны.

2. Пусть  $\Delta$  —  $(n-1)$ -мерный симплекс  $\Delta = \{\tau = (\tau_1, \dots, \tau_n) : \tau_1 + \dots + \tau_n = 1, \tau_1 > 0, \dots, \tau_n > 0\}$ .

Положим  $\Delta^* = \{(\tau_2, \dots, \tau_n) : 0 < \tau_2 < 1, 0 < \tau_3 < 1 - \tau_2, \dots, 0 < \tau_n < 1 - \tau_2 - \tau_3 - \dots - \tau_{n-1}\}$ ,

$$\int_{\Delta} d\omega_{\tau} = \int_{\Delta^*} d\tau_2, \dots, d\tau_n, \quad \int d\omega_{\theta} = \int_0^{2\pi} d\theta_2 \dots \int_0^{2\pi} d\theta_n.$$

**Теорема 1.** Пусть функция  $f(z)$ ,  $n \geq 2$ , голоморфна в области  $D$ . Тогда, если функция  $f(z)$  и все ее частные производные до порядка  $\mu$  ( $\mu = 0, 1, 2, \dots$ ) включительно непрерывны в  $D \cup S$ , то для  $l = 0, 1, 2, \dots, \mu$ ;  $\tilde{l} = 0, 1, 2, \dots$ ;  $z \in D$

<sup>(1)</sup> При  $0 < \beta_j < 1$  этот интеграл понимается как несобственный. Аналогично и ниже в подобных случаях.

<sup>(2)</sup> Здесь и всюду ниже  $\tilde{A} = (\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_{\tilde{l}})$ ,  $\tilde{A}_{\tilde{l}} = (\tilde{\beta}_{\tilde{l}}, \tilde{\delta}_1^{(\tilde{l})}, \dots, \tilde{\delta}_n^{(\tilde{l})})$ ,  $\tilde{l} = 1, \dots, \tilde{l}$ ;  $\tilde{b} = (\tilde{z}^{(1)}, \dots, \tilde{z}^{(\tilde{l})})$ .





$$f(z) = \frac{1}{(2\pi)^n i} \int d\omega_\tau \int_{|\zeta|=1} d\omega_\theta \int L_{1, n-1}^{(n-1)} \left[ L_{\widetilde{A} \widetilde{b} \widetilde{A} b}^{(\widetilde{l}, -l)} \left[ \frac{1}{\zeta - u} \right] \right] L_{\widetilde{A} b \widetilde{A} \widetilde{b}}^{(u, -\widetilde{l})} [F_0(\zeta, R, \theta)] d\zeta, \quad (1)$$

зде

$$u = R_1^{-1} \tau_1 z_1 + \sum_{v=2}^n R_v^{-1} \tau_v \exp \{-i \theta_v\} z_v,$$

$$F_0(\zeta, R, \theta) = f(R_1 \zeta, R_2 \zeta \exp \{i \theta_2\}, \dots, R_n \zeta \exp \{i \theta_n\}).$$

Формула (1) выражает значения функции  $f(z)$  в области  $D$  через значения интегродифференциального оператора  $L_{\widetilde{A} b \widetilde{A} \widetilde{b}}^{(u, -\widetilde{l})} [f]$  на остове  $S$  поликруга  $D$ .

При доказательстве используются свойства введенных операторов и интегральная формула 14.1 (при  $k=0$ ) из [3].

Укажем на одну важную особенность интегральной формулы (1). Из (1) видно, что она устанавливает связь между функциями одного и многих комплексных переменных, так как последний внутренний интеграл в формуле (1) может быть переписан в виде

$$L_{1, n-1}^{(n-1)} \left[ L_{\widetilde{A} \widetilde{b} \widetilde{A} b}^{(\widetilde{l}, -l)} \left[ \frac{1}{2\pi i} \int_{|\zeta|=1} \frac{1}{\zeta - u} L_{\widetilde{A} b \widetilde{A} \widetilde{b}}^{(u, -\widetilde{l})} [F_0(\zeta, R, \theta)] d\zeta \right] \right].$$

Последнее обстоятельство открывает различные пути применения формулы (1). Например, в ней (с надлежащими изменениями) можно перейти от  $L_{\widetilde{A} b \widetilde{A} \widetilde{b}}^{(u, -\widetilde{l})} [F_0(\zeta, R, \theta)]$  к  $Re L_{\widetilde{A} b \widetilde{A} \widetilde{b}}^{(u, -\widetilde{l})} [F_0(\zeta, R, \theta)]$ .

Московский областной педагогический институт  
им. Н. К. Крупской

(Поступило 16.9.1976)

მათემატიკა

ი. ბაგინი

ოპერატორები და ინტეგრალური წარმოდგენები კოლიდისკის შემთხვევაში

რეზიუმე

ნაშრომში შემოტანილია ინტეგრალური ოპერატორები და მათი საშუალებით მიღებულია ინტეგრალური წარმოდგენები, რომლებიც საკმარისად სრული სახით ასახავენ პოლრდისკის თვისებებს.

I. I. BAVRIN

OPERATORS AND INTEGRAL REPRESENTATION IN THE CASE OF  
POLYCYCLE

## Summary

By introducing integrodifferential operators an integral representation giving full specific features of the polycycle may be given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. История отечественной математики, т. 4, кн. 1. Киев, 1970.
2. И. И. Баврин. ДАН СССР, 180, 1968, 12—14.
3. И. И. Баврин. Операторы и интегральные представления. М., 1974.
4. А. А. Темляков. ДАН СССР, 120, 1958, 976—979.
5. Б. А. Фукс. Введение в теорию аналитических функций многих комплексных переменных. М., 1962.



С. А. ЭЛОШВИЛИ

ОБ ИНТЕРПОЛЯЦИИ И ЭКСТРАПОЛЯЦИИ КОМПОНЕНТ  
 ОДНОГО КЛАССА ЧАСТИЧНО НАБЛЮДАЕМЫХ СЛУЧАЙНЫХ  
 ПРОЦЕССОВ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 20.9.1976)

Пусть на некотором вероятностном пространстве  $(\Omega, F, P)$  задан частично наблюдаемый случайный процесс  $(\theta(x, t), \xi(t)) = (\theta_1(x, t), \dots, \theta_h(x, t), \xi_1(t), \dots, \xi_e(t))$ ,  $t \in [0, T]$ ,  $x \in D \subset R^n$ , удовлетворяющий внутри ограниченной области  $R = D \times [0, T]$  из  $R^{n+1}$  следующей системе стохастических интегро-дифференциальных уравнений с частными производными

$$d\theta(x, t) = \left[ L\theta(x, t) + \int k(y, x, t; \xi)\theta(y, t) dy \right] dt + \sigma_1(x, t; \xi) d\omega_1(t) + \sigma_2(x, t; \xi) d\omega_2(t), \quad (1)$$

$$d\xi(t) = \left[ \int h(y, t; \xi)\theta(y, t) dy \right] dt + B(t; \xi) d\omega_2(t), \quad (2)$$

где

$$L = \sum_{i, j}^n a_{ij}(x, t) \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_i^n b_i(x, t) \frac{\partial}{\partial x_i},$$

$\omega_1(t) = (\omega_{11}(t), \dots, \omega_{1h}(t))$ ,  $\omega_2(t) = (\omega_{21}(t), \dots, \omega_{2e}(t))$  — независимые между собой два винеровских процесса; для всех  $x \in D$  случайная величина  $(\theta(x, 0), \xi(0))$  не зависит от винеровских процессов  $\omega_1(t)$  и  $\omega_2(t)$ , с начальным условием (А)  $\theta(x, 0) = \Phi(x)$ , где  $\Phi(x)$  является гауссовской при условии  $\xi_0$  и граничным условием (В)  $L\theta(x, t) \rightarrow 0$  при  $x \rightarrow \partial D$ .

Предположим, что выполнены условия (11)–(12) работы [1]; если применить метод, разработанный Р. Ш. Липцером и А. Н. Ширяевым [2], можно показать справедливость следующей теоремы

Теорема 1. Пусть  $s$  — фиксированный момент времени и  $t \geq s$ , тогда величины  $n(x, s, t) = M[\theta(x, s)/F_s^\xi]$  и  $\gamma(x, y, s, t) = M\{[\theta(x, s) - n(x, s, t)][\theta(y, s) - n(y, s, t)]^* / F_s^\xi\}$  вычисляются по формулам

$$n(x, s, t) = m(x, s) + \int_s^t \left[ \int h(z, u; \xi) \varphi(x, z, s, u; \xi) dz \right]^* \times [B(u; \xi) B^*(u; \xi)]^{-1} \left[ d\xi(u) - \int h(z, u; \xi) m(z, u) dz \cdot du \right] \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \gamma(x, y, s, t) = & \Gamma(x, y, s) - \int_s^t \left[ \int h(z, u; \xi) \varphi(x, z, s, u; \xi) dz \right]^* \times \\ & \times [B(u; \xi) B^*(u; \xi)]^{-1} \left[ \int h(z, u; \xi) \varphi(z, y, s, u; \xi) dz \right] du, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $m(x, s)$  и  $\Gamma(x, y, s)$  определяются по уравнениям фильтраций [1], а  $\varphi(x, y, s, t; \xi)$  является решением интегро-дифференциального уравнения

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi(x, y, s, t; \xi)}{\partial t} = & L_y \varphi(x, y, s, t; \xi) + \int k(z, y, t; \xi) \varphi(x, z, s, t; \xi) dz - \\ & - \left[ B(t; \xi) \sigma_2^*(y, t; \xi) + \int h(z, t; \xi) \Gamma(y, z, t) dz \right]^* \times \\ & \times [B(t; \xi) B^*(t; \xi)]^{-1} \left[ \int h(z, t; \xi) \varphi(x, z, s, t; \xi) dz \right] \end{aligned} \quad (5)$$

с начальным условием  $(A1) \varphi(x, y, s, s; \xi) = \Gamma(x, y, s)$  и граничным условием  $(B1) \varphi(x, y, s, t; \xi), L \varphi(x, y, s, t; \xi) \rightarrow 0$  при  $y \rightarrow \partial D$  равномерно по  $x$ .

Уравнения (3) — (5) являются прямыми уравнениями интерполяции. Уравнение (4) показывает как улучшается оценка  $n(x, s, t)$  при возрастании  $\sigma$ -алгебр  $F_t^\xi$ . Решение уравнения (5) можно интерпретировать как условное математическое ожидание

$$\varphi(x, y, s, t; \xi) = M \{ [\theta(x, s) - n(x, s, t)] [\theta(y, t) - m(y, t)]^* / F_t^\xi \}, \quad s \leq t.$$

Предположим теперь, что  $k(y, x, t; \xi) = k(y, x, t)$  и  $h(y, t; \xi) = h(y, t)$ , т. е. являются неслучайными функциями.

При естественном изменении условий (1) — (12) справедлива

Теорема 2. 1°. Величины  $n_1(x, t, s) = M [\theta(x, t) / F_s^\xi]$  и  $n_2(t, s) = M [\xi(t) / F_s^\xi]$  удовлетворяют следующей системе уравнений:

$$\frac{\partial n_1(x, t, s)}{\partial t} = L n_1(x, t, s) + \int k(z, x, t) n_1(z, t, s) dz, \quad (6)$$

$$\frac{\partial n_2(t, s)}{\partial t} = \int h(z, t) n_2(z, t, s) dz \quad (7)$$

с начальными условиями  $(A2) n_1(x, s, s) = m^*(x, s)$  и  $n_2(s, s) = \xi(s)$  и граничным условием  $(B2) L n_1(x, t, s) \rightarrow 0$ , при  $x \rightarrow \partial D$ .

2° Величины среднего квадратического отклонения

$$\gamma_1(x, y, t, s) = M \{ [\theta(x, t) - n_1(x, t, s)] [\theta(y, t) - n_1(y, t, s)]^* / F_s^\xi \},$$

$$\gamma_2(t, s) = M \{ [\xi(t) - n_2(t, s)] [\xi(t) - n_2(t, s)]^* / F_s^\xi \}$$

и смешанный момент отклонений

$$\delta(x, t, s) = M \{ [\theta(x, t) - n_1(x, t, s)] [\xi(t) - n_2(t, s)]^* / F_s^\xi \}$$

удовлетворяют следующей замкнутой системе интегро-дифференциальных уравнений:



$$\frac{\partial \gamma_1(x, y, t, s)}{\partial t} = (L_x + L_y) \gamma_1(x, y, t, s) + \left[ \int k(z, x, t) \gamma_1(z, y, t, s) dz \right]^* +$$

$$+ \int h(z, t) \gamma_1(x, z, t, s) dz + \sigma_1(x, t; \xi) \sigma_1^*(y, t; \xi) + \sigma_2(x, t; \xi) \sigma_2^*(y, t; \xi), \quad (8)$$

$$\frac{\partial \delta(x, t, s)}{\partial t} = L \delta(x, t, s) + \int k(z, x, t) \delta(z, t, s) dz +$$

$$+ \int h(z, t) \gamma_1(z, x, t, s) dz + \sigma_2(x, t; \xi) B^*(t; \xi), \quad (9)$$

$$\frac{\partial \gamma_2(t, s)}{\partial t} = \left[ \int h(z, t) \delta(z, t, s) dz \right]^* + \int h(z, t) \delta(z, t, s) dz +$$

$$+ B(t; \xi) B^*(t; \xi) \quad (10)$$

с начальными условиями (A3)  $\gamma_1(x, y, s, s) = \Gamma(x, y, s)$ ,  $\delta(x, s, s) = 0$ ,  $\gamma_2(s, s) = 0$  и граничными условиями

(B3)  $\gamma_1(x, y, t, s)$ ,  $L_x \gamma_1(x, y, t, s)$ ,  $L_y \gamma_1(x, y, t, s)$ ,  $\delta(x, t, s)$ ,  $L \delta(x, t, s)$  стремятся к 0, при  $x, y \rightarrow \partial D$  независимо друг от друга.

Замечание: Величина  $\delta(x, t, s)$  вводится только с целью замыкания предыдущих уравнений.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экономики и права

(Поступило 23.9.1976)

მათემატიკა

ს. ელოშვილი

ნაწილობრივ-დაკვირვებადი შემთხვევითი პროცესების  
კომპონენტთა ინტერპოლაციის და ექსტრაპოლაციის შესახებ

რეზიუმე

(1), (2) განტოლებებით წარმოდგენილი შემთხვევითი პროცესისათვის მიღებულია ინტერპოლაციის (3)—(5) და ექსტრაპოლაციის (6)—(10) განტოლებები.

MATHEMATICS

S. A. ELOSHVILI

ON THE INTERPOLATION AND EXTRAPOLATION OF A COMPONENT  
OF A CLASS OF PARTIAL OBSERVATION PROCESSES

Summary

The equations of interpolation (3)—(5) and the equations of extrapolation (6)—(10) of processes which have the representation (1), (2) are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. А. Глonti. Сообщения АН ГССР, 75, № 3, 1974.
2. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов. М., 1974.



А. М. ПАЧКОРИЯ

О РАСШИРЕНИЯХ ПОЛУМОДУЛЕЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.6.1976)

Шрайеровы расширения коммутативных моноидов, для которых выполняется закон сокращения, исследовались методами гомологической алгебры в [1], а шрайеровы расширения коммутативных моноидов в [2].

В настоящей статье из класса всех шрайеровых расширений полумодулей функториально выделяется подкласс, элементы которого мы называем нормальными шрайеровыми расширениями (определение 1). Соответствующий функтор является аддитивным и полуточным по обоим аргументам (теорема 2) и имеет место теорема о точности (теорема 7).

Пусть  $R$  — полукольцо с единицей. Левый  $R$ -полумодуль ([3], стр. 99) будем называть просто  $R$ -полумодулем. Максимальную  $R$ -подгруппу  $R$ -полумодуля  $A$  обозначим через  $U(A)$ .

Последовательность  $R$ -полумодулей и  $R$ -гомоморфизмов (отображающих  $0$  в  $0$ )  $0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  называется шрайеровым расширением  $R$ -полумодуля  $A$  при помощи  $R$ -полумодуля  $C$ , если: 1)  $\lambda$  — инъекция,  $\tau$  — сюръекция и  $\text{Im}(\lambda) = \text{Ker}(\tau)$ ; 2) для каждого  $c \in C$  множество  $\tau^{-1}(c)$ , содержит элемент  $u_c$ , такой, что для любого элемента  $b \in \tau^{-1}(c)$  существует и притом единственный  $a \in A$ , такой, что  $b = u_c + \lambda(a)$ . Элементы  $u_c$ ,  $c \in C$  называются представителями расширения  $(\lambda, B, \tau)$  [4].

Расширение  $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  конгруэнтно расширению  $E': 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda'} B' \xrightarrow{\tau'} C \rightarrow 0$  ( $E \equiv E'$ ), если существует  $R$ -гомоморфизм  $\beta: B \rightarrow B'$ , отображающий представители расширения  $(\lambda, B, \tau)$  в представители расширения  $(\lambda', B', \tau')$ , такой, что диаграмма

$$\begin{array}{ccccccc}
 E: & 0 & \rightarrow & A & \xrightarrow{\lambda} & B & \xrightarrow{\tau} & C & \rightarrow & 0 \\
 & & & \parallel & & \downarrow \beta & & \parallel & & \\
 E': & 0 & \rightarrow & A & \xrightarrow{\lambda'} & B' & \xrightarrow{\tau'} & C & \rightarrow & 0
 \end{array}$$

коммутативна. Ясно, что  $\beta$  — изоморфизм.

Множество классов конгруэнтных расширений  $R$ -полумодуля  $A$  при помощи  $R$ -полумодуля  $C$  обозначим через  $\text{Ext}_R^1 S(C, A)$  [2]. Тот факт, что  $\text{Ext}_R^1 S(C, A)$  является функтором из категории  $R$ -полумодулей в катего-

рию коммутативных моноидов, контравариантным по первому аргументу и аддитивным ковариантным по второму, устанавливается совершенно так же, как соответствующий результат для  $\text{Ext } S(C, A)$  из [2] ( $\text{Ext } S(C, A) = \text{Ext}_{N_0} S(C, A)$ , где  $N_0$  — полукольцо неотрицательных целых чисел).

Функтор  $\text{Ext}_R S(C, A)$  не является аддитивным по первому аргументу (можно показать, что приводимая в [2] конгруэнтность  $E(\gamma_1 + \gamma_2) \equiv \equiv E\gamma_1 + E\gamma_2$  неверна). Введем

**Определение 1.** Шрайерово расширение  $R$ -полумодулей  $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  назовем нормальным, если из того, что  $u_{c_1}$  и  $u_{c_2}$  — представители для элементов  $c_1$  и  $c_2$  соответственно, следует, что  $u_{c_1} + u_{c_2}$  — представитель для элемента  $c_1 + c_2$ .

Множество классов конгруэнтных нормальных расширений  $R$ -полумодуля  $A$  при помощи  $R$ -полумодуля  $C$  обозначим через  $EN_R(C, A)$ . Легко проверить, что  $EN_R(C, A)$  является подфунктором функтора  $\text{Ext}_R S(C, A)$ . Этот функтор будет аддитивным по обоим аргументам. Этим и нижеследующими теоремами оправдывается определение 1.

**Теорема 2.** Для любого  $R$ -полумодуля  $H$  и произвольного нормального шрайерового расширения  $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  индуцированные последовательности коммутативных моноидов

$$EN_R(C, H) \xrightarrow{\tau^*} EN_R(B, H) \xrightarrow{\lambda^*} EN_R(A, H)$$

и

$$EN_R(H, A) \xrightarrow{\lambda_*} EN_R(H, B) \xrightarrow{\tau_*} EN_R(H, C)$$

точны.

Эта теорема показывает, что функтор  $EN_R(C, A)$  полуточен по обоим аргументам относительно нормальных шрайеровых расширений.

**Определение 3.** Будем говорить, что шрайерово расширение  $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  обладает свойством  $(T)$ , если существует  $R$ -гомоморфизм  $t: B \rightarrow B$ , такой, что  $t\lambda = \lambda$  и  $t(u_c) \in U(B)$  для любого представителя  $u_c$  расширения  $(\lambda, B, \tau)$ .

**Определение 4.** Будем говорить, что шрайерово расширение  $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  обладает свойством  $(S)$ , если существует  $R$ -гомоморфизм  $s: B \rightarrow B$ , такой, что  $\tau s = \tau$  и  $s(b)$  — представитель расширения  $(\lambda, B, \tau)$  для любого  $b \in B$ .

Короткая точная последовательность абелевых групп  $0 \rightarrow A' \rightarrow A \rightarrow A'' \rightarrow 0$  обладает свойствами  $(T)$  и  $(S)$ , в этом случае  $t = s = 1$ . Для тривиального расширения коммутативных моноидов  $0 \rightarrow A \xrightarrow{i_1} A \oplus C \xrightarrow{p_2} C \rightarrow 0$  имеем  $t = i_1 p_1$  и  $s = i_2 p_2$ . Приведем пример нетривиального нормального



шрайерова расширения коммутативных моноидов, которое обладает свойствами (Т) и (S).

Рассмотрим короткую точную последовательность абелевых групп  $F: 0 \rightarrow Z_2 \xrightarrow{k} Z_2 \xrightarrow{\eta} Z_8 / Z_2 \rightarrow 0$ , где  $Z_2$  и  $Z_8$  — циклические группы порядка 2 и 8 соответственно,  $k$  и  $\eta$  определяются очевидным образом. Пусть  $M$  — моноид отличных от нуля целых чисел относительно обычного умножения, и пусть  $j: Z_2 \rightarrow M$  — каноническое вложение. Можно проверить, что нормальное расширение  $jF$  обладает свойствами (Т) и (S).

Для любого нормального шрайерова расширения  $R$ -полумодулей  $E: 0 \rightarrow A \xrightarrow{\lambda} B \xrightarrow{\tau} C \rightarrow 0$  и произвольного  $R$ -полумодуля  $H$  индуцируются последовательности

$$\begin{aligned} 0 \rightarrow \text{Hom}(C, H) \rightarrow \text{Hom}(B, H) \rightarrow \text{Hom}(A, H) \xrightarrow{E^*} \\ \rightarrow EN_R(C, H) \rightarrow EN_R(B, H) \rightarrow EN_R(A, H) \end{aligned} \quad (1)$$

и

$$\begin{aligned} 0 \rightarrow \text{Hom}(H, A) \rightarrow \text{Hom}(H, B) \rightarrow \text{Hom}(H, C) \xrightarrow{E_*} \\ \rightarrow EN_R(H, A) \rightarrow EN_R(H, B) \rightarrow EN_R(H, C). \end{aligned} \quad (1^*)$$

Рассмотрим вопрос точности этих последовательностей. Справедливы следующие предложения:

Предложение 5. Последовательность (1) (последовательность (1\*)) будет точной в члене  $\text{Hom}(A, H)$  (в члене  $EN_R(H, A)$ ) для каждого  $R$ -полумодуля  $H$  тогда и только тогда, когда нормальное расширение  $E$  обладает свойством (Т).

Предложение 6. Последовательность (1) (последовательность (1\*)) будет точной в члене  $EN_R(C, H)$  (в члене  $\text{Hom}(H, C)$ ) для каждого  $R$ -полумодуля  $H$  тогда и только тогда, когда нормальное расширение  $E$  обладает свойством (S).

Из этих предложений и теоремы 2 следует

Теорема 7. Последовательность (1) (последовательность (1\*)) будет точной для любого  $R$ -полумодуля  $H$  тогда и только тогда, когда нормальное расширение  $E$  обладает свойствами (Т) и (S).

Если  $E: 0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 0$  шрайерова расширение (не обязательно нормальное), то последовательность

$$\text{Hom}(B, H) \rightarrow \text{Hom}(A, H) \rightarrow \text{Ext}_R S(C, H) \rightarrow \text{Ext}_R S(B, H)$$

точна в члене  $\text{Hom}(A, H)$  для любого  $R$ -полумодуля  $H$  тогда и только тогда, когда расширение  $E$  обладает свойством (Т), а для точности в члене  $\text{Ext}_R S(C, H)$  необходимо и достаточно, чтобы расширение  $E$  обладало свойством (S).

Утверждение [2] о том, что последовательность

$$\text{Hom}(A, H) \rightarrow \text{Ext} S(C, H) \rightarrow \text{Ext} S(B, H)$$



точна для каждого коммутативного моноида  $H$  и для произвольного шрайверового расширения  $E: 0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 0$  коммутативных моноидов, неверно.

Когда  $R = N_0$  можно показать, что имеем изоморфизм  $EN(C, A) \cong \cong \text{Ext } S(C, U(A))$  для любых коммутативных моноидов  $A$  и  $C$ . Отсюда следует, что  $EN(C, A)$  — абелева группа.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.7.1976)

მათემატიკა

ა. პაჩკორია

ნახევარმოდულების გაფართოებების შესახებ

რეზიუმე

$R$ -ნახევარმოდულების შრაიერის ტიპის გაფართოებებიდან ფუნქტორი-ალურად გამოყოფილია ნორმალური გაფართოებები (განმარტება 1). შესაბამისი ფუნქტორი არის ადიციური და ნახევრადზუსტი ორივე არგუმენტის მიმართ (თეორემა 2). სამართლიანია თეორემა სიზუსტის შესახებ (თეორემა 7).

MATHEMATICS

A. M. PACHKORIA

### ON EXTENSIONS OF SEMIMODULES

#### Summary

The definition of Schreier normal extensions of  $R$ -semimodules is given (definition 1). The corresponding functor is additive and half-exact in both arguments (theorem 2). The exactness theorem is proved (theorem 7).

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. H. Inasariძე. Сообщения АН ГССР, 39, № 1, 1965, 3—10.
2. R. Strecker. Acta Math. Acad. Sci. Hung. 23 (1—2), 1972, 33—44.
3. X. H. Inasariძე. Труды Тбил. матем. ин-та, 48, 1975.
4. L. Redei. Acta Sci. Math. Szeged, 14, 1952, 252—273.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

ТРАНСФИНИТНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЙ  
 БЕСКОНЕЧНЫХ МНОЖЕСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 8.9.1976)

В настоящей статье рассматривается одна задача об отображениях бесконечных множеств, которая поставлена С. Уламом [1]. Формулировка этой задачи состоит в следующем (см. [1]).

Пусть  $A$  и  $B$  — два бесконечных множества,  $(f_\xi)_{\xi < \zeta}$  — трансфинитная последовательность функций, отображающих  $A$  в  $B$ , причём для  $(f_\xi)_{\xi < \zeta}$  выполняются следующие соотношения.

1. Из того, что для некоторых подмножеств  $X \subset A$  и  $Y \subset A$  и некоторого  $\xi < \zeta$  имеет место равенство  $f_\xi(X) \cap f_\xi(Y) = \emptyset$  следует, что для любого  $\eta \in (\xi, \zeta)$   $f_\eta(X) \cap f_\eta(Y) = \emptyset$ .

2. Каково бы ни было бесконечное подмножество  $X \subset A$ , существует такое порядковое число  $\xi < \zeta$ , что образ  $f_\xi(X)$  содержит по крайней мере два различных элемента.

3. Для произвольных пересекающихся друг с другом конечных множеств  $X \subset A$  и  $Y \subset A$  найдётся  $\xi < \zeta$  такое, что  $f_\xi(X) \cap f_\xi(Y) = \emptyset$ . Будет ли мощность  $A$  всегда меньше или равна мощности  $B$ ?

Легко видеть, что соотношение 2 вытекает из соотношения 3 и поэтому является излишним в приведенной формулировке. Здесь мы рассмотрим вопрос, более общий, чем поставленный выше, а именно, исследуем, в каких случаях мощность  $A$  не превосходит мощности  $B$  при условии существования последовательности отображений  $(f_\xi)_{\xi < \zeta}$  с указанными свойствами 1—3.

Предварительно сделаем ряд простых замечаний, которыми нам придется воспользоваться в дальнейшем. Прежде всего заметим, что если  $J$  — подмножество промежутка  $[0, \zeta)$ , финальное с  $\zeta$ , то частичная последовательность  $(f_\xi)_{\xi \in J}$  также обладает свойствами 1—3. Поэтому мы можем с самого начала заменить число  $\zeta$  его финальным характером (см. [2]), и, исключив тот тривиальный случай, когда  $\zeta = \zeta' + 1$ , ограничиться рассмотрением последовательностей вида  $(f_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$ , где  $\omega_\alpha$  — некоторое регулярное начальное порядковое число. Пусть, далее,  $R_\xi$  — разбиение множества  $A$ , ассоциированное с функцией  $f_\xi$ . Ясно, что мощность  $R_\xi$  меньше или равна  $\text{Card } B$ . Вместо семейства отображений  $(f_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$  ниже мы иногда будем рассматривать соответствующее семейство разбиений  $(R_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$ . Условия 1—3 для  $(R_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$  означают, что графики

отношений  $R_{\xi}$  ( $\xi < \omega_\alpha$ ) убывают по включению и их пересечение представляет собой диагональ в  $A^2$ . Наконец, само множество  $A$  отождествим с некоторым  $\omega_\beta$  — первым ординальным числом мощности  $\aleph_\beta$ .

Разберем теперь по отдельности все возможные здесь случаи.

1°.  $\aleph_3 < \aleph_\alpha$ . Покажем, что в этом случае всегда  $\text{Card } A \leq \text{Card } B$ . Действительно, для каждой пары  $(x, y)$  различных элементов из  $A$  существует наименьший индекс  $\xi = \xi(x, y)$ , такой, что  $f_\xi(x) \neq f_\xi(y)$ . Число индексов вида  $\xi(x, y)$  не превосходит  $\aleph_3$ . Поэтому, в силу соотношения  $\aleph_3 < \aleph_\alpha$  и регулярности кардинала  $\aleph_\alpha$ , найдется порядковое число  $\xi' < \omega_\alpha$ , которое строго больше всех  $\xi(x, y)$ . Но тогда, по условию 1, отображение  $f_{\xi'}$  должно быть инъективным. Следовательно,  $\text{Card } A \leq \text{Card } B$ .

2°.  $\aleph_3 = \aleph_\alpha$ . Здесь надо будет рассмотреть два подслучая.

а)  $\aleph_\alpha = \aleph_{\alpha'+1}$ . Определим  $\omega_\alpha$ -последовательность  $(f_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$  отображений множества  $\omega_\alpha$  в множество  $\omega_{\alpha'}$ , так, чтобы удовлетворялись соотношения 1—3. Пусть  $\xi \in [0, \omega_\alpha)$ . Поскольку мощность промежутка  $[0, \xi]$  меньше или равна  $\aleph_{\alpha'}$ , то существует инъекция  $\varphi_\xi: [0, \xi] \rightarrow \omega_{\alpha'} \setminus \{0\}$ . Продолжим  $\varphi_\xi$  до функции  $f_\xi: \omega_\alpha \rightarrow \omega_{\alpha'}$ , полагая  $f_\xi(\eta) = 0$  при  $\eta \in (\xi, \omega_\alpha)$ . Легко проверить, что для семейства  $(f_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$  соблюдаются условия 1—3 и, таким образом, при справедливости соотношения  $\aleph_\alpha = \aleph_{\alpha'+1}$  мощность  $B$  может оказаться строго меньше мощности  $A$ .

б) Порядковое число  $\alpha$  не имеет предшественника, т. е.  $\aleph_\alpha$  есть недостижимое кардинальное число. Убедимся, что в этом случае соотношение  $\text{Card } A \leq \text{Card } B$  выполняется всегда. Допустим противное. Тогда, отождествляя множество  $B$  с некоторым  $\aleph_\gamma$ , где  $\gamma < \alpha$ , будем иметь семейство отображений  $f_\xi: \aleph_\alpha \rightarrow \aleph_\gamma$  ( $\xi < \omega_\alpha$ ), удовлетворяющих условиям 1—3. В  $\aleph_\alpha$  выделим подмножество  $C$  мощности  $\aleph_{\gamma+1}$ . Рассуждая как выше, для каждой пары  $(x, y)$  различных элементов из множества  $C$  обозначим через  $\xi(x, y)$  первый индекс  $\xi$ , такой, что  $f_\xi(x) \neq f_\xi(y)$ . Поскольку  $\aleph_{\gamma+1} < \aleph_\alpha$  и  $\aleph_\alpha$  регулярно, существует индекс  $\xi' < \omega_\alpha$ , превосходящий все  $\xi(x, y)$ . Сужение отображения  $f_{\xi'}$  на множество  $C$  инъективно в силу условия 1. Но тогда получаем  $\aleph_{\gamma+1} \leq \aleph_\gamma$ , что абсурдно.

3°.  $\aleph_\alpha < \aleph_\beta \leq 2^{\aleph_\alpha}$ . Здесь также может оказаться, что  $\text{Card } B < \text{Card } A$ . Классическим примером этому служит известная конструкция базиса в пространстве Лебега. Пусть  $2^{\omega_0}$  — канторов дисконтинуум счетного типа. Для любого  $\xi < \omega_0$  положим  $C_\xi^0 = \mathcal{Z}_\varphi$  ( $\varphi \in 2^{\omega_0}$  &  $\varphi(\xi) = 0$ ),  $C_\xi^1 = \mathcal{Z}_\varphi$  ( $\varphi \in 2^{\omega_0}$  &  $\varphi(\xi) = 1$ ) и рассмотрим последовательность разбиений  $(P_\xi)_{\xi < \omega_0}$ , где  $P_\xi = \{C_\xi^0, C_\xi^1\}$ . Если через  $R_\xi$  мы обозначим нижнюю грань частичного семейства  $(P_\eta)_{\eta < \xi}$ , то получим убывающую по включению последовательность  $(R_\xi)_{\xi < \omega_0}$  конечных разбиений множества  $2^{\omega_0}$ , причем  $\inf_{\xi < \omega_0} R_\xi$  будет совпадать с диагональю в  $2^{\omega_0} \times 2^{\omega_0}$ . Исходя из этого, легко

построить счетное семейство отображений  $f_{\xi} : 2^{\omega_0} \rightarrow \omega_0$  ( $\xi < \omega_0$ ), такое, что  $(V\xi) (\xi < \omega_0 \Rightarrow R_{\xi}$  есть разбиение  $2^{\omega_0}$ , ассоциированное с  $f_{\xi}$ ). Очевидно, что для  $(f_{\xi})_{\xi < \omega_0}$  будут выполняться условия 1—3 (см. также [3]).

При справедливости обобщенной гипотезы континуума вышеприведенные рассуждения дают результат и для всякого кардинального числа  $\aleph_{\alpha}$ . В самом деле, если  $\xi < \omega_{\alpha}$ , то, полагая  $C_{\xi}^0 = \mathcal{E}_{\varphi}(\varphi \in 2^{\omega_{\alpha}} \& \varphi(\xi) = 0)$ ,  $C_{\xi}^1 = \mathcal{E}_{\varphi}(\varphi \in 2^{\omega_{\alpha}} \& \varphi(\xi) = 1)$ ,  $P_{\xi} = \{C_{\xi}^0, C_{\xi}^1\}$ ,  $R_{\xi} = \inf_{\eta < \xi} P_{\eta}$ , будем иметь  $\text{Card } R_{\xi} \leq 2^{\text{Card } \xi} \leq \aleph_{\alpha}$ . Поэтому существует  $\omega_{\alpha}$ -последовательность функций  $f_{\xi}$ , отображающих  $2^{\omega_{\alpha}}$  в  $\omega_{\alpha}$ , для которых соответствующие  $R_{\xi}$  являются ассоциированными разбиениями множества  $2^{\omega_{\alpha}}$ . Так как  $\inf_{\xi < \omega_{\alpha}} R_{\xi}$  есть диагональ в  $2^{\omega_{\alpha}} \times 2^{\omega_{\alpha}}$ , то  $\omega_{\alpha}$ -последовательность  $(f_{\xi})_{\xi < \omega_{\alpha}}$  удовлетворяет соотношениям 1—3.

4.  $\aleph_{\beta} > 2^{\aleph_{\alpha}}$ . Покажем сначала, что в этом случае  $\text{Card } A \leq 2^{\text{Card } B}$ . Действительно, каждый элемент множества  $A$  определяется некоторым убывающим по включению семейством  $(X_{\xi})_{\xi < \omega_{\alpha}}$ , принадлежащим декартову произведению  $\prod_{\xi < \omega_{\alpha}} R_{\xi}$ . Значит, имеет место оценка  $\text{Card } A \leq (\text{Card } B)^{\aleph_{\alpha}}$ . Если бы  $\text{Card } B$  было меньше или равно  $\aleph_{\alpha}$ , то из предыдущего соотношения мы получили бы  $\text{Card } A \leq 2^{\aleph_{\alpha}}$ , вопреки нашему предположению. Поэтому  $\text{Card } B > \aleph_{\alpha}$ . Но тогда оценка  $\text{Card } A \leq (\text{Card } B)^{\aleph_{\alpha}}$  дает нужное неравенство  $\text{Card } A \leq 2^{\text{Card } B}$ . Таким образом, достаточно убедиться в существовании множества  $B$  с  $2^{\text{Card } B} > 2^{\aleph_{\alpha}}$  и  $\omega_{\alpha}$ -последовательности отображений  $f_{\xi} : 2^{\text{Card } B} \rightarrow B$ , обладающей свойствами 1—3. Для этого определим по трансфинитной рекурсии строго возрастающую последовательность кардинальных чисел  $(\delta_{\xi})_{\xi < \omega_{\alpha}}$ :  $\delta_0 = \aleph_{\theta}$  ( $\theta \geq \alpha$ ),  $\delta_{\xi} = \sum_{\eta < \xi} \delta_{\eta}$ , если  $\xi > 0$  и  $\xi$  не имеет предшественника,  $\delta_{\xi+1} = 2^{\delta_{\xi}}$ .

Положим, далее,  $\delta = \sum_{\xi < \omega_{\alpha}} \delta_{\xi}$ . Для кардинального числа  $\delta$  будут справедливы соотношения:

$$(1) \quad \delta^{\aleph_{\alpha}} = 2^{\delta};$$

$$(2) \quad \delta^{\aleph_{\gamma}} = \delta \text{ при } \gamma < \alpha.$$

Пусть  $A$ —множество всех отображений  $\omega_{\alpha}$  в  $\delta$ ,  $B$ —множество всех отображений собственных отрезков  $\omega_{\alpha}$  в  $\delta$ . Соотношения (1) и (2) показывают, что  $\text{Card } A = 2^{\delta}$ ,  $\text{Card } B = \delta$ . Определим функцию  $f_{\xi} : A \rightarrow B$  ( $\xi < \omega_{\alpha}$ ) с помощью равенства

$$f_{\xi}(\varphi) = \varphi|_{[0, \xi]} \quad (\varphi \in A),$$



где  $\varphi|_{[0, \xi]}$ , как обычно, означает сужение отображения  $\varphi$  на интервал  $]0, \xi]$ . Без труда проверяется, что определенная вышеуказанным способом  $\omega_\alpha$ -последовательность  $(f_\xi)_{\xi < \omega_\alpha}$  удовлетворяет условиям 1—3.

Мы видим, таким образом, что если выполняется обобщенная гипотеза континуума и если каждое несчетное кардинальное число является достижимым, то из рассмотренных четырех случаев только случай 1° гарантирует справедливость соотношения  $\text{Card } A \leq \text{Card } B$  при  $\text{Card } A > \aleph_0$ .

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 17.9.1976)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

უსასრულო სიმრავლეების გადასახვევის ტრანსფინიტური  
 მიმდევრობები

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ს. ულამის [1] ერთი ამოცანა უსასრულო სიმრავლეების გადასახვევის შესახებ.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

## THE TRANSFINITE SEQUENCES OF THE MAPPINGS OF INFINITE SETS

Summary

One problem of S. Ulam (1), concerning the mappings of infinite sets, is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. У л а м. Нерешенные математические задачи. М., 1964.
2. Н. Б у р б а к и. Теория множеств. М., 1965.
3. В. Z e l i n k a. Casop. pestov. mat. 92, № 2, 1967.



А. Р. ЦИЦКИШВИЛИ

О КОНФОРМНОМ ОТОБРАЖЕНИИ ПОЛУПЛОСКОСТИ  
 НА КРУГОВЫЕ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 2.9.1976)

Рассмотрим задачу отыскания функции  $z=z(\zeta)$  [1-6], где  $\zeta=t+i\tau$ ,  $z=x+iy$ , конформно отображающей полуплоскость  $\{J_m(\zeta) > 0\}$  на внутренность кругового четырехугольника с вершинами  $b_1, b_2, b_3, b_4$  и, соответственно, внутренними углами  $\pi\nu_k, k=1, 2, 3, 4$ . Точки плоскости  $\zeta$ ,  $-\infty < a_1 < a_2 < a_3 < a_4 < +\infty$  переходят в точки  $b_1, b_2, b_3, b_4$ , причем  $a_1 = -1, a_2 = 0, a_4 = 1$ .

Стыкание функции  $z(\zeta)$  приводится к решению уравнения [1-5]:

$$2v''(\zeta) + R(\zeta)v(\zeta) = 0, \quad R(\zeta) = \sum_{k=1}^4 [(1 - \nu_k^2)(\zeta - a_k)^{-2} / 2 + c_k(\zeta - a_k)^{-1}]; \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^4 c_k = 0, \quad \sum_{k=1}^4 [a_k c_k + (1 - \nu_k^2) / 2] = 0, \quad \sum_{k=1}^4 [a^2 c_k + a_k(1 - \nu_k^2)] = 0. \quad (2)$$

Функция  $z(\zeta)$  находится по формуле  $z(\zeta) = u_1(\zeta) / u_2(\zeta)$ ,  $u_1(\zeta) = p_{10}v_1(\zeta) + q_{10}v_2(\zeta)$ ,  $u_2(\zeta) = p_{20}v_1(\zeta) + q_{20}v_2(\zeta)$ , где  $v_1(\zeta), v_2(\zeta)$  — линейно-независимые решения (1), а  $p_{10}, q_{10}, p_{20}, q_{20}$  — постоянные ( $p_{10}q_{20} - p_{20}q_{10} = 1$ ).

Ради простоты допустим, что все  $\nu_k \neq 0$ . Уравнение контура произвольного четырехугольника имеет вид [1]:

$$I_m[z(t)] = 0, \quad t \in (a_1, a_4); \quad I_m[z(t) \exp(-i\pi\nu_4)] = 0, \quad t \in (a_3, a_4);$$

$$I_m[\{\exp(i\pi\nu_1)z(t) - \sigma_1\} / \{z(t) - \tau_1\}] = 0, \quad t \in (a_1, a_2); \quad (3)$$

$$I_m[\{\exp(-i\pi\nu_3)(\exp(-i\pi\nu_4)z(t) - \sigma_2)\} / \{\exp(-i\pi\nu_4)z(t) - \tau_2\}] = 0, \quad t \in (a_2, a_3);$$

где  $\sigma_1, \sigma_2$  — длины отрезков  $b_4b_1, b_4b_3$ ,  $a, \tau_1 - \sigma_1, \tau_2 - \sigma_2$  — длины хорд окружностей  $b_1b_2, b_2b_3$ , образованные при пересечении с прямыми  $b_4b_1, b_4b_3$ . Окружности  $b_1b_2, b_2b_3$  соответственно имеют координаты центров

$$[(\tau_1 + \sigma_1) / 2, (\tau_1 - \sigma_1) \operatorname{ctg}(\pi\nu_1) / 2], \quad [[\tau_2 \sin \pi(\nu_3 + \nu_4) - \sigma_2 \sin \pi(\nu_4 - \nu_3)] / (2 \sin \pi\nu_3),$$

$$[\sigma_2 \cos \pi(\nu_4 - \nu_3) - \tau_2 \cos \pi(\nu_3 + \nu_4) / (2 \sin \pi\nu_3)]]$$

и радиусы  $(\tau_1 - \sigma_1) / (2 \sin \pi\nu_1)$ ,  $(\tau_2 - \sigma_2) / (2 \sin \pi\nu_3)$ .

Введем вектор  $\Phi(\zeta) = [u_1(\zeta), u_2(\zeta)]$ . Если его продолжить для  $I_m(\zeta) < 0$ , тогда (3) можно записать в виде [7, 8]:

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t), \quad -\infty \leq t \leq +\infty \quad (4)$$

где  $\Phi^+(t)$ ,  $\Phi^-(t)$  — предельные значения вектора  $\Phi(\zeta)$  из верхней  $S^+$  и нижней  $S^-$  полуплоскостей, а матрица  $G(t)$  ( $\det G(t) = 1$ ), определенная с точностью знака, имеет вид [8]:

$$G_1(t) = \begin{vmatrix} 1, & 0 \\ 0, & 1 \end{vmatrix}, \quad t \in (a_1, a_4); \quad G_4(t) = - \begin{vmatrix} \exp(i\pi\nu_4), & 0 \\ 0, & \exp(-i\pi\nu_4) \end{vmatrix}, \quad t \in (a_3, a_4);$$

$$G_2(t) = (\zeta_1 - \sigma_1)^{-1} \begin{vmatrix} \sigma_1 \exp(i\pi\nu_1) - \tau_1 \exp(-i\pi\nu_1), & -2i\tau_1\sigma_1 \sin \pi\nu_1 \\ 2i \sin \pi\nu_1, & \sigma_1 \exp(-i\pi\nu_1) - \tau_1 \exp(i\pi\nu_1) \end{vmatrix}, \quad t \in (a_1, a_2);$$

$$G_3(t) = (\sigma_2 - \tau_2)^{-1} \begin{vmatrix} \sigma_2 \exp[i\pi(\nu_4 - \nu_3)] - \tau_2 \exp[i\pi(\nu_4 + \nu_3)], & 2i\sigma_2\tau_2 \sin \pi\nu_3 \\ -2i \sin \pi\nu_3, & \sigma_2 \exp[-i\pi(\nu_4 - \nu_3)] - \tau_2 \exp[-i\pi(\nu_4 + \nu_3)] \end{vmatrix},$$

$$t \in (a_2, a_3). \quad (5)$$

Локальные решения (1) в точки  $t = a_j$ ,  $t = \infty$ , имеют вид [1-4]

$$v_{kj}(t) = (t - a_j)^{\rho_{kj}} \gamma_j \left[ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_{jn}^k (t - a_j)^n \right], \quad v_{k\infty}(t) = t^{h-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_{\infty n}^k t^{-(n+2-h)}, \quad (6)$$

где  $\rho_{kj} = [1 + (-1)^k \nu_j] / 2$  — корни определяющего уравнения,  $\gamma_{jn}^k$ ,  $\gamma_{\infty n}^k$  — определяются рекуррентными формулами, а  $\gamma_j$  будут определены ниже.

Характеристическое уравнение для точки  $a_j$  пусть имеет корни  $\lambda_{kj}$  [1, 7, 8]. Если потребуем, что  $2\pi i \rho_{kj} = \ln \lambda_{kj}$ , тогда матрицы  $G_j$  определяются точно. Приравняв инвариант матрицы  $G_2 G_3^{-1}$  к выражению  $\lambda_{12} + \lambda_{22} = -2 \cos \pi\nu_2$ , получаем известную формулу ([1], стр. 584).

Проведем разрез вдоль оси  $t$ , так чтобы  $\exp[\rho_{kj} \ln(t - a_j)] > 0$ , при  $t > a_j$  и составим матрицы  $\theta_j(t)$ ,  $\theta_{\infty}(t)$ ,  $T_j$  строками

$$\theta_{kj}(t) = \|v_{kj}(t), v'_{kj}(t)\|, \quad t > a_j; \quad \theta_{kj}^*(t) = \|v_{kj}^*(t), v_{kj}^{*'}(t)\|, \quad t < a_j; \quad (7)$$

$$\theta_{k\infty}(t) = \|v_{k\infty}(t), v'_{k\infty}(t)\|, \quad K_{kj}^{\pm} = \|\exp[\pm i\pi\rho_{kj}] \delta_{k1}, \exp[\pm i\pi\rho_{kj}] \delta_{k2}\|,$$

$$T_{kj} = \|\rho_{kj}, q_{kj}\|, \quad v'_{kj}(t) = dv_{kj}(t)/dt, \quad v_{kj}^{\pm}(t) = \exp[\pm i\pi\rho_{kj}] v_{kj}^*(t), \quad (8)$$

$$\theta_{ij}^{\pm}(t) = K_{ij}^{\pm} \theta_j^*(t), \quad \text{при } t < a_j, \quad \delta_{ij} = 1, \quad i = j; \quad \delta_{ij} = 0, \quad i \neq j,$$

где знаки  $+$  и  $-$  берутся для предельных значений функции из областей  $S^+$ ,  $S^-$ ,  $T_j$  — постоянные действительные матрицы.

Между матрицами (7), (8) существуют зависимости [1, 2, 8]:

$$\theta_j^*(t) = T_{j-1} \theta_{j-1}(t), \quad t \in (a_{j-1}, a_j); \quad \theta_1^*(t) = T_5 \theta_{\infty}(t), \quad t < a_1; \quad (9)$$

$$\theta_4(t) = T_4 \theta_{\infty}(t), \quad t > a_4, \quad \det \theta_j(t) = -\det \theta_j^*(t) = -\det T_j = 1,$$

$$\gamma_j = \exp \left[ -\frac{1}{2} \ln \nu_j \right].$$

Рассмотрим матрицу  $\chi(t) = T_0 \theta_4(t)$ , при  $t > a_4$ . Матрицы  $\chi^{\pm}(t)$  определяются в виде

$$\chi^{\pm}(t) = T_0 K_4^{\pm} T_3 K_3^{\pm} \cdots T_j K_j^{\pm} \theta_j^*(t), \quad t \in (a_{j-1}, a_j), \quad (10)$$

$$\chi^{\pm}(t) = T_0 K_4^{\pm} T_3 K_3^{\pm} \cdots T_j K_j^{\pm} T_{j-1} \theta_{j-1}(t), \quad t \in (a_{j-1}, a_j), \quad (11)$$

Подставляя матрицы  $\chi^\pm(t)$  в условия (4), для точек  $a_4, a_3, a_2, a_1$ , получим уравнения:

$$p_{10} = q_{20} = 0; \quad q_{10} p_{23} = \sigma_2 p_{20} p_{13}, \dots \quad (12); \quad q_{10} q_{23} = \tau_2 p_{20} q_{13}, \dots \quad (13)$$

$$p_{13} p_{12} B = q_{13} p_{22} (A + D), \dots \quad (14); \quad p_{13} q_{12} = q_{13} q_{22} (C + D) / B, \dots \quad (15)$$

$$p_{11} / p_{21} = -q_{22} A_1(v_1) / p_{22}, \dots \quad (16); \quad q_{11} / q_{21} = -q_{22} A_1(-v_1) / p_{22}, \dots \quad (17)$$

$$A = -\cos \pi(v_3 - v_2), \quad C = -\cos \pi(v_2 + v_3), \quad D = [\sigma_1 \cos \pi(v_1 - v_4) - \\ - \tau_1 \cos \pi(v_1 + v_4)] / (\sigma_1 - \tau_1); \quad B = \cos \pi v_2 + [2\sigma_2 \sin \pi v_1 \sin \pi v_3 - \\ - \sigma_1 \cos \pi(v_3 + v_4 - v_1) + \tau_1 \cos \pi(v_1 + v_3 + v_4)] / (\sigma_1 - \tau_1),$$

$$A_1(v_1) = \left[ \sigma_2 (C + D) \sin \frac{\pi}{2} (v_4 + v_2 - v_3 - v_1) + \tau_2 B \sin \frac{\pi}{2} (v_4 + v_3 + v_2 - v_1) \right] : \\ : \left[ \sigma_2 (A + D) \sin \frac{\pi}{2} (v_4 - v_3 - v_2 - v_1) + \tau_2 B \sin \frac{\pi}{2} (v_4 + v_3 - v_2 - v_1) \right].$$

Условия совместимости однородных систем уравнений (12)–(7) есть двойные отношения [2]:

$$(p_{13} q_{23}) / (p_{23} q_{13}) = \tau_2 / \sigma_2, \dots \quad (18)$$

$$(p_{12} q_{22}) / (p_{22} q_{12}) = (A + D) / (C + D), \dots \quad (19)$$

$$(p_{11} q_{21}) / (p_{21} q_{11}) = A_1(v_1) / A_1(-v_1). \quad (20)$$

Пусть в точке  $t_{(j-1)j} \in (a_{j-1}, a_j)$  сходятся матрицы  $\theta_j^*(t)$ ,  $\theta_{j-1}(t)$ , тогда

$$T_{j-1} = \theta_j^* [t_{(j-1)j}] \theta_{j-1}^{-1} [t_{(j-1)j}]. \quad (21)$$

Подставляя  $p_{kj}$ ,  $q_{kj}$ , определенные из (21), в условия (12)–(20) получаем систему шести уравнений относительно  $q_{10}/p_{20}$ ,  $a_3$ ,  $c_3$ . Из уравнения (12) найдем  $q_{10}/p_{20}$ . Для определения  $a_3$ ,  $c_3$  имеем систему пяти уравнений (14), (16), (18), (19), (20). Введем обозначения:  $p_{13}/q_{13} = x_1$ ,  $p_{23}/q_{23} = x_2$ ,  $p_{22}/p_{12} = x_3$ ,  $q_{22}/q_{12} = x_4$ ,  $p_{11}/p_{21} = x_5$ ,  $q_{22}/p_{22} = x_6$ ,  $q_{11}/q_{21} = x_7$ . При таком обозначении система (14), (16), (18), (19), (20) разбивается на две группы (14), (18), (19); (16), (20). Из каждой группы уравнений если известно одно из  $x_k$ , то остальные определяются через него. Так как точка  $t = \infty$  является обыкновенной для (1), то одна матрица  $T_j$  ( $j = 1, 2, 3$ ) определяется через остальные  $T_k$  [4], поэтому разность чисел уравнений и неизвестных равна трем. Из каждой группы мы берем по одному уравнению, например, (18), (20).

Уравнение (18), (20) перепишем так:  $H_k(a_3, c_3) = 0$ ,  $k = 1, 2$ . Преобразуем уравнение (1) по формуле  $v(\zeta) = r_1(\zeta) v_*(\zeta)$ , где  $r(\zeta) = \exp \{ \Sigma(1 - v_k) \times \times \ln(\zeta - a_k) / 2 \}$ . Если круговой четырехугольник превращается в линейный, то уравнение относительно  $v_*(\zeta)$  должно иметь вид  $v_*''(\rho) + v_*'(\zeta) 2r'(\zeta) / r(\zeta) = 0$ , а это случится при  $c_m = -(1 - v_m) \Sigma(1 - v_k) / [(a_m - a_k) 2]$ ,  $k \neq m$ . Из этой формулы можно определить промежуток изменения для  $c_3$ . Построим графики  $H_k(c_3)$  для фиксированных  $a_k$ . Затем определим координаты пересече-



чения кривых  $H_k(c_3)$  с прямой  $H_k=0$ . Из этих координат построим теперь графики  $c_3 = \omega_k(a_3)$ . Кривые  $\omega_k(a_3)$  пересекутся в точке, координаты которой мы ищем. После определения  $a_3$ ,  $c_3$  вычислим матрицы  $T_j$ , коэффициенты  $\gamma_{jn}^k$ , тогда  $z(t)$  станет известной вдоль оси  $t$ .

Эти результаты переносятся на случай, когда некоторые или все  $\gamma_k=0$ .

Академия наук ГССР  
 Тбилисский математический институт  
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 3.9.1976)

მათემატიკა

ა. ციციშვილი

ნახევარსიბრტყის წრიულ ოთხკუთხედებზე კონფორმულად  
 გაღასახვის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია ნახევარსიბრტყის წრიულ ოთხკუთხედებზე კონფორმულად გაღასახავი ფუნქციის ეფექტურად აგების მეთოდი ნებისმიერი წრიული ოთხკუთხედისათვის.

MATHEMATICS

A. R. TSITSKISHVILI

## CONFORMAL MAPPING OF A HALF-PLANE ONTO CIRCULAR QUADRANGLES

Summary

A method of function construction which maps conformally a half-plane onto arbitrary circular quadrangles is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Я. Полубаринова-Кочина. Изв. АН СССР, сер. матем., № 5—6, 1939.
2. В. Коппенфельс, Ф. Штальман. Практика конформных отображений. М., 1963.
3. Г. Н. Голузин. Геометрическая теория функций комплексного переменного. М., 1966.
4. В. В. Голубев. Лекции по аналитической теории дифференциальных уравнений. М., 1950.
5. Э. Д. Пергаменцев. УМН, т. XII, вып. 2 (74), 1957.
6. Э. Н. Береславский. Вычислительная и прикладная математика, вып. 21, 1973.
7. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений и некоторые граничные задачи. М., 1970.
8. А. Р. Цицкишвили. Дифференциальные уравнения, т. X, № 3, 1974.



Г. Н. ХИМШИАШВИЛИ

К ТЕОРИИ ВЕТВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ОБЫКНОВЕННЫХ  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В БАНАХОВЫХ  
 ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.9.1976)

1. Пусть  $E$  — банахово пространство над полем  $K$ , где  $K$  — поле действительных или комплексных чисел. Рассмотрим дифференциальное уравнение

$$\frac{du}{dt} = f(u, t, \lambda), \tag{1}$$

где  $u$  — абстрактная функция от  $t$  со значениями в  $E$ ,  $t \in [t_1, t_2]$ , и  $\lambda \in K^m$ . Отображение  $f$  определено и непрерывно в открытой выпуклой области  $D \subset E \times R^1 \times K^m$  и аналитично по совокупности  $u$  и  $\lambda$ . Для получения частного решения уравнения (1) обычно накладывают дополнительные условия — начальные, граничные или условия периодичности. Более общо рассмотрим вектор  $B[u(t), \lambda]$  пространства  $E$ , непрерывно зависящий от решения  $u(t)$  на  $[t_1, t_2]$  и параметра  $\lambda$ . Тогда дополнительные условия в общем случае записываются в виде

$$B[u(t), \lambda] = 0. \tag{2}$$

Задачу нахождения решений уравнения (1), удовлетворяющих условию (2), назовем, следуя [1], задачей  $B$ .

Пусть  $u_0(t)$  есть решение задачи  $B$  при  $\lambda = \lambda_0$ , лежащее в  $D$  для  $t \in [t_1, t_2]$ . Требуется определить, отвечают ли от  $u_0$  какие-нибудь решения задачи  $B$  вблизи значения параметра  $\lambda_0$ . Следуя методу Пуанкаре [2], рассмотрим для уравнения (1) задачу Коши с начальным условием

$$u(t_1, \lambda) = a. \tag{3}$$

Обозначим  $a_0 = u_0(t_1)$ . Имеет место следующая теорема существования и единственности решений данной задачи Коши.

*Теорема 1. В этих предположениях и обозначениях существуют  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ , такие, что для любых  $a$  и  $\lambda$  с  $\|a - a_0\| < \alpha$ ,  $\|\lambda - \lambda_0\| < \beta$  задача Коши (1), (3) имеет единственное решение  $u(t, \lambda, a)$ , определенное на  $[t_1, t_2]$ , лежащее в  $D$ , непрерывное по  $(t, \lambda, a)$  и аналитическое по совокупности  $a$  и  $\lambda$ , то есть*

$$u(t, \lambda, a) = \sum_{m, n=0}^{+\infty} F_{mn}(t) (\lambda - \lambda_0)^m (a - a_0)^n, \text{ где}$$

$F_{mn}(t)$  суть  $n$ -линейные операторы, непрерывно зависящие от  $t$ , и этот (F)-

степенной ряд (см. [3]) абсолютно сходится при указанных значениях  $a$  и  $\lambda$ .

Доказательство теоремы проводится путем сведения задачи Коши к рекуррентной системе обыкновенных дифференциальных уравнений на коэффициенты степенного ряда, представляющего решение, и установления его сходимости методом мажорант (см. [4], стр. 315).

Для того чтобы решение задачи Коши  $u(t, \lambda, a)$  было решением задачи В, оно должно удовлетворять (2). Обозначим  $b(a, \lambda) = B[u(t, \lambda, a), \lambda]$ ; тогда, очевидно, получаем

Следствие.  $u(t, \lambda, a)$  есть решение задачи В в том и только в том случае, когда

$$b(a, \lambda) = 0. \quad (4)$$

Таким образом, наша задача сводится к нахождению решений  $a(\lambda)$  уравнения (4) таких, что  $a(\lambda) \rightarrow a_0$  при  $\lambda \rightarrow \lambda_0$ . Поэтому уравнение (4) называется уравнением разветвления нашей задачи.

Предположим теперь, что  $b(a, \lambda)$  и  $b_a(a, \lambda)$  непрерывны в окрестности точки  $(a_0, \lambda_0)$ . Тогда с помощью теоремы о неявной функции нетрудно получить следующий результат.

**Теорема 2.** Пусть выполнены условия теоремы 1,  $b(a, \lambda)$  и  $b_a(a, \lambda)$  определены и непрерывны в окрестности точки  $(a_0, \lambda_0)$  и  $b_a(a_0, \lambda_0)$  — обратимый линейный оператор в пространстве  $E$ . Тогда существует  $\gamma > 0$ , такое, что для любого  $\lambda$  с  $\|\lambda - \lambda_0\| < \gamma$  существует и единственно  $u(t, \lambda)$ , непрерывное по  $t$  и  $\lambda$ , решение задачи В, удовлетворяющее условию  $u(t, \lambda_0) = u_0(t)$ .

Эта теорема дает условие однозначной продолжимости по параметру  $\lambda$ . Поэтому ветвление может иметь место лишь в случае, когда  $b_a(a_0, \lambda_0)$  не обратим.

В случае, когда выражение  $B[u(t, \lambda), \lambda]$  непрерывно дифференцируемо по  $u$ , можно построить линеаризованную задачу, соответствующую задаче В

$$\dot{u}_t = f_u[u(t, \lambda), t, \lambda] \dot{u}, \quad (5)$$

$$B_u[u(t, \lambda), \lambda] = 0. \quad (6)$$

В наших предположениях хорошо известные результаты теории линейных обыкновенных дифференциальных уравнений в банаховых пространствах [5] обеспечивают существование фундаментального оператора  $U(t, \lambda)$  уравнения (5). Более того, в силу его единственности получаем, что  $u_a(t, \lambda, a) = U(t, \lambda)$ . Используя далее рассуждения, приведенные в работе [1], стр. 23, получаем следующую теорему.

**Теорема 3.** Пусть выполнены условия теоремы 1 и определено  $B_u[u(t, \lambda), \lambda]$ . Тогда мощность множества линейно независимых решений линеаризованной задачи (5), (6) совпадает с размерностью ядра оператора  $b_a(a, \lambda)$ . В частности, тривиальное решение  $\dot{u}(t) \equiv 0$  является единственным решением линеаризованной задачи тогда и только тогда, когда



$b_a(a, \lambda)$  обратимый оператор, и в этом случае решение  $u_0(t)$  задачи В однозначно продолжается по параметру.

В дальнейшем мы всюду предполагаем, что  $K$  есть поле комплексных чисел. В случае, когда  $b(a, \lambda)$  — аналитический фредгольмовский оператор индекса 0, информацию о числе различных решений задачи В, ответвляющихся от данного, можно получить с помощью понятия кратности нуля фредгольмовского оператора, которое было введено и исследовано в работе [6].

Без ограничения общности можно считать, что  $a_0 = 0, \lambda_0 = 0$ . Применяя основную теорему работы [6] к уравнению  $b(a, \lambda) = 0$  и учитывая следствие теоремы 1, непосредственно получаем следующую теорему.

**Теорема 4.** Пусть выполнены условия теоремы 1,  $b(a, \lambda)$  — комплексно-аналитический фредгольмовский оператор индекса 0 и  $0_E$  является изолированным решением уравнения  $b(x, 0) = 0$ . Тогда число считааемых с кратностями решений задачи В, ответвляющихся от данного, равно  $\mu_b$ -кратности  $0_E$  как решения уравнения  $(b, x) = 0$ .

Следствие. В этих предположениях число геометрически различных решений задачи В, ответвляющихся от данного, не превосходит  $\mu_b$ .

**Замечание.** В важном для приложений частном случае, когда уравнение (1) рассматривается на всей оси, правая часть  $T$ -периодична по  $t$  и ищутся  $T$ -периодические решения, условие (2) имеет вид  $u(T, \lambda) - u(0, \lambda) = 0$ , и, очевидно, выполнено условие аналитичности  $b(a, \lambda) = u(T, \lambda, a) - a$ . Для того чтобы  $b_a(0, 0)$  был фредгольмовым индексом 0 достаточно, чтобы  $F_{01}(T)$  был вполне непрерывным линейным оператором в  $E$ . Тогда выполнены все условия, обеспечивающие возможность наших построений, и в этом случае теорема 4 уточняет результаты § 19 работы [4].

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 23.9.1976)

მათემატიკა

ბ. სიმონიშვილი

ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებების ამონახსნების  
ბიფურკაციის თეორიისათვის ბანახის სივრცეებში

რეზიუმე

ბანახის სივრცეში მოცემული ჩვეულებრივი ანალიზური დიფერენციალური განტოლებების სასაზღვრო ამოცანათა ამოხსნებისათვის ავებულია ბიფურკაციის განტოლება. ფრედჰოლმის შემთხვევაში მოცემულია ამ განტოლების ამოხსნათა რიცხვის შეფასება.



G. N. KHIMSHIASHVILI

ON THE BIFURCATION THEORY FOR THE SOLUTIONS OF  
ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS IN BANACH SPACES

## Summary

The bifurcational equation for the solutions of analytical ordinary differential equations in Banach spaces is constructed. In the Fredholm case an estimate for the number of its solutions is given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Б. Келлер. Сб. «Теория ветвления и нелинейные задачи на собственные значения», М., 1974.
2. С. Лефшец. Геометрическая теория дифференциальных уравнений. М., 1961.
3. Э. Хилле, Р. Ф. Филлипс. Функциональный анализ и полугруппы. М., 1962.
4. М. М. Вайнберг, В. А. Треногин. Теория ветвления решений нелинейных уравнений. М., 1969.
5. С. Г. Крейн. Обыкновенные дифференциальные уравнения в банаховом пространстве. М., 1966.
6. Г. Н. Химшиашвили. Вестник МГУ, сер. матем.-механ., № 6, 1976, 52—56.

А. И. БУАДЗЕ

О РАСХОДИМОСТИ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТНЫХ СУММ КРАТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 23.9.1976)

В работе [1] доказано существование непрерывной на квадрате  $T^2 = [0, 2\pi]^2$  функции, ряд Фурье которой расходится всюду на квадрате  $T^2$  при суммировании по прямоугольникам. Далее в работе [2] доказано существование непрерывной на квадрате  $T^2$  функции, ряд Фурье которой имеет степенной тип и расходится всюду на квадрате  $T^2$  при суммировании по прямоугольникам.

В работах [3, 4] установлено, что для любых  $p < 2$  существует функция  $f \in L^p(T^2)$ , такая, что сферические частные суммы

$$\sigma_R(t, \tau; f) = \sum_{m^2 + n^2 < R^2} C_{mn} \exp \{i(mt + n\tau)\}$$

е ряда Фурье не ограничены почти всюду.

Что касается сферических частных сумм кратных тригонометрических рядов Фурье класса  $L^2$ , то вопрос об их сходимости почти всюду остался открытым.

В данной статье дается ответ на этот вопрос, именно справедлива следующая

**Теорема.** *Существует непрерывная периодическая функция  $f$ , ряд Фурье которой имеет степенной тип, т. е.*

$$f \sim \sum_{m \geq 0, n \geq 0} C_{mn} \exp \{i(mt + n\tau)\}$$

*и сферические частные суммы этого ряда расходятся всюду.*

**Лемма.** Существует последовательность тригонометрических полиномов  $P_n(t, \tau)$ , которые имеют степенной тип и обладают следующими свойствами:

- 1)  $|P_n(t, \tau)| \leq A = \text{const}$ ;
- 2)  $|\sigma_R(P_n; t, \tau)| \leq A \cdot 2^n$ ;
- 3)  $\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \{2^{-n} \cdot [\sup_R |\sigma_R(P_n; t, \tau)|]\} \geq B > 0$ .

Заметим, что несмотря на этот отрицательный результат, если  $\{R_n\}$  — лакунарная последовательность и  $f \in L^2$ , то почти всюду имеем

$$\sigma_{R_n}(t, \tau; f) \rightarrow f(t, \tau), \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Пусть  $E^N$  —  $N$ -мерное евклидово пространство, элементы которого будем обозначать через  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_N)$ ,  $\vec{y} = (y_1, \dots, y_N)$  и т. д. Введем обозначения:

$$(\vec{x}, \vec{y}) = \sum_{k=1}^N x_k \cdot y_k, \quad |\vec{x}| = \sqrt{(\vec{x}, \vec{x})},$$

$$\|\vec{x}\| = \max_k \{|x_k|\}, \quad Z = \{0, 1, 2, \dots\}, \quad \vec{m} \in Z^N.$$

Пусть  $\varphi_{\vec{m}}(\vec{x})$ , где  $\vec{m} \in Z^N$ , ортонормированная полная система на ограниченном измеримом множестве  $Q \subset E^N$ ,  $f \in L^2(Q)$ ,

$$f \sim \sum_{\vec{m} \in Z^N} C_{\vec{m}} \varphi_{\vec{m}}(\vec{x}),$$

$$\sigma_R(f; \vec{x}) = \sum_{|\vec{m}| \leq R} C_{\vec{m}} \varphi_{\vec{m}}(\vec{x}),$$

$$S_R(f; \vec{x}) = \sum_{m_k < \frac{R}{\sqrt{N}}} C_{\vec{m}} \varphi_{\vec{m}}(\vec{x}).$$

Нетрудно заметить, что справедливо следующее

Предложение. Пусть  $R_{n+1}/R_n \geq q > 1$  и  $f \in L^2(Q)$ . Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (\sigma_{R_n}(f; \vec{x}) - S_{R_n}(f; \vec{x})) = 0$$

почти всюду на  $Q$ .

Докажем это предложение. Введем обозначения:

$$Z_R^N = \{\vec{m} : \vec{m} \in Z^N \wedge \|\vec{m}\| > R \wedge |\vec{m}| \leq R\sqrt{N}\},$$

$$t_R(f; \vec{x}) = \sigma_R(f; \vec{x}) - S_R(f; \vec{x}).$$

Ясно, что достаточно показать

$$\lim_{n \rightarrow \infty} t_{\sqrt{N}^n}(f; \vec{x}) = 0$$

почти всюду на  $Q$ . Имеем

$$\begin{aligned} \vec{m} \in Z_{\sqrt{N}^{n+1}}^N &\Rightarrow \vec{m} \in Z_{\sqrt{N}^n}^N \Rightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \int_Q |t_{\sqrt{N}^n}(\vec{x}; f)|^2 dx = \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{\vec{m} \in Z_{\sqrt{N}^n}^N} |C_{\vec{m}}|^2 \leq \sum_{\vec{m} \in Z^N} |C_{\vec{m}}|^2 < +\infty \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} t_{\sqrt{N}^n}(f; \vec{x}) = 0 \end{aligned}$$

почти всюду на  $Q$ .



Предположим сейчас  $\varphi_{\vec{m}}(\vec{x}) = \exp\{i(\vec{m}, \vec{x})\}$  и, применяя теорему Н. Р. Тевзадзе [5], которая утверждает, что кубические частные суммы кратного тригонометрического ряда Фурье класса  $L^2$  сходятся почти всюду, получаем, что, если  $R_n$  лакунарная последовательность, то  $\sigma_{R_n}(f; \vec{x}) \rightarrow f(\vec{x})$  почти всюду, если  $f \in L^2([0, 2\pi]^N)$ .

Следствие. Пусть  $f \in L^2([0, 2\pi]^N)$ ,  $R_{n+1}/R_n \geq q > 1$  и  $C_{\vec{m}} = 0$ , при  $|\vec{m}| \neq R_n$ ,  $n = 1, \infty$ .

Тогда сферические частные суммы ее тригонометрического ряда Фурье сходятся почти всюду к  $f(\vec{x})$ .

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.9.1976)

მათემატიკა

ა. ბუაძე

ფურეის ჯერადი მჭკრივის სფერული კერძო ჯამების  
განშლადობის შესახებ

რეზიუმე

სტატიის ძირითადი შედეგია შემდეგი

თეორემა: არსებობს ორი ცვლადის უწყვეტი ფუნქცია, რომლის ფურეის ტრიგონომეტრიული მჭკრივი ხარისხოვანი ტიპისა და ამ მჭკრივის სფერული კერძო ჯამები განშლადია ყველგან.

MATHEMATICS

A. I. BUADZE

ON THE DIVERGENCE OF THE SPHERICAL PARTIAL SUMS OF  
MULTIPLE FOURIER SERIES

Summary

The following theorem is the main result of the paper: there is a continuous function of two variables such that its trigonometric Fourier series is of power type and the spherical partial sums of the series are everywhere divergent.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Fefferman. Bull. Am. Math. Soc., 77, № 1, 1971, 87—88.
2. I. Marshall Ash, L. Glusk. Trans. Am. Math. Soc. 207, 1975, 127—142.
3. Б. С. Митягин, Е. М. Никишин. ДАН СССР, 210, № 1, 1973, 23—25.
4. К. И. Бабенко. Матем. сб., т. 91 (133), № 2 (6), 1973, 147—201.
5. Н. Р. Тевзадзе. Сообщения АН ГССР, 58, № 2, 1970, 277—279.



В. Н. КОБЗЕВ

## О СИСТЕМАХ СХОДИМОСТИ В БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 1.10.1976)

Пусть  $X$  — сепарабельное банахово пространство,  $\{\xi_n\}_{n \in N}$  — последовательность определенных на вероятностном пространстве  $(\Omega, B, P)$  случайных элементов со значениями в  $X$ . Символом  $L_p(X)$ ,  $1 \leq p \leq \infty$ , будем обозначать, как обычно, банаховы пространства  $X$ -значных функций с нормами

$$\|\xi\|_p = \left[ \int_{\Omega} \|\xi(\omega)\|^p P(d\omega) \right]^{1/p},$$

$$\|\xi\|_{\infty} = \operatorname{vrai\,sup}_{\omega \in \Omega} \|\xi(\omega)\|.$$

Рассмотрим следующий вопрос: когда из последовательности случайных элементов  $\{\xi_n\}_{n \in N}$  можно выбрать подпоследовательность  $\{\xi_{n_k}\}_{k \in N}$ , такую, что из сходимости ряда  $\sum a_k \xi_{n_k}$  в  $L_p(X)$  следует сходимость почти наверное этого же ряда? Для скалярных случайных величин этот вопрос был поставлен и утвердительно решен В. Ф. Гапошкиным в [1]. В бесконечномерном случае ряд  $\sum a_k \xi_{n_k}$  можно составлять по-разному: выбирать  $X$ -значные случайные величины  $\xi_{n_k}$  и умножать их на вещественные числа  $a_k$ , но можно брать скалярные случайные величины  $\xi_{n_k}$  с элементами  $a_k$  банахова пространства  $X$ .

В сообщении мы приводим результаты (теоремы 1, 2), отвечающие на поставленный выше вопрос для этих двух случаев. Кроме того, мы указываем достаточные условия сходимости ряда  $\sum a_k \xi_{n_k}$  в  $L_p(X)$  и почти наверное (теоремы 3, 4).

Существенную роль при доказательстве этих результатов играют неравенства 1 и 2, представляющие и самостоятельный интерес.

Неравенство 1. Пусть  $F \equiv \{\delta_n\}_{n \in N}$  — семейство  $X$ -значных случайных элементов из  $L_1(X)$ , удовлетворяющее условию

$$\lim_n E \langle \delta_n, \xi \rangle = 0 \text{ для каждого } \xi \in L_{\infty}(X^*).$$

Тогда найдется подсемейство  $F_0$ ,  $F_0 \subset F$ , такое, что для любой годливой последовательности  $\{\delta_{n_j}\}_{j \in N}$  из  $F_0$ , любого  $\varepsilon$ ,  $0 < \varepsilon \leq \frac{1}{2}$ , и любых  $j, k$  ( $k \geq j$ )

$$P\left\{\max_{j < l < k} \|i_j \delta_{n_j} + \dots + i_l \delta_{n_l}\| \geq \varepsilon\right\} \leq \frac{4E \|i_j \delta_{n_j} + \dots + i_k \delta_{n_k}\| + \frac{1}{2^{j-4}}}{\varepsilon}.$$

Здесь  $i_l$ ,  $j \leq l \leq k$  — произвольные числа вида

$$0, \pm \frac{1}{2^l}, \pm \frac{2}{2^l}, \dots, \pm \frac{2^l - 1}{2^l}, \pm 1.$$

**З а м е ч а н и е.** Неравенство подобного вида для скалярных случайных величин, удовлетворяющих дополнительному предположению существования момента второго порядка, было получено Ревесом в [2].

Говорят, что банахово пространство  $X$  имеет свойство Радона—Никодима относительно  $(\Omega, \mathcal{B}, P)$ , если для каждой  $\sigma$ -аддитивной  $X$ -значной функции множества  $\mu$  ограниченной вариации найдется функция  $f$ ,  $f \in L_1(X)$ , такая, что

$$\mu(A) = \int_A f(\omega) P(d\omega) \text{ для каждого } A \in \mathcal{B}.$$

**Теорема 1.** Пусть  $X$  обладает свойством Радона—Никодима. Тогда из любой последовательности случайных величин  $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$  можно выбрать подпоследовательность  $\{\xi_{n_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$ , такую, что всякий раз из сходимости ряда  $\sum a_k \xi_{n_k}$ ,  $a_k \in X$ , в  $L_p(X)$ ,  $1 \leq p \leq \infty$ , вытекает сходимость этого же ряда и почти наверное.

**Теорема 2.** Пусть  $X$  — рефлексивное банахово пространство. Тогда из любой последовательности  $X$ -значных случайных элементов  $\{\xi_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ ,  $\xi_n \in L_p(X)$ ,  $1 < p \leq \infty$ , можно выбрать подпоследовательность  $\{\xi_{n_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$ , такую, что всякий ряд  $\sum a_k \xi_{n_k}$ ,  $a_k \in R^1$ , сходящийся в  $L_p(X)$ ,  $1 < p \leq \infty$ , сходится и почти наверное.

**Определение** (см. [3]). Банахово пространство  $X$  удовлетворяет  $G_\alpha$ -условиям для некоторого  $\alpha$ ,  $0 < \alpha \leq 1$ , если существует отображение  $G: X \rightarrow X^*$ , такое, что для некоторой положительной константы  $A$  и всех  $x, y$  из  $X$

- 1)  $\|G(x)\| = \|x\|^\alpha$ ,
- 2)  $G(x)(x) = \|x\|^{1+\alpha}$ ,
- 3)  $\|G(x) - G(y)\| \leq A \|x - y\|^\alpha$ .

**Неравенство 2.** Пусть  $\{x_n\}_{n \in \mathbb{N}}$  — последовательность элементов банахова пространства  $X$ , удовлетворяющего  $G_\alpha$ -условиям. Существует такая положительная константа  $c$ , зависящая лишь от  $X$ , что

$$\left\| \sum_{j=1}^n x_j \right\|^{1+\alpha} \leq c \sum_{j=1}^n \|x_j\|^{1+\alpha} + \sum_{p=1}^{n-1} G\left(\sum_{k=1}^{p-1} x_k\right)(x_{p+1}).$$

**Теорема 3.** Пусть  $\{\xi_n\}_{n \in N}$  — последовательность случайных элементов со значениями в банаховом пространстве  $X$ , удовлетворяющем  $G_\alpha$ -условиям.

Если

$$\sup_n E |\xi_n|^{1+\alpha} < \infty,$$

то существуют  $n_1 < n_2 < \dots$  и  $\eta \in L_{1+\alpha}(X)$ , такие, что

$$\sum_k a_k (\xi_{n_k} - \eta)$$

сходится и в  $L_{1+\alpha}(X)$  и почти наверное, если только

$$\sum_k |a_k|^{1+\alpha} < \infty.$$

**Теорема 4.** Пусть  $X$  удовлетворяет  $G_\alpha$ -условиям,  $a_k \in X$ ,  $k=1, 2, \dots$ ,  $\{\xi_n\}_{n \in N}$  — последовательность случайных величин, такая, что

$$\sup_n E \|\xi_n\|^{1+\alpha} < \infty.$$

Тогда найдутся подпоследовательность  $n_1 < n_2 < \dots$  и  $\eta \in L_{1+\alpha}(R^1)$ , такие, что если

$$\sum_k \|a_k\|^{1+\alpha} < \infty,$$

то

$$\sum a_k (\xi_{n_k} - \eta)$$

сходится в  $L_{1+\alpha}(X)$  и почти наверное.

Академия наук Грузинской ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 1.10.1976)

მათემატიკა

ვ. კობზევი

კრებადობის სისტემების უმსახებ ბანახის სივრცეებში

რეზიუმე

შესწავლილია კრებადობის სისტემების არსებობა  $L_p(X)$ -ის,  $1 \leq p \leq \infty$  შიდატ. მოყვანილია ზოგიერთი საკმარისი პირობა  $\sum a_k \xi_{n_k}$  მწკრივის კრებადობისა  $L_p(X)$ -ში და თითქმის ყველგან.

MATHEMATICS

V. N. KOBZEV

ON THE SYSTEMS OF CONVERGENCE IN BANACH SPACES

Summary

The existence of systems of convergence with respect to  $L_p(X)$ ,  $1 \leq p \leq \infty$ , is studied. Some sufficient conditions of convergence of the series  $\sum a_k \xi_{n_k}$  in  $L_p(X)$  and a. s. are also given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Гапошкин. Теор. вероят. и ее примен., XVII, 3, 1972, 401—423.
2. P. Révész. Die Gesetze der grossen Zahlen. Budapest, 1968.
3. В. А. Войчинский. Теор. вероят. и ее примен., XVIII, 2, 1973, 371—377.



М. Г. МАНИЯ

НЕКОТОРЫЕ ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ  
 СЛАБОГО РЕШЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОГО  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ЕДИНИЧНОЙ  
 ДИФФУЗИЕЙ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 5.10.1976)

Пусть дано некоторое вероятностное пространство  $(\Omega, F, P)$ , неубывающий поток  $\sigma$ -алгебр  $F_t \{F_s \subseteq F_t \subseteq F, s \leq t\}$  и винеровский процесс  $W_t$ , согласованный с этим потоком.

Известно [1], что в условиях

$$A) \mu_w \left\{ x : \int_0^T f^2(t, x) dt < \infty \right\} = 1,$$

$$B) E_{\text{exp}} \left\{ \int_0^T f(t, x) d\bar{w}_t(x) - \frac{1}{2} \int_0^T f^2(t, x) dt \right\} = 1$$

с применением теоремы Гирсанова строится слабое решение уравнения

$$d\xi_t = f(t, \xi) dt + dw_t^{\xi} \quad (1)$$

и это решение единственно в классе решений  $\xi$ , удовлетворяющих равенству

$$\mu_{\xi} \left\{ x : \int_0^T f^2(t, x) dt < \infty \right\} = 1, \quad (2)$$

где  $\mu_w$  — винеровская мера,  $E_w$  — усреднение по этой мере, а  $\mu_{\xi}$  — мера, соответствующая решению  $\xi$ .

Однако условие квадратичной интегрируемости функций  $f$ , оказывается не обязательным уже в самых простых случаях. Например, когда  $f$  не зависит от  $x$ .

**Теорема 1.** Допустим, что функция  $f(t, x)$  разложима на сумму двух таких функций  $f_1(t, x)$  и  $f_2(t, x)$ , что уравнение

$$d\eta_t = f_2(t, \eta) dt + dw_t \quad (3)$$

имеет единственное сильное решение  $\eta$ , а вторая функция  $f_2(t, x)$  удовлетворяет условиям

$$C) \mu_{\eta} \left\{ x: \int_0^T f_1^2(t, x) dt < \infty \right\} = 1,$$

$$D) E \exp \left\{ \int_0^T f_1(t, x) d\tilde{w}_t(x) - \frac{1}{2} \int_0^T f_1^2(t, x) dt \right\} = 1.$$

Тогда существует слабое решение уравнения (1); ее соответствующая мера  $\mu_{\xi}$  эквивалентна мере  $\mu_{\eta}$  и это решение единственно в классе  $\pi$  решений  $\xi$ , для которых

$$\mu_{\xi} \left\{ x: \int_0^T f_1^2(t, x) dt < \infty \right\} = 1, \quad (4)$$

$$E \exp \left\{ \int_0^T f_1(t, x) d\tilde{w}_t(x) - \frac{1}{2} \int_0^T f_1^2(t, x) dt \right\} = 1. \quad (5)$$

или в классе решений  $\pi$  ( $\pi \subset \pi$ ) марковских процессов, которые удовлетворяют условию

$$E_{\xi} \int_0^T f_1^2(t, x) dt < \infty. \quad (6)$$

Для доказательства надо построить совокупность объектов  $(\Omega, F, F_t, P, w_t, \xi_t)$ , удовлетворяющих уравнению (1).

Возьмем в качестве  $\Omega$  пространство  $C_T$  непрерывных функций  $x_t(x(0)=0)$  из  $[0, T]$  в  $R$ . Обозначим через  $B_T = \sigma\{x: x_t, t < T\}$  соответствующую  $\sigma$ -алгебру и пусть  $B_t = \sigma\{x: x_s, s < t\}$  — поток  $\sigma$ -алгебр.

Процесс  $\tilde{\eta}_t(x) = x_t$ , определенный на пространстве  $(C_T, B_T, \mu_{\eta})$ , где  $\mu_{\eta}$  — мера, соответствующая решению уравнения (3), будет процессом вида  $\eta$ , т. е. также будет сильным решением уравнения (3).

Мера  $P$  строится из равенства

$$P(d\omega) = g_T(\tilde{\eta}(x)) d\mu_{\eta}(x),$$

$$\text{где } g_T(\tilde{\eta}(x)) = \exp \left\{ \int_0^T f_1(t, x) d\tilde{w}_t(x) - \frac{1}{2} \int_0^T f_1^2(t, x) dt \right\}.$$

Эта мера будет вероятностной, так как  $P(\Omega) = E_{\eta} g_T[\tilde{\eta}(x)] = 1$ . В вероятностном пространстве  $(C_T, B_T, P)$  рассмотрим процесс

$$\eta_t - \int_0^t [f_1(s, \tilde{\eta}) + f_2(s, \tilde{\eta})] dt = \tilde{w}_t - \int_0^t f_1(s, \tilde{\eta}) dt = w_t^*. \quad (7)$$

$\eta_t(x)$  есть сильное решение уравнения (3), поэтому винеровский процесс  $\tilde{w}_t$  можно рассматривать построенным на траекториях  $x_t$  пространства  $C_T$  как на  $\Omega$ . (Аналогично строятся процессы  $\bar{w}_t$  и  $\tilde{\bar{w}}_t$  соответственно на траекториях  $w_t$  и  $\xi_t$ .)

По теореме Гирсанова из условия D) получаем, что процесс  $\omega_t^*$  будет винеровским относительно меры  $P$  и потока  $\sigma$ -алгебр  $F_t^{\tilde{\eta}}$ , так что, совокупность объектов  $(C_T, B_T, B_t, P\omega_t^*, \tilde{\eta}_t)$  будет слабым решением уравнения (1).

По построению и из условия с) имеем  $\mu_\xi \sim \mu_\eta$ .

Если произвольное решение  $\xi$  удовлетворяет условиям (4) и (5), то  $\mu_\xi \sim \mu_\eta$ ,  $\frac{d\mu_\xi}{d\mu_\eta}(\tilde{\eta}) = g_T(\tilde{\eta}(x))$  (доказывается так же, как теорема 7.18 в [1]) и все такие решения будут иметь одинаковые конечномерные распределения, откуда следует слабая единственность в классе п.

Известно, что для выполнения условия D) достаточно, чтобы неупреждающий (при каждом  $t$   $B_t$ -измеримый) функционал удовлетворял условию

$$E_\eta \exp \left\{ \frac{1}{2} \int_0^T f_1^2(t, x) dt \right\} < \infty. \quad (8)$$

Нижеследующая лемма более удобна для проверки этого условия

**Лемма 1.** Пусть неупреждающий, неотрицательный процесс  $b(t, \omega)$  удовлетворяет неравенству

$$E \left\{ \int_s^t b(u, \omega) du / F_s \right\} \leq c(t-s)^\delta \quad (9)$$

при  $0 \leq s \leq t \leq T$ , где  $c$  и  $\delta$  — положительные постоянные. Тогда при любом вещественном  $\lambda$

$$E \exp \left\{ \lambda \int_0^t b(u, \omega) du \right\} < \infty. \quad (10)$$

Доказательство см. в [2].

Можно показать, что эта лемма остается справедливой, если вместо  $c(t-s)^\delta$  взять любую функцию, только она должна быть положительной, неубывающей и такой, что  $g(u) \rightarrow 0$  при  $u \rightarrow 0$ .

Докажем теперь следующую

**Теорема 2.** Пусть опять даны уравнения (1) и (3),  $(f = f_1 + f_2)$  и пусть  $f_2(t, x)$  — функционал, такой, что уравнение (3) имеет единственное сильное решение, которое является марковским процессом.

Тогда для существования слабого решения уравнения (1) достаточно существование интеграла

$$E_\eta \int_0^T f_1^2(t, x) dt. \quad (11)$$

Доказательство. По теореме Фубини  $E_\eta$  можно внести под знак интеграла и  $\int_0^T E_\eta f_1^2(t, x) dt < \infty$ . Так как функция  $E_\eta f_1^2(t, x)$  интег-

რიუება на  $[0, T]$ , то ее неопределенный интеграл будет равномерно непрерывной функцией на том же интервале.

Поэтому

$$g(u) = \sup_{\substack{(s, t) \in [0, T] \\ (s-t) < u}} \int_s^t E_{\eta} f_1^2(v, x) dv \rightarrow 0, \text{ когда } u \rightarrow 0$$

Так определенная функция  $g(u)$  будет положительной, неубывающей и ее можно применить в лемме 1.

Так как решение уравнения (3) — марковский процесс, получим

$$E_{\eta} \left\{ \int_s^t f_1^2(v, x) dv / F_s \right\} = E_{\eta} f_1^2(v, x) dv \leq \\ \leq \sup_{\substack{(s, t) \in [0, T] \\ (s-t) = u}} \int_s^t E_{\eta} f_1^2(v, x) dv = g(u),$$

откуда по лемме 1 вытекают условия (8) и (D), что достаточно для существования слабого решения уравнения (1), так как существование интеграла (12) влечет за собой и условие (C).

Из этой теоремы вытекает и последнее утверждение теоремы (1).

Тбилисский государственный университет  
(Поступило 7.10.1976)

მათემატიკა

ა. მანია

ერთეულკვანის დიფუზიის მკონე სტოქასტური დიფერენციალური  
განტოლების სუსტი ამოხსნის არსებობის ზოგიერთი საკმარისი  
პირობა

რეზიუმე

აგებულია (1) განტოლების სუსტი ამოხსნა C), D) პირობებში და მიღებულია ამ ამოხსნის საკმარისი პირობა (თეორემა 2).

MATHEMATICS

M. G. MANIA

ON CERTAIN SUFFICIENT CONDITIONS OF EXISTENCE OF WEAK SOLUTION OF STOCHASTIC DIFFERENTIAL EQUATION WITH UNIQUE DIFFUSION

Summary

The weak solution of equation (1) is constructed when conditions C), D) are assumed and the sufficient condition of existence of such solutions is presented (theorem 2).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов. М., 1974.  
2. Н. И. Портенко. Теория вероятн. и ее примен., XX, № 1, 1975.





Р. С. ИСАХАНОВ

## ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ГОЛОМОРФНЫХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 6.10.1976)

Пусть на плоскости комплексного переменного  $z$  имеется конечная или бесконечная область  $S^+$ , ограниченная замкнутыми не пересекающимися контурами Ляпунова  $L_1, L_2, \dots, L_p$ . Если  $S^+$  — конечная область, то будем предполагать, что контур  $L_1$  содержит внутри себя все остальные. Границу области  $S^+$  обозначим через  $L$ . Пусть  $S_j^+$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ) — конечная или бесконечная односвязная область, ограниченная контуром Ляпунова  $L_j$ . Мы допускаем, что области  $S_j^+$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$  могут пересекаться как между собой, так и с областью  $S^+$ . Односвязную область, ограниченную замкнутым контуром  $L_j(L_j')$  и не содержащую точек области  $S^+(S_j^+)$ , обозначим через  $S_j^-(S_j^-)$ . Введем еще обозначение  $S^- = \bigcup_{j=1}^p S_j^-$ .

Положительное направление на  $L(L_j)$ , как обычно, выберем так, чтобы оно точки области  $S^+(S_j^+)$  оставляло слева.

Пусть  $\alpha$  — функция, заданная на  $L$  и удовлетворяющая условиям: 1)  $\alpha$  взаимно однозначно и непрерывно отображает контур  $L_j$  на  $L_j'$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ) с сохранением или с изменением направления; 2) существует непрерывная по Гельдеру и отличная от нуля производная  $\alpha'$ . Функцию, обратную к  $\alpha$  на  $L_j$ , обозначим через  $\beta_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ).

Допустим пока, что  $\alpha$  отображает  $L_j$  на  $L_j'$  с изменением направления, и рассмотрим следующую граничную задачу: Найти функции  $\Phi, \Phi_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ), голоморфные соответственно в областях  $S^+, S_j^+$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ), по граничному условию

$$\Phi_j[\alpha(t)] = A(t)\Phi(t) + g(t) \quad \forall t \in L_j, \quad j = 1, 2, \dots, p, \quad (1)$$

где  $A, g$  — заданные на  $L$  непрерывные по Гельдеру функции, причем  $A(t) \neq 0$  на  $L$ .

Сформулированная задача является обобщением некоторых задач линейного сопряжения [1—4].

Если в граничном условии  $g(t) \equiv 0$ , то задачу назовем однородной задачей (1°).

Рассмотрим возможные случаи: а)  $S^+$  — конечная область,  $S_1^+$  — бесконечная область; б)  $S^+$  и  $S_1^+$  — конечные области; в)  $S^+$  — бесконечная область.

Пусть  $\lambda_j = \text{Ind}_{L_j} A(t)$ ,  $\kappa = \text{Ind}_L A(t)$ . Рассмотрим функцию  $A_0$ , которая в случаях а), б), в) определяется соответственно следующим образом:

$$\begin{aligned} A_0(t) &= [\alpha(t) - a_1]^{-\kappa} \Pi(t) A(t) \quad \text{при } t \in L_1, \\ A_0(t) &= \Pi(t) A(t) \quad \text{при } t \in L_j, j = 2, 3, \dots, p, \end{aligned} \quad (2a)$$

где

$$\Pi(t) = (t - b_2)^{\lambda_2} (t - b_3)^{\lambda_3} \dots (t - b_p)^{\lambda_p}, \quad (3a)$$

$a_1$  и  $b_j$  — произвольно фиксированные точки соответственно в областях  $S_1^+$  и  $S_j^+$ ,  $j = 2, 3, \dots, p$ ;

$$A_0(t) = (t - b)^{-\kappa} \Pi(t) A(t) \quad \text{при } t \in L, \quad (2b)$$

где  $b$  — произвольная точка в области  $S^+$ , а  $\Pi(t)$  определяется по формуле (3a);

$$A_0(t) = \Pi(t) A(t) \quad t \in L, \quad (2c)$$

где  $\Pi(t) = (t - b_1)^{\lambda_1} (t - b_2)^{\lambda_2} \dots (t - b_p)^{\lambda_p}$ ,  $b_j$  — произвольно фиксированная точка в области  $S_j^-$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ).

Во всех случаях решением задачи является  $(\chi, \chi_1, \dots, \chi_p)$ , где функции  $\chi, \chi_1, \dots, \chi_p$  в рассматриваемых случаях определяются соответственно формулами:

$$\begin{aligned} \chi(z) &= \Pi(z) \exp\{\Gamma(z)\} \quad \text{при } z \in S^+, \quad \chi_1(z) = (z - a)^{\kappa} \exp\{\Gamma_1(z)\} \quad \text{при } z \in S_1^+, \\ \chi_j(z) &= \exp\{\Gamma_j(z)\} \quad \text{при } z \in S_j^+, j = 2, 3, \dots, p; \end{aligned} \quad (4a)$$

$$\begin{aligned} \chi(z) &= \Pi(z) (z - b)^{-\kappa} \exp\{\Gamma(z)\} \quad \text{при } z \in S^+ \\ \chi_j(z) &= \exp\{\Gamma_j(z)\} \quad \text{при } z \in S_j^+, j = 1, 2, \dots, p, \end{aligned} \quad (4b)$$

$$\begin{aligned} \chi(z) &= \Pi(z) \exp\{\Gamma(z)\} \quad \text{при } z \in S^+, \\ \chi_j(z) &= \exp\{\Gamma_j(z)\} \quad \text{при } z \in S_j^+, j = 1, 2, \dots, p; \end{aligned} \quad (4c)$$

причем во всех случаях

$$\Gamma(z) = \frac{a-z}{2\pi i} \int_L \frac{\nu(t) dt}{(t-a)(t-z)} \quad \text{при } z \in S^+,$$

$$\Gamma_j(z) = \frac{z-a_j}{2\pi i} \int_{L'_j} \frac{\nu[\beta_j(t)] dt}{(t-a_j)(t-z)} \quad \text{при } z \in S_j^+, j = 1, 2, \dots, p,$$

$\nu$  — решение интегрального уравнения Фредгольма

$$T\nu \equiv \nu(t) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[ \frac{t-a}{(\tau-a)(\tau-t)} - \frac{k(t, \tau) \alpha'(\tau)}{\alpha(\tau) - \alpha(t)} \right] \nu(\tau) d\tau = \ln A_0(t),$$

$$k(t, \tau) = \begin{cases} \frac{\alpha(t) - a_j}{\alpha(\tau) - a_j} & \text{если } t, \tau \in L_j, j = 1, 2, \dots, p, \\ 0, & \text{если } t \in L_j, \tau \in L_r, j \neq r, 1 \leq j, r \leq p, \end{cases}$$

$a$  и  $a_j$  — произвольно фиксированные точки в областях  $S^-$  и  $S_j^-$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$  (уравнение  $T\nu = 0$  не имеет решений).

Функции, составляющие каноническое решение, являются голоморфными и отличными от нуля всюду, кроме, быть может, одной точки. Этой точкой является: в случае а) точка  $z = \infty$  области  $S_1^+$ , где  $\chi_1$  имеет

порядок  $\kappa$ ; в случае б) точка  $b$  области  $S^+$ , где  $X$  имеет порядок  $-\kappa$ ; в случае в) точка  $z = \infty$  области  $S^+$ , где  $X$  имеет порядок  $\kappa$ .

При помощи канонического решения любое решение задачи (1) выражается просто.

**Теорема 1.** Если  $\kappa \leq 0$ , то однородная задача (1°) имеет ровно  $1-\kappa$  линейно независимых голоморфных решений; если  $\kappa > 0$ , то задача не имеет голоморфных решений. Если  $\kappa \leq 1$ , то неоднородная задача (1) всегда имеет голоморфное решение; если  $\kappa > 1$ , то неоднородная задача имеет голоморфное решение лишь тогда, когда функция  $g$  удовлетворяет некоторым  $\kappa-1$  условиям ортогональности.

Пусть среди областей  $S^+$ ,  $S_1^+$ , ...,  $S_p^+$  бесконечными являются  $q$  областей.

**Теорема 2.** Однородная задача (1°) имеет  $k = \max(0, 1-\kappa-q)$  линейно независимых исчезающих на бесконечности решений, а неоднородная задача (1) имеет исчезающее на бесконечности голоморфное решение, если функция  $g$  удовлетворяет  $k' = \max(0, \kappa + q - 1)$  условиям ортогональности.

Аналогичные результаты имеют место для задачи с граничным условием

$$\Phi_j[\alpha(t)] = B(t)\overline{\Phi(t)} + g(t) \quad \forall t \in L_j, \quad j = 1, 2, \dots, p,$$

где  $\alpha$  отображает  $L_j$  на  $L_j'$  с сохранением направления.

Изучен также вопрос разрешимости задачи с более общим граничным условием:

$$\Phi_j[\alpha(t)] = A(t)\Phi(t) + B(t)\overline{\Phi(t)} + g(t) \quad \forall t \in L_j, \quad j = 1, 2, \dots, p.$$

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

(Поступило 8.10.1976)

მათემატიკა

რ. ისახანოვი

ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ კოლომორფული  
ფუნქციებისათვის  
რეზიუმე

შესწავლილია ამოცანა: მოიძებნოს  $\Phi, \Phi_1, \dots, \Phi_p$  ფუნქციები, რომლებიც შესაბამისად კოლომორფულნი არიან სიბრტყეზე ნებისმიერად განლაგებულ  $S^+, S_1^+, \dots, S_p^+$  არეებში, (1) სასაზღვრო პირობით.

MATHEMATICS

R. S. ISAKHANOV

## ON A BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR HOLOMORPHIC FUNCTIONS

### Summary

The paper considers the boundary value problem of finding functions  $\Phi, \Phi_1, \dots, \Phi_p$ , respectively holomorphic in domains  $S^+, S_1^+, \dots, S_p^+$ , arbitrarily situated in the complex plane, under the conditions (1).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. Д. А. Квеселава. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 16, 1948.
4. Ф. Д. Гахов. Краевые задачи. М., 1963.





В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (академик АН ГССР), К. С. КВИНИХИДЗЕ,  
 Т. Г. КАТАМАЗЕ

## К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ КОНЦЕПТОВ ИДЕНТИЧНЫХ БЕЛКОВ НА ОСНОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ЭВОЛЮЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОДА

Имеющийся в литературе большой экспериментальный материал о первичной структуре белка [1—4] позволяет высказать некоторые соображения о том пути, которым шла эволюция белков, а также сформулировать некоторые закономерности, которые необходимо учитывать при построении концепта белка [5].

Предложенное в работе [5] понятие концепта белка довольно общее, введенная же в настоящую статью детализация этого понятия позволяет не только сделать его более конкретным, но и, используя это понятие, в какой-то мере предсказать дальнейший ход эволюции первичной структуры известных нам белков.

В связи с этим интересно было бы подробно рассмотреть существующие в настоящее время гипотезы эволюции структуры биологического кода [3, 6—12]. Особый интерес с нашей точки зрения представляют гипотезы Джукса [3, 8, 9], Крика [6, 7], Рейхенберга [11].

Согласно гипотезе Джукса [3, 8, 9] первоначально код был дуплетным, в состав белка входило лишь 15 аминокислот, для кодирования которых достаточно было двух оснований в кодоне. Третье основание в этот период, возможно играло лишь роль запятой. Появление «новых» аминокислот — аспарагина, глутамина, метионина, тирозина и триптофана — обусловило возникновение сильно вырожденного триплетного кода в том виде, в каком он существует в настоящее время.

Вторая гипотеза, гипотеза «виляний» [6], заключается в том, что код всегда был триплетным, однако первоначальная вырожденность кода была намного больше. В дальнейшем при возникновении новых аминокислот вырожденность кода уменьшилась, чем и объясняется его неравномерная вырожденность, имеющая место в настоящее время.

Еще одна гипотеза относительно эволюции кода принадлежит Рейхенбергу [11]. Рейхенберг высказал мысль, что для большинства кодонов изменение одной из трех букв приводит к минимальному изменению аминокислот. В связи с этим аминокислоты были разделены на четыре класса: гидрофобные, полярные, положительно заряженные и отрицательно заряженные.

Проверяя, насколько соответствует концептуальное описание белковых структур каждой из этих гипотез, а также выясняя можно ли, основываясь на концептуальном подходе, сделать некоторые конкретные заключения относительно хода эволюции биологического кода, нами были проанализированы известные экспериментальные данные о первичной структуре инсулина, адренокортикотропного гормона (АКТГ) и цитохрома С различных животных.



Нас заинтересовал вопрос как отличаются друг от друга кодоны аминокислот в местах неоднозначности первичной структуры белков. С этой целью все случаи несовпадения аминокислот были разбиты на три группы. К первой группе были отнесены все те случаи, когда триплеты различались одним основанием, ко второй группе были отнесены те случаи, в которых аминокислоты принадлежали к одному классу, зависящему от структуры радикала. В третьей группе оказались все остальные аминокислотные пары. Как видно из таблицы, в первой группе 32 пары аминокислот, во второй группе — 18, а в третьей — 13 пар аминокислот.

Замещения аминокислот, наблюдавшиеся в А-цепи инсулина, АКТГ и цитохроме С  
(числа в скобках указывают частоту встреч данных пар)

№№ шт	Пары аминокислот, кодоны которых различаются одним основанием	Пары аминокислот, принадлежащие одной структурной группе	Остальные пары аминокислот
1	иле—вал (4)	вал—иле (5)	вал—тре (2)
2	тре—ала (3)	гли—сер (2)	асн—ала (1)
3	иле—тре (3)	асп—глу (2)	сер—асп (1)
4	сер—ала (3)	ала—вал (2)	ала—гли (1)
5	глу—ала (3)	сер—тре (2)	глу—тре (1)
6	ала—асп (2)	ала—лей (1)	глу—сер (1)
7	ала—вал (2)	тре—асн (1)	глу—асн (1)
8	сер—тре (2)	тре—гли (1)	гли—лиз (1)
9	лиз—асн (2)	гли—асн (1)	про—глу (1)
10	глу—гли (1)	асн—сер (1)	гис—три (1)
11	глу—вал (1)		мет—гли (1)
12	глу—гли (1)		гли—вал (1)
13	сер—гли (1)		
14	асн—сер (1)		
15	тир—фен (1)		

Исследуя замещения аминокислот, приведенных в первом столбце табл. 1, пришли к интересному заключению: осуществляя обобщенную запись триплета, обнаружили, что в некоторых случаях пара триплетов полностью описывается обобщенным триплетом (использовались следующие обозначения:  $Q_1$ —гуанин,  $Q_2$ —аденин,  $Q_3$ —цитозин,  $Q_4$ —тимин (урацил);  $P=Q_1 \vee Q_2$ ,  $\bar{P}=Q_3 \vee Q_4$ ,  $R=Q_1 \vee Q_4$ ,  $\bar{R}=Q_2 \vee Q_3$ ;  $Q=Q_1 \vee Q_2 \vee Q_3 \vee Q_4$ ).

$$\begin{array}{c} \text{тре} \quad \text{—} \quad \text{ала} \\ \left[ \begin{array}{c} Q_2 \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right] \end{array} \cdot \begin{array}{c} \left[ \begin{array}{c} Q_1 \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{c} P \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right] \end{array} \cdot \begin{array}{c} \left[ \begin{array}{c} Q_4 \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right] \vee \left[ \begin{array}{c} Q_2 \\ Q_1 \\ \bar{P} \end{array} \right] \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{сер} \quad \text{—} \quad \text{ала} \\ \left[ \begin{array}{c} Q_1 \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{c} R \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right] \vee \left[ \begin{array}{c} Q_2 \\ Q_1 \\ \bar{P} \end{array} \right] \end{array}$$

аналогично для пар ала—вал, сер—тре,—лиз—асн, глу—гли, асн—сер и тир—фен.

В других случаях обобщенный триплет содержит в себе кроме двух составляющих исходную пару аминокислот еще один или два триплета, кодирующих третью аминокислоту, а именно:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{иле} & \text{— вал} & \text{и мет} \\
 \left| \begin{array}{c} Q_2 \\ Q_4 \\ Q-Q_1 \end{array} \right| & \rightarrow & \left| \begin{array}{c} Q_1 \\ Q_4 \\ Q \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{c} P \\ Q_4 \\ Q \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{c} Q_2 \\ Q_4 \\ Q_1 \end{array} \right| \\
 \\
 \text{глу} & \text{— ала} & \text{и асп} \\
 \left| \begin{array}{c} Q_1 \\ Q_2 \\ P \end{array} \right| & \rightarrow & \left| \begin{array}{c} Q_1 \\ Q_3 \\ Q \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{c} Q_1 \\ \bar{R} \\ Q \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{c} Q_1 \\ Q_2 \\ \bar{P} \end{array} \right|
 \end{array}$$

аналогично иле—тре и мет, ала—асп и глу, глу—вал и асп, глу—гли и асп, сер—гли и арг.

Сравнивая полученные тройки аминокислот с гипотетическим «первичным» дуплетным кодом [8, 9], приходим к следующему заключению: третья аминокислота является либо «новой», возникшей позднее и вызвавшей, тем самым, усложнение кода, как это имеет место в случае метионина, либо принадлежит в паре с другой аминокислотой из полученной тройки к группе «первичных» аминокислот: пары сер—арг и асп—глу.

На основании вышесказанного можно сделать заключение, что эволюция идентичных белков, по всей вероятности, явилась следствием точечных мутаций в первичной структуре нуклеиновых кислот.

Обнаружение в идентичных белках, полученных нами теоретически, замещений аминокислот явилось бы наглядным подтверждением справедливости концептуального подхода.

Аналогичный анализ пар аминокислот, приведенных во втором столбце таблицы, дает следующие результаты: пары асп—глу, ала—вал, сер—тре, асп—сер полностью описываются обобщенным триплетом. В остальных случаях обобщенный триплет содержит дополнительно один или несколько триплетов, кодирующих одну: вал—лей и мет, гли—сер и арг, тре—асп и лиз или несколько аминокислот: тре — гли и ала—арг—сер; гли — асп и лиз—глу—арг.

Очевидно, что полученные на основании концептуального подхода группы аминокислот не относятся к одной структурной группе как этого можно было бы ожидать, поэтому предполагаем, что замещения, объединяющие сходные по структуре аминокислоты, вызваны не точечными мутациями в нуклеиновых кислотах, а причинами иного характера, скрытыми в самой структуре белка.

Что же касается замещений, приведенных в третьем столбце таблицы, то никаких заключений относительно эволюции кода на основании этих данных сделать нельзя.

Суммируя все полученные нами результаты, можем сделать вывод, что концептуальный подход к описанию идентичных белков дает возможность не только описать имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные, но и позволяет предсказать возможные замещения аминокислот в белках, возникшие вследствие эволюции генетического кода.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 22.7.1976)

3. შავჩანიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), კ. კვინიხიძე, თ. კათამაძე

იდენტური ცილების კონცეპტების აზგვის საკითხისათვის  
ბიოლოგიური კოდის ევოლუციის შესახებ; თანამედროვე  
წარმოდგენების საფუძველზე

რეზიუმე

განხილულია ბიოლოგიური კოდის ევოლუციის ზოგიერთი ჰიპოთეზა. გაკეთებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ სხვადასხვა ცხოველთა იდენტური ცილების განხილვისადმი კონცეპტუალური მიდგომა საშუალებას იძლევა არამარტო მოცემული დროისათვის იდენტური ცილების შესახებ ცნობილი ექსპერიმენტული მონაცემების აღწერისა, არამედ იმისაც, რომ ვიწინასწარ-მეტყველოთ ის ჩანაცვლებები, რომლებიც ბიოლოგიური კოდის ევოლუციის შედეგად წარმოიქმნებიან.

CYBERNETICS

V. V. CHAVCHANIDZE, K. S. KVINIKHIDZE, T. G. KATAMADZE

## TOWARDS THE PROBLEM OF FORMING CONCEPTS OF IDENTICAL PROTEINS ON THE BASIS OF MODERN VIEWS OF BIOLOGICAL CODE EVOLUTION

Summary

The known experimental data on the primary structure of insulin, adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and cytochrome C from different animals are analyzed.

Comparison of the obtained group of three amino acids with the hypothetic "primary" doublet code has led to the following conclusion: the third amino acid is either "new", developed in the process of evolution later, thus causing the code complication, or, in pair with another amino acid from this group, belongs to two "primary" amino acids.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Липмани. Сб. «Происхождение предбиологических систем». М., 1966.
2. Э. Цукеркандль, А. Полинг. Сб. «Горизонты биохимии». М., 1964.
3. Т. Джукс. Сб. «Происхождение предбиологических систем». М., 1966.
4. К. Анфинсен. Молекулярные основы эволюции. М., 1962.
5. К. С. Квинихидзе, В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, т. 84, № 2, 1976.
6. F. H. Crick. J. Molec. Biol. 1966, 548.
7. F. H. Crick. J. Molec. Biol., 38, 1968, 367.
8. T. H. Jukes. Biochem. Biophys. Res. Commun. 19, 1965, 391.
9. T. H. Jukes. Molecules and Evolution. Columbia, University Press, New-York, 1966.
10. М. Эйген. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М., 1973.
11. F. Rechenberg. Dissertation. Technical University, Berlin, 1970.
12. C. R. Woese. Proc. Nat. Acad. Sci. (US), 54, 1965, 1546.





Д. Г. МЕТРЕВЕЛИ

## ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЗАДАЧ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

### 1. Множество $\Lambda$ -экстремальных точек и его свойства

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 2.9.1976)

Основная проблема при решении задачи векторной оптимизации заключается в упорядочении множества значений векторной функции цели и отыскании таких ее значений, которые неподчинены, в смысле выбранного порядка предпочтения, никому другому из всего множества значений векторной функции цели.

В настоящей работе рассматривается класс задач векторной оптимизации, для которых порядок предпочтения на множестве значений векторной функции цели  $Y \subset R^l$  задается введением некоторого конуса предпочтения  $\Lambda \subset R^l$ .

Итак, имеем множество  $Y \subset R^l$  и конус  $\Lambda \subset R^l$ . Говорят, что элемент  $y^1 \in Y$  предпочтительнее элемента  $y^2 \in Y$ , если существует элемент  $d \in \Lambda$ , такой, что  $y^2 = y^1 + d$ , т. е., если  $y^2 \in y^1 + \Lambda$ .

Нетрудно показать, что если  $\Lambda$  — выгнутый конус, не содержащий в себе, за исключением подпространства  $\{0\}$ , никакого другого подпространства линейного пространства  $R^l$ , то задаваемое конусом  $\Lambda$  упорядочение является частичным упорядочением (частичное упорядочение определяется согласно [1]).

Ввиду того что порядок предпочтения на множестве значений векторной функции цели  $Y$  задается введением конуса предпочтения  $\Lambda$ , неподчиненные значения  $y^0 \in Y$  будем называть  $\Lambda$ -экстремальными.

Определение 1. Точка  $y^0 \in Y$  называется  $\Lambda$ -экстремальной точкой множества  $Y$ , если не существует другой точки  $y^1 \in Y$ , такой, что  $y^0 \in y^1 + \Lambda$ . Множество всех  $\Lambda$ -экстремальных точек множества  $Y$  будем обозначать через  $Ext[Y/\Lambda]$ . В работе [2] доказаны следующие соотношения:

$$Ext[Y/\Lambda_2] \subset Ext[Y/\Lambda_1], \text{ если } \Lambda_1 \subset \Lambda_2; \quad (1.1)$$

$$Ext[Y/\Lambda] = \begin{cases} Y, & \text{если } \Lambda = \{0\}; \\ \emptyset, & \text{если } \Lambda = R^l. \end{cases} \quad (1.2)$$

Наряду с этим относительно множества  $\Lambda$ -экстремальных точек справедливы следующие, полезные в дальнейшем утверждения.

Утверждение 1.

Пусть

$$\Lambda = \bigcap_{i=1}^n \Lambda_i.$$

Тогда

$$Ext[Y/\Lambda] = \bigcap_{i=1}^n Ext[Y/\Lambda_i]. \quad (1.3)$$

Утверждение 2. Если  $\Lambda \neq \{0\}$  и  $y \in Ext[Y/\Lambda]$ , то  $y$  есть граничная точка множества  $Y$ .

Непосредственно из утверждения 2 следует, что если  $Y$  — открытое множество и  $\Lambda \neq \{0\}$ , то  $Ext[Y/\Lambda] = \emptyset$ .

Таким образом, если  $\Lambda = \{0\}$ , совокупность точек  $Ext[Y/\Lambda]$  представляет собой зависящее от выбранного конуса предпочтения подмножество множества граничных точек. Причем согласно соотношению (1.1) это подмножество уменьшается с увеличением конуса  $\Lambda$ .

## 2. Отыскание $\Lambda$ -экстремальных точек.

Прежде чем перейти к отысканию  $\Lambda$ -экстремальных точек остановимся подробнее на некоторых результатах из теории конусов. Для дальнейшего изложения необходимо установить зависимость между исходным конусом и сопряженным или двойственным к нему конусом.

Определение 2. Пусть  $\Lambda$  — выпуклый конус. Множество всех векторов  $y \in R^l$ , удовлетворяющих при всех  $x \in \Lambda$  неравенству  $(x, y) \leq 0$ , называется сопряженным конусом и обозначается  $\Lambda^*$ . Относительно сопряженных конусов справедливы следующие леммы (см., например, [3]):

Лемма 1.  $\Lambda^*$  — замкнутый выпуклый конус.

Лемма 2. Пусть  $\Lambda$  — замкнутый выпуклый конус, тогда

$$(\Lambda^*)^* = \Lambda.$$

Ниже будет сформулирована теорема, посредством которой проблема отыскания  $\Lambda$ -экстремальной точки сводится к решению обыкновенной задачи математического программирования. Условия теоремы требуют рассмотрения многогранных конусов предпочтения. Приведем необходимые сведения из области многогранных конусов.

Определение 3. Конус  $\Lambda$  называется многогранным, если существует такой конечный набор  $l$ -мерных векторов  $b_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , что из  $x \in \Lambda$  следует справедливость разложения

$$x = \sum_{i=1}^m \alpha_i b_i, \quad \alpha_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (2.1)$$

и наоборот (2.1) влечет за собой включение  $x \in \Lambda$ . Множество  $\{b_i; i = 1, \dots, m\}$  называется системой векторов, порождающей конус  $\Lambda$ . Из определения следует, что многогранный конус является выпуклым, замкнутым конусом.

Утверждение 3. Пусть конус  $\Lambda$  задан системой линейных неравенств

$$(a_k, x) \leq 0, \quad k = 1, \dots, p.$$

Тогда  $\Lambda$  — многогранный конус. В силу утверждения 3 справедливо следующее

Утверждение 4. Пусть  $\Lambda$  — выпуклый замкнутый конус. Тогда для того чтобы  $\Lambda^*$  был многогранным конусом, необходимо и достаточно, чтобы конус  $\Lambda$  был многогранным.

Из утверждения 4 следует, что если  $\Lambda$  — многогранный конус, то  $\Lambda^*$  также многогранный конус. В силу леммы 2 и утверждения 4 справедлива следующая теорема о необходимых и достаточных условиях  $\Lambda$ -экстремальности.

**Теорема 1.** Пусть  $\Lambda$  и  $\Lambda^*$  — соответственно многогранный и сопряженный конусы. И пусть  $\{a_1, \dots, a_m\}$  система  $l$ -мерных векторов, порождающая  $\Lambda^*$  и обладающая следующим свойством: для произвольного элемента  $d \in \Lambda$  существует хотя бы один вектор  $a_i \in \{a_1, \dots, a_m\}$  не ортогональный  $d$ , т. е. хотя бы одно из следующих неравенств выполняется строго

$$(d, a_i) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m.$$

Тогда для того чтобы  $y^0 \in \text{Ext}[Y/\Lambda]$  необходимо и достаточно существование такого  $m$ -мерного вектора  $\alpha$ , что  $y^0$  является решением задачи:

$$\begin{aligned} \text{найти} \quad \max_{(a_i, y) > \alpha_i} \quad & \sum_{i=1}^m (a_i, y). \\ y \in Y^* \quad & i = 1, \dots, m. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Сформулированная теорема сводит задачу нахождения  $\Lambda$ -экстремальной точки, в случае когда конус предпочтения  $\Lambda$  является многогранным к задаче математического программирования (2.2). В то же время соотношение (1.3) позволяет находить  $\Lambda$ -экстремальные точки для более общих конусов, а именно, для конусов, представимых объединением конечного числа многогранных конусов.

В частности, когда  $\Lambda = \Lambda^c = \{d \in R^l / d \leq 0\}$ ,  $\text{Ext}[Y/\Lambda^c]$  есть множество эффективных (парето-оптимальных) точек при условии максимизации каждой компоненты векторной функции цели. В этом случае сопряженный конус  $(\Lambda^c)^* = \Lambda^> = \{c \in R^l / c \geq 0\}$  есть многогранный конус, порождаемый системой векторов  $\{a_1, \dots, a_l\}$ , каждый из которых представляет собой единичную орту в пространстве  $R^l$ . Поэтому в теореме задача (2.2) может быть заменена более простой задачей:

$$\begin{aligned} \text{найти} \quad \max_{\substack{y > Y \\ y_i > \alpha_i \\ i = 1, \dots, l}} \quad & \sum_{i=1}^l y_i. \end{aligned}$$

Академия наук Грузинской ССР  
Институт систем управления

(Поступило 2.9.1976)

კიბერნეტიკა

ჯ. მებრემელი

მემატიკური ოპტიმიზაციის ამოცანათა ერთი კლასის შესახებ  
რეზიუმე

განიხილება ვექტორული ოპტიმიზაციის ამოცანათა კლასი, რომლებისთვისაც უპირატესობის რიგი განისაზღვრება მიზნის ვექტორული ფუნქციის მნიშვნელობათა სიმრავლეში უპირატესობის კონუსის შემოღებით.

არადაქვემდებარებული ( $\Lambda$ -ექსტრემალური) მიზნის ვექტორული ფუნქციის მნიშვნელობათა პოვნისათვის მოყვანილია თეორემა  $\Lambda$ -ექსტრემალობის აუცილებელი და საკმარისი პირობების შესახებ, რომელსაც განსახილველი ამოცანა დაჰყავს მათემატიკური პროგრამირების ამოცანაზე.

CYBERNETICS

D. G. METREVELI

## ON A CLASS OF VECTOR OPTIMIZATION PROBLEMS

## Summary

A class of vector optimization problems is considered, in which a partial pre-ordering in performance space is implied by a cone. For searching noninferior ( $\Lambda$ -extremal) values of the vector performance function necessary and sufficient conditions for  $\Lambda$ -extremality are derived. These conditions convert the vector optimization problem into an ordinary mathematical programming problem.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. М., 1972.
2. P. L. You. JOTA vol. 14, № 3, 1974.
3. В. Г. Болтянский. Оптимальное управление дискретными системами. М., 1973.





Г. Н. КОБЗЕВ

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ РЕКУРСИВНО ПЕРЕЧИСЛИМЫМИ  
*tt*- И *w*-СТЕПЕНЯМИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 15.9.1976)

Пусть  $N$ —множество натуральных чисел. Если  $A \subseteq N$ , то  $\bar{A} = N \setminus A$ ,  $\chi_A(x) = 1$  для  $x \in A$  и  $\chi_A(x) = 0$ , если  $x \in \bar{A}$ . Через  $D_x$  обозначим конечное множество со стандартным номером  $x$ . Пусть  $\varphi_0^B, \varphi_1^B, \dots$ —нумерация функций, рекурсивных относительно множества  $B$ .

Определение. Говорят, что  $A \leq_w B$ , если  $\chi_A(x) = \varphi^B(x)$  и все числа, вопросы о принадлежности или непринадлежности которых множеству  $B$  использовались при вычислении  $\varphi^B(x)$ , принадлежат  $D_{f(x)}$ , где  $f(x)$ —общерекурсивная функция (о. р. ф.).

Коэн [1], усиливая результат Лаклана [2], показал, что в каждой рекурсивно перечислимой (р. п.)  $w$ -степени,  $\neq 0$ , есть  $\geq 2$  р. п.  $tt$ -степени.

Теорема. *Всякая нерекурсивная рекурсивно перечислимая w-степень содержит бесконечную антицепь рекурсивно перечислимых tt-степеней.*

Нам потребуется следующая лемма. Если  $f(x)$ —о. р. ф., то пусть  $t_f(x)$  — наименьший шаг вычисления всех частично рекурсивных функций (ч. р. ф.), на котором  $f$  в точке  $x$  вычислилась. Пусть  $A^s$  —часть р. п. множества  $A$ , вычисленного за  $s$  шагов.

Лемма. Если  $A$  — нерекурсивное р. п. множество, то для всякой о. р. ф.  $f(x)$  множество

$$\{x : x \in A^s - A^{s-1} \text{ \& } s > t_f(x) \text{ \& } (\forall y < x) (y \in A \Rightarrow y \in A^{s-1})\} \quad (1)$$

бесконечно.

Доказательство. Множество  $A$  нерекурсивное, поэтому множество

$$P = \{z : z \in A^t \setminus A^{t-1} \text{ \& } t > \max \{t_f(x) : x \leq z\}\}$$

бесконечно. Каждому  $z \in P$  сопоставим  $x_z = \min \{x : x \leq z \text{ \& } x \in A \setminus A^{t-1}\}$ . Очевидно, что  $x_z$  удовлетворяет условию (1).

Доказательство теоремы. Пусть нерекурсивное р. п. множество  $A$  вычисляется без повторений. По шагам строим р. п. множества  $B_i, i \in N; B_i^s$ —часть множества  $B_i$ , вычисленная к шагу  $s; B_i^s \leq_w B_j$  для  $i \neq j$ . Для  $i \in N$  построим отрезки  $I_{i,x}$  такие, что  $\bigcup_{x \in N} I_{i,x} = N, \max \{u : u \in$

$\in I_{i,x} \} < \min \{u : u \in I_{i,x+1}\}$ ; если  $g(i, x)$  — мощность множества  $I_{i,x}$ , то  $g(i, 0) = 2$ ,  $g(i, x+1) = \exp(2, 2x \cdot \exp(2, g(i, x)))$  (здесь  $\exp(a, x) = a^x$ ).

Будем использовать идею построения эквивалентности, предложенную Лахланом в теореме 1 [2]. Эквивалентность  $\eta_i$ ,  $i \in N$  будет определяться на  $I_{i,x}$ ,  $x \in N$ . Ее свойства: если  $u\eta_i v$  и  $u \in I_{i,x}$  то  $v \in I_{i,x}$ ; если  $u < v < \omega$  и  $u\eta_i v$ , то  $u\eta_i v$ ; если  $u\eta_i v$  на шаге  $s$ , то  $u\eta_i v$  и на шаге  $s+1$ .

ШАГ 0. Полагаем  $B_i^0 = \emptyset$ ,  $x\eta_i x$  для всякого  $i \in N$ ,  $x \in N$ .

ШАГ  $s > 0$ . Пусть  $x \in A^s - A^{s-1}$ .

1) Для каждого  $i \leq x$  пусть  $a_i = \min \{u : u \in I_{i,x} \cap \overline{B_i^s}\}$  (такое  $a_i$  найдется). Передаем в  $B_i$  множество  $\{u : u\eta_i a_i\}$ .

Известно, что все табличные условия можно перенумеровать [3]. Тогда запись  $B_i \leq_{tt} B_j$  означает, что существует о. р. ф.  $\varphi(x)$ , такая, что  $x \in B_i$  если и только если табличное условие с номером  $\varphi(x)$  удовлетворяется на  $B_j$ . Если же это неверно для произвольной ч. р. ф.  $\varphi_n$ , то  $B_i \not\leq_{tt} B_j$ .

2) Делаем  $s$  шагов вычисления всех ч. р. ф.

Пусть  $\langle i, j, k \rangle$  — наименьшее число, такое, что  $\langle i, j, k \rangle \leq x$ ,  $i \neq j$ , еще не удалось получить  $B_i \leq_{tt} B_j$  для  $\varphi_k$  и  $\varphi_k(u)$  вычислилось для каждого  $u \in I_{i,x}$ . Пусть  $b \in I_{i,x}$  — наименьшее число, оставшееся в дополнении  $B_i$  после выполнения пункта 1,  $m$ ,  $m \geq x$ , — наибольшее число, для которого  $I_{j,m}$  содержит число из табличного условия с номером  $\varphi_k(b)$ .

Как у Лахлана ([2], стр. 431), будем доопределять эквивалентность  $\eta_j$  последовательно на отрезках  $I_{j,z}$ , где  $z = m$ ,  $m-1$ ,  $m-2$ , ...,  $x$ . При этом из  $I_{j,z}$ ,  $z \in \{x, x+1, \dots, m\}$  (и только из них) в  $B_j$  будут переданы числа.

Результатом доопределения  $\eta_j$  на шаге  $s$  является то, что значение табличного условия с номером  $\varphi_k(b)$  на всех последующих шагах будет зависеть только от распределения  $B_j$  на  $\bigcup_{l < x} I_{j,l}$ .

Если теперь табличное условие с номером  $\varphi_k(b)$  не удовлетворяется на  $B_j$ , то передаем  $\{u : u\eta_j b\}$  в  $B_i$ . В противном случае ничего не делаем. Переходим к шагу  $s+1$ .

Пусть  $l$  — произвольное число. Из описания пункта 1 шага  $s$  следует, что  $A \leq_{\omega} B_l$ . Проверим, что  $B_l \leq_{\omega} A$ . Возьмем произвольный отрезок  $I_{l,z}$ . Числа из  $I_{l,z}$  передаются в  $B_l^{s+1}$  либо по пункту 1, но тогда  $z \in A^s \setminus A^{s-1}$  либо по пункту 2, и тогда существует  $x$ ,  $x \leq z$ ,  $x \in A^s \setminus A^{s-1}$ . Следовательно  $B_l \leq_{\omega} A$ . Мы заключаем, что  $A \equiv_{\omega} B_l$  для всякого  $l \in N$ .

Покажем, что  $B_i \leq_{tt} B_j$  для произвольных  $i, j$ , если  $i \neq j$ . Допустим, это неверно и  $\langle i, j, k \rangle$  — наименьшее число, для которого  $B_i \not\leq_{tt} B_j$ ,  $i \neq j$ , посредством о. р. ф.  $\varphi_k$ . Определим  $f(x)$  как наименьший шаг вычисления всех ч. р. ф., на котором  $\varphi_k(u)$  вычислилось для каждого  $u$ ,  $u \in I_{i,x}$ .

Пусть  $s_0$  — наименьший шаг, после которого к  $\langle i', j', k' \rangle$ ,  $\langle i', j', k' \rangle < \langle i, j, k \rangle$  не обращаются. В силу леммы найдется шаг  $s$ ,  $s > s_0$ , на котором  $x \in A^s \setminus A^{s-1}$ ,  $\varphi_k(u)$  вычислилось для всякого  $u \in I_{i,x}$ ;  $y \in A^s$  для всякого  $y \in A$ ,  $y < x$ . По пункту 2 шага  $s$  получим  $B_i \leq_{tt} B_j$  для  $\varphi_k$  в точке

$b$ , причем значение табличного условия с номером  $\varphi_k(b)$  зависит на последующих шагах только от изменения распределения  $B_j$  в  $\bigcup_{l < x} I_{j,l}$ . По построению, числа из  $I_{j,z}$  передаются в  $B_j'$  при условии, что  $x' \leq z$ ,  $x' \in A^t - A^{t-1}$ . Поэтому, в силу выбора  $s$ ,  $B_j' \cap (\bigcup_{l < x} I_{j,l}) = B_j \cap (\bigcup_{l < x} I_{j,l})$  и, следовательно,  $B_i \not\leq_{tt} B_j$ ,  $i \neq j$ , для  $\varphi_k$ .

Теорема доказана.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 16.9.1976)

კიბერნეტიკა

ბ. კობზევი

რეკურსიულად ჩამოთვლადი  $tt$ - და  $\omega$ -ხარისხებს შორის  
 დამოკიდებულება

რეზიუმე

ნებისმიერ არარეკურსიულ რეკურსიულად ჩამოთვლად  $\omega$ -ხარისხისაგან იგება რეკურსიულად ჩამოთვლადი  $tt$ -ხარისხების არასრული ანტიჯაჭვი.

CYBERNETICS

G. N. KOBZEV

RELATIONSHIP BETWEEN RECURSIVELY ENUMERABLE  $tt$ - AND  
 $\omega$ -DEGREES

Summary

Every nonrecursive recursively enumerable  $\omega$ -degree has an infinite antichain of recursively enumerable  $tt$ -degrees.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. F. Cohen. Recursive function theory In: Newsletter, 11, 1976, item 151.
2. A. H. Lachlan. Proc. Amer. Math. Soc., 48, № 2, 1975, 429—434.
3. X. Роджерс. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. М., 1972.



Г. Б. БУКИЯ

## ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗНАЛИЧНОГО РАСЧЕТА В СЕТИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 23.9.1976)

В основу рассматриваемой макроэкономической модели заложен механизм функционирования, который предполагает: объединение кассы магазина, торгующего товарами ценою выше некоторой  $\Pi_{\eta}$ , со сберегательной кассой; зачисление на специальную сберегательную книжку ССК владельца или группы владельцев вкладов только бухгалтерией соответствующей организации; перепись необходимой суммы с ССК на счет магазина при выписывании чека; в магазинах или секциях, торгующих товарами ценою ниже  $\Pi_{\eta}$ , в условиях полной автоматизации, выдачу чека терминальным кассовым аппаратом, связанным с центральной ЭВМ, осуществляющей соответствующее перечисление.

Индекс  $\eta$  характеризует уровень автоматизации соответствующих перечислений. При  $\eta=0$  безналичный расчет не автоматизирован. При  $\eta=\max \eta$  имеем полную автоматизацию на базе сети ЭВМ, терминалов и общегосударственной автоматизированной системы передачи цифровой информации [1—3]. При полной автоматизации бумажные деньги исключаются из обращения и в качестве носителя денежных символов [4] используется не бумага, а ячейки запоминающей среды вычислительной системы, которые и выступают в качестве носителя информации о полноценных средствах обращения — золоте.

Введем непрерывную, относительно аргументов  $x$  и  $\tau$ , функцию наилучшего равномерного приближения [5]  $V(x, \tau, \Gamma_{1\beta})$ , описывающую общее количество товаров ценою не выше  $x$ , реализованных торговой сетью за время от нуля до  $\tau$ , некоторого планового периода  $\Gamma_{1\beta}$  ( $\beta$  — номер года изучаемого пятилетия,  $\Gamma_{1\beta}$  — идентификатор изучаемого года, соответствующий численно календарному значению конца предыдущего года). Для товаров, которые не измеряются штукой, количество определяется как отношение реализованного объема товара в соответствующих единицах измерения к среднему количеству, реализуемому при одной торговой операции. Определим «плотность расходов»:

$$W(x, \tau, \Gamma_{1\beta}) = \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ \Delta \tau \rightarrow 0}} \frac{\Delta x \Delta \tau V(x, \tau, \Gamma_{1\beta})}{\Delta x \cdot \Delta \tau}$$

Как и в предыдущем случае, на основе плановых ориентиров, введем непрерывную, относительно аргумента  $\tau$ , функцию наилучшего рав-



номерного приближения  $U(\tau, \Gamma_{1\beta})$ , описывающую значения денежных сумм зачисленных на ССК за время  $0 \div \tau$ .

Определим «плотность безналичных доходов»:

$$Y(\tau, \Gamma_{1\beta}) = \lim_{\Delta\tau \rightarrow 0} \frac{\Delta\tau U(\tau, \Gamma_{1\beta})}{\Delta\tau}.$$

Введем обозначения:  $s$  — доход сберегательной кассы на среднегодовой рубль, хранящийся в ней;  $T_1$  — изучаемый плановый период (год);  $x_{\max}$  — цена самого дорогого изделия;  $q_\eta$  — расходы на одну операцию оформления изменения на счетах (выписывание чека) [6, 7];  $d(x, \tau_{10}, \Gamma_{1\beta})$  — остаток на счетах ССК от предыдущего года (для каждого нового изучаемого года рассматривается как известная, фиксированная величина);  $P_{0\eta}$  — капитальные затраты, которые необходимо произвести для того чтобы перейти от уровня автоматизации  $(\eta-1)$  к уровню автоматизации  $\eta$  (включая затраты на автоматизацию существующих безналичных расчетов между организациями);  $P_{2\eta}$  — дополнительные текущие затраты, связанные с зачислением сумм на ССК (эта величина связана с общей численностью трудящихся);  $P_{3\eta}$  — дополнительные текущие затраты, вызванные автоматизацией существующих безналичных расчетов между организациями (эта величина равна экономии текущих затрат со знаком минус).

Поставив целью минимизацию срока окупаемости, т. е. отношения дополнительных капитальных затрат к годовому приросту прибыли [8], в нашем подходе получим

$$Q(x, x_{\max}, \Gamma_{1\beta}) = \frac{P_{0\eta}}{D_\eta(x, x_{\max}, \Gamma_{1\beta})},$$

где

$$\begin{aligned}
 D_\eta(x, x_{\max}, \Gamma_{1\beta}) = & s \cdot \left[ \frac{1}{T_1} \int_{\beta \cdot T_1}^{(\beta+1) \cdot T_1} \int_{\beta \cdot T_1}^{\tau} Y(\tau, \Gamma_{1\beta}) d\tau d\tau - \right. \\
 & \left. - \frac{1}{T_1} \int_{\beta \cdot T_1}^{(\beta+1) \cdot T_1} \int_{\beta \cdot T_1}^{\tau} \int_x^{x_{\max}} x \cdot W(x, \tau, \Gamma_{1\beta}) dx d\tau d\tau + d(x, \tau_{10}, \Gamma_{1\beta}) \right] - \\
 & - q_\eta \int_{\beta \cdot T_1}^{(\beta+1) \cdot T_1} \int_x^{x_{\max}} W(x, \tau, \Gamma_{1\beta}) dx d\tau - (P_{2\eta} + P_{3\eta}).
 \end{aligned}$$

Минимум функции  $Q$  обеспечивается максимумом функции  $D$ . Приравняв производную  $D$  по  $x$  нулю, найдем, решая полученное уравнение, оптимальный граничный уровень цен

$$x_\eta = x_0,$$

где  $x_0$  — корень уравнения.

Наличие нескольких корней оставляет за нами право выбора, исходя из конкретных соображений. При необходимости, используя доказанное нами нижеследующее преобразование, двойные интегралы по времени могут быть преобразованы в одинарные для периода  $\beta=0$ :

$$\frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} \int_0^{\tau} p(\tau) d\tau d\tau = \int_0^{T_1} p(\tau) d\tau - \frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} \tau \cdot p(\tau) d\tau,$$

где  $p(\tau)$  — непрерывная функция или произведение импульсной  $\delta(\tau - \tau_0)$  функции [9] на непрерывную или на имеющую в точке  $\tau_0$  разрыв первого рода функцию  $z(\tau)$ ,  $0 \leq \tau \leq T$ ,  $0 \leq x \leq T$ ,  $p(\tau) = Z(\tau) \cdot \delta(\tau - \tau_0)$ . Необходимость в использовании импульсной  $\delta$ -функции появляется при включении в рассмотрение дискретных величин.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.10.1976)

კიბერნეტიკა

ბ. ბუკია

საცალო ვაჭრობის ქსელში უნაღლო ანგარიშსწორების საერთო  
 სახელმწიფომბრივი სისტემის განუმარტავი მოდელი

რეზიუმე

რეკომენდებულია საცალო ვაჭრობის ქსელში უნაღლო ანგარიშსწორების სისტემის ფუნქციონირების მექანიზმი და მოყვანილია აღნიშნული მაკროეკონომიური მოდელის მათემატიკური აღწერა.

დამუშავებული მათემატიკური მოდელის გამოყენებით შესაძლებელია გამოითვალოს ფასების დონე, რომლის ზემოთ მიზანშეწონილია უნაღლო ანგარიშსწორება.

CYBERNETICS

G. B. BUKIA

## A GENERALIZED MODEL OF THE STATE ACCOUNTING CLEARING SYSTEM IN THE NETWORK OF RETAIL TRADE

Summary

The paper recommends a mechanism of functioning of the accounts clearing system in the network of retail trade and gives a mathematical description of the above macroeconomical model.

The said mathematical model permits assessment of the level of prices above which the realization of goods by accounts clearing system is advisable under the given level of automatization of accounting operations.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971.
2. В. М. Глушков. Введение в АСУ. Киев, 1974.
3. Системы передачи данных и сети ЭВМ. Под ред. П. Грина и Р. Лаки. М., 1974.
4. К. Маркс. Капитал, т. I. М., 1951.
5. И. С. Березин, Н. П. Жидков. Методы вычислений. М., 1962.
6. Ю. М. Белугин. Экономика сберегательного дела. М., 1975.
7. Г. Ф. Еремеева, Г. С. Ткаченко. Основы сберегательного дела. М., 1976.
8. Методика оценки экономической эффективности отраслевых автоматизированных систем управления (ОАСУ) в промышленных министерствах, всесоюзных и республиканских промышленных объединениях. М., 1974.
9. В. С. Пугачев. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. М., 1962.

Л. Ф. КОРОШИНАДЗЕ, Э. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ

## О СТАТИСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 9.10.1976)

Данные о характеристиках пространственной и временной статистической структуры метеорологических полей необходимы при объективном анализе этих полей для рационального размещения метеорологической сети, а также в некоторых прогностических схемах. Если к настоящему времени накопилось достаточное количество подобных данных для европейской территории СССР [1], то аналогичные исследования в условиях Закавказья находятся лишь в начальной стадии своего развития.

В статье приводятся результаты первого комплексного исследования пространственной и временной статистической структуры температурного поля Грузии, осредненного по годовым и месячным временным интервалам. Методика исследования предусматривала получение статистических характеристик поля: средней  $\bar{t}$ , дисперсии  $\sigma^2$ , вариации  $S$ , абсолютного отклонения  $S$ , вероятного отклонения  $V$ , асимметрии  $A$ , эксцесса  $E$  и пространственных корреляционных моментов  $\mu(r)$ . Обработке подвергались данные наблюдений 30 метеорологических станций УГМС Грузинской ССР за период 1940—1972 гг. Все расчеты были выполнены на ЭВМ БЕСМ-6.

Основной характеристикой статистической структуры является закон распределения. Эмпирические функции распределения температуры близки к нормальной:

$$p = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(t_i - \bar{t})^2}{2\sigma^2} \right\}, \quad (1)$$

где  $\bar{t}$  — средняя годовая или месячная температура воздуха;  $\sigma$  — ее среднее квадратичное отклонение;  $t_i$  — температура для заданной градации.

На рис. 1 представлены эмпирическая и теоретическая кривые распределения годовой температуры воздуха для Тбилиси. Как видно, они довольно хорошо соответствуют друг другу. Аналогичная картина наблюдается и для других станций. Следовательно, расчет вероятностных характеристик температуры может быть произведен косвенно [2] по формуле (1) без обращения к исходному ряду наблюдений.

Нормальность кривой указывает на то, что в формировании эмпирического распределения температуры воздуха в равной степени уча-



ствуют как кумулятивные, так и компенсационные факторы. Действие этих факторов способствует возникновению бесконечного числа малых, независимых отклонений от центра тяжести (средней), результат на-

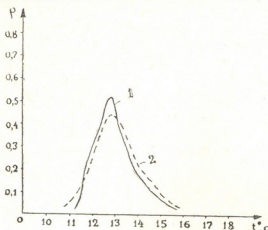


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения годовой температуры воздуха в Тбилиси: 1 — эмпирическая, 2 — теоретическая

ложения которых характеризует климатическое изменение средней температуры воздуха.

В табл. 1 приведены статистические характеристики температуры воздуха для Тбилиси.

Таблица 1  
Статистические характеристики температуры воздуха для Тбилиси

Месяц	$\bar{t}$	$\sigma$	$C$	$S$	$V$	$A$	$E$
Январь	1,7	2,2	129	1,8	1,5	-0,3	-0,1
Апрель	12,0	1,6	13	1,3	1,1	0,3	-0,5
Июль	24,5	1,2	5	1,0	0,8	0,2	-1,0
Октябрь	13,5	1,7	13	1,3	1,1	-0,2	-0,4
Год	12,9	0,9	7	0,5	0,6	0,2	0,9

Коэффициент вариации, характеризующий степень рассеяния температуры во времени, на исследуемой территории зимой обычно превышает 100%, а наименьшим оказывается летом — 5—10%. В распределении температуры воздуха повсеместно отмечена незначительная асимметрия —  $0,2 \leq (A) \leq 0,5$  и слабый эксцесс —  $(K) \leq 1,0$  указывающие на симметрию и нормальную крутизну эмпирического распределения.

Оценка полей изокоррелят температуры проводилась с помощью корреляционных моментов, рассчитанных для центральных месяцев, сезонов и для года в целом. Особенности анизотропии рассматриваемых полей заслуживают внимательного изучения, если учесть, что они меняются от сезона к сезону и в какой-то мере связаны с характером циркуляции. Отмеченная выше анизотропность сравнительно невелика и приводит к незначительному увеличению ошибок осреднения. Поэтому используемые для оценок корреляционные функции рассчитывались в предположении однородности и изотропности поля.

На рис. 2 представлены эмпирические корреляционные функции средней температуры воздуха. Корреляция с расстоянием быстрее затухает в теплый период года.

Построенные корреляционные функции были аппроксимированы выражением вида

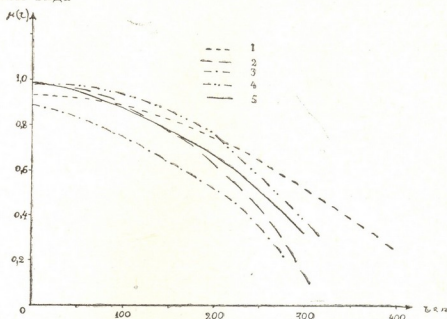


Рис. 2. Пространственные корреляционные функции средних температур воздуха: 1 — январь, 2 — апрель, 3 — июль, 4 — октябрь, 5 — год

$$\mu(r) = \mu(0) \exp\{-r/r_0^\alpha\}, \quad (2)$$

где  $\mu(0)$  — коэффициент корреляции на нулевом расстоянии,  $r_0$  — радиус пространственной корреляции, на котором корреляционная функция убывает в  $e$  раз;  $\alpha$  — структурный параметр.

Расчитанные значения этих параметров, а также меры ошибок наблюдений  $\eta^2 = \frac{1 - \mu(0)}{\mu(0)}$  даны в табл. 2.

Таблица 2

Статистические параметры поля температуры

Месяц	$\mu(0)$	$r_0$	$\alpha$	$\eta^2$
Январь	0,94	360	2,38	0,06
Апрель	0,98	260	2,39	0,02
Июль	0,88	250	1,82	0,16
Октябрь	0,98	300	3,50	0,02
Год	0,99	288	2,24	0,01

Обращает на себя внимание значение меры ошибок наблюдений. Для годовых температур значение  $\mu^2$  имеет порядок 0,01, что соответствует средней квадратической погрешности около 0,2°C [3]. Эта пог-

решность главным образом обусловлена физико-географическими и микроклиматическими различиями в расположении станций.

Количественные оценки точностей линейной и оптимальной интерполяции могут быть выполнены по формуле (2) подстановкой соответствующих параметров. Для расчетов следует использовать известные методы [3].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.10.1976)

გეოფიზიკა

ლ. კოროშინაძე, ე. ელიზბარაშვილი

ტემპერატურის ველის სტატისტიკური სტრუქტურის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია საქართველოს ტემპერატურული ველის სივრცითი და დროითი სტატისტიკური სტრუქტურის პირველი კომპლექსური გამოკვლევის შედეგები. მიღებული სივრცითი კორელაციური ფუნქციები და სტატისტიკური პარამეტრები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მეტეოროლოგიური ველების ობიექტური ანალიზის, ტემპერატურის სტატისტიკური პროგნოზის და მეტეოროლოგიური ქსელის რაციონალურად განლაგების ამოცანებში.

GEOPHYSICS

L. F. KOROSHINADZE, E. Sh. ELIZBARASHVILI

## STATISTICAL STRUCTURE OF TEMPERATURE FIELD

### Summary

The findings of a first complex study of the spatial and temporal statistical structure of the temperature field of Georgia are presented.

The obtained spatial correlation functions and statistical parameters may be used in an objective analysis of meteorological fields (in the statistical prognosis of temperature) and for rational distribution of the meteorological network and in forecast diagrams.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Материалы Международного симпозиума специалистов гидрометслужб социалистических стран, т. II, Исследования статистической структуры метеорологических полей. М., 1975.
2. Н. В. Кобышева. Косвенные расчеты климатических характеристик. Л., 1971.
3. Л. С. Гандин, Р. Л. Каган. Статистические методы интерпретации метеорологических данных. Л., 1976.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Т. ГВЕЛЕСИАНИ, Д. Д. ТОРОНДЖАДЗЕ, В. К. АКИМОВ

РОДАНИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ВИСМУТА С ПРОИЗВОДНЫМИ  
ПИРАЗОЛОНА. ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИСМУТА

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 12.7.1976)

Производные пиразолонa широко используются для осаждения, экстракционного разделения и экстракционно-фотометрического определения многих элементов [1, 2], образующих достаточно прочные ацидокомплексные анионы.

Нами проводится систематическое изучение галогенидных комплексов висмута с производными пиразолонa [3—7].

Роданидные комплексы практически не изучены. В индивидуальном состоянии выделены лишь соединения с диантипирилметаном, диантипирилметилметаном, диантипирилпропилметаном и диантипирилфенилметаном состава  $(RH) \cdot [Bi(NCS_4)]$  [8].

В настоящей работе изучена экстракция роданидных комплексов висмута, спектрофотометрические характеристики комплексов и возможность применения их для экстракционно-фотометрического определения висмута.

Использовались следующие реактивы и приборы: диантипирилметан (ДАМ) х. ч., диантипирилметилметан (ДАММ) ч. д. а., диантипирилпропилметан (ДАПМ) ч. д. а., диантипирилфенилметан (ДАФМ) ч. д. а.

Раствор висмута. Навеску 0,5000 г металлического висмута марки х.ч. растворяли в 3,5 мл концентрированной  $HNO_3$ . Раствор доводили до метки водой в колбе на 500 мл. Конечный раствор содержал 1,0 мг/мл  $Bi$ .

Использовали: спектрофотометр СФ-4А. Установку с малым фоном УМФ-15000 М, счетчик БТ-13.

Экстракция роданидных комплексов висмута изучалась с использованием радиоактивного изотопа  $Bi^{210}$ . 1 мл раствора висмута, содержащего радиоактивный изотоп  $Bi^{210}$ , переносили в колбы с притертой пробкой, добавляли соответствующие количества  $H_2SO_4$ ,  $KSCN$  и водой доводили объем до 10 мл. Полученный раствор встряхивали 2 мин с 10 мл раствора производного пиразолонa в соответствующем растворителе (использовали также растворы в  $CH_3COOH$ ). От каждой фазы отбирали по 1 мл и измеряли  $\beta$ -активность на установке с малым фоном УМФ-1500 М, счетчик БТ-13. По полученным данным вычисляли коэффициент распределения ( $E$ ) и процент экстракции ( $R$ ). В таблице приведены значения процента экстракции висмута хлороформом и дихлорэтаном. Как видно из полученных данных, роданидные комплексы висмута практически полностью экстрагируются обоими растворителями с ДАМ, ДАММ и ДАПМ.



Процент экстракции резко возрастает с увеличением концентрации реагента (ДАПМ), для практической полной экстракции необходим 150—200-кратный избыток ДАПМ (рис. 1).

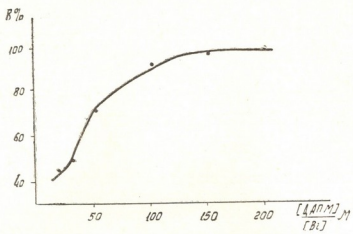


Рис. 1. Влияние избытка диантипирилпропилметана (ДАПМ) на экстракцию висмута хлороформом из 0,07 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,5 М по KSCN)

На экстракцию висмута влияет концентрация роданид-ионов и кислоты. Оптимальной концентрацией H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> является 0,06—0,1 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (рис. 2). При концентрации H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> > 0,1 н. и < 0,06 н. процент экстракции висмута уменьшается.

Экстракция роданидных комплексов висмута с производными пиразолона в хлороформе и дихлорэтане

Реагент	Растворитель			
	CHCl <sub>3</sub>		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	
	Е	%	Е	%
Антипирин	0,16	13,79	0,20	16,66
Диантипирилметан	33,57	97,10	54,21	98,19
Диантипирилметилметан	52,34	98,10	62,16	98,41
Диантипирилпропилметан	95,7	98,96	96,81	98,98
Диантипирилфенилметан	55,12	98,21	112,4	99,02

Экстрагируемость висмута увеличивается с увеличением концентрации KSCN (рис. 3). Концентрация должна быть не менее 0,5—1,5 М.

Экстракционно-фотометрическое определение висмута. Экстракты роданидных комплексов висмута окрашены в слабо-желтый цвет. Окраска экстракта устойчива во времени и пригодна для фотометрического определения висмута. На основе этого нами был разработан экстракционно-фотометрический метод определения висмута после экстракции хлороформом роданидного комплекса висмута с диантипирилпропилметаном. Кривая светопоглощения имеет максимум при λ<sub>max</sub> = 330 — 335 нм, ε = (1,36 — 1,40) · 10<sup>4</sup> (рис. 4). Закон Бера соблюдается для 4,0—10,0 мкг/мл Вi.

Аликвотную часть раствора, содержащую 10,0 — 100,0 мкг, переносят в делительную воронку, добавляют 1 мл 0,07 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5 мл 10% раствора KSCN и разбавляют водой до 10 мл. Добавляют 10 мл 1%

раствора диантипирилпропилметана в хлороформе и встряхивают 2 мин. Через 15—20 мин оптическую плотность органической фазы за-

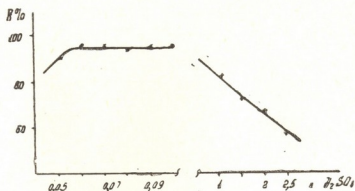


Рис. 2. Влияние кислотности раствора на экстракцию висмута хлороформом из раствора  $H_2SO_4$  (0,5 М по KSCN, 100-кратный избыток раствора ДАПМ)

меряют на спектрометре СФ-4А при  $\lambda_{\max}=330$  мн в кювете с  $l=1,0$  см относительно контрольного раствора. Содержание висмута находят по калибровочному графику.

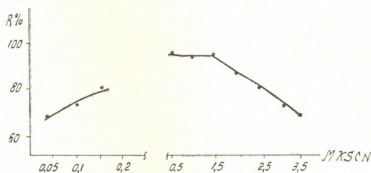


Рис. 3. Влияние концентрации KSCN на экстракцию висмута хлороформом (0,07 н.  $H_2SO_4$ , 100-кратный избыток раствора ДАПМ).

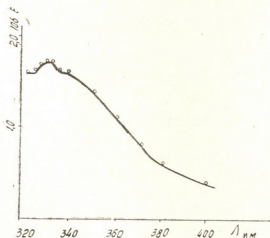


Рис. 4. Спектр поглощения роданидного комплекса висмута с ДАПМ в хлороформном экстракте

При статистической обработке результатов были получены ( $\alpha=0,95$ ,  $n=7$ ): среднее арифметическое значение из  $n$  измерений  $\bar{x}=4,0$ , среднее

квадратичное отклонение от среднего арифметического  $S=0,110$ , доверительный интервал  $\varepsilon=0,103$ , коэффициент вариации  $v=2,74\%$ .

Определению  $1,0-10,0$  мкг/мл Bi не мешают щелочные, щелочно-земельные металлы, Cd (0,1 мг), Ni (0,5 мг), Zn (1,0 мг), As<sup>V</sup> (0,3 мг), Sb<sup>III</sup> (0,3 мг), Mn (0,25 мг), Al (0,5 мг). Мешают Fe, Ti, Cu, Sn.

Тбилисский государственный  
университет

Научно-исследовательский институт  
органических полупродуктов  
и красителей  
Москва

(Поступило 24.9.1976)

ანალიზური მონივა

ლ. გველესიანი, დ. ტორონჯაძე, ვ. აკიმოვი

ბისმუტის როდანიდული კომპლექსები პირაზოლონის წარმოებულებთან. ბისმუტის განსაზღვრის ფოტომეტრული მეთოდი რეზიუმე

შესწავლილია ბისმუტის როდანიდული კომპლექსების ექსტრაქცია პირაზოლონის წარმოებულებთან. განსაზღვრულია კომპლექსების სპექტროფოტომეტრული მახასიათებლები. მოწოდებულია ბისმუტის განსაზღვრის ახალი ექსტრაქციულ-ფოტომეტრული მეთოდი.

#### ANALYTICAL CHEMISTRY

L. T. GVELESIANI, D. D. TORONJADZE, V. K. AKIMOV

### THIOCYANATE COMPLEXES OF BISMUTH WITH PYRAZOLONE DERIVATIVES. PHOTOMETRIC DETERMINATION OF BISMUTH

#### Summary

Extraction of bismuth thiocyanate complexes with pyrazolone derivatives has been studied. The spectrometric characteristics of the complexes have been determined. A new extraction-photometric method of bismuth determination is presented.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Акимов, А. И. Бусев. ЖАХ, 26, 1971, 965.
2. А. И. Бусев, В. К. Акимов, С. И. Гусев. УХ, 34, 1965, 565.
3. В. П. Живописцев, М. И. Челнокова. Заводск. лаборатория, 18, 1952, 1428.
4. А. И. Бусев, Саид Алиша Сабер, В. К. Акимов. ЖАХ, 25, 1970, 1125.
5. В. К. Акимов, Д. Д. Торонджадзе, А. И. Бусев, Г. П. Рудзит. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973, 577.
6. Д. И. Анджапаридзе, Д. Д. Торонджадзе, В. К. Акимов, А. И. Бусев. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974, 57.
7. Д. Д. Торонджадзе, Д. И. Анджапаридзе, В. К. Акимов, А. И. Бусев. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974, 342.
8. Д. Д. Торонджадзе, В. К. Акимов, А. И. Бусев. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973, 341.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. В. МЗАРЕУЛИШВИЛИ, Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ, В. П. НАТИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ В СИСТЕМЕ  
 $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{—Na}_2\text{CO}_3\text{—H}_2\text{O}$

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 5.7.1976)

В последнее время карбонаты редкоземельных элементов, как труднорастворимые и легкоразлагающиеся при нагревании соединения, все более широко применяются в аналитической химии и технологии, для изготовления высококачественной керамики, полупроводниковых материалов и др.

Систематическое исследование карбонатов редкоземельных элементов несомненно будет способствовать выяснению новых областей их применения и более детальному изучению этого класса соединений. В связи с этим представляло интерес изучение взаимодействия в системе  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{—Na}_2\text{CO}_3\text{—H}_2\text{O}$ .

Исследование проводилось методом растворимости при 25°C в диапазоне концентрации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  от 0,32% до 39,32%. В качестве исходных компонентов применяли синтезированный нами карбонат лютеция и раствор карбоната натрия различной концентрации, приготовленные из реактивов квалификации «х. ч.».

Для получения карбоната лютеция к раствору  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3$  добавлялось эквивалентное количество карбоната аммония, смесь перемешивалась в течение одного часа, отфильтровывалась, промывалась водой, высушивалась до воздушно-сухого состояния и анализировалась. По результатам химического анализа состав выделенного соединения соответствовал формуле  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

В исследуемой системе равновесие достигалось в течение шести месяцев, о чем судили по сходимости двух последовательных результатов. Равновесные растворы характеризовались достаточной вязкостью, в связи с чем отделение твердой и жидкой фазы затруднялось.

Состав образующихся в системах соединений определяли графически по методу Скрейнемакера, а также непосредственным анализом твердых фаз отделенных от маточного раствора и промытых сначала раствором карбоната натрия, с концентрацией, близкой равновесному раствору, затем спиртом. Твердую фазу и фильтрат анализировали на содержание  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , по этим данным строили диаграмму. Лютеций и  $\text{CO}_3^{2-}$  как в жидкой, так и в твердой фазах определялись из одной навески. Сначала определяли ионы  $\text{CO}_3^{2-}$  обратным титрованием избытка соляной кислоты, титрованным раствором едкого



го натра по метилоранжу, а затем определяли лютеций оксалатным методом.

Данные по растворимости представлены на рис. 1 и в табл. 1. Кривая растворимости состоит из трех частей (ветвей), указывающих на выделение в твердой фазе соединений разных составов. Первая ветвь соответствует образованию нормального карбоната лютеция. Лучи Скрейнемакера на этом участке изотермы пересекаются в точке,

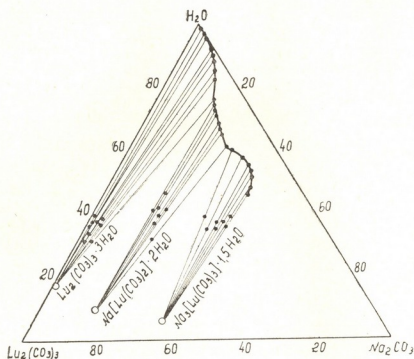


Рис. 1. Растворимость в системе  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{--Na}_2\text{CO}_3\text{--H}_2\text{O}$

отвечающей составу  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , для которого рассчитано, %: Lu—59,92;  $\text{CO}_3^{2-}$ —30,82;  $\text{H}_2\text{O}$ —9,24; установлено анализом, %: Lu—59,45;  $\text{CO}_3^{2-}$ —31,32;  $\text{H}_2\text{O}$ —9,23. Вторая ветвь растворимости отвечает составу  $\text{Na}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , для которого рассчитано, %: Na—6,50; Lu—49,43;  $\text{CO}_3^{2-}$ —33,90;  $\text{H}_2\text{O}$ —10,14; установлено анализом, %: Na—6,50; Lu—49,81;  $\text{CO}_3^{2-}$ —33,12;  $\text{H}_2\text{O}$ —9,42.

Графически определенный состав фазы, кристаллизующейся на третьем участке изотермы растворимости, отвечает формуле:  $\text{Na}_3[\text{Lu}(\text{CO}_3)_3] \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ , для которого рассчитано, %: Na—15,30; Lu—38,80;  $\text{CO}_3^{2-}$ —39,90;  $\text{H}_2\text{O}$ —5,99, установлено анализом, %: Na—15,44; Lu—38,64;  $\text{CO}_3^{2-}$ —40,20;  $\text{H}_2\text{O}$ —5,72.

Таким образом, графически установленный состав карбонатных соединений лютеция, выделенных в системе  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{--Na}_2\text{CO}_3\text{--H}_2\text{O}$ , подтвержден также химическим анализом твердых фаз, отделенных от маточного раствора.

Согласно приведенным результатам при концентрации карбоната натрия в жидкой фазе до 11,33% ионы лютеция обнаруживаются сравнительно в небольших количествах (2,13%). С повышением кон-

центрации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  до 28,32% растворимость  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3$  значительно увеличивается и доходит до 13,80%, а затем снова понижается. Выделенные комплексные соли лютеция растворимы в воде инконгруэнтно, при промывании водой они разлагаются с выделением нормального карбоната лютеция и карбоната натрия.

Растворимость в системе  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  (25°C)

Состав насыщенных растворов, %		Состав данной фазы, %		Состав соединений
$\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	
0,32	1,43	60,00	1,34	$\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
0,18	2,60	63,16	1,71	
1,07	3,92	61,74	2,00	
1,18	6,70	66,81	2,34	
1,82	8,12	64,34	2,41	
2,13	9,54	59,82	2,60	
3,62	11,33	58,54	3,34	
6,57	12,39	59,42	3,34	
8,62	15,62	64,82	4,08	
9,02	15,42	43,33	16,06	
9,52	16,40	37,12	16,74	$\text{Na}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
10,31	18,72	41,74	17,31	
11,21	21,32	42,81	18,00	
11,93	21,83	45,16	18,44	
12,34	23,46	39,32	19,63	
13,80	27,21	48,30	20,00	$\text{Na}_3[\text{Lu}(\text{CO}_3)_3] \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$
12,60	28,32	30,00	31,34	
10,60	32,52	32,14	33,54	
10,02	35,23	28,33	35,00	
10,00	36,12	29,32	36,22	
11,46	38,62	26,14	37,33	
13,64	38,90	23,52	38,42	
15,00	39,32	26,14	38,30	

Результаты изучения термогравиграмм, образующихся в системе соединений, снятой на дериватографе системы Ф. Паулик, И. Паулик и Л. Эрдей при скорости 10 град/мин, показали, что термограммы комплексных солей лютеция однотипны и характеризуются в первой стадии до температуры 130°C отщеплением кристаллизационной воды, а далее в интервале 130—600°C ступенчатой декарбонизацией солей с образованием конечного продукта разложения  $\text{NaLuO}_2(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Lu}_2\text{O}_3)$ .

Выделенные в системе карбонатные соединения лютеция являются рентгеноаморфными веществами.

При сопоставлении имеющихся данных о реакции взаимодействия карбонатов редкоземельных элементов с карбонатами щелочных металлов [1—3] наблюдается явно выраженная тенденция к увеличению растворимости карбонатов редкоземельных элементов в ряду La—Lu.

Основываясь на разной растворимости и устойчивости карбонатов РЗЭ в карбонатах щелочных металлов, нами разработана методика разделения лютеция и лантана (празеодинма) карбонатом натрия.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 1.10.1976)

ბ. მზარეულიშვილი, ე. გ. დავითაშვილი, ვ. პ. ნათიძე

$\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  სისტემის ხსნადობის გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია ლუტეციუმის კარბონატის ხსნადობა  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებში. მიღებულია და დახასიათებული ლუტეციუმის სამი ნაერთი, რომელთა შედგენილობა დადგენილია გრაფიკულად სკრინინგ-მეთოდით და აგრეთვე მყარი ფაზის ქიმიური ანალიზით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. V. MZAREULISHVILI, E. G. DAVITASHVILI, V. P. NATIDZE

STUDY OF THE SOLUBILITY OF THE  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$  SYSTEM

Summary

The solubility of lutecium carbonate in mixtures of different concentrations of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  has been studied.

Three compounds of lutecium have been obtained and investigated. The composition of the compounds has been established graphically by Screine-maker's method and by chemical analysis of the solid phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Мзареулишвили. Сб. «Исследование в области химии комплексных и простых соединений некоторых переходных и редких металлов», I. Тбилиси, 1970, 135.
2. Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971, 573.
3. Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе. Сб. «Исследование в области химии комплексных и простых соединений некоторых переходных и редких металлов». 2. Тбилиси, 1974, 226.



УДК 661.719.549.67:541.128

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДZE (академик АН ГССР), М. К. ГАДЖИЕВ,  
 Н. М. НЕБИЕРИДZE

ПРЕВРАЩЕНИЕ ДИ-Н-ПРОПИЛСУЛЬФИДА В Н-ПРОПАНОЛ  
 НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМАХ ЦЕОЛИТА NaY

Высокореакционная способность меркаптанов позволяет получать на их основе ряд соединений, имеющих промышленное применение. Одним из удобных методов их получения считается каталитическое превращение сульфидов в меркаптаны.

Таблица 1

Результаты превращения ди-н-пропилсульфида на модифицированном цеолите NaY

№ п/п	Катали- затор	Степень замеще- ния, %	Темпера- тура, °C	Конвер- сия суль- фида, % вес.	Жидкий катализа Т, г	Выход меркапта- на от теор., % вес.	Состав жидкого катализата, % вес.	
							R-SH	R-S-R
1	AgNaY	23,34	200	27,54	7,12	19,46	14,75	85,25
2			250	57,38	5,45	34,85	34,49	65,51
3			300	87,94	1,67	12,23	39,52	60,48
4	CuNaY	16,75	200	36,61	6,71	25,95	20,86	79,14
5			250	78,03	3,52	31,14	47,72	52,28
6			300	95,36	0,83	8,15	52,96	47,04
7	CaNaY	14,83	250	35,06	7,14	30,95	23,49	76,51
8			300	61,20	5,48	41,33	40,69	59,31
9			350	75,77	3,78	32,43	46,29	53,71
10	MgNaY	12,66	250	45,68	6,28	32,07	27,55	72,45
11			300	75,05	4,45	43,74	53,03	47,97
12			350	87,75	2,35	24,44	55,81	44,19
13	FeNaY	10,25	250	46,70	5,70	22,98	21,75	78,25
14			300	65,02	4,19	23,35	30,07	69,93
15			350	100	—	—	—	—
16	AlNaY	4,50	250	45,68	6,04	27,62	24,67	75,33
17			300	72,78	3,78	27,80	39,68	60,32
18			350	100	—	—	—	—
19	NiNaY	12,40	250	38,76	6,37	22,98	19,47	80,53
20			300	66,45	4,19	25,58	32,94	67,06
21			350	100	—	—	—	—
22	HNaY	65,00	200	49,74	6,55	43,37	35,72	64,28
23			250	80,18	4,36	31,51	38,99	61,01
24			300	95,46	0,63	4,63	39,68	60,32
25	DkNaY	—	200	35,66	6,70	24,28	19,55	80,45
26			250	54,99	5,44	30,95	30,69	69,31
27			300	91,88	1,01	6,11	32,67	67,33



Нами установлено [1], что наибольший выход *n*-пропантиола наблюдается при превращении ди-*n*-пропилсульфида в присутствии синтетического цеолита NaY.

Настоящая работа посвящена изучению каталитических свойств модифицированных форм цеолита NaY в реакции превращения ди-*n*-пропилсульфида в *n*-пропантиол.

Чистота ди-*n*-пропилсульфида контролировалась хроматографически. В качестве катализаторов использовались модифицированные формы цеолита NaY в соотношении  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=5,0$ . Модификация вышеуказанного цеолита проводилась однократно, методом ионного обмена с 0,2 *n*. раствором соответствующих солей, а водородная и декарбонированная формы (HNaY и DkNaY) были получены по методике [2, 3].

Таблица 2

Состав газообразного катализата. % вес. (без H<sub>2</sub>S)

№ п/п	Катализаторы	Температура, °C	H <sub>2</sub> или H <sub>2</sub> +CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> +C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	
							<i>n</i> -	изо-	$\alpha$	изо-
1		200	—	—	15,05	84,95	—	—	—	—
2	AgNaY	250	2,55	1,90	26,11	69,43	—	—	—	—
3		300	5,79	3,30	31,62	59,29	—	—	—	—
4			200	—	—	16,60	83,40	—	—	—
5	CuNaY	250	1,43	0,72	29,10	68,75	—	—	—	—
6		300	3,62	1,66	32,90	61,82	—	—	—	—
7			250	6,80	11,75	14,65	66,80	—	—	—
8	CaNaY	300	9,62	13,30	20,50	38,78	6,10	4,30	5,10	2,30
9		350	10,11	13,48	29,80	26,30	6,90	5,11	6,20	2,10
10			250	4,55	1,13	16,82	77,50	—	—	—
11	MgNaY	300	5,65	0,23	24,58	60,12	0,92	0,50	6,70	1,30
12		350	6,80	1,24	28,02	53,25	2,11	1,30	4,40	2,88
13			250	1,00	1,48	20,98	76,54	—	—	—
14	FeNaY	300	1,02	4,50	25,28	64,21	1,50	0,53	2,00	0,96
15		350	2,30	7,70	34,37	47,32	2,30	1,00	3,01	2,00
16			250	2,25	1,12	19,25	77,38	—	—	—
17	AlNaY	300	2,80	3,00	21,09	66,49	0,50	0,31	3,11	2,70
18		350	3,11	5,10	24,90	57,49	1,20	0,90	4,30	3,00
19			250	1,80	4,11	23,80	59,90	2,39	2,60	3,90
20	NiNaY	300	2,90	6,80	32,88	37,35	8,90	4,90	4,00	2,27
21		350	5,60	10,21	40,90	21,79	9,90	5,80	3,80	2,00
22			200	—	—	21,19	78,81	—	—	—
23	HNaY	250	2,00	2,10	30,90	57,00	2,20	1,70	3,10	1,00
24		300	2,51	3,40	40,00	37,00	4,90	2,80	6,70	2,59
25			200	—	—	2,31	97,69	—	—	—
26	DkNaY	250	3,30	3,34	13,32	70,71	2,10	1,90	4,00	1,33
27		300	5,50	5,10	22,65	57,10	3,00	2,40	3,00	1,25

Синтезированные образцы цеолита анализировались химическими и пламенно-фотометрическими методами. Сохранность кристаллической структуры катализаторов до и после опытов определялась рентгеноструктурным анализом (1). Установлено, что нарушение кристаллической структуры не имело места.

(1) Рентгеноструктурное исследование выполнено С. С. Чхеидзе.

Из порошка модифицированного цеолита готовились таблетки без связующего, размерами 5—6 мм.

Перед использованием цеолитные катализаторы, кроме водородной формы, прогревались при 450°C в течение 2 часов в токе сухого воздуха. Опыты проводились на установке проточного типа, в интервале температур 200—350°C, при условиях, описанных в работе [1].

Активность катализаторов характеризовалась по выходу н-пропантиола от теории.

Результаты превращения ди-н-пропилсульфида на указанных катализаторах представлены в табл. 1, 2.

Из табл. 1 видно, что на всех катализаторах с увеличением температуры опыта наблюдается повышение конверсии превращаемого сульфида, при этом реакция направлена в сторону образования углеводородов и сероводорода. Следует отметить, что для целевой реакции эффективными должны считаться те катализаторы, которые исключают возможность образования сероводорода.

Отсутствие сероводорода в продуктах реакции наблюдалось, в основном, при 200°C с использованием катализаторов  $\text{HNaY}$ ,  $\text{CuNaY}$  и  $\text{DkNaY}$ ; выход н-пропантиола соответственно составлял 43,37; 25,95 и 24,28% вес.; конверсия исходного сульфида — 49,74, 36,61 и 35,66% вес.

На основании полученных результатов при 200°C указанные катализаторы по активности образования н-пропантиола можно расположить в ряд  $\text{HNaY} > \text{CuNaY} > \text{DkNaY} > \text{AgNaY}$ .

При 300°C на катализаторах  $\text{CaNaY}$  и  $\text{MgNaY}$  выход целевого продукта составлял 41,33 и 43,74% вес., но при этом образование сероводородной серы достигало 15,47 и 27,85% вес.

В присутствии остальных контактов в условиях наших опытов выше 250°C наблюдалось интенсивное образование сероводорода и, вместе с тем, понижение выхода н-пропантиола. Это обусловлено, по всей вероятности, природой введенного катиона и другими факторами.

Из данных табл. 2 видно, что на катализаторах  $\text{CuNaY}$ ,  $\text{HNaY}$  и  $\text{DkNaY}$  при 200°C в основном образуются н-пропантиол и пропилен, а в присутствии  $\text{CaNaY}$ ,  $\text{MgNaY}$ ,  $\text{FeNaY}$ ,  $\text{AlNaY}$ ,  $\text{NiNaY}$  и  $\text{HNaY}$  (выше 250°C) имеют место крекинг, изомеризация продуктов превращения, перераспределение водорода с образованием алканов.

Повышенное содержание алканов в указанных условиях наблюдалось на образцах  $\text{NiNaY}$  и  $\text{HNaY}$ , а относительно низким содержанием алканов характеризовался катализат, полученный в присутствии  $\text{DkNaY}$ , что является следствием малой способности этой формы перераспределять водород.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической  
и органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 30.9.1976)

პრ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბაჭიშივი, ნ. ნებიერიძე

დი-ნ-პროპილსულფიდის გარდაქმნა ნ-პროპანთიოლში NaY  
 ცეოლიტის მოდიფიცირებულ ფორმებზე

რეზიუმე

NaY ცეოლიტის საფუძველზე იონგაცვლითი რეაქციით მომზადდა მოდიფიცირებული ფორმები, რომლებიც გამოყენებულია სულფიდთან მერკაპტანის მისაღებად.

ცდები ჩატარებულია ლაბორატორიულ გამტარ სისტემაში 200—350°C ტემპერატურულ ზღვრებში, 0,3 სთ<sup>-1</sup> მოცულობითი სიჩქარით, ნორმალური ატმოსფერული წნევის პირობებში.

დადგენილია, რომ 200°C HNaY, CuNaY და DkNaY კატალიზატორების გამოყენებით მიიღება მერკაპტანი შესაბამისად 43,37; 25,95 და 24,28% (წონით).

რეაქცია სელექტიურად მიმდინარეობს, რაც საშუალებას იძლევა საწყისი ნივთიერების რეცირკულაციით სამიზნო პროდუქტის გამოსავლიანობის გაზრდისა.

ORGANIC CHEMISTRY

Ch. I. ARESHIDZE, M. K. GAJIEV, N. M. NEBIERIDZE

TRANSFORMATION OF DI-N-PROPYLSULFIDE INTO PROPANETHIOL  
 ON THE MODIFIED FORMS OF ZEOLITE NaY

Summary

Experiments were carried out to obtain mercaptan from organic sulfide in laboratory conditions at 200-350°C, using modified forms of zeolite NaY.

At 200°C in the case of HNaY, CuNaY and DkNaY respectively 43.37, 25.95 and 24.28 wt % of propanethiol was obtained selectively.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. ი. არეშიძე, მ. კ. გაჯიევი, ნ. მ. ნებიერიძე. Нефтехимия, 16, № 3, 1976.
2. Г. В. Цицишвили, Г. Д. Багратишвили, К. А. Бежашвили, Д. Н. Барнабишвили, М. С. Шуакришвили. ДАН СССР, 152, № 5, 1963.
3. Г. В. Цицишвили, М. С. Шуакришвили, К. А. Бежашвили. Сообщения АН ГССР, 45, № 1, 1967.

УДК 547.759.3





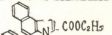
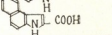
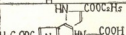
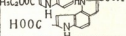
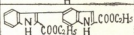
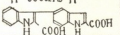
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР) Н. Н. СУВОРОВ,  
 Н. Л. ТАРГАМДЗЕ, Ш. А. САМСОНИЯ, Т. К. ЕФИМОВА,  
 Л. Г. ТРЕТЬЯКОВА, Л. Г. ЧИЛИКИН

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ СПЕКТРЫ И СОЛЬВАТОХРОМИЯ  
 НЕКОТОРЫХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ИНДОЛЬНОГО РЯДА

При сравнении спектров поглощения 1Н, 6Н-бензо[1,2-в:3,4-в'] дигироло-2,7-дикарбоновой кислоты и ее диэтилового эфира в спектре кислоты обнаруживается сильный батохромный сдвиг длинноволновой полосы поглощения при переходе от полярного растворителя к неполярному. Подобное смещение полос, отвечающих  $n \rightarrow \pi^*$ -переходу, хорошо известно, однако вызывает удивление большая величина смещения в спектрах кислот при замене растворителей, по сравнению со сдвигом длинноволновых полос в спектрах их эфиров (см. таблицу).

Положение максимума К-полосы индолилкарбоновых кислот и их эфиров в различных растворителях

	соединение	$\lambda_{\text{max}}$ · нм		$\Delta\lambda$
		спирт	гептан	
I		296	297	1
II		290	292	2
III		308	310	2
IV		290	300	10
V		308	311	3
VI		294	302	8
VII		292	294	2
VIII		285	310	25
IX		298	299	2
X		296	298,5	2,5

Возможно, что наблюдаемая аномалия связана с изменением положения длинноволновой полосы из-за концентрационного влияния, так как в некоторых растворителях положение длинноволновых полос поглощения карбоновых кислот зависит от концентрации [1]. Для выяснения этого вопроса мы исследовали зависимость положения батохромной

39. „მომამბე“, ტ. 84, № 3, 1976



полосы поглощения в спектрах некоторых карбоновых кислот индольного ряда.

В случае неполярного растворителя в интервале концентраций от  $0,4 \cdot 10^{-2}$  до  $2 \cdot 10^{-6}$  моль/л наблюдается S-образная зависимость положения батохромного максимума от концентрации (рис. 1,а). Причиной

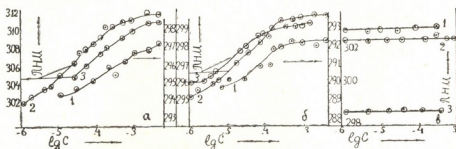


Рис. 1. Зависимость положения длинноволновой полосы от концентрации в растворах: гептана (а), этанола (б) и диоксана (в), 1 — соединение II, 2 — соединение VIII, 3 — соединение X

таких концентрационных изменений является, по-видимому, образование димеров кислот в неполярных растворителях [2—4]. Так как константа димеризации кислоты для данного растворителя и данной температуры является постоянной, то соотношения между количеством димера и мономера в растворе будет зависеть от общей концентрации кислоты. Если же длины волн, соответствующие максимумам полос в спектрах ассоциированных и неассоциированных молекул, имеют различное значение, то при изменении концентрации кислоты будет наблюдаться непрерывное смещение максимума полосы от значения, соответствующего поглощению одной формы, до значения, соответствующего поглощению другой формы. При этом на кривой отсутствует четко выраженный горизонтальный участок, соответствующий мономерной или димерной форме. В спиртовых растворах также наблюдается концентрационная зависимость положения длинноволнового максимума поглощения (рис. 1,б). В этом случае причиной сдвига может быть диссоциация кислот. Зависимость описывается кривой с насыщением: в области концентраций, больших  $0,4 \cdot 10^{-3}$  моль/л, положение максимума батохромной полосы не зависит от концентрации. Концентрационная зависимость полностью отсутствует в случае диоксана (рис. 1,в) [5]. Кроме того, из сравнения рис. 1,а и 1,в видно, что нижние ветви S-образных кривых, выражающих концентрационный ход длин волн в гептане, приближаются к значению  $\lambda_{\max}$  для соответствующих кислот в диоксане. Таким образом, для кислот, склонных к димеризации в неполярном растворителе, с одной стороны, и диссоциации в спиртовом растворе, с другой стороны, для проведения сравнительных спектральных исследований следует использовать в качестве растворителя диоксан или спирт в области концентраций, больших  $0,4 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Причиной большего смещения длинноволновой полосы в спектрах кислот, по сравнению со спектрами их эфиров, вероятно, является способность карбонильной группы сложных эфиров выступать по отношению к спирту только как протоноакцептор, а карбоксильной группы — одновременно как протоноакцептор, так и протонодонор. В результате этого в карбоксильной группе возникает смещение электронной плотности, которое возрастает с увеличением размера самого цикла.

УФ-спектры снимались на спектрофотометре «Specord». Соединения VII—X в литературе не описаны и впервые получены нами.

1Н,6Н-2,7-дикарбэтоксibenzo[1,2-в:3,4-в']дипиррол (VII). 10,6 г смеси изомеров м-фенилендигидразона этилового эфира пировиноградной кислоты растворяют в 30 мл 20% HCl в абсолютном этаноле, нагревают в течение 4 часов, а затем выливают в воду. Выпавшие кристаллы отфильтровывают, промывают водой и сушат. Выход 2 г (21%), т. пл. 266—267° (из спирта). Найдено: C63,78; H5,52; N9,25%. C<sub>16</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено: C63,99; H5,37; N9,33%.

1Н,6Н-benzo[1,2-в:3,4-в']дипирроло-2,7-дикарбоновая кислота (VIII). 1,5 г продукта VII при нагревании растворяют в 70 мл абсолютного этанола. При перемешивании прибавляют раствор 1,2 г NaOH в 30 мл абсолютного этанола. Перемешивают еще 2 часа при кипении, затем подкисляют и выливают в воду. Осадок отфильтровывают и сушат над P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Выход 0,94 г (77%), т. пл. 230—236° (с разложением). Найдено: C59,17; H3,98; N10,97%. C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено: C59,01; H3,28; N11,48%.

5-(2'-карбэтоксиндолил-3')-2-карбэтоксиндол (IX). 3,7 г 4-(2-карбэтоксиндолил-3)-фенилгидразона этилового эфира пировиноградной кислоты в 20 мл абсолютного этилового спирта насыщают сухим HCl в течение 3 часов и оставляют на 12 часов при комнатной температуре, далее выливают в холодную воду, осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат. Выход 1,24 г (35%), т. пл. 203—204° (из спирта). Найдено: C70,10; H5,47; N7,32%. C<sub>22</sub>H<sub>20</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено: C70,2; H5,32; N7,45%.

5-(2'-карбоксиндолил-3')-2-карбоксиндол (X). Суспензию 0,38 г продукта IX в 150 мл 10% раствора KOH кипятят при перемешивании в течение 5 часов, охлаждают, раствор фильтруют и подкисляют 10% HCl. Выпавший осадок экстрагируют этилацетатом. Выход 0,3 г (95%), т. пл. 218—220°. Найдено: C67,74; H4,52; N8,08%. C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено: C67,50; H3,75; N8,75%.

Тбилисский государственный университет

Московский химико-технологический институт

им. Д. И. Менделеева

(Поступило 10.9.1976)

ორგანული ქიმია

ი. გვირგვინი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. სუშროვი, ნ. თარგამაძე, შ. სამსონია, ბ. ფიფიშვილი, ლ. ტაბიბაშვილი, ლ. ჩილიკინი

ინდოლის რიგის ზოგიერთი კარბონული მჟავას ულტრაიისფერი სპექტრები და სოლვატოქრომი

რეზიუმე

შესწავლილია ინდოლის რიგის ზოგიერთი მჟავას ელექტრონული სპექტრები. ნაჩვენებია, რომ ბატოქრომული შთანთქმის ზოლის მაქსიმუმების მდებარეობა დამოკიდებულია შესწავლილ მჟავათა სხარის კონცენტრაციაზე. სინთეზირებულია ინდოლის რიგის ზოგიერთი დიკარბონმჟავა და მათი ეთილის ეთერები.

I. M. GVERDTSITELI, N. N. SUVOROV, N. L. TARGAMADZE, Sh. A. SAMSONIA,  
T. K. YEFIMOVA, L. G. TRETYAKOVA, L. G. CHILIKIN

SOLVATOCHROMY AND ULTRAVIOLET SPECTRA OF SEVERAL  
ACIDS OF INDOLE HOMOLOGUES

Summary

The electronic spectra of several acids of indole homologues have been established. The bathochromic sorption frequency was found to depend on the concentration of the acids studied. Certain carbon acids of indole homologues have been synthesized, as well as their ethyl ethers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Ho. J. Mol. Spectr., 4, 1960, 144.
2. J'haya Jasumasa, Shibuya, Tai-ichi. Bull. Chem. Soc., Japan. 38, 1965, 1144.
3. R. E. Ballard, C. H. Park. Spectrochim. Acta, A, 26, 1970, 399.
4. А. В. Финкельштейн, С. В. Лукьянчук, М. А. Наукина, З. М. Кузьмина. ЖФХ, 38, 1964, 2964.
5. А. Г. Ковалева. УХ, 39, 1970, 168.

Е. Г. ГОРЛОВ, В. Д. ШЕЛУДЯКОВ, С. С. МХИТАРЯН,  
Д. Я. ЖИНКИН, А. И. НОГАЙДЕЛИ

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИКАРБОНАТОВ НА ОСНОВЕ БИСФЕНОЛА А И КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ БИСХЛОРФОРМИАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ В РАСТВОРЕ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 7.5.1976)

Одной из актуальных проблем химии полимерных соединений является получение кремнийорганических поликарбонатов (ПСК). Нами изучена возможность низкотемпературной поликонденсации в растворе бисфенола А (БФА) с кремнийорганическими бисхлорформиатами (БХФ) с целью получения олигомерных поликарбонатов.

Несомненный интерес представляет подробное изучение основных закономерностей синтеза ПСК на основе БФА и некоторых дисилоксановых БХФ: 1,3-бис(хлорформиатометил)-1,1,3,3-тетраметилдисилоксана ( $\alpha_{ал}$  БХФ), 1,3-бис[ $\gamma$ -(хлорформиато)пропил]-1,1,3,3-тетраметилдисилоксана ( $\gamma_{ал}$  БХФ) и 1,3-бис[ $\gamma$ -(хлорформиато)фенил]-пропил-1,1,3,3-тетраметилдисилоксана ( $\gamma_{ар}$  БХФ).

Исследовалось влияние ряда факторов на процесс поликонденсации: типа растворителя и акцептора HCl, концентрации мономеров, акцепторов HCl, времени и температуры реакции. Изучение влияния типа растворителя показало, что при применении  $\alpha_{ал}$  БХФ и  $\gamma_{ал}$  БХФ максимальная  $\eta_{пр}$  достигается в  $CH_2Cl_2$ , а при применении  $\gamma_{ар}$  БХФ — в  $CF_3Cl_3$  (см. таблицу).

Большое влияние на  $\eta_{пр}$  ПСК оказывает концентрация реагирующих веществ (рис. 1). Оптимальной концентрацией мономеров для всех трех БХФ является 0,75 моль/л при соотношении мономер: акцептор HCl=1:3 (макс.  $\eta_{пр}$ ). Выход полимера изменяется для всех БХФ по-разному. Если для  $\alpha_{ал}$  и  $\gamma_{ал}$  БХФ с увеличением концентрации мономеров выход уменьшается, то для  $\gamma_{ар}$  БХФ наблюдается увеличение выхода ПСК. Изучение влияния концентрации акцепторов HCl (пиридина и ТЭА) на процесс синтеза ПСК показало, что оптимальным соотношением БФА: акцептор HCl является 1:3 (рис. 2). Выход полимеров зависит от типа БХФ. При использовании  $\alpha_{ал}$  БХФ выход в пиридине практически не изменяется, а в ТЭА максимальный при соотношении 1:3.

При применении  $\gamma_{ал}$  и  $\gamma_{ар}$  БХФ с пиридином максимальный выход при соотношении БФА: акцептор HCl=1:2,5, а с ТЭА — при соотношении 1:3. Сопоставление обоих акцепторов HCl позволяет сделать вывод об их активности в реакции поликонденсации БХФ с БФА. Соотношение БФА:БХФ=1:1, температура реакции 20°C, продолжительность реакции 120 мин, соотношение БФА:акцептор=1:3.



Исследование изменения  $\eta_{пр}$  ПСК в зависимости от времени реакции при температурах 20 и 35°C показало, что при 20°C  $\eta_{пр}$  возрастает

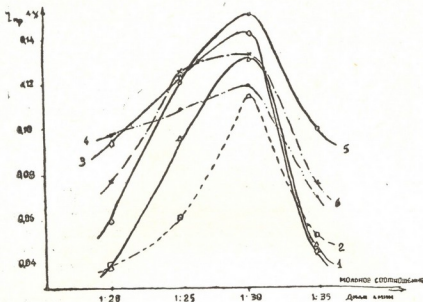


Рис 1. Зависимость  $\eta_{пр}$  ПСК от концентрации мономеров. Соотношение БФА: амин=1:3 время 120 мин, температура 20°C. 1— $\eta_{пр}$  ПСК на основе  $\alpha_{ал}$  БХФ (амин-пиридин); 2—на основе  $\alpha_{ал}$  БХФ (ТЭА); 3—на основе  $\alpha_{ал}$  БХФ (ПР); 4—на основе  $\gamma_{ал}$  БХФ (ТЭА); 5—на основе  $\gamma_{ар}$  БХФ (ПР); 6—на основе  $\gamma_{ар}$  БХФ (ТЭА)

до времени реакции 120—240 мин, а затем снижается. Снижение  $\eta_{пр}$  можно объяснить тем, что БФА образует с третичными аминами комп-

#### Влияние типа растворителя на $\eta_{пр}$ и выход полимеров

Растворитель	Акцептор HCl	$\alpha_{ал}$ БХФ		$\gamma_{ал}$ БХФ		$\gamma_{ар}$ БХФ	
		Выход, % вес.	$\eta_{пр}$	Выход, % вес.	$\eta_{пр}$	Выход, % вес.	$\eta_{пр}$
CCl <sub>4</sub> CHCl <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> Cl) <sub>2</sub> Толуол	Пиридин	51,2	0,055	86,2	0,053	55,5	0,12
	"	82,5	0,040	53,5	0,070	62,7	0,24
	"	77,7	0,062	66,3	0,096	51,2	0,13
	"	80,0	0,056	87,4	0,096	80,5	0,12
	"	66,0	0,061	90,0	0,050	72,3	0,11
CCl <sub>4</sub> CHCl <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> Cl) <sub>2</sub> Толуол	ТЭА	27,7	0,054	61,7	0,10	68,5	0,08
	"	78,3	0,028	74,5	0,076	78,0	0,12
	"	97,5	0,055	75,8	0,103	61,8	0,11
	"	79,5	0,047	83,6	0,095	76,7	0,07
	"	85,3	0,054	78,2	0,082	60,2	0,09

лекс [6], обладающий слабокислыми свойствами и способствующий расщеплению силоксисвязи в полимере, что сказывается на  $\eta_{пр}$ . Известен

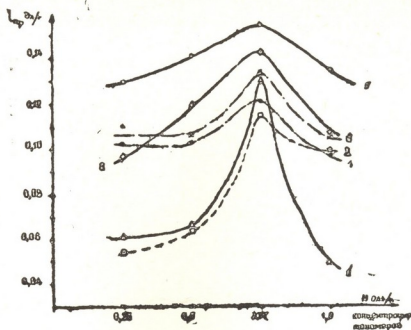
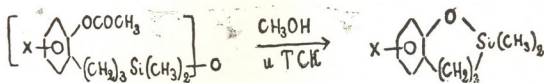


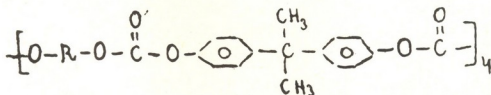
Рис. 2. Зависимость  $n_{\text{пр}}$  ПСК от соотношения БФА: амин. Концентрация мономеров 0,75 мол/л, время 130 мин, температура 20°C. 1— $n_{\text{пр}}$  ПСК на основе  $\alpha_{\text{ал}}$  БХФ (ПР); 2—на основе  $\alpha_{\text{ал}}$  БХФ (ТЭА); 3 — на основе  $\gamma_{\text{ал}}$  БХФ (ПР); 4 — на основе  $\gamma_{\text{ал}}$  БХВФ (ТЭА); 5 — на основе  $\gamma_{\text{ар}}$  БХФ (ПР); 6 — на основе  $\gamma_{\text{ар}}$  БХФ (ТЭА)

аналогичный факт [7], когда фрагмент  $\text{>Si-O-Si<}$  трансформировался в эндоциклические  $\text{>Si-O-C}_{\text{ар}}$ -связи при действии  $\text{CH}_3\text{OH}$  и пара-толуолсульфокислоты:

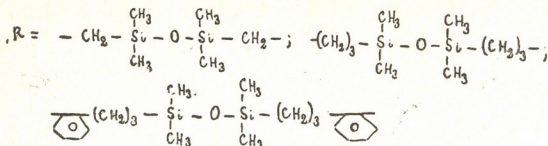


Полученные полимеры представляют собой смолы белого или желтого цвета, хорошо растворимые в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Данные ДТА показали, что полимеры термостабильны на воздухе на основе  $\alpha_{\text{ал}}$  БХФ до 260—265°C,  $\gamma_{\text{ал}}$  БХФ—до 250—260°C,  $\gamma_{\text{ар}}$  БХФ—до 270—280°C.

ИК и  $\text{H}_1$ -ЯМР-спектры позволяют сказать, что элементарное звено у полимеров следующее:



где



$n=5\div 30$  (определено криоскопически).

Термомеханические исследования показали, что у ПСК на основе  $\alpha_{\text{ал}}$  БХФ  $T_{\text{крист}}=-51\div -15^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{пл}}=-12^\circ\text{C}$ , на основе  $\gamma_{\text{ал}}$  БХФ  $T_{\text{стекл}}=-34^\circ\text{C}$ , на основе  $\gamma_{\text{ар}}$  БХФ  $T_{\text{стекл}}=-22^\circ\text{C}$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.5.1976)

ორბანული ძივია

ი. გორლოვი, ვ. შელუდიაკოვი, ს. მხითარანი, ღ. ჟინკინი, ა. ნოგაიდელი  
 ბისფენოლი A და სილიციუმორბანული ბისქლოროფორმიატების  
 ბაზაზე სინთეზირებული პოლიკარბონატების თვისებები  
 რეზიუმე

ჩატარებულია 2,2-ბის-(4,4-დიოქსიფენილ)პროპანის დაბალტემპერატურული პოლიკონდენსაცია სილიციუმორბანულ ბისქლოროფორმიატებთან სხვადასხვა ორბანულ გამხსნელებში.

ORGANIC CHEMISTRY

E. G. GORLOV, V. D. SHELDYAKOV, S. S. MKHITARIAN,  
 D. Ya. ZHINKIN, A. I. NOGAIDELI

### THE SYNTHESIS AND PROPERTIES OF POLYCARBONATES ON THE BASE OF BISPHENOL A AND SILICONE BIS- CHLOROFORMATES OBTAINED BY POLYCONDENSATION

#### Summary

For the first time the feasibility of low-temperature polycondensation is shown in different organic solvents with 2,2-bis-(4,4-dioxyphenyl)propane (bisphenol A) silicone bis-chloroformates, as 1,3-bis-(chloroformatemethyl)-1,1,3,3-tetramethyldisiloxane, 1,3-bis {[ $\gamma$ -(chloroformatepropyl)]}-1,1, 3,3-tetramethyldisiloxane and 1,3-bis {[ $\gamma$ -(*o*-chloroformate/phenyl) propyl]}-1,1,3,3-tetramethyldisiloxane. The polymers obtained were found to be thermostable in the air up to the temperatures of the order of 250-280°.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Materic Plast Elast. 37, № 2, 1971, 128.
2. На кара ба Ц у то му «Пурасутиккусу». Jap. Pol. 24, 12, 1973.
3. Пат. Франции, № 2163700.
4. A t s u m i K a z u h i k o K o b u n s h i. High Polym. Jap., 22, 1973, 593.
5. M. E. H o d s o n. «Filtr. and Separ.», 10, 1973, 418.
6. С. В. В и н о г р а д о в а и др. Высокомол. соед., А., т. XIV, № 12, 1972, 2591.
7. Г. Д. Х а т у н ц е в. Автореферат канд. дисс., М., 1974.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. В. АБНЕРОВА

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ  
МЕТИЛОЛПРОИЗВОДНОГО 4,4'-(ГЕКСАГИДРО-4,7-  
МЕТИЛЕНИНДАН-5-ИЛИДЕН)ДИФЕНОЛА МЕТОДОМ  
ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

(Представлено члечом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 30.7.1976)

В данной работе с целью продолжения исследования, проводимого ранее [1] были изучены некоторые кинетические закономерности процесса отверждения на примере метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола в вакууме ( $10^{-5}$  мм рт. ст.) и на воздухе, в изотермических условиях нагрева в интервале температур 120—250°C.

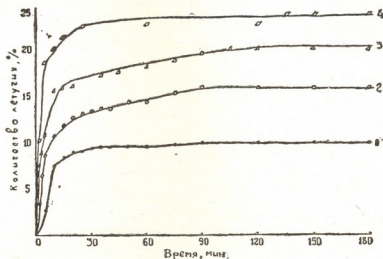


Рис. 1. Кинетика выделения летучих при термическом отверждении метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола в вакууме при температурах 120°(1), 180°(2), 200°(3) и 250°(4)

На рис. 1, 2 представлены полученные нами результаты, из которых видно, что кинетические кривые изменения потерь в весе от времени имеют предельный характер, т. е. каждой температуре соответствует максимально достижимая потеря в весе и, следовательно, максимальная степень поликонденсации по функциональным группам. Дальнейшее увеличение времени изотермического прогрева не приводит к существенному изменению приведенных выше характеристик. Ярко выраженный предельный характер кинетических кривых, по-видимому, можно объяснить тем, что при поликонденсации фенолформальдегидных полимеров резко уменьшается подвижность полимерных це-



пей, что является общей характерной особенностью жесткоцепных полимеров вообще.

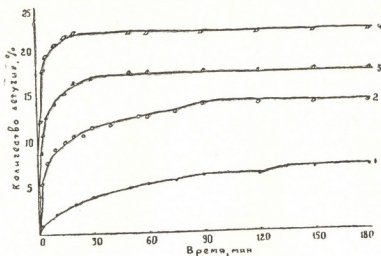


Рис. 2. Кинетика выделения летучих при термическом отверждении метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола на воздухе при температурах: 120°(1), 180°(2), 200°(3) и 250°(4)

В таблице приведены константы скорости отверждения метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)-дифенола,

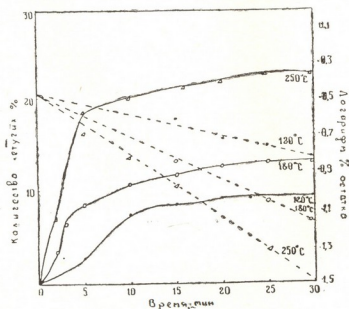


Рис. 3. Кинетика отверждения метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола в вакууме и полулогарифмическая анаморфоза процесса; — количество летучих, выделяющихся во время отверждения, % от веса образца; — — — логарифм % остатка

рассчитанные из экспериментальных кинетических кривых, по отношению процента превращения на данном участке к продолжительности нагревания.



Как видно из кинетических кривых и значений констант скоростей отверждения исследуемого объекта, изменения по потерям в весе значительны до 200°, а при 250° они незначительны. Эти особенности, очевидно, также связаны с изменением подвижности цепей и исчерпыванием реакционноспособных групп (метилольных) и связей (диметиленэфирных).

Порядок реакции термического отверждения метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола был рассчитан из графических зависимостей в координатах  $\lg k$  от  $\lg d$ <sup>(1)</sup>. Наклон прямых на этих графиках характеризует порядок реакции в данных условиях отверждения. На основании этих зависимостей можно сделать вывод, что реакция термического отверждения исследуемого образца как в вакууме, так и на воздухе до предельных степеней превращения протекает по первому порядку.

Первый порядок реакции подтверждается также построением полулогарифмической анаморфозы. В рассматриваемом интервале температур полностью сохраняется линейная зависимость в полулогарифмических координатах (см. рис. 3).

На основании кинетических кривых (см. рис. 1, 2) по выделению летучих продуктов для каждой температуры были вычислены скорости выделения летучих на участках, где потери в весе составили 10 и 15% соответственно. На основе этих данных были построены графики зависимости логарифмов скорости отверждения от обратной абсолютной температуры. По данным этих графиков были рассчитаны значения эффективных энергий активации для исследуемого образца на участках, соответствовавших 10 и 15%-ным потерям в весе (см. таблицу).

Значения констант скоростей и энергии активации термического отверждения метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)дифенола

Константы скорости термического отверждения (% мин) при потерях в весе									Энергии активации (ккал-моль) при потерях в весе						
10%			15%						10%		15%				
в вакууме			на воздухе			в вакууме			на воздухе			в вакууме		на воздухе	
180°	200°	250°	180°	200°	250°	180°	200°	250°	180°	200°	250°	14,5	18,7	34	27
1,43	2,62	3,12	0,666	3,333	12,5	0,3	1,66	3,75	0,155	1,4	10				

Как видно из таблицы, энергии активации отверждения метилолпроизводного 4,4'-(гексагидро-4,7-метилениндан-5-илиден)-дифенола при потерях в весе 10% от общего веса образца сравнительно небольшие. Это указывает на то, что на начальных стадиях превращения особенно интенсивно протекают процессы отверждения за счет взаимодействия функциональных групп друг с другом с выделением низкомолекулярных продуктов (H<sub>2</sub>O, CH<sub>2</sub>O). При этом наблюдается большое различие в константах скоростей при температурах 180—250°C, что, по-видимому, обусловлено как большой реакционной способностью метилольных групп, так и неустойчивостью диметиленэфирных связей.

<sup>(1)</sup>  $\lg k$ —логарифм константы скорости.  $\lg d$ —логарифм % термического превращения образца.

Данные таблицы, показывают также, что при отверждении данного образца на воздухе значения энергии активации выше, чем в вакууме (при потерях в весе 10%). Полученные нами результаты по энергии активации для начальной стадии термического превращения хорошо согласуются с известными в литературе [2].

Согласно таблице, при потере в весе 15% наблюдается уменьшение значений констант скоростей термического отверждения, по сравнению с теми же величинами при потере в весе 10%.

Очевидно, различия в константах скоростей обусловлены как строением исходного метилолпроизводного, содержащего объемную кардовую группировку типа индана, так и ужестчением образовавшейся трехмерной структуры за счет уменьшения подвижности цепей.

Отверждение исследуемого образца при потерях в весе 15% происходит со значительным возрастанием энергии активации. На глубоких стадиях термического превращения большое влияние на величину энергии активации, по-видимому, оказывают плотность образца и степень его отверждения.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической

и органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 1.10.1976)

ორგანული ქიმია

ს. აბნეროვა

4,4'-(ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენინდან-5-ილიდენ) დიფენოლის მეთილოლწარმოებულის გამყარების პროცესის უზონოვო ნიშნის მეთოდით

რეზიუმე

შესწავლილია 4,4'-(ჰექსაჰიდრო-4,7-მეთილენინდან-5-ილიდენ) დიფენოლის მეთილოლწარმოებულის გამყარების პროცესი იზოთერმულ პირობებში ვაკუუმში და ჰაერზე 120—250° ტემპერატურულ ინტერვალში. განსაზღვრულია არენიუსის განტოლების პარამეტრები: რეაქციის სიჩქარის კონსტანტები, რეაქციის რიგი, აქტივაციის ენერგია.

ORGANIC CHEMISTRY

S. V. ABNEROVA

STUDY OF THE HARDENING PROCESS OF THE METHYLOLDERIVATIVE OF 4,4'-(HEXAHYDRO-4,7-METHYLENEINDAN-5-YLIDENE) DIPHENOL BY THE METHOD OF ISOTHERMAL THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS

Summary

The hardening process of the methylol derivative of 4,4'-(hexahydro-4,7-methyleneindan-5-ylidene) diphenol at the temperature range 120-250°C in isothermal conditions has been investigated. The parameters of the Arrhenius equation have been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ш. Папава, В. А. Сергеев, С. В. Виноградова, С. В. Абнерова, Н. А. Майсурадзе, В. В. Коршак, П. Д. Цискаришвили, В. К. Шитиков. Высокомолек. соед., XVI Б, II, 1974, 844—845.
2. С. Мадорский. Термическое разложение органических полимеров. М., 1967.



А. И. НОГАЙДЕЛИ, Д. Ш. АХОБАДЗЕ

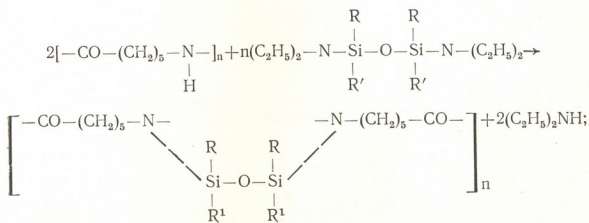
МОДИФИКАЦИЯ КАПРОНА БИС(ДИЭТИЛАМИНО)  
 АЛКИЛАРИЛСИЛОКСАНАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. И. Гвердцители 18.9.1976)

В литературе имеется мало сведений относительно синтеза и свойств кремнийсодержащего капрона [1]. Так как силоксановые цепи обладают большой гибкостью, следует ожидать, что введение в цепь капрона силоксановых фрагментов в большом количестве, окажется весьма перспективной предпосылкой для модифицирования морозо- и теплостойких каучукоподобных полиамидов со значительно низкими показателями температур стеклования наряду с их высокотермостабильностью.

С этой целью нами была проведена реакция переаминирования капрона бис(диэтиламино)алкиларилсилоксанами. В качестве модифицированного образца брали порошкообразный капрон с удельной вязкостью 1,3. Капрон очищали от примесей высушиванием в вакуум-сушильном шкафу при температуре 50° С (1 мм рт. ст.) до постоянного веса.

Реакция взаимодействия капрона с бис(диэтиламино)алкиларилсилоксанами протекает с выделением диэтиламина и образованием сшитых полимеров по схеме:



где  $\text{R} = \text{CH}_3$   
 $\text{R}' = \text{H}; \text{CH}_3; \text{C}_6\text{H}_5.$

Реакцию проводили при молярном соотношении исходных компонентов 2:1 и температуре 120°С. Ход реакции контролировался количеством выделившегося диэтиламина.



Полученные полимеры экстрагировали в бензоле в течение 24 часов. После экстракции сушили в вакуум-сушильной шкафу в течение 5 часов при температуре 50°C. и остаточном давлении 1 мм рт. ст.

Синтезированные полимеры — порошкообразные продукты, которые не растворяются в органических растворителях.

Термогравиметрические исследования модифицированных полимеров показали, что полученные нами полимеры силоксановыми фрагментами представляют собой термостойкие соединения. Из представленных в табл. 1 полимеров наименее термостойким оказался полимер 3, который начинает разлагаться в воздушной среде уже при 380°C.

Таблица 1

Термогравиметрические свойства модифицированных полимеров

Элементарное звено полимеров	Температуры разложения полимера на воздухе		
	начало	на 10%	на 50%
$\left[ \begin{array}{c} \text{—CO—(CH}_2\text{)}_5\text{—N—} & & \text{—N—(CH}_2\text{)}_5\text{—CO—} \\ & \diagdown & / \\ & \text{H—Si—O—Si—H} \\ &   &   \\ & \text{CH}_3 & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	325	375	450
$\left[ \begin{array}{c} \text{—CO—(CH}_2\text{)}_5\text{—N—} & & \text{—N—(CH}_2\text{)}_5\text{—CO—} \\ & \diagdown & / \\ & \text{CH}_3\text{—Si—O—Si—CH}_3 \\ &   &   \\ & \text{CH}_3 & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	340	400	525
$\left[ \begin{array}{c} \text{—CO—(CH}_2\text{)}_5\text{—N—} & & \text{—N—(CH}_2\text{)}_5\text{—CO—} \\ & \diagdown & / \\ & \text{CH}_3\text{—Si—O—Si—CH}_3 \\ &   &   \\ & \text{C}_6\text{H}_5 & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	380	420	560

С целью выяснения влияния силоксановых групп на эксплуатационные качества капрона были изучены термомеханические свойства модифицированных полимеров. Из данных термомеханического анализа видно, что модифицированные образцы ведут себя как структурированные полимеры.

Строение синтезированных полимеров было установлено данными элементных анализов и инфракрасной спектроскопией.

Доказательством химического взаимодействия капрона с бис(диэтиламино)силоксанами служит появление в инфракрасных спектрах модифицированных полимеров полосы поглощения в областях 800 и 700 см<sup>-1</sup>, 940 и 860 см<sup>-1</sup>, 2100 см<sup>-1</sup>, которые обусловлены Si—CH<sub>3</sub>, Si—C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, Si—H, Si—N группами соответственно. В спектрах обнаружены полосы поглощения в областях 1430 см<sup>-1</sup> и 1260 см<sup>-1</sup>, однако отнести их к характерным колебаниям Si—C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> и Si—CH<sub>3</sub> групп не представляется возможным ввиду того что в спектре исходного капрона в этих областях также наблюдаются полосы поглощения.

Используя внутренний эталон полосы поглощения амида ( $1650 \text{ см}^{-1}$ ) было обнаружено изменение оптической плотности в области  $3300 \text{ см}^{-1}$ , обусловленное валентными колебаниями NH групп. По нашим данным интенсивность полосы поглощения в области  $3300 \text{ см}^{-1}$  в спектре модифицированного капрона резко уменьшается по сравнению с полиамидами. Это свидетельствует о протекании реакции переаминирования капрона бис(диэтиламино)силоксанами.

Действие капрона с бис(диэтиламино)алкиларилсилоксанами. В двугорлую колбу, снабженную термометром, трубкой для продувки азота, прямым холодильником и приемником с хлоркальциевой трубкой, помещали порошкообразный капрон и бис(диэтиламино)алкиларилсилоксаны. Смесь нагревали до температуры  $120^\circ\text{C}$  в течение нескольких часов, а затем отгоняли диэтиламин, выделившийся в ходе реакции.

Реакцию заканчивали после прекращения выделения диэтиламина. Реакционную смесь экстрагировали в бензоле и сушили в вакуум-сушильном шкафу в течение 24 часов при температуре  $50^\circ\text{C}$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.9.1976)

ორგანული ქიმია

ა. ნოგაიდელი, დ. ახობაძე

კაპრონის მოდიფიკაცია ბის (დიეთილამინო) ალკილარилდი-  
სილოქსანებთან

რეზიუმე

ჩატარებულია კაპრონის ურთიერთქმედების რეაქცია ბის (დიეთილამინო) ტეტრაამეთილ-, ბის (დიეთილამინო) დიმეთილ-, ბის (დიეთილამინო) დიმეთილ-დიფენილდისილოქსანთან. აღნიშნული რეაქცია მიმდინარეობს დიეთილამინის გამოყოფით და სტრუქტურული პოლიმერების წარმოქმნით. რეაქცია მიმდინარეობს გამოსავალი კომპონენტების მოლური თანაფარდობისას 2:1 და  $120^\circ$  ტემპერატურაზე.

შესწავლილია მათი თერმომექანიკური და თერმოგრავეიმეტრიული თვისებები და დადგენილია, რომ სილოქსანური ფრაგმენტები ზრდიან კაპრონის თერმომდგრადობას.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, D. Sh. AKHOBADZE

## MODIFICATION OF CAPRON WITH BIS(DIETHYLAMINE) ALKYLARYLSILOXANES

Summary

Interaction of capron (tetramethyl), and dimethyldiphenylsiloxanes yielded a number of structural polymers. The data of thermogravimetric and thermomechanical analyses show that the siloxane fragment heightens the thermostability of capron.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели, Д. Ш. Ахобадзе, Л. М. Хананашвили. ВМС, т. Б, № 5, 1976.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М. А. МГЕБРИШВИЛИ, П. А. ЯВИЧ

КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ

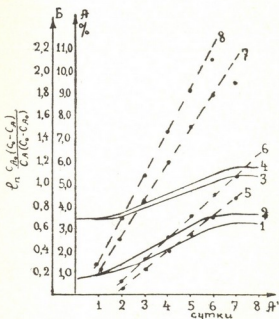
(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 21.10.1976)

В настоящем сообщении приводятся некоторые данные, касающиеся кинетических закономерностей процесса образования галловой кислоты из водных экстрактов таниноносных растений (турецких галлов и листьев скумпии и сумаха).

Необходимость данного исследования возникла в связи с разработкой технологии ферментативного получения галловой кислоты [1]. Процесс осуществлялся в поверхностном и глубинном вариантах. В первом случае использовался штамм гриба *Aspergillus Niger*, ЭУ-119, во втором — Л-1.

Рис. 1. Кинетические кривые образования галловой кислоты, (брожение поверхностное. 1,5 — рН-4 (скумпия, сумах), 2,6 — рН-6 (скумпия, сумах), 3,7 — рН-4 (турецкие орешки), 4,8 — рН-6 (турецкие орешки).

А — в координатах А—А', Б — в координатах Б—А'



В процессе биохимического брожения экстрактов из обоих видов сырья получались характерные s-образные выходные кривые (рис. 1). Анализ кривых показал, что ход процесса удовлетворительно описывается уравнением типа

$$\ln \frac{C_{A0}(C_0 - C_A)}{C_A(C_0 - C_{A0})} = c_0 kt,$$

где  $C_{A0}$  — начальная концентрация галловой кислоты, %;  $C_0$  — начальная концентрация суммы галловой кислоты и танина, %,  $C_A$  — текущая концентрация галловой кислоты, %;  $k$  — константа скорости реакции;  $t$  — время, сутки.

Экспериментальные данные выявили зависимость величины константы скорости реакции ( $K$ ) от ряда технологических параметров, в частности от рН исходных растворов, их концентрации, температуры ферментации. Кроме того, для варианта поверхностного брожения наблюдается явная зависимость  $K$  от высоты слоя экстракта в кювете, а для глубинного — от скорости барботирования воздуха.

Следует отметить, что определенная зависимость  $K$  от большинства параметров наблюдается в ограниченных интервалах, что связано с возможностью существования и работы фермента именно в данных условиях. Так, например, зависимость  $K$  от температуры бродильной массы удается проследить в диапазоне температур 32—38°C, влияние рН среды на ход процесса — в диапазоне рН 3,0—6,7 и т. д.

В общем виде для определенного интервала технологических параметров наблюдается рост константы скорости реакции с повышением температуры бродильной массы, увеличением ее рН, увеличением объема подаваемого воздуха, уменьшением высоты слоя в кювете и концентрации исходных экстрактов. Некоторые данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние технологических параметров на величину константы скорости

Вид параметра	Значение параметра	$K$ , сутки <sup>-1</sup> (поверхностное брожение)	
		Водный экстракт турецких галлов	Водный экстракт листьев скумпии и сумаха
Температура, °C	32	0,043	0,020
	36	0,045	0,022
	38	0,047	0,023
рН	3,0	0,036	0,013
	4,0	0,041	0,016
	5,0	0,044	0,020
	6,0	0,047	0,023
	6,7	0,039	0,014
Высота слоя, см	4,0	0,076	0,014
	6,0	0,065	0,013
	8,0	0,055	0,012
	10,0	0,040	0,011
	12,0	0,033	0,010
Концентрация водного экстракта, %	2,30	0,150	0,0860
	5,00	0,068	0,0320
	10,00	0,032	—
	10,50	—	0,0120
	13,75	—	0,0064
	14,00	0,022	—

Следует отметить, что в обычных условиях при проведении процесса ферментации искусственно создается определенная минерализованность среды, способствующая более активному росту и действию фермента. Однако в исследованном процессе введение в систему солей не вызвало положительного эффекта, а, наоборот, в ряде случаев отрицательно влияло на ход процесса (табл. 2).

Таким образом, следует считать, что само сырье в данном случае содержит весь набор микроэлементов, необходимых для нормальной жизни танназы, фермента данных растений.



Характерен тот факт, что при равных параметрах брожения величина  $K$  в среднем в 2—3 раза выше для экстрактов турецких галлов, чем скумпии и сумаха, что возможно объяснить более высоким содержанием танина в турецких галлах.

Таблица 2  
Зависимость  $K$  от минерализованности среды (поверхностное брожение)

Вид экстракта	Шифр среды						
	1	2	3	4	5	6	7
	K, сутки <sup>-1</sup>						
Водный экстракт турецких галлов	0,049	0,045	0,049	0,024	0,030	0,045	0,045
Водный экстракт листьев скумпии и сумаха	0,045	0,036	0,027	0,036	0,036	0,045	0,045

Примечания: Шифры среды: 1) без добавок. 2)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ —3,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,0;  $\text{MgSO}_4$ —1,0;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,07;  $\text{ZnSO}_4$ —0,001. 3)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,0;  $\text{MgSO}_4$ —1,0;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,07;  $\text{ZnSO}_4$ —0,001. 4)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ —3,0;  $\text{MgSO}_4$ —1,0;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,07;  $\text{ZnSO}_4$ —0,001. 5)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ —3,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,0;  $\text{MgSO}_4$ —1,0;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,07. 6)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ —3,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,0;  $\text{MgSO}_4$ —1,0;  $\text{ZnSO}_4$ —0,001. 7)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ —3,0;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,0;  $\text{ZnSO}_4$ —0,001;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,07 (количество добавляемых солей, г/л).

Сравнение условий ферментирования для поверхностного и глубинного брожения показало, что при переходе к глубинному варианту наблюдается повышение величины  $K$  и активационного барьера, что, по-видимому, объясняется изменением величины предэкспоненциально-го множителя (табл. 3).

Таблица 3  
Величины константы скорости реакции и энергии активации

Тип брожения	pH	Водный экстракт турецких галлов		Водный экстракт листьев скумпии, сумаха	
		E кал/моль	K сутки <sup>-1</sup>	E кал/моль	K сутки <sup>-1</sup>
Поверхностное брожение	3,0	41000	0,036	36560	0,013
	4,0	31990	0,040	27420	0,016
	5,0	29705	0,044	25135	0,020
	6,0	27420	0,047	22850	0,022
	6,7	36560	0,039	34275	0,014
Глубинное брожение	6,0	31990	0,080	38845	0,027

Повышение величины  $K$  в совокупности с увеличением выхода в данном случае позволяет сделать вывод о явном преимуществе метода глубинного брожения.

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

(Поступило 21.10.1976)

მ. გეგბრიშვილი, პ. იაშივი

### გალის მჟავას წარმოქმნის კინეტიკა

რეზიუმე

შესწავლილია ბიოქიმიური დუღილით გალის მჟავას მიღების კინეტიკა თურქული თხილის, თრიმლის და თუთუბოს წყლიანი ექსტრაქტებიდან.

ნაჩვენებია, რომ რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა იზრდება ტემპერატურის, pH-ის, მიწოდებული ჰერის მოცულობის გაზრდით, კიუვეტში ექსტრაქტის ფენის სიმაღლის და საწყისი კონცენტრაციის შემცირებით.

### CHEMICAL TECHNOLOGY

M. A. MGBRISHVILI, P. A. YAVICH

### KINETICS OF THE FORMATION OF GALLIC ACID

#### Summary

The kinetics of the formation of gallic acid through biological fermentation from the water extracts of nutgalls and leaves of smoke-tree and sumac has been studied.

The constant of the reaction rate is shown to grow with an increase of the temperature, pH, and the volume of air, and with a decrease of the initial concentration of the solution and of the layer height of the fermentation mass in the cuvette.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. З. Беридзе, М. А. Мгебришвили. «Способ получения галловой кислоты». Авт. свид. СССР, № 316453, 13.7.1971.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. МАРУАШВИЛИ

**О ГЛОБАЛЬНОЙ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ И ЗНАЧЕНИИ  
 КЛИМАТОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА БРОНЗОВОЙ  
 ПЕЩЕРЫ  
 (ГРУЗИЯ, ОКРЕСТНОСТИ КУТАИСИ)**

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 30.9.1976)

В 1974—1975 гг. Цуцхватской комплексной экспедицией Института географии им. Вахушти и Государственного музея Грузии была раскопана так называемая Бронзовая пещера, входящая в Цуцхватскую многоярусную пещерную систему. Раскопки вскрыли толщу автохтонных пещерных отложений мощностью более 11 м, обладающую ярко выраженной климатогенной слоистостью. Результаты предварительной палеоклиматической интерпретации литологических признаков этих отложений опубликованы [1—4]. Суть интерпретации состоит в следующем. На протяжении последних 130 000 лет в Колхиде под влиянием факторов, действовавших в планетарном масштабе, происходили климатические изменения двух родов — медленные и более быстрые. С первыми из них связаны продолжительные (20 000 лет и более) фазы климатов: с сильно морозной зимой (<sup>1</sup> 130 000—100 000 и 80 000—60 000 лет назад; с умеренно сильно морозной зимой 100 000—80 000 и 60 000—40 000 л. н.; с умеренно морозной зимой 40 000—10 000 л. н. и с почти безморозной зимой за последние 10 000 лет. Другой род изменений начался ~40 000 л. н. и выразился в семикратном чередовании двух типов климата — холодного и относительно теплого, причем первый из них определяется как климат с весьма сильно морозной зимой, а второй меняет свой характер в зависимости от того этапа медленных изменений климата, во время которого проявился тот или иной цикл быстрых изменений (продолжительность цикла последних равна 5800 лет). Экстраполирование быстрого ритма в направлении будущего позволяет предсказать очередное, восьмое похолодание внетропических широт [3].

Учитывая большое научное и практическое значение климатостратиграфического разреза Бронзовой пещеры, следует обосновать его глобальную репрезентативность, т. е. общеземной масштаб отражаемых им климатических изменений. Прежде всего возникает вопрос о том, почему именно в этой пещере, а не где-нибудь в других пещерах или вообще палеогеографических памятниках оказалась «запись» климатических событий позднего антропогена; что способствовало формирова-

<sup>1</sup> Названия типов климата имеют лишь относительное значение и не соответствуют классификациям современных климатов. Хронологизация климатических фаз носит приближенный характер и основывается на археологических датировках (Д. М. Тушабрамишвили) и расчетах скоростей седиментации в Бронзовой пещере. Характеристика летнего полугодия опущена ввиду его малой изменчивости.

нию столь выразительного, отчетливого дифференцированного комплекса отложений.

Пещерные отложения представляют собой один из самых надежных и содержательных с палеогеографической точки зрения типов четвертичных отложений, благодаря непрерывному ходу спелеолитогенеза на протяжении значительных геохронологических отрезков, возможности археологического датирования, палеоландшафтной характеристики и пр. Бронзовая пещера находится на границе умеренной и субтропической зон, где в низких гипсометрических поясах морозное выветривание не происходит, в отличие от холодных фаз прошлого. Пещера представляет собой бывшее русло транзитной реки, окончательно покинувшей ее > 130 000 л. н.<sup>(1)</sup>; при этом в ней отсутствуют органичные трубы, боковые восходящие ответвления и другие пути проникновения вод, поэтому водные потоки не вмешивались в автохтонный литогенез, не затушевывали климатогенную слоистость отложений. На ранних этапах спелеолитогенеза пещера была сквозной, а на поздних — нисходящей, благодаря чему холодный зимний воздух всегда свободно проникал в нее и производил морозное разрушение породы. Но все эти условия недостаточны для объяснения формирования климатогенной слоистости, ибо последняя четко выражена не по всей толще рыхлого выполнения полости, а локально, в определенном вертикальном сечении толщи. Очевидно, условия литогенеза (расположение входа по отношению к месту седиментации, экспозиция, форма самой пещеры) в этом сечении сложились особенно благоприятно для проявления изменений климата в литологии образующихся отложений. Обнаружению климатогенного комплекса способствовал характер Цуцхватской пещерной системы — скученность многочисленных разновозрастных пещер на небольшой площади. Здесь 9 из 15 пещер содержат плейстоценовые отложения; семь из них были подвергнуты раскопкам; раскопки велись одновременно в 2—3 пещерах; находка была сделана на третий год.<sup>(2)</sup>

Общеземной характер климатических изменений, оставивших свой отпечаток в строении отложений Бронзовой пещеры, доказываются следующими фактами. Прежде всего, наличие признаков похолоданий на широте всего около 42° уже говорит об охвате этими явлениями обширных пространств внетропических зон. Изменения медленного типа (см. выше) не могут являться результатом локального процесса и, в частности, морфологического развития пещеры: вход пещеры в период автохтонного спелеолитогенеза неуклонно отступал; за 130 000 лет он отступил на 10—12 м; следовательно, влияние внешней среды с ее резкими сезонными и погодными изменениями на спелеолитогенез постепенно усиливалось; если бы ход спелеолитогенеза зависел главным образом от него, грубость продуктов механического выветривания должна была бы возрастать снизу вверх, однако, напротив, на протяжении всего разреза крупность щебня в общем уменьшается кверху (за исключением двух верхних прослоев незаполненного щебня, которые с этим родом климатических изменений не имеют связи). Местные (обусловленные проявлениями тектонических процессов на Кавказе) физико-географические изменения (развитие рельефа, перемещения берегов Черного и

(1) В пещерах, водотоки которых начинаются в пределах карстового массива, воды исчезают не сразу, а иногда вообще не прекращают свое поступление в полость.

(2) Не исключено, что разрезы, подобные разрезу Бронзовой пещеры, вскрывались и в других пещерах, но пропали для науки из-за недостаточного внимания к ним со стороны археологов или запоздалого осмотра специалистами.



Каспийского морей и пр.) также не могли вызвать за 130 000 лет изменение зимнего полугодия в тех масштабах, в каких оно осуществилось, судя по разрезу Бронзовой пещеры<sup>(1)</sup>. Зато это изменение гармонирует с недавно высказанным мнением [5] о том, что последние 130 000 лет являются временем потепления в глобальном масштабе. Согласуется оно также и с «длинными» оценками продолжительности последней ледниковой эпохи [6—8].

Быстрые (колебательные) изменения климата с периодом в 5800 лет никоим образом не могут иметь местное происхождение. Размах колебаний зимних температур в этом районе был еще больше, чем в медленном роде изменений, границы между фазами обозначены еще резче. Частый ритм происходил независимо от медленного потепления, он совпадает не с холодной частью периода седиментации (130 000—40 000 л. н.), а с более теплой (40 000—5000 л. н.). Проявляются фазы резкого похолодания то на границах этапов общего потепления (I и VI похолодания), то внутри однородных этапов (II—V и VII похолодания). Искать причину быстрого ритма в физико-географических изменениях земной поверхности бесперспективно. Совпадая в общих чертах с ритмом стадиялов и интерстадиялов покровных оледенений высоких широт, он в то же время расходится с ним в отношении интенсивности фаз (например, наиболее холодная, первая фаза совпадает с началом наступления ледяных щитов, когда площадь их была мала, а четыре следующие, одинаковые по интенсивности холодные фазы осуществлялись в период сильных изменений площади щитов), поэтому ритм климата Кольды не мог явиться результатом охлаждающего действия покровного оледенения. Единственными причинами частого климатического ритма и вызванного им (а не наоборот) ритма стадиялов и интерстадиялов могут служить только космические процессы [9].

О глобальном масштабе климатических изменений, отраженных в рассматриваемом разрезе, говорит совпадение стратиграфического положения ряда здешних фаз с известными в хорошо изученных областях Европы стадиялами и интерстадиялами покровного оледенения, например с амерсфортом, брёрупом, сальпаусельке, гипситермалом. Одно из достоинств Цуцхватского разреза состоит в его стратиграфической полноте, он как бы суммирует частичные разрезы позднего антропогена, с которыми приходится в основном иметь дело в природе.

Признание глобальной репрезентативности климатостратиграфического разреза Бронзовой пещеры приводит к заключениям об единстве ледниковой эпохи в рамках 130 000—10 000 л. н. (т. е. об отсутствии межледникового интервала в указанном геохронологическом промежутке); о четырех крупных этапах потепления на протяжении последних 60 000 лет; о правильном характере климатического ритма последних 40 000 лет; о двойственном (земном и космическом) генезисе позднеантропогеновых климатических изменений. Климатостратиграфический разрез упорядочивает стратиграфическую схему позднего антропогена, основывая ее на чисто климатическом принципе (вместо ледникового, эвстатического, флористического и других вторичных признаков); показывает второстепенное значение автоколебательных, вулканических процессов, солнечной активности и некоторых других факторов в климатической истории Земли.

<sup>(1)</sup> Для того чтобы осуществилось потепление в масштабах, отражаемых разрезом Бронзовой пещеры, район Цуцхвати должен был за поздний антропоген опуститься на 2 км, что совершенно исключается.

Для проверки палеоклиматических выводов, полученных на основе климатостратиграфии Бронзовой пещеры, необходимо в первую очередь монографическое описание результатов комплексных экспедиций в Цуцхватскую пещерную систему и затем детальные исследования всех генетических типов четвертичных отложений различных стран с применением комплекса существующих методов (литологических, палинологического, палеозоологического, археологического, абсолютного летосчисления).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти

(Поступило 7.10.1976)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. მარუაშვილი

ბრინჯაოს მღვიმის კლიმატოსტრატობრაფიული შრილის  
 გლობალური რეპრეზენტატიულობისა და მნიშვნელობის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში დასაბუთებულია დებულება, რომ ს. ცუცხვათთან მდებარე ბრინჯაოს მღვიმეში გათხრილი ნაფენების სტრატეგრაფია ასახავს კლიმატის გლობალურ ცვლებადობას უკანასკნელი 130.000 წლის განმავლობაში.

PHYSICAL GEOGRAPHY

L. I. MARUASHVILI

ON THE GLOBAL REPRESENTATION AND IMPORTANCE OF THE  
 CLIMATIC-STRATIGRAPHIC SECTION OF THE BRONZE CAVE  
 (NEAR KUTAISI, GEORGIA)

Summary

The suggestion that the stratigraphy of the deposits of Bronze cave reflects the global climatic changes during the last 130000 years is substantiated in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Маруашвили. Сообщения АН ГССР, 78, № 2, 1975.
2. Л. И. Маруашвили. ДАН СССР, 225, № 3, 1975.
3. Л. И. Маруашвили. Ин-т геогр. АН ГССР. Итоговая научная сессия 30—31 марта 1976 г. Тезисы докладов. Тбилиси, 1976.
4. Л. И. Маруашвили. Сообщения АН ГССР, 81, № 3, 1976.
5. N.-A. Mörner. PЖ. Геол. Г66, № 4, 1974.
6. J. T. Andrews, B. J. Szabo, W. Isherwood. PЖ геол. Г125, № 10, 1975.
7. D. B. Ericson, M. Ewing, G. Wollin. PЖ геол. Г8, № 5, 1965.
8. G. M. Richmond. PЖ геол. Г19, № 1, 1972.
9. Л. И. Маруашвили. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.



ბ. მებრემელი

ძირითადი ზღვრული ფაქტორების პარამეტრები საქართველოს  
 სანაპირო ზონისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ. დავითაიამ 30.9.1976)

ზღვისპირს, როგორც ბუნებრივ კომპლექსს ნავსადგურებით, კურორტებით, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებითა და შესაბამისი სატრანსპორტო ქსელით, მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს სახალხო მეურნეობაში. ეს განაპირობებს მის მომჭირნედ და მრავალმხრივად გამოყენების აუცილებლობას კლიმატური, ჰიდროლოგიური, ეკონომიკური და სხვა პირობების გათვალისწინებით.

სანაპირო ზონის კომპლექსური გამოყენება შეუძლებელია იმ საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების გარეშე, რომელთა ექსპლოატაციის ხანგრძლივობა 50—100 წელი მაინც უნდა იყოს. მათი მშენებლობისას კი აუცილებელია ძირითადი ფაქტორების — ზღვის დონის, მტორმული ტალღებისა და დინებების იშვიათი (1—2%) უზრუნველყოფის პარამეტრების გათვალისწინება, რომელთა გაანგარიშება ხანგრძლივ ( $N \geq 50$  წელი), უწყვეტ დაკვირვებათა შედეგებით ან თეორიული გზითაა შესაძლებელი.

ჩვენი სანაპიროს სხვადასხვა პუნქტში ზემოაღნიშნულ ზღვიურ ფაქტორებზე დაკვირვებები ზოგან არა გვაქვს, ზოგან კი იმდენად ხანმოკლეა, რომ საკმაო სიზუსტით ამ პარამეტრების განსაზღვრა ვერ ხერხდება და ნატურულ დაკვირვებებთან ერთად (ცხრ. 1) საჭიროა სპეციალურ ლიტერატურაში [1] მითითებული გამოსახულებების გამოყენებაც.

ცხრილი 1

ექსტრემალური დონეები და ამპლიტუდა

დაკვირ. პუნქტი	გაგრა		გუდაუთა		სოხუმი		ოჩამჩირე		ფოთი		ბათუმი	
	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$
დონე, სმ	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$	$\bar{H}$	$\Delta H$
მაქსიმალური	42	82	40	80	44	84	40	80	25	65	60	100
მინიმალური	-68	-28	-76	-36	-78	-38	-82	-42	-97	-57	-90	-50
ამპლიტუდა		110		116		122		122		122		150

$\bar{H}$ —აბსოლუტური დონე,  $\Delta H$ —დონის ნაზრდი „ნორმალურის“ მიმართ.

ზღვის დენიველაციის სიდიდე და ხასიათი დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე, მის ხანგრძლივობასა და მიმართულებაზე, აგრეთვე შენაკადების წყლიანობაზე, ზღვის მიმოქცევაზე, ატმოსფერული წნევის ვარდნაზე, ნალექებზე, ტექტონიკურ პროცესებზე და სხვ. ამ ფაქტორებით გამოწვეული გრძელპერიოდის რხევები ზღვის ექსტრემალური დონეების მდგენელებია და მათი ურთიერთდამთხვევისას იგი მიადწევს იმ უკიდურეს მდებარეობებს, რომელთა გამეორება საუკუნეში ერთხელ ან ორჯერაა მოსალოდნელი.

ნატურული დაკვირვებებით [2] საქართველოს სანაპირო ზონაში ზღვის «ნორმალური დონეა» 40 სმ (ბ. ს.), რომლის მიმართ ცალკეულ პუნქტში ზღვის სარკის დენიველაციის ამპლიტუდა სხვადასხვაა (ცხრ. 1).

ყველაზე მაღალი დონე და რხევის სიდიდე აღნიშნული იყო ბათუმთან ( $\Delta H=100$  სმ,  $A=150$  სმ). შესაძლოა ეს იმის შედეგია, რომ ნატურულ დაკვირვებათა რიგი ამ პუნქტთან ყველაზე გრძელია ( $>80$  წ.) და ამ ელემენტის ცვლილების დიაპაზონის მეტ ნაწილს მოიცავს. ამასთან, ბათუმის ყურე, სადაც ზღვის დონე იზომება, ღია დასავლეთის მდგენელიანი შტორმებისათვის. ბათუმის ყურის ფორმა და პორტის ტალღსაღეწი თითქმის გამორიცხავს დასავლეთის შტორმით მოდენილი წყლის გავრცელებას ნაპირის გასწვრივ და წყლის სარკე მანამ მაღლდება, ვიდრე ფსკერისპირა ფენებში კომპენსაციური დინება აღიძვრებოდეს.

აღმოსავლეთის ქარიშხალი, რომლის მოქმედებაც განსაკუთრებით ძლიერია კოლხეთის სანაპიროს ცენტრალურ ნაწილში, ღია ზღვისაქენ წყალს ისე მძლავრად მიედინება, რომ ფოთთან ზღვის დონე, 90 წლის დაკვირვებებით, ყველაზე დაბალია ( $\Delta H=-57$  სმ).

დაკვირვებათა დისკრეტულობისა და ზოგან რიგის სიმოცილის გამო, ნატურული პარამეტრები ემპირიული გამოსახულებებისა და ტალღსაშიში შტორმების მახასიათებლების მიხედვით უნდა დაზუსტდეს. რადგან ჩვენს ზღვისპირაში შტორმული ქარების მაქსიმალური ანემომეტრიული სიჩქარეა 28—32 მ/წმ, ქროლვის ხანგრძლივობა კი 10—12 სთ, შტორმული მოდენის დონე, რომელიც ქარისმიერ და ტალღისმიერ მოდენათა ჯამს წარმოადგენს [3], ნორმალურზე 109—117 სმ-ით მაღალი იქნება. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მოქცევის ტალღის სიმაღლე 4 სმ, შენაკადების წყალდიდობა — წყალმოვარდნებით დონის ნაზრდი 10÷15 სმ, ატმოსფერული წნევის მკვეთრი ვარდნით დონის აწევა დაახლოებით 5 სმ, ზემოაღნიშნული ფაქტორების ერთდროული მოქმედებისას ზღვის დონე ნორმალურს 129—141 სმ-ით გადააჭარბებს (იხ. ცხრ. 2). დონე გაცილებით სწრაფად აიწევს იმ შესართავებსა და ყურეებში, რომლებიც შტორმის სანაპიროსპირადაა და კანიონების სათავეს წარმოადგენენ.

ცხრილი 2

შტორმული ტალღები და დონეები

პუნქტები	ბათუმი	ჩაქვი	ქობულეთი	ფოთი	ანაკლია	სოხუმი	გაგრა
ტალღ. სიმაღლე, $h_m$ მ	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5	6,3	6,3
ზღვის დონე, $\Delta H$ სმ	139	131	130	141	141	129	134

საქართველოს ზღვისპირისათვის განსაკუთრებით ტალღსაშიშია შტორმები დასავლეთის მდგენელით, სოხუმი-გაგრის სანაპიროსათვის კი აღმოსავლეთის შტორმული ქარებიც სახიფათოა. ამ მიმართულების შტორმულმა ტალღებმა მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენეს კურორტ ბიჭვინთას, ბათუმის გემთმშენებელ ქარხანასა და სანაპიროს. ამ ქარების იშვიათი უზრუნველყოფის ანემომეტრიული სიჩქარე აღწევს ბათუმთან 30 მ/წმ, ფოთთან 32 მ/წმ, ოჩამჩირესთან 28 მ/წმ, ხოლო სოხუმი-გაგრის რაიონში 27 მ/წმ. ამასთან, რადგან შავი ზღვა ღრმაწყლიანი აუზია, ტალღების გამოზბენის მაქსიმალური მანძილი კი 450 კმ, ქარისმიერი ტალღების პარამეტრების საანგარიშო გამოსახულებების [1] მიხედვით იშვიათი უზრუნველყოფის ყველაზე მაღალი ტალღები ( $h_m=6,5$  მ) მოსალოდნელია ფოთი-ხოზი-ანაკლიის სანაპირო ზონაში, შედარებით დაბალი ( $h_m=6,3$  მ) კი გულაუთა-გაგრასთან (ცხრ. 2).



შტორმული ტალღებისა და დონეების აღნიშნული მნიშვნელობები სარწმუნოდ უნდა მივიჩნიოთ, რადგან ნატურული დაკვირვებებით ფოთი-ანაკლიის სანაპიროსთან ტალღის მაქსიმალური სიმაღლეა 6,3 მ, ბიჭვინთის კონცხთან 6,0 მ-ზე მეტი, ხოლო ბათუმთან ზღვის მაქსიმალური დონე 100 სმ-ს აღწევდა.

ჰიდროტექნიკური და სხვა სახის ნაგებობათა დაპროექტებისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ტალღები შტორმული მოდენით დონის მნიშვნელოვანი აწევის გამო ნაპირთან გაცილებით ახლოს ( $H \geq 0,65 h_m$  მ) მიაღწევს, ხოლო მისი თხემის მაღალი ( $H + h_m$  მ) მდებარეობის გამო ტალღის შეგორება-შეშხეფების ზონაც მკვეთრად გაიზრდება. ასეთი ტალღები შეძლებენ მალთაყვანაკლიისა და ბიჭვინთა-გაგრის სანაპიროს გასწვრივ ტალღცემის ზეინულების იმ მონაკვეთების ჩარეცხვას, რომელთა სიმაღლე 2,0—2,5 მ-ით ნაკლებია და სანაპიროს მოსაზღვრე ფართობებსაც დატბორავენ. ამ მოვლენას ისიც შეუწყობს ხელს, რომ ჩვენი ზღვისპირი წლის განმავლობაში 6,2 მმ იძირება.

საქართველოს ზღვისპირის სამხრეთ ნაწილში შედარებით ხშირია დასავლეთისა და სამხრეთის ქარი, ხოლო ჩრდილო-დასავლეთი და ცენტრალური რაიონები უმეტესად სამხრეთისა და აღმოსავლეთის ქარების მოქმედებას განიცდიან. ამის გამო ზღვის ზედაპირული დინებების საერთო უპირატესი მიმართულებაა: ბათუმთან — ჩა, ფოთთან — ჩ და ჩდ, ოჩამჩირე-გულაუთა-ტუაფსის მონაკვეთზე კი ჯერ ჩდ, შემდეგ კი დ [4].

საქართველოს ზღვისპირეთში დაკვირვებები დინების სიჩქარესა და მიმართულებასზე წყვეტილია, თან თითქმის მთელი ინფორმაცია შედარებით წყნარ ამინდშია შეკრებილი. ნატურული მონაცემებით ბათუმის რაიონში დრეიფული დინების უდიდესი სიჩქარე 54 სმ/წმ აღწევდა, შტორმების დროს კი 1,5 მ/წმ გადააჭარბებს. ამას ადასტურებს დასავლეთის შტორმის დროს სიღრმის ფენებში აღძრული კომპენსაციური დინება, რომელიც შტორმის ჩადგომის მეორე დღესაც კი 72—133 სმ/წმ სიჩქარით მიედინებოდა ზღვის სიღრმისაკენ.

ფოთის რაიონში ზედაპირული დინების მაქსიმალური სიჩქარე იყო 49 სმ/წმ, სოხუმის რეიდზე 50—55 სმ/წმ, ხოლო გულაუთა-ტუაფსის სანაპიროს გასწვრივ 50—60 სმ/წმ (ცხრ. 3). აქაც, ძლიერი შტორმების შემდეგ ხშირად აღიძვრებოდა კომპენსაციური დინება, რომელიც ზღვისაკენ იყო მიმართული 80—86 სმ/წმ სიჩქარით.

როგორც სპეციალურმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, ზემოაღნიშნული სიმძლავრის შტორმების დროს ზედაპირული დრეიფული დინებების იშვიათი უზრუნველყოფის სიჩქარე 1,5 მ/წმ მეტი იქნება.

სანაპირო ზონაში საკმაოდ ძლიერია მდინარისმიერი დინებებიც, რომელთა მიმართულება და სიჩქარე შესართავის ორიენტაციასზე და ჩამონადენზეა დამოკიდებული.

წყნარ ამინდში, როცა დრეიფული დინება ძლიერ სუსტია, მდინარის წყალი ნაპირიდან 4,5—5,0 კმ-ზე ვრცელდება. იგი ზოგჯერ ზღვის შუალედურ ფენებს მიუყვება და ზედაპირზე 2,5—3,0 კმ დაშორებით ამოდის.

შტორმული მოდენების დროს მდინარეთა შესართავებში, მათი ნაწილობრივი ან მთლიანი შეგუბებითა და ზღვის წყლის მოდენილი მასებით ღონე სწრაფად მატულობს. ამ დროს მდინარისმიერი დინება ზედაპირზე შეიძლება არც შეიმჩნეოდეს, ან აღმაც იყოს მიმართული, სიღრმის მიხედვით კი სწრაფად ძლიერდება და ზოგჯერ 3,0—3,5 მ/წმ გადააჭარბებს. ამ დროს იგი შესართავის ბლოკსაც ჩარეცხავს და ნატანს სიღრმის ზღურბლამდე ან კანიონში ჩაიტანს.

დასასრულს, დასკვნის სახით აღვნიშნავთ, რომ საქართველოს სანაპირო ზონაში ზღვის იშვიათი უზრუნველყოფის დონის მაქსიმუმი, ნორმალურის მიმართ 129—141 სმ იქნება, მინიმუმი — 60—64 სმ, ღონეთა რყევის ზღვრული დიაპაზონი კი 199—209 სმ.

ამ სანაპიროსათვის განსაკუთრებით ტალღსაშიში შტორმების დროს მაქსიმალური ტალღების სიმაღლეა 6,3—6,5 მ.

საქართველოს ზღვისპირში დინებათა უპირატესი, საერთო მიმართულებაა ჩ და ჩლ, მაქსიმალური სიჩქარე კი შტორმების სიმძლავრესა და ხანგრძლივობაზეა დამოკიდებული და ნაპირის ახლოსაც კი 1,5 მ/წმ გადააჭარბებს. დინებათა მახასიათებლების უფრო ზუსტი პროგნოზირებისათვის აუცილებელია თვითმწერი ავტონომიური სისტემების გამოყენება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 7.10.1976)

ГИДРОЛОГИЯ

Г. С. МЕТРЕВЕЛИ

## ПАРАМЕТРЫ ОСНОВНЫХ МОРСКИХ ФАКТОРОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ГРУЗИИ

Резюме

В прибрежной зоне Грузии при сочетании штормовых нагонов с другими слагающими уровня моря (стоковое повышение, приливная волна и др.) уровень редкой (1—2%) повторяемости может превысить 129—141 см, при этом высота волны достигает 6,3—6,5 м, а скорость поверхностного дрейфового течения — 1,5 м/сек. В таких случаях, в связи с подпиранием верхних слоев воды, усиливается придонное течение, которое при достаточной глубине русла и расходе воды, достигая скорости 3,0—3,5 м/сек, способно деблокировать устьевую горловину реки.

HYDROLOGY

G. S. METREVELI

## THE PARAMETERS OF THE MAJOR MARITIME FACTORS FOR THE COASTAL ZONE OF GEORGIA

Summary

In the coastal zone of Georgia, under certain combinations of stormy tides and other components (the run-off rise of level, tide waves, etc.) the level of rare (1-2%) frequency may exceed 129-141 cm, the height of wave being 6.3-6.5 m and the speed of the surface drift current 1.5 m per second.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Руководство по расчету гидрологического режима моря. М., 1973.
2. Справочник по гидрологическому режиму морей и устьев рек СССР, часть I. т. 4, вып. I. Киев, 1970.
3. Гидродинамика береговой зоны и эстуариев. Л., 1970.
4. Г. С. Метревели. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.



Г. Ф. ЧЕЛИДЗЕ

## ПРЕДСТАВИТЕЛЬ РОДА *GILLETELLA* В ПОНТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 7.8.1976)

В северо-западной части Махарадзевского района, в окрестностях с. Лекура, нами были изучены выходы понтических образований, представленных типичной валенсиенниусовой фацией — голубыми пластичными глинами с *Dreissena simplex* Barb., *Paradacna abichi abichi* R. Ноген., *Valenciennius gurianus* Bog., *V. annulatus praeannulatus* Suchova, а также неопределимыми остатками наземных брюхоногих. Кроме них, в глинах были найдены многочисленные, очень мелкие раковины незнакомо нам рода двустворчатых моллюсков.

Внимательное ознакомление с новейшими данными по плиоценовым отложениям и фауне Дакийского и Паннонского бассейнов показало, однако, что аналогичные формы были описаны из плиоцена Румынии Ф. Маринеску [1], выделившим их в новый род — *Gilletella* (типовой вид — *G. suzettae* Marin.). Интересно отметить, что в том же году И. Папаянопол [2] описал из дакийских отложений еще один вид того же рода — *G. dacica*.

Прежде чем приступить к описанию западногрузинского представителя этого любопытного рода, впервые встреченного нами в понтических отложениях Эвксинского бассейна, коснемся вкратце вопроса о возрасте содержащих их отложений.

*Dreissena simplex* и *Paradacna abichi abichi* не дают указаний на более точный возраст голубых глин, так как они встречаются по всему разрезу понта; *Valenciennius guriana* может рассматриваться в качестве позднепонтического вида [3], а *V. annulatus praeannulatus* явно приурочен к верхнепонтическим и нижнекиммерийским отложениям Керченского п-ва. Отсюда можно заключить, что возраст отложений окрестностей с. Лекура, содержащих представителей рода *Gilletella*, является позднепонтическим.

Следует отметить однако, что если судить по фауне остракод, изученной по нашей просьбе З. А. Имнадзе, за что приносим ей глубокую признательность, то присутствие в ней *Caspiola balcanica* (Zal.), *C. venusta* (Zal.), *Caspiocypris labiata* (Zal.), *Cypria arma* Schn., *Pontoniella acuminata* (Zal.), *Leptocythere pontica* Suzin и *Loxococoncha petasa* Livent. указывает, скорее, на принадлежность этих отложений к концу среднего понта.

Ввиду неясности ряда вопросов, связанных с происхождением рода *Gilletella*, его положение в системе двустворчатых моллюсков остается пока открытым.

*Bivalvia*

*Incertae sedis*

Род *Gilletella* Marinescu, 1973

*Gilletella pontica* Tselidze sp. nov.

Рис.

Голотип № 1—73. Хранится в Геологическом институте АН ГССР. Зап. Грузия, Махарадзевский р-н, с. Лекура, Босфорский подъярус.

Описание. Раковина очень маленькая — длина самых крупных экземпляров достигает 5—6 мм при высоте створок 2—4 мм. Раковина от неравносторонней до равносторонней, от чего и зависит форма



Фиг. 4

створок: в первом случае раковина имеет эллиптическую, а во втором — овально-треугольную форму. В обоих случаях заднее поле раковины имеет крыловидное расширение. Створки необычно тонкие, хрупкие. Макушка очень маленькая, чуть выдающаяся над замочным краем. Замок совершенно лишен зубов; под 4—6-кратным увеличением можно заметить лишь слабое утолщение замочной пластинки. Поверхность раковины гладкая, покрытая только концентрическими штрихами нарастания, видимыми и невооруженным глазом. На некоторых экземплярах можно заметить килеобразный перегиб, отделяющий широкое переднее поле от заднего, крыловидного. Негативное изображение килеобразного перегиба на отпечатке оставляет след слабой линии.

Внутренняя поверхность створки блестящая, гладкая; замечается только отпечаток переднего сводящего мускула.

Сравнение. Ст *Gilletella suzettae* Marin. отличается величиной (в первом случае длина достигает 10—11 мм, а во втором — 5—



6 мм) и слабым, но явственным крыловидным расширением заднего поля, а от *G. dasica* — отсутствием рудимента кардинального зуба, общим очертанием створки, а также меньшими размерами.

З а м е ч а н и я. При любезном содействии И. Мотэша и Ф. Маринеску мы имели возможность произвести сравнение наших образцов непосредственно с образцами *G. suzettae* Marin. из Румынии. Принадлежность наших экземпляров к роду *Gilletella* не вызывает сомнения, но, как было указано выше, по видовым признакам они резко отличаются друг от друга.

*Gilletella suzettae* был описан по материалам Э. Иекелиуса из среднепонтических (портаферских) отложений Паннонского бассейна (Румынский Банат). Но впоследствии, по устному сообщению Ф. Маринеску, выяснилось, что соответствующие образцы взяты из нижедакийских (гатских) отложений Сечурий (департамент Горж).

М е с т о н а х о ж д е н и е. Окрестности с. Лекура Махарадзевского района (Зап. Грузия).

В о з р а с т. Босфорский подъярус.

М а т е р и а л. Несколько десятков экземпляров правых и левых створок.

Общие замечания. Ф. Маринеску считает, что род *Gilletella* близко стоит к роду *Serripes* Beck in Gould, 1841, но сравнивать эти роды между собой, по нашему мнению, трудно, так как раковина первого из них достигает крупных размеров, тогда как длина раковины *Gilletella* не превышает 10—11 мм. Кроме того, *Serripes* имеет слабую радиальную скульптуру, а также рудиментарный, кардинальный и слабые латеральные зубы, а раковина *Gilletella* совершенно гладкая и ее замок лишен зубов. Мало что дает также сравнение *Gilletella* с юрским родом *Quenstedtia* Morris et Licet, 1853, и апшеронским родом Н. И. Андрусова, 1923. Можно лишь согласиться с Ф. Маринеску [1] в том, что по общей форме раковина *Gilletella* напоминает мелкие *Ervilia*.

Едва ли имеет смысл сравнивать род *Gilletella* также с *Parvivenus* Sacco, 1900, или с *Pisidium* Pfeiffer, 1821 (s. l.) и *Abra* Lamarck, 1811, имеющими небольшие раковины с гладкой поверхностью, но с хорошо развитым зубным аппаратом.

Никаких аналогий не находим мы и среди пресноводных форм моллюсков [4].

Таким образом, род *Gilletella* Marinescu занимает совершенно изолированное место среди плиоценовых родов Паннонского, Дакийского, Эвксинского и Каспийского бассейнов. Вместе с тем, мы все же вынуждены допустить, что род *Gilletella* является, скорее всего потомком какого-то рода, живущего, возможно, в допонтическое время, в мэотисе (поскольку совершенно очевидна преемственность моллюсковой фауны понта от мэотической. Из родов, известных в мэотисе, по очертанию раковины *Gilletella* напоминает *Ervilia* Turton, 1822, *Paphia* Bolten in Böding, 1798, и *Abra* Leach in Lamarck, 1918, представители которых были широко распространены в бассейне в течение раннего мэотиса. Из морских форм двустворок в позднем мэотисе продолжал су-

уществовать представитель рода *Abra* (а также *Maetra* и некоторые другие роды, не имеющие в данном случае для нас значения), встречающийся в раннем понте. Однако пока, до накопления дополнительных материалов, мы не решаемся считать *Gilletteella* потомком, происшедшим от рода *Abra*.

Из вышеприведенного следует, что новые факты из истории плиоценовых моллюсков Паннонского, Дакийского и Эвксинского бассейнов подтверждают довольно тесную связь между ними и что процесс двустороннего прохореза форм между этими «отдельными» бассейнами Паратетиса заслуживает самого пристального внимания исследователей.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт

(Поступило 16.9.1976)

გეოლოგია

ბ. ზელიძე

*GILLETELLA*-ს გვარის წარმომადგენელი დასავლეთ საქართველოს კონტურ ნალექებში

რეზიუმე

მახარაძის რაიონში, სოფ. ლეკურას მიდამოებში (დას. საქართველო) ზედა პონტურ ვალენსიენიუსიან თიხებში პირველად ევქსინური აუზისათვის ნაპოვნია გვარ *Gilletteella* Marinescu, 1973 წარმომადგენელი — *G. pontica*. sp. nov. აქამდე ამ გვარის ორი სახე აღწერილი იყო რუმინეთის დაკიურ ნალექებიდან [1, 2].

GEOLOGY

G. F. CHELIDZE

## A REPRESENTATIVE OF THE GENUS *GILLETELLA* IN THE PONTIAN SEDIMENTS OF WESTERN GEORGIA

Summary

A new representative, *G. pontica*, of the genus *Gilletteella* Marinescu 1973 was found in the Makharadze district, near the village of Lekura (western Georgia), in the Upper Pontian Valenciennia clays, being the first find in the Euxinian basin. Earlier, two types of this genus were described from the Dacian of Roumania [1, 2].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Fl. Marinescu. Institut geologique. Memoires. Vol. XVIII, 1973, Bucarest.
2. I. Paraianopol. Studii si cercetări de Geologie, Geotizica, Geografie. Seria Geologie, 2, t. 18, 1973.
3. Г. Ф. Челидзе. Морской понт Грузии. Тбилиси, 1974.
4. В. И. Жадин. Моллюски пресных вод СССР. М., 1952.

ПЕТРОЛОГИЯ

Д. М. ШЕНГЕЛИА, Д. Н. КЕЦХОВЕЛИ, Г. Л. ЧИЧИНАДЗЕ,  
И. З. МГАЛОБЛИШВИЛИ

ОБНАРУЖЕНИЕ ЖЕДРИТА НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 12.10.1976)

Жедриты были обнаружены авторами на Большом Кавказе в регионально-метаморфизованных породах, относящихся к раннегерцинскому тектоно-магматическому циклу. На южном склоне Большого Кавказа в пределах Софийского поднятия в Горной Абхазии они встречаются в гвандринской и лаштракской свитах. На северном склоне жедритсодержащие породы зафиксированы в уллучиранской свите, выступающей в наиболее приподнятом Башильском блоке Балкаро-Дигорского горст-антиклинального поднятия.

Прерывистая узкая полоса жедритсодержащих пород в гвандринской свите протягивается от междуречья Восточный и Западный Птыш на западе, до водораздела рр. Хецквара и Ачапара (правый приток, р. Клыч) на востоке. Они наиболее широко распространены в истоках р. Хецквара в районе одноименного ледника, вблизи выходов лейкократового гранатового плагногнейса.

В бассейне р. Хецквара жедрит встречается в биотит-кордиерит-ставролит-плагноклаз-гранатовых бескварцевых массивных породах и гранат-куммингтонит-кварц-плагноклазовых, кварц-плагноклаз-гранат-биотит-кордиеритовых и куммингтонитовых и бескуммингтонитовых графит-гранат-кварц-биотит-плагноклазовых сланцах, представленных в виде согласных маломощных (0,5—4 м) пропластков среди плагноклазовых амфиболитов, куммингтонитовых, гранатовых и биотитовых сланцев и гнейсов, и сравнительно редко силлиманитовых, кордиеритовых, и ставролитовых разновидностей метаморфитов.

В жедрит-биотит-ставролит-кордиерит-плагноклаз-гранатовых бескварцевых массивных породах (гранат 20—35%, плагноклаз 15—25%, ставролит 12—20%, кордиерит — 6—12%, биотит 1—5%, жедрит 1—4%; шпинель 2—10%) жедрит (0,2—0,6 мм) бесцветный, со светло-зеленоватым и светло-коричневым гвоздичным оттенком (+2V=76°). В породе устанавливается ранняя равновесная минеральная ассоциация  $Ст_{77} + Пл_{41} + Gr_{81} + Би + Жед$  и более поздний минеральный парагенезис  $Кор_{33} + GrI + Пл + Шп$ . Соответственно происходят следующие превращения минералов:  $Ст_{77} \rightarrow Кор_{33} + Шп$ ,  $Ст_{77} \rightarrow Кор_{33} + GrI$  и  $Ст_{77} + GrI_{81} + Жед \rightarrow Кор_{33} + Шп + GrI$ . Куммингтонитовые и бескуммингтонитовые жедрит-графит-гранат-кварц-биотит-плагноклазовые сланцы связаны друг с другом постепенными переходами. Куммингтонит (0,1—1 мм) и жедрит (0,1—0,4 мм) непосредственно не контактируют. Наблюдаются участки пород, обогащенные куммингтонитом (до 30%). Количество жедрита не превышает 2%. Жедрит устойчив в парагенезисах  $Жед + Кум +$

+Гр+Би+Пл<sub>38</sub>+Кв и Жед+Гр+Би+Пл<sub>35</sub>+Кв. В жедрит-кварц-биотит-кордиерит-гранат-плаггиоклазовых сланцах жедрит светло-зеленовато-желтовато-соломенного цвета (Ng 1,667; Np 1,655; Ng—Np 0,012; a=18,60 Å; b=18,16 Å; c=5,32 Å)<sup>1</sup>, содержание его колеблется в пределах 1—5%. Это порода, богатая гранатом (до 35%), минеральный парагенезис ее Жед+Гр<sub>83</sub>+Би<sub>45</sub>+Пл<sub>42</sub>+Кор+Кв. В жедрит-гранат-куммингтонит-кварц-плаггиоклазовых сланцах жедрит играет крайне подчиненную роль (1—2,5%), он ассоциируется с куммингтонитом (10—15%). В этой породе жедрит равновесен в парагенезисе Жед+Кум+Гр<sub>71</sub>+Пл<sub>37-40</sub>+Кв.

Жедрит в бассейне р. Птыш встречается в порфиробластических графит-жедрит-гранат-плаггиоклаз-кварц-биотитовых сланцах, развитых среди амфиболитов. Выходы жедритсодержащих пород установлены в бассейне р. Птыш, в 450 м выше слияния рр. Западный и Восточный Птыш (у водопада) Жедрит (1×2,2 мм; до 6%) бесцветный, со светло-зеленым оттенком (+2V=70—72°; Ng 1,673; Np 1,655; Ng Np 0,018), в породе устанавливаются ранняя—Пл<sub>41-44</sub>+БиI+Кв и поздняя—Пл<sub>30-41</sub>+Гр<sub>80</sub>+Жед<sub>45</sub>+Кв+БиII<sub>48</sub> равновесные минеральные ассоциации. Минеральные превращения протекают по реакции Пл<sub>41-44</sub>+БиI+Кв→Гр<sub>80</sub>+Жед<sub>45</sub>+Пл<sub>30-41</sub>+БиII<sub>48</sub>.

Крайний восточный выход жедритсодержащих пород в гвандринской свите шириной около 600 м обнаружен в бассейне р. Клыч к югу от впадения в нее р. Ачапара, где эта свита зажата между метаморфизованными гнейсовидными амфиболовыми и биотитово-амфиболовыми диоритами. Это полоса гвандринской свиты, представленная метаморфитами, содержащими гранат, биотит, силлиманит, ставролит, кордиерит, кварц, плаггиоклаз и андалузит, занимает тот же стратиграфический уровень, что и выходы жедритсодержащих пород гвандринской свиты в бассейнах рр. Птыш и Хецквара. Жедрит обнаружен в графит-жедрит-куммингтонит-плаггиоклаз-кордиерит-кварц-биотит-гранатовых сланцах, развитых в приконтактной зоне между гвандринской свитой и указанными метаморфитами. Жедрит (бесцветный, со слабым гвоздичным оттенком) и куммингтонит, большей частью присутствующие совместно, играют роль второстепенных минералов. В наиболее обогащенных ими участках породы их содержание не превышает 5—7%. Порода очень богата гранатом (до 40%). Парагенезис жедритовой ассоциации — Жед+Гр+Би+Кор+Кум+Пл<sub>38</sub>+Кв.

Жедрит в уллучиранской свите обнаружен в верховьях р. Чегем, в истоках р. Гара-Аузусу, в районе левого борга ледника Кулак-Чегемчимар, на высоте 2850 м. Согласно тела гранат-биотит-жедрит-кварц-плаггиоклазовых сланцев мощностью 10—15 м встречаются в нижних горизонтах уллучиранской свиты среди тонкопослойных мигматитов и плаггиогнейсов. Жедрит свежий, в шлифах бесцветный, с сиреневатым оттенком (размеры от 0,1×0,2 до 0,2×1 мм). Количество его колеблется в пределах 5—20% (железистость 21%; Ng 1,655; Np 1,635;

<sup>1</sup> Эти и все нижеприведенные параметры, элементарной ячейки жедритов определены по порошкограммам в рентгеноструктурной лаборатории ГИ АН ГССР Р. А. Ахвледиани.



Ng—Np 0,020; a 18,64 Å; b 18,18 Å; c 5,36 Å). Стабильная минеральная ассоциация породы—Жед<sub>21</sub>+Гр<sub>82</sub>+Би<sub>55</sub>+Пл<sub>50</sub>+Кв.

В лаштракской свите жедрит обнаружен в двух ее выходах — на водораздельном хребте между рр. Белая и Бигдазия (левый приток р. Бавю) и в бассейне р. Агурибза.

В первом жедрит зафиксирован в 250 м к северу от Санчарского кварцево-диоритового интрузива мезозойского возраста в ставролит-гранат-кианит-биотит-плагноклаз-кварцевых сланцах, уцелевших в виде маломощных линзобразных тел среди диафторизованных бескварцевых хлорит-альбитовых (с бесцветным и синеватым амфиболом), кварц-серицитовых и кварцхлорит-альбитовых сланцев. Жедрит (размеры зерен от 0,1×0,3 до 0,4×2 мм) — второстепенный минерал, его не больше 4% в породе. Он в шлифах (+2V=68°) светло-буроватый, гвоздично-коричневатый, буровато-сиреневый и, как правило, ассоциируется с кианитом. Устанавливается, что жедрит-кианитовые парагенезисы замещают ставролит-гранатовые по реакции Ст+Гр+Кв → Жед+Ки, обусловленной повышением общего давления. Ограниченное развитие жедрита в лаштракской свите обусловлено составом слагающих ее пород, богатых калием (наряду с биотитом, в них широко развит также мусковит).

Жедритсодержащие породы обнаружены также на границе лаштракской и дамхурцевской свит. Они обнажаются в русле правого притока р. Агурибза, на 300 м выше его устья. Эта небольшая река протекает в меридиональном направлении и впадает в р. Агурибза в месте ее резкого поворота на юг. Слои лейкократового жедритсодержащего плаггиогнейса мощностью 10—15 м посредством постепенных переходов контрастируют на юге со ставролитсодержащими, а на севере — с кварцсодержащими прослойками амфиболитов. Жедрит (0,2—2,5 мм; +2V=72°) в шлифе свежий, светло-зеленоватый, светло-гвоздичный, с зеленоватым оттенком, или хлоритизированный. Он выступает в парагенезисе Жед+Пл<sub>28</sub>+Кв.

Из пяти серий метаморфических фаций или барических подтипов регионального метаморфизма [1] в гвандринской и уллучиранской свитах устанавливаются два первых подтипа. По Т. Г. Чхотуа [2] в лаштракской свите развит кианит-силлиманитовый тип регионального метаморфизма. В гвандринской и уллучиранской свитах жедрит формируется в породах, образовавшихся при промежуточном барическом подтипе (второй подтип) регионального метаморфизма низкого давления. Максимальная температура формирования ставролитсодержащих парагенезисов в лаштракской свите по биотит-гранатовому геотермометру не превышает верхний температурный предел устойчивости ставролита с кварцем. Следовательно, можно считать, что реакция Ст+Гр+Кв → Жед+Ки обусловлена возрастанием давления. Мы полагаем, что жедрит-кианитовый парагенезис характеризуется несколько более высоким значением общего давления, нежели кианит-силлиманитовый барический подтип регионального метаморфизма. В связи с этим предположением следует отметить наличие в лаштракской свите парагенезиса Хлд+Би+Му, свойственного зонам особо повышенных давлений, который тесно ассоциируется с глаукофан-лавсонитовыми и другими глаукофансодержащими сланцами [3]. Можно предполагать, что равнове-

ная жедрит-кианитовая ассоциация устойчива и в промежуточной группе регионального метаморфизма высокого давления (четвертый барический подтип по А. Мияширо [1]).

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

Грузинский политехнический  
институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 14.10.1976)

პეტროლოგია

დ. შენგელია, დ. კეცხოველი, გ. ჭიჭინაძე, ი. მგალობლიშვილი

### ჟედრიტის აღმოჩენა კავკასიონზე

რეზიუმე

ჟედრიტი აღმოჩენილია კავკასიონის პალეოზოური ასაკის კრისტალურ ფიქლებში. ქედის სამხრეთ ფერდზე ის დადგენილია გვანდრისა და ლაშტრაკის წყებებში, ხოლო ჩრდილო ფერდზე — ულუჩირანის წყებებში.

PETROLOGY

D. M. SHENGELIA, D. N. KETSKHOVELI, G. L. CHICHINADZE,  
I. Z. MGALOBlishvili

### DISCOVERY OF GEDRITE IN THE GREATER CAUCASUS

Summary

Gedrite has been discovered in Paleozoic crystalline schists of the Greater Caucasus. It has been identified in the Gvandra and Lashtraki suites of the southern slope and on the northern slope in the Uluchirani suite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Miyashiro. J. Petrol. v. 2. № 3, 1961.
2. Т. Г. Чхотуа. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1971.
3. В. В. Хлестов. Фации регионального метаморфизма высоких давлений. М., 1974.



Р. А. АХВЛЕДИАНИ, Т. Г. ЧХОТУА

## ОСОБЕННОСТИ ГРАНАТОВ БУУЛЬГЕНСКОЙ СЕРИИ (СОФИЙСКИЙ БЛОК БОЛЬШОГО КAVKAZA)

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Рубинштейном 20.9.1976)

Изучение гранатов метаморфических пород имеет большое значение для установления фациальной принадлежности и термодинамических условий формирования метаморфитов, а также для выявления эволюции процессов метаморфизма.

С этой целью было проведено минералого-петрографическое изучение гранатов плагиогнейсов буульгенской серии истоков р. Кодори, которые слагаются следующими ассоциациями: кварц-плагиоклаз-роговая обманка-гранат, кварц-плагиоклаз-роговая обманка-куммингтонит-гранат, кварц-плагиоклаз-роговая обманка-биотит-гранат, кварц-плагиоклаз-роговая обманка-куммингтонит-биотит-гранат, кварц-плагиоклаз-роговая обманка-биотит-ставролит-гранат, кварц-плагиоклаз-биотит-гранат. В ставролитсодержащих разностях присутствуют иногда куммингтонит, силлиманит, дистен, андалузит, кордиерит, шпинель.

Данные химического анализа и основные физико-химические константы гранатов сведены в таблицу. Статистическая обработка полученных данных путем построения ранжированной совокупности основных характеристик показала, что для гранатов характерно близкое к нормальному распределение  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и  $MgO$  при коэффициентах асимметрии соответственно  $As = -0,09$ ,  $-0,04$  и  $0,00$ , причем наиболее часто встречающиеся величины распределения (моды, %) равны для  $SiO_2 = 40,10$ ,  $Al_2O_3 = 19,70$  и  $MgO = 4,40$ . Остальные окислы дали сложную картину распределения, выраженную двумя четкими максимумами:  $FeO = 24,67$  и  $28,90$ ;  $Fe_2O_3 = 2,16$  и  $5,76$ ;  $CaO = 2,62$  и  $5,33$ ;  $MnO = 0,34$  и  $1,14$  (в. %), хотя разрыва между совокупностями не наблюдается. Необходимо отметить, что если для  $FeO$  и  $MnO$  имеем отрицательную асимметрию  $As = -0,24$  и  $-0,38$ , то для  $Fe_2O_3$  и  $CaO$  она положительна и равна  $0,31$  и  $0,43$ .

Аналогичным характером обладают данные по минеральному составу гранатов изученного метаморфического комплекса (это преимущественно альмандин-пироповые гранаты с небольшим содержанием уграндитового компонента), статистический анализ указывает на то, что распределение пироповой составляющей подчиняется нормальному закону (мода  $18,79$ ), а для альмандиновой и уграндитовой составляющих имеем гистограммы с двумя максимумами (%):  $Alm = 59,42$  и  $72,17$ ,  $Sp = 0,38$  и  $2,91$ ,  $Urd = 7,86$  и  $16,88$ . Это явление находит отражение также при обработке рентгеновских данных, свидетельствующих о наличии двух типов гранатов с наиболее часто встречающимися величинами распределения параметров решетки  $11,525$  и  $11,536$  Å при положительной величине асимметрии  $0,26$ .



## Физико-химические константы гранатов

Оксиды	№ образцов														
	10—1	587	1026	1014	73—1	466	11—1	91	1011	41	696	1030	661	668	692
SiO <sub>2</sub>	41,02	38,40	39,40	39,38	40,18	40,56	39,18	39,58	39,30	40,96	40,86	39,92	39,02	41,06	39,20
TiO <sub>2</sub>	—	0,24	0,19	—	0,1	—	—	—	—	—	0,12	0,38	0,17	0,20	0,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,50	20,18	19,51	19,84	19,49	19,84	19,84	19,52	19,32	18,97	19,83	20,56	18,59	19,50	18,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,03	4,35	8,24	2,01	2,19	2,61	3,12	1,76	7,26	3,00	1,82	4,99	6,07	3,62	6,02
FeO	29,70	27,52	26,28	30,60	29,70	28,44	30,33	30,24	27,00	29,88	25,74	22,14	25,36	24,48	24,64
MnO	0,42	1,91	1,28	0,49	0,53	0,14	0,42	0,36	0,49	1,06	1,49	0,92	0,99	0,92	1,16
MgO	4,15	5,74	3,47	4,40	3,96	4,07	3,42	5,21	3,75	3,09	3,64	5,53	4,87	5,03	4,54
CaO	2,92	1,86	1,69	3,06	3,63	4,21	3,02	3,30	2,61	2,38	5,30	5,62	5,00	5,00	5,49
Сумма	99,74	100,20	100,06	99,78	99,78	99,87	99,33	99,96	99,73	99,34	98,80	100,06	100,07	99,87	100,05
Альмандин	72,01	65,40	73,00	71,38	70,95	74,60	74,60	68,38	72,00	75,48	63,40	55,10	61,20	69,50	59,90
Пироп	17,92	24,20	17,40	18,40	16,99	14,82	14,82	21,0	19,0	14,12	15,90	24,80	20,80	22,10	20,0
Спеллартин	1,05	4,60	3,60	1,07	1,10	1,06	1,06	0,90	1,0	2,65	3,70	2,20	2,50	2,60	3,10
Уграндит	9,00	5,80	6,00	9,12	10,93	9,53	9,53	9,69	8,0	7,72	17,0	17,90	15,50	15,80	17,0
N	1,790— 1,812	1,790— 1,806	1,790— 1,815	1,789— 1,809	1,784— 1,811	1,786— 1,810	1,790— 1,815	1,790— 1,806	—	1,788— 1,809	1,785— 1,790	1,789— 1,806	—	1,782— 1,789	1,784— 1,800
F	80,89	74,4	82,7	80,0	81,78	80,87	84,55	77,40	83	85,47	80,39	71,10	78,14	74,23	76,90
a <sub>0</sub>	11,532	11,524	11,526	11,525	11,528	11,537	11,541	11,538	11,527	11,541	11,559	11,574	11,559	11,555	11,564

Примечания: 10—1, 587, 466, 11—1, 91, 41, 692—биотит-гранатовые плагиогнейсы; 1026, 1014, 1011—биотит-ставролит-гранатовые плагиогнейсы; 661, 668—амфибол-биотит-гранатовые плагиогнейсы; 1030—амфибол-биотит-ставролит-гранатовый плагиогнейс; 73—1, 696—амфибол-гранатовые плагиогнейсы. Аналитик—Л. М. Басинашвили.



Взаимосвязь параметров решетки с минеральным составом, рассчитанная методом математической регрессии, также указывает на наличие двух совокупностей гранатов, еще раз подтверждая мнение [1] о недостаточной универсальности эмпирических формул для изученной группы минералов. В нашем случае формулы регрессии приняли вид, характеризующий совокупность с максимумом альмандинового компонента, равного, с одной стороны, 59,42%, а с другой — 72,17%:

$$a_0 = 11,497 + 0,00312 \text{ Py} - 0,00123 \text{ Al} + 0,00183 \text{ Sp} + 0,0042 \text{ Urd},$$

$$a_0 = 11,497 - 0,00154 \text{ Py} - 0,00067 \text{ Al} + 0,0089 \text{ Sp} + 0,0114 \text{ Urd}.$$

Нормальное распределение пироповой составляющей свидетельствует об изометрических условиях образования гранатов в интервале температур 660—675°C [2] и давлении 6 кбар [3] и указывает на высокотемпературную ступень амфиболитовой фации; этому же этапу метаморфизма соответствует мода Alm=59,42. Второй максимум Alm=72,17 отвечает более низкой ступени амфиболитовой фации, переходной к фации эпидотовых амфиболитов. Вышесказанное иллюстрируют фигуративные точки исследованных гранатов, занимающие на диаграмме «альмандин-гроссуляр-пироп» [4] непрерывную полосу от области перекрытия гранулитовой и амфиболитовой фаций до эпидот-амфиболитовой фации.

Анализ корреляции железистостей гранатов и вмещающих пород выявляет слабую положительную связь (+0,34) при примерно 90% величине доверительности, что, по-видимому, свидетельствует о зависимости железистости гранатов не только от состава вмещающих пород, но и от ряда других факторов.

Весьма показательным также зональное строение гранатов, особенно характерное для пород с высоким содержанием альмандина. Наблюдается увеличение показателя преломления в пределах одного и того же зерна от центра к периферии — разница в показателях преломления между центральными и наружными частями зерен в наиболее железистых разностях достигает 0,027. В связи с этим краевые части зерен большинства гранатов являются более железистыми, нежели их ядра. Подобное изменение состава гранатов характерно для высокотемпературного диафореза [5], который может быть увязан с установленными нами в исследованных гнейсах процессами бластомилонитизации и кислотного выщелачивания.

Учитывая своеобразие химического состава, данные рентгеноструктурного и статистического анализов, корреляцию железистостей и зональность гранатов, можно предположить, что для плагиогнейсов бульгенской серии исследованные гранаты фиксируют ранний этап формирования (граница амфиболитовой и гранулитовой фаций), а также последующий этап, соответствующий более низким ступеням амфиболитовой фации.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 24.9.1976)

რ. ახვლედიანი, თ. ჩხოტუა

ბუშლგენის სერიის გრანატების თავისებურებანი (კავკასიონის  
სოფიის ბლოკი)

რეზიუმე

განხილულია გრანატების ფიზიკურ-ქიმიური კონსტანტები და მათი სტატისტიკური დამუშავების შედეგები. პირობის კომპონენტის ნორმალური განაწილება მიგვითითებს გრანატების წარმოშობის იზოთერმულ პირობებზე, რომლებიც პასუხობენ ამფიბოლიტურ ფაციესს; ალმანდინის განაწილება კი მოწმობს შედარებით დაბალტემპერატურული ზედნადები პროცესების არსებობას.

MINERALOGY

R. A. AKHVLEDIANI, T. G. CHKHOTUA

PECULIARITIES OF GARNETS OF THE BULGUENIAN SERIES  
(GREATER CAUCASUS)

Summary

Physico-chemical analysis of garnet constants and the results of their statistic treatment are presented. The normal distribution of the pyrope component attests to the isothermal conditions of garnet formation, corresponding to the amphibolite facies of metamorphism. The distribution of the almandine component points to super imposed processes which take place at comparatively low temperatures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. К. Васильев. Применение корреляционного анализа при изучении изоморфизма в оливинах и гранатах. М., 1969.
2. Л. Л. Перчук. Сб. «Экспериментальные и теоретические исследования минеральных равновесий». М., 1968.
3. В. С. Соболев. Сб. «Физико-химические проблемы формирования пород и руд». М., 1961.
4. Г. М. Другова, К. С. Талдыкина. Записки ВМО, ч. 97, вып. 4, 1968.
5. Г. М. Другова, В. Д. Бугрова. Записки ВМО, ч. 93, вып. 1, 1964.

М. Ш. МИКЕЛАДZE

## ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ СБОРНЫХ УПРУГИХ ПЛИТ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 1.10.1976)

Рассмотрим обыкновенное дифференциальное уравнение четвертого порядка

$$\varphi^{(4)}(x) - 2\alpha^2 \varphi''(x) + \lambda^4 \varphi(x) = C, \quad (1)$$

где  $\alpha$ ,  $\lambda$  и  $C$  — некоторые известные постоянные. К интегрированию уравнения (1) сводится задача об определении упругих прогибов закрепленной вдоль контура равномерно нагруженной тонкой прямоугольной плиты постоянной жесткости, если в основе расчета лежит способ Мориса Леви, или вариационный метод Л. В. Канторовича [1, 2]. Когда обсуждаются классические случаи изгиба, решение (1), равно как и его производные, являются непрерывными функциями  $x$ , которые легко находятся. Однако задача существенно усложняется, если речь идет о расчете сборной плиты. В этом случае как прогибы плиты, так и некоторые из производных могут терпеть разрывы первого рода в фиксированных точках промежутка интегрирования. В самом деле, рассмотрим в качестве примера тонкую прямоугольную плиту, составленную из узких полос, шарнирно сочлененных между собой (рис. 1).

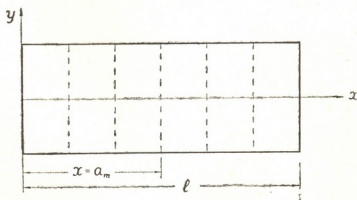


Рис. 1

Средняя плоскость такой плиты, а следовательно, и прогибы могут терпеть разрывы первого рода вдоль линии сопряжения отдельных элементов в результате как неточности сборки, так и стремления придать конструкции вид гофрированной поверхности (рис. 2, а, б). Что касается шарниров, то они обуславливают скачкообразный характер изменения углов поворота. Таким образом, как  $\varphi(x)$ , так и  $\varphi'(x)$  явля-

ются кусочно-непрерывными функциями  $x$ , с той лишь разницей, что скачки  $\varphi(x)$  заранее известны, а скачки  $\varphi'(x)$  подлежат определению из

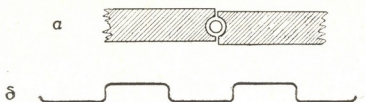


Рис. 2

условия обращения в нуль изгибающего момента  $M_x$  в шарнирах ( $x = a_m$ ,  $0 < a_m < l$ ). Полагая в дальнейшем коэффициент Пуассона равным нулю, что особенно близко к действительности для железобетонных плит, условие отсутствия изгибающего момента в шарнирах упрощается и принимает вид

$$\varphi^{(2)}(a_m) = 0. \quad (2)$$

Вернемся теперь к уравнению (1). его разрывное решение можно получить лишь при помощи методов Ш. Е. Микеладзе [3, 4]. Один из них (см. [3], § 27) применительно к нашей задаче приводит к формуле

$$\begin{aligned} \varphi(x) = & \varphi(0) Y_1(x) + \varphi'(0) Y_2(x) + \varphi''(0) Y_3(x) + \\ & + \varphi'''(0) Y_4(x) + \sum_m A_m Y_1(x - a_m) + \sum_m B_m Y_2(x - a_m) + \\ & + C \int_0^x Y_4(x-t) dt, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} Y_1(x) &= \operatorname{ch} \beta x \cos \gamma x - \frac{\alpha^2}{2\beta\gamma} \operatorname{sh} \beta x \sin \gamma x, \\ Y_2(x) &= \frac{3\beta^2 - \gamma^2}{2\beta(\beta^2 + \gamma^2)} \operatorname{sh} \beta x \cos \gamma x + \frac{3\gamma^2 - \beta^2}{2\gamma(\beta^2 + \gamma^2)} \operatorname{ch} \beta x \sin \gamma x, \\ Y_3(x) &= \frac{1}{2\beta\gamma} \operatorname{sh} \beta x \sin \gamma x, \\ Y_4(x) &= \frac{1}{2(\beta^2 + \gamma^2)} \left( \frac{\operatorname{ch} \beta x \sin \gamma x}{\gamma} - \frac{\operatorname{sh} \beta x \cos \gamma x}{\beta} \right), \\ \alpha^2 &= \beta^2 - \gamma^2, \quad \lambda^2 = \beta^2 + \gamma^2, \end{aligned}$$

а  $A_m$  и  $B_m$  обозначают скачки  $\varphi(x)$  и  $\varphi'(x)$  соответственно в точках  $a_m$ .

Если сторона плиты  $x = 0$  жестко заделана, то  $\varphi(0) = \varphi'(0) = 0$ , а в случае шарнирного закрепления  $\varphi(0) = \varphi''(0) = 0$ . Таким образом, реше-





ние (3) содержит в качестве неизвестных параметров либо  $\varphi''(0)$ ,  $\varphi'''(0)$  и  $B_m$  ( $m = 1, 2, 3, \dots, k$ , где  $k$ —число промежуточных шарниров), либо  $\varphi'(0)$ ,  $\varphi'''(0)$  и  $B_m$ . Для определения этих параметров мы располагаем двумя условиями на противоположной стороне плиты ( $x = l$ ) и условиями (2).

Если шарниры расположены довольно часто, что соответствует наличию большого числа узких полос, и, следовательно, обеспечивает выполнение условия (2) во многих точках промежутка  $(0, l)$ , то уравнение (1) можно упростить, заменив его приближенно следующим:

$$\varphi^{(4)}(x) + \lambda^4 \varphi(x) = C, \quad (4)$$

которое формально совпадает с уравнением балки, лежащей на упругом основании. Решение последнего вытекает из (3) при  $\alpha^2 = \beta^2 - \gamma^2 = 0$ ,  $\lambda^4 = 4\beta^4$ . За формальным сходством соответствующих уравнений кроется глубокая физическая аналогия между балкой на упругом основании и одной из произвольно выбранных полос плиты, для которой кромки соседних полос служат своего рода упругим основанием. Подмеченная аналогия позволяет еще больше расширить сферу применения методов Ш. Е. Микеладзе, включив в нее и такую сборную плиту,

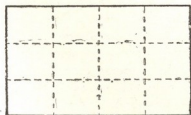


Рис. 3

которая составлена из прямоугольных элементов, шарнирно сопряженных по всему контуру (рис. 3). В связи с этим будем исходить из вариационного уравнения изгиба плиты в форме Бубнова—Галеркина [5, 6], которое, кстати сказать, есть (и это в данном случае существенно) запись принципа возможных перемещений в терминах строительной механики плит.

Следовательно,

$$\iint (D \nabla^2 \nabla^2 w - q) \delta w \, dx \, dy = 0,$$

где  $D$  обозначает жесткость плиты, а  $q$  — интенсивность внешней нагрузки. Если теперь, следуя идее Л. В. Канторовича [2], искать прогибы плиты в первом приближении в виде произведения двух функций

$$w(x, y) = \varphi(x) \psi(y),$$

то вся сложность задачи заключается в нахождении и подборе функций  $\varphi(x)$  и  $\psi(y)$ . О том, как находить функцию  $\varphi(x)$ , уже говорилось. Что касается подбора  $\psi(y)$ , то ее целесообразно совместить с упругой линией балки с шарнирами, лежащей на упругом основании. Следовательно, необходимо проинтегрировать уравнение типа (4) при соответствующих краевых условиях. В некоторых более сложных случаях, как например в случае плиты кусочно-постоянной жесткости, интегрирование следует выполнять либо с помощью обобщенного Ш. Е. Микеладзе ряда Маклорена, либо путем сведения задачи к интегральному уравнению Вольтерра второго рода [3, 4]. При построении обоб-

щенного ряда все «начальные параметры» и скачки производных высшего порядка могут быть соответственно выражены посредством первых четырех параметров и скачков функции и ее производной (т. е.  $\varphi(0)$ ,  $\varphi'(0)$ ,  $\varphi''(0)$ ,  $\varphi'''(0)$ ,  $A_m$  и  $B_m$ ) при помощи исходного дифференциального уравнения и тех соотношений, которые получаются из него путем неоднократного дифференцирования.

В качестве другого примера из того же круга задач, решение которого получается аналогичным путем, можно указать на расчет неразрезной плиты.

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

(Поступило 8.10.1976)

საშენობლო მეცნიერება

ა. მიქელაძე

ანაკრები ღრეკადი ფილემის თეორია და ანბარიზი

რეზიუმე

განხილულია ანაკრები დრეკადი ფილემი, რომლებიც შედგენილია ერთმანეთთან სახსრულად შენაწევრებული ვიწრო ზოლებისგან ან მთელი კონტურის გასწვრივ სახსრულად შეუღლებული მართკუთხა ელემენტებისგან.

მ. ლევის ხერხისა და ასევე ლ. კანტოროვიჩის ვარიაციული მეთოდის საფუძველზე ამოცანა მიიყვანება მეოთხე რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნის აგებაზე, რისთვისაც მიზანშეწონილია შ. მიქელაძის მეთოდების გამოყენება. ერთ-ერთი მათგანის დახმარებით ნაშრომში აგებულია ამონახსნი ვიწრო ზოლებისგან შედგენილი ფილისთვის.

STRUCTURAL MECHANICS

M. Sh. MIKELADZE

## THEORY AND DESIGN OF PRE-FABRICATED ELASTIC PLATES

Summary

The case of pre-fabricated elastic plates composed of hinge-joined narrow strips or rectangular elements hinge-conjugated along the whole contour is discussed.

According to the Maurice Lévy technique as well as the L. V. Kantorovich method the problem is reduced to constructing a discontinuous solution of the fourth-order ordinary differential equation.

It seems expedient to search for the solution of this equation by means of the methods of Sh. E. Mikeladze. Using one of them, an explicit solution for a plate composed of narrow strips is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Филоненко-Бородич. Теория упругости. М., 1959.
2. Л. В. Канторович и В. И. Крылов. Приближенные методы высшего анализа. М.—Л., 1962.
3. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
4. Ш. Е. Микеладзе. Новые методы интегрирования дифференциальных уравнений и их приложения к задачам теории упругости. М.—Л., 1951.
5. Б. Г. Галеркин. Собр. соч., т. I. М., 1952.
6. Л. С. Лейбензон. Вариационные методы решения задач теории упругости. М.—Л., 1943.

С. О. ХАЧАТРЯН

## ПРИРАЩЕНИЕ СКОРОСТИ КОЛЕБАНИЙ ЗДАНИЯ ОТ ЛОКАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Ш. Г. Напетваридзе 7.10.1976)

Исследования о сейсмостойкости зданий в настоящее время направлены на выявление фактических резервов несущей способности элементов зданий, связанных с неупругой работой материала конструкции.

В частности, скачкообразное хрупкое разрушение элементов хотя и влечет за собой ударный эффект во всех элементах несущей конструкции, тем не менее сопровождается резким уменьшением жесткости конструкции, что в итоге существенно уменьшает эффект воздействия землетрясения.

Результаты исследований, посвященных работе сооружений за пределами упругости, позволяют представить диаграмму работы материала тремя характерными участками при однократном нагружении элемента (рис. 1). Так, участок 0—1 соответствует упругой работе ма-

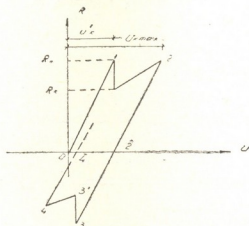


Рис. 1. Диаграммы деформирования элемента

териала до частичного разрушения несущего элемента, ограниченного смежными уровнями  $k$  и  $k+1$ . На участке 1—1' происходит локальное частичное разрушение: нагрузка скачкообразно падает без увеличения деформации элемента. На участке 1—2 нагрузка нарастает, а деформация увеличивается быстрее, чем на участке 0—1.

Для исследований колебаний сооружения при скачкообразном изменении ее жесткости обратимся к дискретной расчетной схеме с конечным числом степеней свободы. Предположим, что система испытывает деформацию сдвига, которая характеризуется следующим свой-

ством: восстанавливающая горизонтальная сила, действующая на конструкцию между уровнями  $k$  и  $k+1$ , будет равна

$$R_k = r_k (U_k - U_{k+1}),$$

где  $r_k$  — жесткость этого выделенного элемента конструкции.

Допустим, что в момент времени  $t = t_T$  в строительной конструкции произойдет локальное разрушение при условии

$$U_k - U_{k+1} = U_k^T.$$

Дифференциальные уравнения движения системы, предполагая, что ударный эффект претерпевают массы, находившиеся выше уровня  $k$  [1], запишем в виде

$$\sum_{j=1}^k M_j \ddot{U}_j(t) + r_k [U_k(t) - U_{k+1}(t)] = - \sum_{j=1}^k M_j \ddot{U}_{k+1}(t), \quad (1)$$

где  $M_j$  — масса сосредоточенная на  $j$ -м уровне;  $U_k(t)$  — соответствующее перемещение;  $\ddot{U}_{k+1}(t)$  — ускорение.

В момент  $t = t_T$ , когда происходит крупное разрушение, массы системы должны мгновенно получить положительное приращение скорости  $\Delta \dot{U}_k$ .

Умножим обе части уравнения (1) на  $d(U_k - U_{k+1}) = (\dot{U}_k - \dot{U}_{k+1}) dt$  и проинтегрируем от нуля до  $t$ . После небольшого преобразования найдем

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} r_k \frac{[U_k(t) - U_{k+1}(t)]^2}{2} + M_k \frac{\dot{U}_k^2(t)}{2} = M_k \int \ddot{U}_k dU_{k+1} - \\ - \sum_{j=1}^{k+1} M_j \int \ddot{U}_j d(U_k - U_{k+1}). \end{aligned}$$

В левой части уравнения (2) получим соответственно потенциальную и кинетическую энергии. Первый член правой части представляет работу сейсмических сил, действующую на массу  $M_k$  до момента  $t$ , а второй член — работу сейсмических сил, действующих на массы, вышерасположенные от уровня  $k$  на перемещения  $U_k - U_{k+1}$ .

Допустим, что в момент времени  $t = t_1$  выполняется условие  $U_k - U_{k+1} = U_k^T$  и жесткость принимает значение  $r_{k_1}$ .

В момент времени  $t = t_1 + \Delta t$ , где приращение времени как угодно мало, должно быть

$$\begin{aligned} r_{k_1} \frac{[U_k(t_1 + \Delta t) - U_{k+1}(t_1 + \Delta t)]^2}{2} + M_k \frac{\dot{U}_k^2(t_1 + \Delta t)}{2} = \\ = \int_0^{t_1 + \Delta t} \ddot{U}_k(t) \cdot \dot{U}_{k+1}(t) dt - \sum_{j=1}^k M_j \int_0^{t_1 + \Delta t} \ddot{U}_j(t) [U_k(t) - U_{k+1}(t)] dt. \quad (3) \end{aligned}$$

Смещение массы  $M_k$  непрерывно, поэтому

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} [U_k(t_1 + \Delta t) - U_{k+1}(t_1 - \Delta t)]^2 = [U_k(t_1) - U_{k+1}(t_1)]^2. \quad (4)$$



По условию задачи скорость перемещения массы  $M_k$  должна быть скачкообразна, поэтому

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \dot{U}_k(t_1 + \Delta t) = \dot{U}_k(t_1) + \Delta V_k. \quad (5)$$

Подставив (4) и (5) в (3) будем иметь

$$r_{k1} \frac{[U_k(t_1) - U_{k+1}(t_1)]^2}{2} + M_k \frac{\dot{U}_k^2(t_1)}{2} + M_k \frac{\Delta V_k^2}{2} =$$

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} M_k \int_0^{t_1 + \Delta t} \ddot{U}_k(t) \dot{U}_{k+1}(t) dt - \sum_{j=1}^{k+1} M_j \int \dot{U}_j(t) [\dot{U}_k(t) - \dot{U}_{k+1}(t)] dt. \quad (6)$$

Подставляя  $t_1$  в уравнении (2) вместо  $t$ , вычитая из (6) полученное соотношение (2) и принимая  $\Delta r_k = r_k - r_{k1}$ , получаем

$$\frac{1}{2} \Delta r_k \frac{[U_k(t_1) - U_{k+1}(t_1)]^2}{2} - M_k \frac{\Delta V_k^2}{2} =$$

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} M_k \int_{t_1}^{t_1 + \Delta t} \ddot{U}_k(t) \dot{U}_{k+1}(t) dt - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sum_{j=1}^{k+1} M_j \int \ddot{U}_j(t) [\dot{U}_k(t) - \dot{U}_{k+1}(t)] dt. \quad (7)$$

Первое интегральное выражение в правой части уравнения (7) будет отлично от нуля из-за скачкообразного увеличения скорости, ставшего причиной получения  $\ddot{U}_k(t)$  — бесконечно большого значения ускорения в окрестности точки  $t_1$ . Так как по условию скорость точки  $k+1$  непрерывна, то в пределе можно написать

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \int_{t_1}^{t_1 + \Delta t} \ddot{U}_k(t) \dot{U}_{k+1}(t) dt = \dot{U}_{k+1}(t_1) \int_{t_1}^{t_1 + \Delta t} \ddot{U}(t) dt = \dot{U}_{k+1}(t_1) \Delta V_k.$$

Если считать, что сосредоточенные массы выше от уровня  $k$  не успевают претерпевать приращение скорости, второй интеграл в пределе равен нулю.

Из уравнения (7) окончательно получаем квадратное уравнение, откуда

$$\Delta V_k = \dot{U}_{k+1}(t) \left[ \sqrt{1 + \frac{\Delta r [U_k(t_1) - U_{k+1}(t_1)]^2}{M_k \cdot \dot{U}_{k+1}^2(t_1)}} - 1 \right].$$

Поскольку второе слагаемое под радикалом является величиной, достаточно малой, по сравнению с единицей, можно записать

$$\Delta V_k \approx \frac{\Delta r_k [U_k(t_1) - U_{k+1}(t_1)]^2}{2 M_k \dot{U}_{k+1}(t_1)} \quad \text{или} \quad \Delta V_k \approx \frac{\Delta R_k [U_k(t_1) - U_{k+1}(t_1)]}{2 M_k \dot{U}_{k+1}(t_1)}.$$

В частном случае, когда  $k=n=1$ , т. е. при системе с одной степенью свободы,

$$\Delta V_1 = \frac{\Delta r_1 U_1(t_1)}{2 M_1 \dot{U}_0(t_1)},$$

что совпадает с результатами в [2].

На основании вышеизложенного вычислено значение  $\Delta V_4$  для 5-этажного здания ( $n=5$ ) и получено приращение поперечной силы на уровне первого этажа при восьмибалльном землетрясении. Результаты вычисления приведены в таблице.

$\Delta R_4 = \Delta r_4 (U_5 - U_4)$ кгс	$\Delta V_4$ см/сек	Максимальное значение поперечной силы на уровне первого этажа после падения жесткости, кгс	$\frac{3830 - Q_4}{Q_4} \cdot 100$
3000	0,05	3310	13,5
5000	0,085	2946	22,8
0,00	0,00	3830	0,00

Итак, учет скачкообразного изменения жесткости элемента приводит к сохранению его частичной несущей способности, дает возможность учесть явления самонастраивания динамических характеристик конструкции и выхода из резонансной частоты.

Академия наук Армянской ССР

Институт геофизики и  
инженерной сейсмологии

(Поступило 8.10.1976)

სამშენებლო მეცნიება

ს. ხაჩატრიანი

შენობის რხევების სიჩქარის ნამატი მიწისძვრით გამოწვეული  
ლოკალური დაზიანების დროს

რეზიუმე

განიხილება დროში სიჩქარის ნამატის განაწილება, რომელიც გამოწვეულია სისტემის კავშირის მყისი გამორთვით. კინეტიკური ენერჯის შემცირების გამო ხდება ნაწილობრივად დანგრეული ელემენტის განტვირთვა და მისი ამტანუნარიანობის შენარჩუნება. ეს თეორიული შედეგები დადასტურებულია ხუთსართულიანი შენობის ანგარიშით 8-ბალიანი მიწისძვრის შემთხვევაში.

STRUCTURAL MECHANICS

S. O. KHACHATRYAN

### VELOCITY INCREMENT OF BUILDING OSCILLATIONS DUE TO LOCAL EARTHQUAKE DAMAGE

Summary

The distribution of the velocity increment due to instantaneous local failure in the structure is considered. Reduction of kinetic energy results in the unloading of the partially destroyed element, thereby preserving its carrying capacity. The theoretical results have been confirmed by the design of a five-storey building subjected to intensity 8 earthquake.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Г. Напетваридзе. Некоторые задачи инженерной сейсмологии. Тбилиси, 1975.
2. А. Г. Назаров. ДАН АрмССР, № 5, 1967.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. М. КАКУШАДЗЕ, Г. Г. МСХИЛАДЗЕ

РАСЧЕТ ТОЛСТЫХ И СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ ПЛИТ  
ЗА ПРЕДЕЛАМИ УПРУГОСТИ ПО УТОЧНЕННОЙ ТЕОРИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 25.10.1976)

Решение поставленной задачи следует начинать с упругой стадии, так как условие пластичности для толстых плит значительно усложняет расчет, что вынуждает искать практически приемлемые приближенные решения.

В представленной работе используется метод, предложенный А. П. Синицыным [1], который применяет классическую теорию расчета тонких плит. На основе этого метода обобщается расчет толстых и средней толщины плит за пределами упругости по уточненной теории.

Так как решение задач об изгибе пластинок на основе общих уравнений теории упругости связано с математическими трудностями, приходится искать приближенные решения, вводя те или иные гипотезы, как это осуществил Кирхгоф, который не учитывает касательных напряжений  $\tau_{yz}$  и  $\tau_{xz}$ . В теории Кирхгофа три граничных условия Пуассона приводятся к двум путем замены на контуре поперечной силы и крутящего момента статически эквивалентной им приведенной поперечной силой.

Рейснер и Болль [2, 3] построили теорию, по которой учитываются касательные напряжения  $\tau_{yz}$  и  $\tau_{xz}$  и три граничных условия Пуассона.

Б. Ф. Власов дает уравнения изгиба пластинок с учетом касательных напряжений, свободные от недостатка уравнений Рейснера—Болля и удовлетворяющие трем граничным условиям Пуассона. В основу уравнений Б. Ф. Власова [4] положены новые две гипотезы, позволяющие не прибегая к полубратному методу Сен-Венана, определять касательные напряжения непосредственно по деформациям с помощью формул закона Гука и, следовательно, более полно удовлетворять условиям совместности.

Согласно этим положениям, компоненты деформации и напряжений можно выразить через прогибы  $w$ :

$$\begin{aligned} \epsilon_x &= -z \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right) \right]; \\ &\dots \dots \dots \\ \gamma_{yz} &= -\frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

и

$$\sigma_x = \frac{Ez}{G(1-\nu^2)} \frac{3D}{2h} \left( \frac{4z^2}{3h^2} - 1 \right) \left[ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \nu \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) \right] -$$

$$- \frac{Ez}{1-\nu^2} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right);$$

.....

$$\tau_{yz} = \frac{3D}{2h} \left( \frac{4z^2}{h^2} - 1 \right) \left( \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} \right). \quad (2)$$

Для решения задачи руководствуемся общей теорией о равенстве работ внешних и внутренних сил. Величина работы внутренних сил на единицу площади, т. е. потенциальная энергия деформации имеет вид

$$W = \int_{-h}^h (\sigma_x \varepsilon_x + \sigma_y \varepsilon_y + \tau_{xy} \gamma_{xy} + \tau_{yz} \gamma_{yz} + \tau_{zx} \gamma_{zx}) dz. \quad (3)$$

Подставляя в это выражение значения компонентов деформации из формул (1), получаем

$$W = - \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right) \right] \int_{-h}^h \sigma_x z dz -$$

$$- \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) \right] \int_{-h}^h \sigma_y z dz -$$

$$- \left[ 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + \frac{3D}{Gh} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^3 \partial y} + \frac{\partial^4 w}{\partial x \partial y^3} \right) \right] \int_{-h}^h \tau_{xy} z dz -$$

$$- \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right) \int_{-h}^h \tau_{xz} dz - \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} \right) \int_{-h}^h \tau_{yz} dz. \quad (4)$$

Входящие в формулы (4) интегралы представляют собой, соответственно, моменты и поперечные силы  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$ ,  $Q_x$  и  $Q_y$  на единицу ширины плиты.

Вводим обозначения

$$- \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right) \right] = k_x$$

.....

$$- \frac{3D}{2Gh} \left( \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right) = H_x. \quad (5)$$

При этом потенциальная энергия принимает вид

$$W = k_x M_x + k_y M_y + k_{xy} M_{xy} + H_x Q_x + H_y Q_y. \quad (6)$$



Введем безразмерные величины

$$m_x = \frac{M_x}{M_0}; \quad m_y = \frac{M_y}{M_0}; \quad m_{xy} = \frac{M_{xy}}{M_0}; \quad q_x = \frac{Q_x}{Q_0}; \quad q_y = \frac{Q_y}{Q_0};$$

$$k_x = K_x h; \quad k_y = K_y h; \quad k_{xy} = K_{xy} h; \quad \bar{H}_x = H_x h; \quad \bar{H}_y = H_y h. \quad (7)$$

Здесь  $M_0$  и  $Q_0$  выражают пластический момент и пластическую поперечную силу и имеют значения

$$M_0 = 2 \int_0^h \sigma_0 z dz = \sigma_0 h^2; \quad Q_0 = 2 \int_0^h \tau_0 dz = 2 \tau_0 h, \quad (8)$$

где  $2h$  — толщина плиты,  $\sigma_0$  и  $\tau_0$  — пределы текучести материала плиты.

С помощью безразмерных величин потенциальная энергия выражается формулой

$$W = \frac{M_0}{h} (m_x K_x + m_y K_y + m_{xy} K_{xy}) + \frac{Q_0}{h} (q_x \bar{H}_x + q_y \bar{H}_y). \quad (9)$$

В общем виде условие пластичности можно принять в следующей форме:

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + 6(\tau_{xy} + \tau_{yz} + \tau_{zx}) = 2\sigma_0^2 \quad (11)$$

и

$$\frac{\sigma_x^2}{\sigma_0^2} - \frac{\sigma_x \sigma_y}{\sigma_0^2} + \frac{\sigma_y^2}{\sigma_0^2} + 3 \frac{\tau_{xy} + \tau_{yz} + \tau_{zx}}{\sigma_0^2} = 1. \quad (10)$$

С обозначением моментов и поперечных сил это условие дает уравнение

$$m_x^2 - m_x m_y + m_y^2 + 3(m_{xy} + q_x + q_y) = 1. \quad (12)$$

Рассматриваемую нами задачу можно решить по уточненной теории и в полярных координатах; при этом придется производить соответствующие математические выкладки и такое решение ничего нового в других отношениях не даст. Путь перехода от декартовых координат к полярным показан в работе [1].

Применение уточненной теории расчета плит с учетом пластичности несколько усложняет решение задачи по сравнению с классической теорией [1], но обеспечивает возможность рассчитывать тонкие, средней толщины и толстые плиты.

Уточненная теория обеспечивает практически приемлемые результаты, если толщина плиты в пределах  $\left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right) b$ , где  $b$  — наименьший размер плиты в плане. Это соотношение выполняется для всех фундаментных плит.

Плиты, имеющие толщину меньше  $1/3$  меньшей стороны, рассчитываются по уточненной теории для тонких плит.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.10.1976)

საშენობლო მეცნიერება

ა. კაკუშადე, გ. მსხილადე

სქელი და საშუალო სისქის ფილების განვარდობა დრეკადობის ზღვრების გარეთ დაზუსტებული თეორიით

რეზიუმე

მოცემულია ხერხი, რომელიც საშუალებას იძლევა გავანგარიშოთ სქელი და საშუალო სისქის ფილები დრეკადობის ზღვრების გარეთ დაზუსტებული თეორიით. დაზუსტებული თეორია ართულებს ამოცანის ამოხსნას კლასიკურ თეორიასთან შედარებით, მაგრამ უზრუნველყოფს როგორც თხელი, ისე სქელი და საშუალო სისქის ფილების განვარდობას.

STRUCTURAL MECHANICS

A. M. KAKUSHADZE, G. G. MSKHILADZE

## DESIGN OF THICK AND MEDIUM-THICKNESS SLABS BEYOND THE LIMITS OF ELASTICITY BY THE SPECIFIED THEORY

Summary

A method is proposed enabling the design of thick and medium-thickness slabs beyond the limits of elasticity by the specified theory. As compared to the classical theory this theory complicates the solution of the problem but ensures the design of thin, medium-thickness and thick slabs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Силицини. Расчет балок и плит на упругом основании за пределами упругости. М., 1964.
2. E. Reissner. J. of Mathematics and Physics, 23, 1944.
3. L. Bolle. Paris 1,2 Bulletin Technique de la Smusse Romande. 7.4.9.
4. Б. Ф. Власов. ОН АН СССР, № 12, 1957.

Д. Е. ХУЛЕЛИДZE, И. А. БАЙРАМАШВИЛИ, И. И. ГОГИЧЕВ,  
В. Н. УЗМОРСКИЙ, А. М. ЭРИСТАВИ

## МИКРОРЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ СОЕДИНЕНИЯ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ IX18N9T С ПАЛЛАДИЕМ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 28.9.1976)

Существенно важной проблемой физического металловедения является исследование возможностей получения надежных соединений разнородных материалов, удовлетворяющих требованиям длительного сохранения прочностных характеристик, вакуумной плотности и термостойкости в экстремальных эксплуатационных условиях. Для этого необходимо, чтобы по своим физическим свойствам зоны указанных соединений как можно меньше отличались от контактирующих материалов или, по крайней мере, чтобы эти свойства монотонно изменялись по глубине зоны контакта.

Известно, что физические свойства соединений разнородных материалов определяются степенью развития диффузионных процессов в зоне их контакта [1, 2]. В свою очередь, развитие этих процессов существенно зависит от условий изготовления соединений и индивидуальных свойств контактирующих материалов. В аспекте исследования влияния этих факторов на физические свойства соединений, особый интерес представляет изучение процессов взаимной диффузии и фазовых превращений в зонах контактов многокомпонентных сплавов. Однако в настоящее время вопросы взаимного воздействия элементов, совместно диффундирующих в таких зонах, почти не исследованы.

В данной работе исследован характер процессов взаимной и совместной диффузии отдельных компонентов в зоне соединения нержавеющей стали IX18N9T с палладием, полученного диффузионной сваркой.

Работа выполнена на микрорентгеноспектральном анализаторе MAP-1 отечественной конструкции. Образец для исследования вырезался из зоны диффузионного соединения, перпендикулярно к поверхности контакта материалов; его рабочая плоскость препарировалась стандартными металлографическими методами. Для сведения к минимуму искажающих факторов эксперимента и оптимизации процедуры измерений интенсивностей рентгеновских линий они проводились при ускоряющем напряжении 25 кв, при этом диаметр электронного зонда на поверхности образца составлял  $2\div 3$  мкм. В процессе измерений зона соединения многократно сканировалась зондом вдоль одной и той же линии, перпендикулярной к поверхности контакта материалов. При этом последовательно регистрировалось изменение интенсивностей характеристических рентгеновских линий  $\text{CrK}\alpha_1$ ,  $\text{FeK}\alpha_1$ ,  $\text{NiK}\alpha_1$  и  $\text{PdL}\alpha_1$  вдоль линии сканирования и по нему определялось изменение концентраций элементов по глубине зоны контакта. На рис. 1 даны графики

изменения концентраций хрома, железа, никеля и палладия по глубине этой зоны, в качестве начальной точки отсчета принята граница зоны со стороны стали.

Как видно из этих графиков, изменение концентраций железа и хрома по глубине диффузионной зоны имеет примерно одинаковый, экспоненциальный характер, предельная глубина их диффузии составляет 50 мкм. В отличие от них, изменение концентрации никеля происходит почти линейно, и предельная глубина его диффузии равна 30 мкм. Форма графиков концентрационных зависимостей позволяет заключить, что в зоне соединения происходит направленная диффузия компонентов стали IX18Н9Т в палладий, причем характер диффузии отдельных элементов существенно различается.

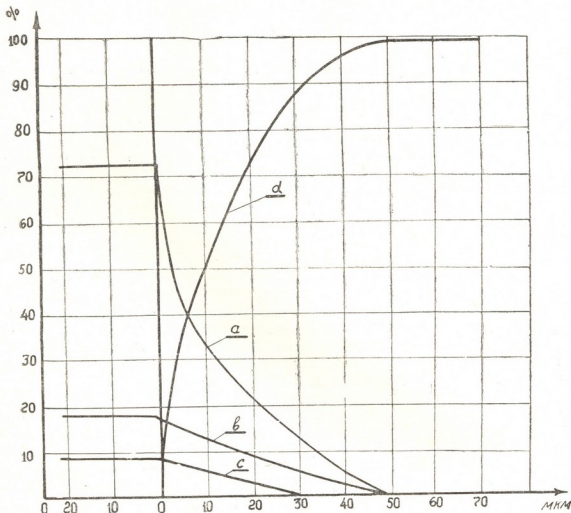


Рис. 1. Изменение концентраций элементов по глубине диффузионной зоны; а — железо, б — хром, с — никель, d — палладий

Для определения степени взаимного влияния совместно диффундирующих элементов было исследовано изменение относительных концентраций (хром/железо) и (никель/железо) по глубине зоны соединения, графики полученных при этом зависимостей приведены на рис. 2.

Графики рис. 2 показывают, что характер изменения относительных концентраций (хром/железо) и (никель/железо) по глубине диффузионной зоны резко различается. Относительная концентрация хрома монотонно уменьшается до глубины 20 мкм, после чего остается постоянной вплоть до предельной глубины диффузии. В то же время



относительная концентрация никеля сначала возрастает, достигая максимального значения на глубине от 10 до 15 мкм, затем резко убывает до нуля на предельной глубине диффузии 30 мкм.

Сопоставление экспериментальных данных, приведенных на рис. 1 и 2, позволяет заключить, что в начальном участке зоны соединения диффузия атомов железа и хрома происходит интенсивнее диффузии атомов никеля, что и приводит к относительному обогащению этого участка никелем примерно вдвое по отношению к составу стали IX18N9T. Это может быть обусловлено тем, что скорости диффузии отдельных элементов из заданного объема определяются их атомными весами. Естественно, аналогичное явление, т. е. относительное обогащение начального участка диффузионной зоны тяжелым компонентом

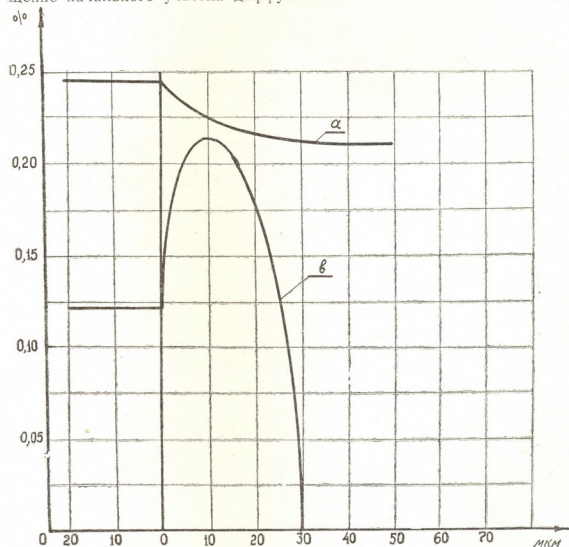


Рис. 2. Изменение относительных концентраций элементов по глубине диффузионной зоны: а — (Ni/Fe), б — (Cr/Fe)

и соответственно ее относительное обеднение легким компонентом, будет наблюдаться при совместной диффузии нескольких изотопов одного элемента, что приведет к изменению изотопного отношения по глубине диффузионной зоны. Конкретный характер этого изменения явится предметом дальнейших исследований.

Явление относительного обогащения отдельных участков зоны соединения одним из элементов может приводить к немонотонному из-

менению физических свойств по ее глубине, что может оказать отрицательное воздействие на качество диффузионного соединения в целом. Поэтому более детальное исследование этого явления при получении диффузионных соединений многокомпонентных сплавов представляет практический интерес.

Научно-исследовательский институт  
стабильных изотопов

(Поступило 30.9.1976)

მეტალურგია

დ. ხულელიძე, ი. ბაირამაშვილი, ი. გოგიჩევი, ვ. უზმორსკი, ა. ერისთავი

გალადიუმისა და IX18H9T უქანგავი ფოლადის შეერთების ზონაში დიფუზიური პროცესების მიკრორენტგენოსკოპიკური გამოკვლევა

რეზიუმე

მიკრორენტგენური ანალიზატორის საშუალებით გამოკვლეულ იქნა პალადიუმისა და IX18H9T უქანგავი ფოლადის ურთიერთდიფუზიის პროცესი.

დამტკიცებულია, რომ რთულ სისტემაში შემაველი ელემენტების დიფუზიის ხასიათი მათი ატომური წონებით განისაზღვრება.

METALLURGY

D. E. KHULELIDZE, I. A. BAIRAMASHVILI, I. I. GOGICHEV, V. N. UZMORSKI,  
A. M. ERISTAVI

### ELECTRON-PROBE MICROANALYSIS OF DIFFUSION PROCESSES AT THE WELD ZONE OF STAINLESS STEEL WITH PALLADIUM

Summary

The processes of reciprocal diffusion of elements at the welded joint produced by diffusion welding of stainless steel IX18H9T with palladium have been studied by electron-probe microanalysis. The directed nature of chrome, nickel, and iron diffusion in palladium and also the effect of relative concentration of nickel atoms on the steel side of the initial region of this zone have been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Ф. Казаков. Диффузионная сварка в вакууме. М., 1968.
2. П. Шьюмон. Диффузия в твердых телах. М., 1966.

В. В. ПЕРОВА, Т. И. СИГУА, Т. И. ДЖИНЧАРАДZE,  
 Э. Г. ШАТИРИШВИЛИ

## ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОСТИ И СМАЧИВАЕМОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ФАЗ КАРБОНАТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ АГЛОМЕРАТОВ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 27.9.1976)

Состав и свойства жидкой фазы, образующейся в высокотемпературной зоне в процессе агломерации, являются определяющими для формирования спека, его структурных и прочностных характеристик. Однако высокотемпературная зона спекания все еще остается малоизученной особенно для марганцевых агломератов [1—5].

Теория жидкофазного спекания предусматривает, что наибольшее влияние на формирование агломерата оказывают вязкость жидкой фазы и смачиваемость, пропитка ею твердых частиц. Вместе с тем, непосредственное исследование свойств жидкой фазы по ходу процесса представляет большие трудности. Поэтому нами выбран метод сравнительного анализа на синтетических материалах.

Обработка данных большого количества химических анализов карбонатных марганцевых руд и концентратов месторождений Чиатура и Оброчище (НРБ), а также агломератов из них показала, что содержание основных компонентов —  $MnO$ ,  $CaO$  и  $SiO_2$  в этих материалах (в пересчете на 100%) ограничивается следующими пределами:  $MnO$  — 50—65%;  $CaO$  — 5—15%;  $SiO_2$  — 45—20%. Естественно, присутствие в природных материалах таких окислов, как  $FeO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ , может оказать влияние на их физико-химические свойства. Однако с учетом невысокого содержания этих окислов в рудах указанных месторождений для получения сравнительных данных о влиянии основных компонентов на вязкость жидкой фазы при формировании агломератов из карбонатных материалов исследовались синтетические расплавы, полученные сплавлением химически чистых окислов трех составляющих —  $MnO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ . Химические составы расплавов отвечают соотношениям основных окислов в природных материалах и приведены в таблице.

№ проб	Компоненты, %		
	$MnO$	$CaO$	$SiO_2$
6	55	10	35
7	45	10	45
8	35	10	55
18	75	5	20
19	65	15	20
20	50	15	35

Измерения вязкости расплавов системы  $MnO-CaO-SiO_2$  проводились в лаборатории пирометаллургии АН ГССР на электроротац-

онном вискозиметре конструкции Института металлургии им. А. А. Байкова АН СССР [6].

Плавильным агрегатом служила печь типа Таммана. Опыты определения вязкости проводились по методике, принятой в лаборатории и описанной ранее [7].

Результаты проведенных исследований по установлению зависимости вязкости жидкой фазы, образующейся при формировании агломерата из карбонатных концентратов, от ее химического состава приведены в виде кривых на рис. 1.

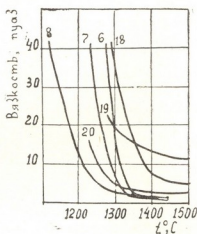


Рис. 1

Рассматривая интервал наиболее вероятных температур существования жидкой фазы карбонатного агломерата (1200—1450°С), следует обратить внимание на конкретную зависимость вязкости расплавов интересующих нас составов от содержания кремнезема в них (пробы 6, 7, 8). В пределах температур 1200—1350°С повышение содержания кремнезема за счет снижения окиси марганца при постоянном (10%) количестве извести резко снижает вязкость. Так, при температуре 1300° вязкость расплава с содержанием кремнезема 35% составляет 24,0 пуаз, а при содержании кремнезема 55% — 3,3 пуаз. Дальнейшее повышение температуры до 1400° еще снижает вязкость до 1,3—1,6 пуаз для всех трех проб.

При увеличении содержания извести с 10 до 15% (пробы 19, 20) влияние кремнезема остается таким же, т. е. увеличение его количества в расплаве снижает вязкость, однако абсолютные значения вязкости при высоких температурах намного превышают значение вязкости расплавов с 10% СаО.

Замена части извести окисью марганца при стабильном содержании кремнезема 20% (пробы 18, 19) приводит к снижению вязкости в высокотемпературной области (выше 1370°), но, вместе с тем, способствует более резкому возрастанию ее по мере снижения температуры.

Совершенно аналогичное взаиморасположение кривых изменения вязкости имеют расплавы с содержанием кремнезема 35% и снижением содержания извести с 15 до 10% (пробы 6 и 20) с той разницей, что граничной температурой изменения воздействия окиси марганца на свойства расплава является 1340°, а абсолютные значения вязкости соответственно в несколько раз ниже за счет повышенного содержания кремнезема.

Анализируя полученные результаты и учитывая, что в карбонатных концентратах содержание кремнезема в основном высокое, а из-





вость не превышает 5—10%, можно констатировать образование в процессе спекания этих материалов легкоплавкой и жидкоподвижной жидкой фазы, что, как будет показано ниже, в совокупности с условиями пропитки способствует формированию ветвистой, оплавленной структуры агломерата с характерными натеками. Здесь возможно также влияние разжижения расплава за счет перегрева его участков вследствие того, что процесс спекания карбонатных материалов идет с повышенным расходом горючего, необходимым для диссоциации карбонатов.

Смачиваемость твердой фазы агломерационной шихты изучаемыми жидкими фазами определялась методом «большой капли» [8] в температурном интервале от начала плавления образца до 1500°. Твердой фазой (подложкой) служили  $Mn_3O_4$  и  $CaO$ , как основные твердофазные компоненты агломерационной шихты, контактирующие с жидкой фазой. Жидкая фаза получалась из тех же синтетических образцов, которые использовались для изучения вязкости.

Характеры смачивания расплавами жидких фаз подложек  $Mn_3O_4$  и  $CaO$  совершенно различны. Жидкая фаза на поверхности  $Mn_3O_4$  растекалась сейчас же в момент расплавления почти по всему диаметру подложки и интенсивно пропитывалась в нее, так что после застывания вся поверхность подложки на  $1/3$  ее высоты оказывалась измененной — приобретала черный цвет и уплотнялась, особенно в случае жидких фаз 18, 19, 20, требовавших высоких температур для расплавления. Очевидно, при применении подложки из  $Mn_3O_4$ , кроме пропитки, имеет место частичное растворение твердой фазы подложки в жидкой фазе образца.

В случае применения подложки из  $CaO$  жидкая фаза при застывании образовывала на ее поверхности или пластинку — образцы 6, 7, 8, как более жидкотекучие, или ушедшую в тело подложки каплю — образцы 18, 19. Образец 20 занимает промежуточное положение — растекаясь по поверхности капли. И те и другие хорошо отделялись от тела подложки при ее рассыпании вследствие хранения на воздухе. Очевидно, несмотря на пропитку, растворение твердой фазы подложки в жидкой в данном случае не имеет места.

Таким образом, на основании экспериментальных данных получена возможность объяснить различие в макроструктуре окисных и карбонатных марганцевых агломератов, исходя из механизма их формирования с учетом свойств жидких фаз и взаимодействия их с твердыми компонентами агломерата.

Жидкая фаза окисного агломерата, характеризующаяся пониженным содержанием кремнезема, обладает более вязкими свойствами и более тугоплавка, образуется в небольших количествах. Вместе с тем, абсолютное преобладание в твердой части шихты марганцевых окислов способствует быстрому впитыванию ее. Поэтому соединение частиц шихты происходит здесь в основном контактным способом — за счет размягчения поверхности. В результате участков, целиком прошедших через жидкую фазу, и натеков здесь бывает мало, а тело агломерата плотное, малопористое.

Высокий процент кремнезема в жидкой фазе карбонатного агломерата способствует снижению ее вязкости и температуры плавления, жидкая фаза обильно смачивает твердые составляющие шихты, но вследствие наличия известки происходит не впитывание ее, а обтекание частиц, за счет чего и образуются натеки и ветвистость структуры агломерата. Вместе с тем, большое количество жидкой фазы приводит к

интенсивной усадке шихты за счет стягивания твердых частиц и совместно с диссоциацией карбонатов способствует образованию значительной пористости, характерной для карбонатного агломерата.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

им. 50-летия СССР

(Поступило 30.9.1976)

მეტალურგია

3. პეროვა, თ. სიგუა, თ. ჯინჯარაძე, ე. შათირიშვილი

კარბონატული მანგანუმის აგლომერატების სინთეტიკური  
 თხევადი ფაზების სიზღანტისა და დასველებადობის შესწავლა

რეზიუმე

ელექტროროტაციულ ვისკოზიმეტრზე შესწავლილია მანგანუმის ქვეყანების კაჟმიწისა და კალციუმის ჟანგისაგან შედგენილი სინთეტიკური ნაღობების სიზღანტე. ნაღობები შეესაბამებოდა კარბონატული მანგანუმის მადნების აგლომერაციისას წარმოქმნილი თხევადი ფაზების შედგენილობას.

დადგენილია დასველებადობის პირობები მაღალტემპერატურულ რეჟიმებში სააგლომერაციო კაზმის შეცხოვისას წარმოქმნილ თხევად ფაზებსა და მყარ კომპონენტებს შორის.

მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით და აგლომერაციისას წარმოქმნილი თხევადი ფაზების შედგენილობისა და თვისებების გათვალისწინებით ახსნილია მანგანუმის (ქანგეული და კარბონატული) აგლომერატების ფორმირების მექანიზმი.

METALLURGY

V. V. PEROVA, T. I. SIGUA, T. I. JINCHARADZE, E. G. SHATIRISHVILI  
 STUDY OF THE VISCOSITY AND WETTABILITY OF LIQUID  
 PHASES OF CARBONATE MANGANESE AGGLOMERATES

Summary

The viscosity of synthetic melts has been investigated on the electric rotary viscometer. As to their content of manganese protoxide, silica and calcium oxide, the melts correspond to the liquid phases formed at the agglomeration of carbonate manganese ores. The conditions of the wettability of the main solid components of agglomeration charge by liquid phase in the high-temperature period of the process of clinkering were established.

On the basis of the obtained results the interpretation of the mechanism of the forming of manganese (oxide and carbonate) agglomerates is given, with account of the composition and properties of the liquid phase forming in the process of agglomeration.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Ефименко, Д. А. Ковалев. Изв. АН СССР, Металлы, № 1, 1965.
2. Г. Г. Ефименко и др. Изв. АН СССР, Металлы, № 3, 1970.
3. В. Ф. Куценко. Автореферат канд. дисс. Л., 1968.
4. В. И. Коротич и др. Изв. вузов, Черная металлургия, № 7, 1969.
5. В. В. Перова, Т. А. Чубинидзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973.
6. А. М. Чернышев. Экспериментальная техника и методы исследований при высоких температурах. М., 1959.
7. Ш. М. Микиашвили и др. Сообщения АН ГССР, 65, № 3, 1972.
8. Ю. В. Найдич, В. Н. Ефименко. Физика металлов и металловедение, т. 2, вып. 6, 1961.



МАШИНОВЕДЕНИЕ

Д. С. ТАВХЕЛИДZE (член-корреспондент АН ГССР),  
 Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ПЛОСКОГО СЕМИЗВЕННОГО  
 ШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрим плоский семизвенный шарнирный механизм *ABCDEFM* (рис. 1). Определим источники кинематической погрешности указанного механизма по известной функции его положения.

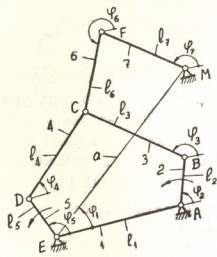


Рис. 1

Для решения данной задачи будут заданы первичные погрешности  $\Delta l_1, \Delta a, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta l_5, \Delta l_6, \Delta l_7$ , вызванные соответственно неточностью размеров стойки 1, кривошипа 2, шатунов 3, 4 и 6, второго кривошипа 5, коромысла 7, а также погрешности  $\Delta \varphi_2$  и  $\Delta \varphi_5$ , вызванные неточностью положения ведущих звеньев 2 и 5, и погрешность  $\Delta \varphi_1$ , вызванная положением звена 1 (а).

Для теоретического плоского семизвеного шарнирного механизма положение ведомого звена 7 определяется выражением

$$\varphi_7 = \varphi_7(l_1, a, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_5), \quad (1)$$

а для реального механизма —

$$\varphi_7 + \Delta \varphi_7 = \varphi_7[(l_1 + \Delta l_1), (a + \Delta a), (l_2 + \Delta l_2), (l_3 + \Delta l_3) (l_4 + \Delta l_4), (l_5 + \Delta l_5), (l_6 + \Delta l_6), (l_7 + \Delta l_7), (\varphi_1 + \Delta \varphi_1), (\varphi_2 + \Delta \varphi_2), (\varphi_5 + \Delta \varphi_5)]. \quad (2)$$

Разложим функцию (2) в ряд Тейлора. При этом ограничимся только членами первого порядка малости:  $\Delta l_1, \Delta a, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta l_5, \Delta l_6, \Delta l_7, \Delta \varphi_1, \Delta \varphi_2$ , и  $\Delta \varphi_5$ . Получим

$$\begin{aligned}
 \varphi_7 + \Delta\varphi_7 = l_1 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_1} \Delta l_1 + a + \frac{\partial\varphi_7}{\partial a} \Delta a + l_2 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_2} \Delta l_2 + l_3 + \\
 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_3} \Delta l_3 + l_4 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_4} \Delta l_4 + l_5 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_5} \Delta l_5 + l_6 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_6} \Delta l_6 + l_7 + \\
 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_7} \Delta l_7 + \varphi_1 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial \varphi_1} \Delta\varphi_1 + \varphi_2 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial \varphi_2} \Delta\varphi_2 + \varphi_5 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial \varphi_5} \Delta\varphi_5. \quad (3)
 \end{aligned}$$

Рассмотрев вместе (2) и (3), получим

$$\begin{aligned}
 \Delta\varphi_7 = \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_1} \Delta l_1 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_2} \Delta l_2 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_3} \Delta l_3 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_4} \Delta l_4 + \\
 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_5} \Delta l_5 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_6} \Delta l_6 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial l_7} \Delta l_7 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial \varphi_1} \Delta\varphi_1 + \\
 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial \varphi_2} \Delta\varphi_2 + \frac{\partial\varphi_7}{\partial \varphi_5} \Delta\varphi_5. \quad (4)
 \end{aligned}$$

Здесь частные производные представляют собой коэффициенты влияния первичной погрешности. С помощью этих уравнений определяется суммарная погрешность положения ведомого звена, возникающая при отклонении параметров реального механизма от теоретического.

Для рассматриваемого механизма положения звеньев 3 и 4, 6 и 7 определяются из следующих выражений [1]

$$\begin{aligned}
 l_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 - l_4 \cos \varphi_4 - l_5 \cos \varphi_5 = 0, \\
 l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 - l_4 \sin \varphi_4 - l_5 \sin \varphi_5 = 0; \quad (5)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a \cos \varphi_1 + l_6 \cos \varphi_6 + l_7 \cos \varphi_7 - l_4 \cos \varphi_4 - l_5 \cos \varphi_5 = 0, \\
 a \sin \varphi_1 + l_6 \sin \varphi_6 + l_7 \sin \varphi_7 - l_4 \sin \varphi_4 - l_5 \sin \varphi_5 = 0. \quad (6)
 \end{aligned}$$

Частные дифференциалы системы уравнений (5) и (6) примут вид

$$\begin{aligned}
 \Delta l_1 + \Delta l_2 \cos \varphi_2 - \Delta\varphi_2 l_2 \sin \varphi_2 + \Delta l_3 \cos \varphi_3 - \Delta\varphi_3 l_3 \sin \varphi_3 - \\
 - \Delta l_4 \cos \varphi_4 + \Delta\varphi_4 l_4 \sin \varphi_4 - \Delta l_5 \cos \varphi_5 + \Delta\varphi_5 l_5 \sin \varphi_5 = 0, \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta l_2 \sin \varphi_2 + \Delta\varphi_2 l_2 \cos \varphi_2 + \Delta l_3 \sin \varphi_3 + \Delta\varphi_3 l_3 \cos \varphi_3 - \\
 - \Delta l_4 \sin \varphi_4 - \Delta\varphi_4 l_4 \cos \varphi_4 - \Delta l_5 \sin \varphi_5 - \Delta\varphi_5 l_5 \cos \varphi_5 = 0; \\
 \Delta a \cos \varphi_1 - \Delta\varphi_1 a \sin \varphi_1 + \Delta l_7 \cos \varphi_7 - \Delta\varphi_7 l_7 \sin \varphi_7 + \Delta l_6 \cos \varphi_6 - \\
 - \Delta\varphi_6 l_6 \sin \varphi_6 - \Delta l_4 \cos \varphi_4 + \Delta\varphi_4 l_4 \sin \varphi_4 - \Delta l_5 \cos \varphi_5 + \Delta\varphi_5 l_5 \sin \varphi_5 = 0; \quad (8) \\
 \Delta a \sin \varphi_1 + \Delta\varphi_1 a \cos \varphi_1 + \Delta l_7 \sin \varphi_7 + \Delta\varphi_7 l_7 \cos \varphi_7 + \Delta l_6 \sin \varphi_6 + \\
 + \Delta\varphi_6 l_6 \cos \varphi_6 - \Delta l_4 \sin \varphi_4 - \Delta\varphi_4 l_4 \cos \varphi_4 - \Delta l_5 \sin \varphi_5 - \Delta\varphi_5 l_5 \cos \varphi_5 = 0.
 \end{aligned}$$

Из системы уравнений (7) исключим погрешность  $\Delta\varphi_3$ , а из системы уравнений (8) — погрешность  $\Delta\varphi_6$ . После некоторых преобразований получим





$$\Delta\varphi_4 l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3) = \Delta\varphi_2 l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3) + \Delta l_4 \cos(\varphi_4 - \varphi_3) - \Delta l_1 \cos \varphi_3 - \Delta l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) - \Delta l_3 + \Delta l_5 \cos(\varphi_3 - \varphi_5) + \Delta\varphi_5 l_5 \sin(\varphi_3 - \varphi_5), \quad (9)$$

$$\Delta a \cos(\varphi_1 - \varphi_6) + \Delta\varphi_1 a \sin(\varphi_1 - \varphi_6) + \Delta l_7 \cos(\varphi_6 - \varphi_7) + \Delta\varphi_7 l_7 \sin(\varphi_6 - \varphi_7) + \Delta l_6 - \Delta l_4 \cos(\varphi_4 - \varphi_6) + \Delta\varphi_4 l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_6) - \Delta l_5 \cos(\varphi_5 - \varphi_6) + \Delta\varphi_5 l_5 \sin(\varphi_5 - \varphi_6) = 0. \quad (10)$$

Из уравнения (9) определяем погрешность  $\Delta\varphi_4$  и подставляем его значение в уравнение (10). После некоторых преобразований получаем суммарную погрешность ведомого звена 7

$$\Delta\varphi_7 = \frac{m_1}{m_2}, \quad (11)$$

где

$$m_1 = \sin(\varphi_4 - \varphi_3) [\Delta\varphi_1 a \sin(\varphi_1 - \varphi_6) - \Delta a \cos(\varphi_1 - \varphi_6) - \Delta l_7 \cos(\varphi_6 - \varphi_7) - \Delta l_6 + \Delta l_4 \cos(\varphi_4 - \varphi_6) + \Delta l_5 \cos(\varphi_5 - \varphi_6) - \Delta\varphi_5 l_5 \sin(\varphi_5 - \varphi_6)] - \sin(\varphi_4 - \varphi_6) [\Delta\varphi_2 l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3) + \Delta l_4 \cos(\varphi_4 - \varphi_3) - \Delta l_1 \cos \varphi_3 - \Delta l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) - \Delta l_3 + \Delta l_5 \cos(\varphi_3 - \varphi_5) + \Delta\varphi_5 l_5 \sin(\varphi_3 - \varphi_5)],$$

$$m_2 = l_7 \sin(\varphi_6 - \varphi_7) \sin(\varphi_4 - \varphi_3).$$

Если допустить, что  $l_6 = l_7 = a = 0$ , то рассмотренный семизвенник преобразуется в плоский пятизвенный шарнирный механизм, а полученные формулы примут известный вид для определения его погрешности [2], а если  $l_5 = l_6 = l_7 = a = 0$ , то будут получены плоский четырехзвенник и известные выражения для определения его погрешности [3].

Таким образом, для плоского семизвенного шарнирного механизма определена погрешность, вызванная неточностью размеров звеньев и положением ведущих звеньев механизма. Как частные случаи получают формулы, определяющие суммарную погрешность плоского пятизвенного и четырехзвенного шарнирных механизмов.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

Тбилисский филиал ВНИИМа  
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 30.9.1976)

განმანათმეცოდნეობა

დ. თაგხილიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ღვინთაშვილი  
ბრტყელი უვიდრგოლა სახსრიანი მექანიზმის კინემატიკური  
სიზუსტე  
რეზიუმე

განსაზღვრულია ბრტყელი უვიდრგოლა სახსრიანი მექანიზმის კინემატიკური სიზუსტე მექანიზმის მდებარეობის ცნობილი ფუნქციის მიხედვით. კერძო შემთხვევის სახით მიიღება როგორც ხუთრგოლა, ისე ოთხრგოლა ბრტყელი სახსრიანი მექანიზმების ცლომილებათა განმსაზღვრელი გამოსახულებები.

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

THE KINEMATIC ACCURACY OF SEVEN-LINK PLANE HINGED  
MECHANISMS

## Summary

The determination of the kinematic accuracy of a seven-link hinged mechanism according to the known function of its position is considered. The results obtained can be used to determine the error of both five-link and four-link plane hinged mechanisms.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Тавхелидзе, Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 83, № 2, 1976.
2. Д. С. Тавхелидзе, Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976.
3. Н. Г. Бруевич. Точность механизмов. М., 1946.



УДК 621.3:621.382.001.2

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. К. ЧИЧИНАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. ДЖИБЛАДЗЕ,  
И. Г. ГАДАХАБАДЗЕ

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ  
АЛГЕБРАИЧЕСКИХ И ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

Рассмотрим систему уравнений

$$\begin{aligned} \hat{f}_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0, \\ \hat{f}_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0, \\ &\dots \dots \dots \\ \hat{f}_n(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

с действительными левыми частями. В общем случае функции  $\hat{f}_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , могут быть линейными, нелинейными или трансцендентными.

Рассмотрим также положительно определенную квадратичную форму [1]

$$\Phi(X) = \sum_{i=1}^n [f_i(X)]^2. \quad (2)$$

Очевидно, что если  $X^* = \{x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*\}$  есть решение системы (1), то оно обращает в нуль функцию  $\Phi(X)$ , т. е.  $\Phi(X^*) = 0$ . В других точках  $\Phi(X) > 0$ .

Таким образом, координаты нулевого минимума  $\Phi(X)$  являются решением системы (1) и задача отыскания последнего сводится к нахождению в  $n$ -мерном евклидовом пространстве  $E_n$  глобального минимума положительно определенной формы (2).

В настоящее время для поиска экстремума функции многих переменных используются градиентные методы. Однако их применение ограничивается целым рядом условий, таких как непрерывная дифференцируемость минимизируемой функции и ее производных, необходимость наличия в области поиска одной экстремальной точки; кроме того, сходимость метода во многом зависит от выбора длины градиентного шага. Применение указанных методов затруднительно также при наличии в минимизируемой функции особых точек типа «оврат» и др. В таких случаях, как известно, поиск приводит к ложному экстремуму.

В данной работе для поиска глобального минимума  $\Phi(X)$  предлагается использовать обобщенный алгоритм, основанный на методе  $\Psi$ -преобразования [2—5] и позволяющий находить решение систем как алгебраических (линейных или нелинейных), так и трансцендентных

уравнений. Одна из модификаций алгоритма, применяемая для решения систем линейных уравнений, приведена в работе [6].

Суть рассматриваемого подхода заключается в следующем. Посредством лебегова разбиения минимизируемая функция многих переменных  $\Phi(X)$  преобразовывается в непрерывную монотонно убывающую одномерную функцию  $\Psi(\zeta)$ , а независимая векторная переменная  $X$  — в вектор-функцию  $X(\zeta)$ . Аргументом  $\zeta$  является скалярное значение  $\Phi(X)$  при  $X \in R \subset E_n$ . Предполагается, что  $E_n$  разбито на области  $R$ , в каждой из которых находится только одно решение системы (1).

Преобразованная функция  $\Psi(\zeta)$  представляет собой некоторую меру множества, построенного следующим образом:

$$R_\zeta = \{X : \Phi(X) \leq \zeta\}, \quad R_\zeta \subset R. \quad (3)$$

Мера данного множества выбирается в виде

$$\Psi(\zeta) = \int \dots \int_{R_\zeta} \rho(X, \zeta) dX, \quad (4)$$

где  $\rho(X, \zeta)$  — весовая функция, определяемая ниже.

Очевидно, что при непрерывном уменьшении величины  $\zeta$  получается непрерывная последовательность, вложенных друг в друга множеств  $R_\zeta$ . Так как на замкнутом множестве  $R$   $\Phi(X)$  имеет единственный глобальный минимум в точке  $X^*$ , представляющей собой решение системы (1), то при  $\zeta \rightarrow \zeta^* \equiv \Phi(X^*)$  множество  $R_\zeta$  стягивается в точку  $X^*$  и, следовательно, его мера стремится к нулю, т. е.

$$X^* = \bigcap_{\zeta} R_\zeta, \quad (5)$$

$$\lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*} \Psi(\zeta) = 0. \quad (6)$$

При этом, учитывая, что любая точка множества  $R_\zeta$  стремится к  $X^*$ , последнюю можно определить как предел последовательности центров тяжести  $X(\zeta)$  множеств  $R_\zeta$  при  $\zeta \rightarrow \zeta^*$  [4], т. е.

$$X^* = \lim_{\zeta \rightarrow \zeta^*} X(\zeta), \quad (7)$$

где

$$X(\zeta) = \frac{\int \dots \int_{R_\zeta} X \rho(X, \zeta) dX}{\int \dots \int_{R_\zeta} \rho(X, \zeta) dX}. \quad (8)$$

В выражении (8) область интегрирования  $R_\zeta$  невозможно определить в явном виде, поэтому последняя заменяется на  $R$  введением характеристической функции

$$\Theta(X, \zeta) = \begin{cases} 1, & X \in R_\zeta, \\ 0, & X \notin R_\zeta. \end{cases} \quad (9)$$



Тогда

$$X(\zeta) = \frac{\int \cdots \int_R X \rho(X, \zeta) \Theta(X, \zeta) dX}{\int \cdots \int_R \rho(X, \zeta) \Theta(X, \zeta) dX}. \quad (10)$$

Выбор весовой функции в виде  $\rho(X, \zeta) = [\Phi(X) - \zeta]^2$  [5] дает непрерывную гладкую зависимость  $X(\zeta)$  независимо от вида (2). Следовательно, можно записать

$$X^* = X(\zeta^*). \quad (11)$$

Так как решение системы (1) определяется при нулевом значении  $\Phi(X)$ , то из (11) будем иметь

$$X^* = X(0). \quad (12)$$

Аналитическое решение задачи в общем случае невозможно, так как оно связано с вычислением многократных интегралов вида (10). Выходом из положения является применение метода статистических испытаний, для которого выражение (10) предварительно преобразовывается к виду

$$X(\zeta_v) = \frac{\sum_{j=1}^N X_j \rho(X_j, \zeta_v) \Theta(X_j, \zeta_v)}{\sum_{j=1}^N \rho(X_j, \zeta_v) \Theta(X_j, \zeta_v)}, \quad (13)$$

где  $N$  — количество статистических испытаний.

Алгоритм предусматривает выборку случайных величин  $X$ , равномерно распределенных на  $R$ , вычисление значений  $X(\zeta_v)$  для каждого конкретного  $\zeta_v$ ,  $v = 1, 2, \dots, k$ , где  $k$  — количество уровней левбегова разбиения  $\Phi(X)$ , и параболическую аппроксимацию полученных эмпирических точек  $x_i(\zeta_v)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $v = 1, 2, \dots, k$ . В результате находятся аналитические зависимости

$$x_i(\zeta) = a_i \zeta^2 + b_i \zeta + c_i, \quad (14)$$

где  $a_i, b_i, c_i$  — коэффициент аппроксимирующих полиномов.

С учетом (12) из (14) определяется решение системы (1) на  $R$ :

$$x_i^* = c_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (15)$$

Для нахождения всех решений системы необходимо провести аналогичную процедуру на каждой из областей  $R$ .

По данному алгоритму составлена программа на алгоритмическом языке АЛГОЛ для ЭВМ М-222 [7]. Эксперименты, проведенные на конкретных примерах, подтвердили работоспособность и сходимость алгоритма.

## ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ვ. ზივინაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ჯიბლაძე,  
 ი. გადახაბაძე

ალგებრულ და ტრანსცენდენტურ განტოლებათა სისტემის  
 ამოხსნის ერთი ალგორითმის უმსახეზ

რეზიუმე

განხილულია ალგებრულ და ტრანსცენდენტურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ზოგადი ალგორითმი, რომელიც კვადრატული, დადებითად განსაზღვრული ფორმის  $\Phi(X) = \sum_{i=1}^n [f_i(X)]^2$  მინიმუმის ძიებაზეა დამყარებული. მინიმუმის ძიება განხორციელებულია  $\Psi$ -გარდაქმნის მეთოდით, რომელიც დიდი განზომილების ამოცანების ეფექტურად გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა.

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. K. CHICHINADZE, N. I. JIBLADZE, I. G. GADAKHABADZE

 ON ONE ALGORITHM FOR SOLVING SYSTEM OF ALGEBRAIC  
 AND TRANSCENDENTAL EQUATIONS

## Summary

A generalized algorithm for solving systems of algebraic and transcendental equations by search for the minimum of the positively defined quadratic form  $\Phi(X) = \sum_{i=1}^n [f_i(X)]^2$  is considered. The minimum is determined

by  $\Psi$ -transformation, enabling an effective solution of large-dimension problems.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. П. Демидович, И. А. Марон. Основы вычислительной математики. М., 1966.
2. В. К. Чичинадзе. Техническая кибернетика, № 1, 1967.
3. V. K. Chichinadze. Automatica, 5, 1969.
4. Н. И. Джибладзе. Сообщения АН ГССР, 59, № 3, 1970.
5. В. К. Чичинадзе, И. Г. Гадахабадзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 1, 1976.
6. V. K. Chichinadze, N. I. Jibladze. Regelungstechnik, № 6, 1975.
7. Н. И. Джибладзе, З. А. Квиквиния, М. С. Обгаидзе. Информ. бюлл. «Алгоритмы и программы», № 2, 1976.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ, Р. В. КАКУБАВА

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  
ДУПЛЕКСНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 6.10.1976)

Создание вычислительных систем (ВС) высокой надежности, устойчивых к ошибкам и в особенности наибольшей готовности, имеет большое практическое значение. Имеется два основных подхода [1, 2] к обеспечению высокой надежности и соответствующей высокой готовности всей системы либо главной ее части.

Эти подходы лучше всего представлены в системах с реконфигурацией и дуплексных системах. В первом случае при выходе из строя какого-либо вычислительного устройства (ВУ) происходит перераспределение вычислительной нагрузки между оставшимися в работе ВУ, при этом сохраняется возможность выполнения задания за счет некоторого снижения производительности и эффективности ВС. При втором методе (дуплексном) происходит параллельная обработка данных для одной и той же задачи двумя или большим числом ВУ. Несовпадение результатов вычислений отдельными ВУ означает, что произошла ошибка, после чего начинается определение вида неисправности (устойчивый отказ или самоустраниющийся отказ-сбой). Если имеет место отказ, то неисправное ВУ передается на восстановление, а исправное ВУ продолжает решение задачи. При программном самоконтроле обнаруживаются ошибки в вычислении и происходит снижение производительности и эффективности, так как уже требуется просчет каждого этапа по крайней мере 2 раза.

В данной статье рассматривается вопрос определения вероятности выполнения задания за заданное время дуплексной системой, состоящей из двух идентичных, самостоятельных ВУ, подверженной сбоям и отказам.

Пусть время выполнения задания складывается из времен решения  $n$  самостоятельных независимых алгоритмов (этапов), время решения которых является случайной величиной, распределенной по произвольному закону  $F_j(t)$ ,  $j=1, n$ ; потоки сбоев и отказов распределены по закону Пуассона соответственно с интенсивностями  $\alpha_j$  и  $\beta_j$  в зависимости от решаемого алгоритма; в системе принят программный самоконтроль; после просчета каждого этапа происходит сравнение результатов вычислений обоих ВУ, при их несовпадении выясняется причина несовпадения; если имеют место сбой, оба ВУ остаются в работе и происходит пересчет искаженного этапа, а если — отказ, неисправное ВУ передается на восстановление, а рабочее ВУ продолжает решение задачи, просчитывая каждый этап дважды; время выяснения причин неисправности является случайной величиной, распределенной по произвольному закону  $G(u)$ , а время восстановления распределено по пока-

зательному закону  $G_1(u) = 1 - \exp(-\lambda u)$ ; если после отказа одного из ВУ откажет и второе, т. е. если оба ВУ оказываются одновременно в ремонте, работа возобновляется, как только одно из них выйдет из ремонта, с пересчетом всей программы решения задачи сначала; вышедшее из ремонта ВУ включается в работу в начале очередного этапа; ВС обслуживается одной ремонтной бригадой; время, необходимое для определения достоверности результатов вычислений, не учитывается; каждое ВУ с целью исключения совпадения результатов вычислений при устойчивых отказах решает один и тот же алгоритм по измененным программам при равных временах их выполнения.

В настоящей статье процесс решения задачи на ВС указанного типа рассматривается как полумарковский процесс с конечным количеством состояний [3, 4] и вводится  $\Phi(t, j, \nu, \xi)$  — функция распределения вероятности того события, что решение задачи дуплексной ВС закончится в течение времени  $t$ , если ее решение начнется с  $j$ -го этапа при ее следующих состояниях в начале временного интервала  $0 \div t$ :

$\nu=0, \xi=0$  — оба ВУ исправны;  $\nu=0, \xi=1$  или

$\nu=1, \xi=0$  — ремонтируется одно из них.

С помощью обычных вероятностных рассуждений для  $\Phi(t, j, 0, 0)$  и  $\Phi(t, j, 1, 0)$  получим систему интегральных уравнений

$$\begin{aligned} \Phi(t, j, 0, 0) &= \int_0^t dF_j(x) \exp\{-2(\alpha_j + \beta_j)x\} \Phi(t-x, j+1, 0, 0) + \\ &+ \int_0^t dF_j(x) (1 - \exp\{-2\alpha_j x\}) \exp\{-2\beta_j x\} \int_0^{t-x} dG(y) \Phi(t-x-y, j, 0, 0) + \\ &+ 2 \int_0^t dF_j(x) (1 - \exp\{-\beta_j x\}) \exp\{-\beta_j x\} \int_0^{t-x} dG(y) \Phi(t-x-y, j, 1, 0) + \\ &+ \int_0^t dF_j(x) (1 - \exp\{-\beta_j x\})^2 \int_0^{t-x} dG(y) \int_0^{t-x-y} \lambda e^{-\lambda z} dz \Phi(t-x-y-z, 1, 1, 0), \quad (1a) \\ \Phi(t, j, 1, 0) &= \int_0^t dF_{j_2}^*(x) \exp\{-(\alpha_j + \beta_j)x\} (1 - e^{-\lambda x}) \Phi(t, j+1, 0, 0) + \\ &+ \int_0^t dF_{j_2}^*(x) (1 - \exp\{-\alpha_j x\}) (1 - e^{-\lambda x}) \exp\{-\beta_j x\} \int_0^{t-x} dG(y) \Phi(t-x-y, j, 0, 0) + \\ &+ \int_0^t dF_{j_2}^*(x) \exp\{-(\alpha_j + \beta_j)x\} e^{-\lambda x} \int_0^{t-x} dG(y) \Phi(t-x-y, j+1, 1, 0) + \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 & + \int_0^t dF_{j_2}^*(x) (1 - \exp\{-\alpha_j x\}) \exp\{-(\lambda + \beta_j)x\} \int_0^{t-x} dG(y) \Phi(t-x-y, j, 1, 0) + \\
 & + \int_0^t dF_{j_2}^*(x) (1 - \exp\{-\beta_j x\}) e^{-\lambda x} \int_0^{t-x} dG(y) \int_0^{t-x-y} \lambda e^{-\lambda z} dz \Phi(t-x-y-z, 1, 1, 0) + \\
 & + \int_0^t dF_{j_2}^*(x) (1 - \exp\{-\beta_j x\}) (1 - e^{-\lambda x}) \int_0^{t-x} dG(y) \Phi(t-x-y, 1, 1, 0), \quad j = \overline{1, n}, \quad (16)
 \end{aligned}$$

где  $F_{j_2}^*(x)$  — двукратная свертка функции  $F_j(x)$ .

Граничными условиями являются

$$\Phi(t, n+1, 0, 0) = Q_1(t); \quad \Phi(t, n+1, 1, 0) = Q_2(t).$$

Так как оба ВУ, входящие в состав дуплексной системы, идентичны, то имеет место  $\Phi(t, j, 1, 0) = \Phi(t, j, 0, 1)$ .

Расшифруем подробно одну из систем, например (1а). Первое слагаемое — вероятность того, что оба ВУ  $j$ -й этап завершает за время  $x$ , за это время не произойдет ни сбоя, ни отказа, оба ВУ за время  $t+x$  закончат решение всей задачи начиная с  $j+1$ -го этапа при исправных ВУ; второе слагаемое — за время решения  $j$ -го этапа —  $x$  сбой произойдет хотя бы в одном ВУ, отказы за это время не наступят, потери времени на установление причин ошибок составят  $y$ , решение задачи закончится за время  $t-x-y$  начиная с  $j$ -го этапа при исправном состоянии обоих ВУ; третье слагаемое — за время решения  $j$ -го этапа —  $x$  в одной из ВУ произойдет отказ, это ВУ сразу передается на восстановление, потери времени на установление вида неисправности составят  $y$ , решение задачи закончится за время  $t-x-y$  начиная с  $j$ -го этапа при одном работающем ВУ; четвертое слагаемое — в обоих ВУ произойдет отказ, потери времени на установление вида неисправности  $y$ , потери времени на восстановление ранее отказавшего ВУ составят  $z$ , решение задачи закончится за время  $t-x-y-z$  начиная с первого этапа при одном работающем ВУ.

Применив к системам (1а) и (1б) преобразование Лапласа — Стильтьеса, получим

$$A_j \varphi(s, j, 0, 0) - B_j \varphi(s, j+1, 0, 0) - C_j \varphi(s, j, 1, 0) - D_j \varphi(s, 1, 1, 0) = 0, \quad (2a)$$

$$\begin{aligned}
 & M_j \varphi(s, j, 0, 0) - N_j \varphi(s, j+1, 0, 0) - K_j \varphi(s, j, 1, 0) - \\
 & - \Gamma_j \varphi(s, j+1, 1, 0) - L_j \varphi(s, 1, 1, 0) = 0, \quad (2b)
 \end{aligned}$$

$$j = \overline{1, n}, \quad \varphi(s, n+1, 0, 0) = q_1(s), \quad \varphi(s, n+1, 1, 0) = q_2(s),$$

где

$$A_j = 1 - g(s) [f_j(p_{2j}) - f_j(p_{1j})]; \quad B_j = f_j(p_{1j}); \quad C_j = 2g(s) [f_j(p_{1j}) - f_j(p_{2j})];$$

$$D_j = \frac{\lambda}{s + \lambda} g(s) [f_j(s) - 2f_j(p_{1j}) + f_j(p_{2j})];$$

$$M_j = g(s) [f_j^2(p_{1j}) - f_j^2(p_{3j}) - f_j^2(p_{4j}) + f_j^2(p_{5j})]; \quad N_j = g(s) [f_j^2(p_{4j}) - f_j^2(p_{5j})];$$

$$K_j = g(s) [f_j^2(p_{3j}) - f_j^2(p_{5j})] - 1; \quad \Gamma_j = -g(s) f_j^2(p_{5j});$$

$$L_j = -g(s) \left\{ \frac{\lambda}{s+\lambda} [f_j^*(p_{6j}) - f_j^*(p_{3j})] + [f_j^*(s) - f_j^*(p_{6j}) - f_j^*(p_{1j}) + f_j^*(p_{3j})] \right\};$$

$$\varphi(s, j, \nu, \xi) = \int_0^{\infty} e^{-st} \Phi(t, j, \nu, \xi) dt; \quad g(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dG(t);$$

$$q_i(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} Q_i(t) dt, \quad i=1, 2; \quad p_{1j} = s + \beta_j; \quad p_{2j} = s + 2\beta_j; \quad p_{3j} = s + \lambda + \beta_j;$$

$$p_{4j} = s + \alpha_j + \beta_j; \quad p_{5j} = s + \alpha_j + \beta_j + \lambda; \quad p_{6j} = s + \lambda; \quad p_{7j} = s + 2\alpha_j + 2\beta_j.$$

Системы (2а) и (2б) после несложного преобразования могут быть приведены к виду разностного уравнения второго порядка относительно  $\varphi(s, j, 0, 0)$ . В результате его решения получим преобразование Лапласа—Стилтьеса функции распределения времени решения задачи  $\varphi(s, 1, 0, 0)$ , состоящей из  $n$  этапов, при условии, что решение задачи начнется с первого этапа исправными ВУ.

Научно-производственное объединение  
 электронной вычислительной аппаратуры

(Поступило 7.10.1976)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე, რ. კაკუბავა

დუბლექსური გამოთვლელი სისტემის წარმადობის ალბათური  
 მახასიათებელი

რეზიუმე

მიღებულია დუბლექსური გამოთვლელი სისტემის მიერ დავალების მოცემულ დროში შესრულების განაწილების ფუნქციის ლაპლას—სტილტესის გარდაქმნა, ამ სისტემაში შემავალ გამოთვლელ მოწყობილობათა იმედოვნების გათვალისწინებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE, R. V. KAKUBAVA

### PROBABILITY CHARACTERISTIC OF THE PERFORMANCE OF A DUPLEX COMPUTER SYSTEM

Summary

The paper deals with the problem of defining a proper formula for the Laplace-Stiltjes function of time distribution to solve one large task over a prescribed period of time by a computer system consisting of two identical computers functioning in a duplex mode with account of their reliability.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. А. Поспелов. Введение в теорию вычислительных систем. М., 1972.
2. Ф. Г. Энслоу. Мультипроцессорные системы и параллельные вычисления. М., 1976.
3. Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. Математические методы в теории надежности. М., 1965.
4. И. С. Микадзе. Сообщения АН ГССР, 82, № 2, 1976.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

М. В. ГАЛЬПЕРИН, О. Ш. ПХАКАДЗЕ

О ВОЗДЕЙСТВИИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ И СИГНАЛОВ  
 НА СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ С КВАНТОВАНИЕМ ВРЕМЕНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 9.9.1976)

На входы большинства систем сбора данных попадают помехи и сигналы, содержащие частоты, превышающие частоту квантования.

В результате на выходе систем возникают биения с разностными частотами, существенно меньшими частоты квантования, которые оказываются в полосе прозрачности последующих звеньев систем и потому вносят существенные погрешности. Проблема определения условий возникновения биений не получила до сих пор удовлетворительного решения [1, 2]. Цель данной работы — выявление указанных условий.

Для анализа ниже применяется метод текущего среднего [3].

Пусть имеется сигнал  $x(t)$ , модулирующий несущий периодический (с периодом  $T$ ) сигнал  $m(t; T)$  так, что

$$y(t; T) = x(t) m(t; T).$$

Будем называть величину

$$\bar{y}(t) = \lim_{T \rightarrow 0} \frac{1}{T} \int_{t-T}^t y(\beta) d\beta,$$

приближенно описывающую модулированный процесс на выходе после фиксации или осреднения, текущим средним.

Преобразование Лапласа от  $\bar{y}(t)$  есть

$$\begin{aligned} L[\bar{y}(t)] &= \lim_{T \rightarrow 0} \frac{1}{T} L \left[ \int_0^t y(\beta; T) d\beta - \int_0^{t-T} y(\beta; T) d\beta \right] = \\ &= \lim_{T \rightarrow 0} \frac{1 - e^{-Tp}}{Tp} Y(p) = \lim_{T \rightarrow 0} Y(p), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $Y(p)$  — изображение  $y(t)$ ;  $p$  — комплексная переменная.

Процессу квантования времени в системах сбора данных соответствует свертка изображений  $X(p) = L[x(t)]$  и  $M(p) = L[m(t)]$ :

$$Y(p) = X(p) * M(p) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} X(\lambda) M(p-\lambda) d\lambda, \quad (2)$$

где  $j$  — мнимая единица,  $c$  — действительная постоянная; знак \* означает свертку  $x(p)$  с изображением несущего сигнала в виде прямоугольных импульсов длительностью  $h$ :

$$L[m(t)] = M(p) = \frac{1 - e^{-hp}}{p(1 - e^{-Tp})}, \quad (3)$$

$$m(t; T) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \in [kT, kT + h], \\ 0 & \text{при } t \in [kT + h, (k+1)T], \end{cases} \quad k=0, 1, 2, \dots$$

При вычислении свертки здесь и далее контур интегрирования выбирается в левой полуплоскости плоскости  $\lambda$  и охватывает все полюсы  $X(\lambda)$  [4].

Если за время обращения  $h$  сигнал осредняется по апериодическому закону, а в промежутках между обращениями фиксируется, то изображение текущего среднего определяется оператором фиксирующего звена [3]:

$$\bar{Y}(p) = \frac{X(p) * M(p)}{q \left( \frac{\psi}{q} p + 1 \right)}, \quad (4)$$

где  $\psi$  — постоянная времени осреднения;  $q=h/T$ ; черта сверху означает процедуру осреднения в смысле выражения (1).

Так как  $Y(p)$  и  $\bar{Y}(p)$  получаются преобразованием (2), то при детерминированном входном сигнале необходимым условием появления биений оказывается наличие у  $X(p)$  комплексно-сопряженных полюсов. Это относится и к «биениям с нулевой частотой», т. е. к появлению ложного постоянного сигнала на выходе системы.

Рассмотрим реакцию системы на детерминированную помеху вида  $x(t) = \sin \nu t$ , частота которой  $\nu$  соотносится с частотой квантования  $\omega = 2\pi/T$  следующим образом:

$$\nu = n\omega + \Delta\omega, \quad (5)$$

где  $n = \left[ \frac{\nu}{\omega} \right]$  и  $\Delta\omega < \omega$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ).

Так как  $X(p) = \nu/p^2 + \nu^2$ , то в соответствии с (4) имеем

$$\bar{Y}(p) = \lim_{\substack{\omega \rightarrow \infty \\ \Delta\omega = \text{const}}} Y(p) = \frac{\sin \pi qn (p \sin \pi qn + \Delta\omega \cos \pi qn)}{\pi qn \left( \frac{\psi}{q} p + 1 \right) [p^2 + (\Delta\omega)^2]}, \quad (6)$$

откуда видно, что под действием синусоидальной помехи возникают биения на частоте  $\Delta\omega$ , определяемой соотношением (5) амплитуда которых пропорциональна  $\sin \pi qn / \pi qn$ , а фаза —  $\pi qn$ . Отсюда следует известный принцип синхронного фильтра [2, 5]: при  $\Delta\omega=0$  и  $qn$  целом правая часть (6) равна нулю. Если  $qn$  — нецелое число, то в  $h$  не укладывается целое число периодов  $x(t)$  и на выходе появляется ложное постоянное смещение. Присутствие в оригинале (6), члена, пропорционального  $e^{-qt/\psi}$  указывает на характер переходных процессов при скачкообразном изменении амплитуды или фазы  $x(t)$  и требует минимизации  $\psi$ .

Пусть теперь  $x(t)$  — стационарный и эргодический случайный процесс с корреляционной функцией  $R_x(\tau)$ . Так как  $x(t)$  и  $m(t)$  независимы, то корреляционная функция  $R_z(\tau)$  процесса  $z(t)$ , получаемого в результате квантования ( $z(t) = x(t) \cdot m(t)$ ), определится выражением

$$R_z(\tau) = R_x(\tau) \cdot R_m(\tau), \quad (7)$$



где

$$R_m(\tau) = \lim_{\theta \rightarrow \infty} \frac{1}{2\theta} \int_{-\theta}^{\theta} m(t) m(t + \tau) dt =$$

$$= \begin{cases} \frac{h - \tau + kT}{T} & \text{при } \tau \in [kT, kT + h], \\ 0 & \text{при } \tau \in [kT + h, (k + 1)T - h], \\ \frac{h + \tau - (k + 1)T}{T} & \text{при } \tau \in [(k + 1)T - h, (k + 1)T], \end{cases}$$

причем  $k = 0, 1, 2, \dots$  и  $h \leq 0,5T$ .

Имеем

$$L[R_z(\tau)] = L[R_x(\tau)] * L[R_m(\tau)], \quad (8)$$

где

$$L[R_m(\tau)] = \frac{h}{Tp} - \frac{(1 - e^{-hp})[1 - e^{-(T-h)p}]}{Tp^2[1 - e^{-Tp}]}. \quad (9)$$

Использование преобразования Лапласа здесь вполне уместно (так как  $R_x(\tau)$  и  $R_m(\tau)$  — четные функции и процесс модуляции не зависит от предистории системы) и позволяет применить интеграл Коши с последующим переходом к изображению текущего среднего.

Из (8) и (9) следует, что необходимым условием возникновения биений является наличие у  $L[R_x(\tau)]$  полюсов, лежащих вне действительной оси плоскости  $p$ . Пусть  $R_x(\tau) = e^{-\delta\tau} \cos \nu\tau$ , т. е.  $L[R_x(\tau)] = p + \delta / (p + \delta)^2 + \nu^2$ , тогда, учитывая (5), получаем

$$L[\bar{R}_z(\tau)] = \lim_{\substack{\omega \rightarrow \infty \\ \Delta\omega = \text{const}}} L[R_z(\tau; \omega)] = \frac{\sin^2 \pi q n (p + \delta)}{\pi^2 n^2 [(p + \delta)^2 + (\Delta\omega)^2]}. \quad (10)$$

Если  $\Delta\omega = 0$  и  $\nu = 0$  ( $R_x(\tau) = e^{-\delta\tau}$  и  $L[R_x(\tau)] = 1/p + \delta$ ), то  $n = 0$ , и, следовательно, выражение (10) примет вид

$$L[\bar{R}_z(\tau)] = q^2/p + \delta.$$

Из (10) следует, что принцип синхронной фильтрации в случае  $x(t)$  с корреляционной функцией, изображение которой имеет два комплексно-сопряженных корня, заключается в выборе целого  $nq$ .

Для определения свойств сигнала на выходе фиксирующего звена можно перейти к спектральным плотностям  $S(\omega) = 2\text{Re} \{L[R(\tau)]|_{p=j\omega}\}$ . В соответствии со структурой (4) и уравнением Винера-Хинчина имеем

$$S_{\bar{y}}(\omega) = 2\text{Re} \{L[\bar{R}_z(\tau)]|_{p=j\omega}\} \cdot \left| \frac{1}{q \left( j\omega \frac{\psi}{q} + 1 \right)} \right|^2.$$

Дисперсия сигнала  $\bar{y}(t)$  пропорциональна величине  $\sin^2 \pi q n / \pi^2 q^2 n^2$  (ср. выражение (6)) и при  $\psi = 0$  и  $q \rightarrow 0$  приближается к 1. При  $n = 0$  дисперсии  $x(t)$  и  $\bar{y}(t)$  совпадают.

Из изложенного, в частности, следует, что надо избегать употребления на входах систем сбора данных (до квантования) фильтров, имеющих резонансные свойства, (например, LC-фильтров), так как погрешности в настройке или дрейф неизбежно приведут к возникновению биений за счет воздействия случайных помех.

Тбилисский институт приборостроения  
и средств автоматизации

(Поступило 10.9.1976)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ა. გალპერინი, ო. ფხაკაძე

მონაცემების შეგროვები დროითი დაკვანტვის სისტემაზე  
ფართოხერხოვანი ხელშეშლების და სიხვედრის ზემოქმედების  
შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია მონაცემების შეგროვების სისტემებზე იმ ხელშეშლებისა და სიხვედრის გავლენა, რომელთა სიხშირე აღემატება დაკვანტვის სიხშირეს.

დადგენილია პირობები ცემის წარმოსაქმნელად, როგორც დეტერმინირებული, ისე შემთხვევითი სახის შესასვლელი სიდიდის დროს. ამის საფუძველზე გამოთვლებულია რეკომენდაციები ხელშეშლელი ზემოქმედებების სინქრონული ფილტრაციისათვის.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

M. V. GALPERIN, O. Sh. PKHAKADZE

ON THE EFFECT OF BROAD BAND INTERFERENCES AND SIGNALS  
ON DATA GATHERING SYSTEMS WITH TIME QUANTIZATION

Summary

The effect of interferences and signals with frequencies exceeding the frequency of quantization on data gathering systems is examined.

Conditions necessary for pulsation rise at internal effect of both determinate and chance modes are considered.

Recommendations on synchronous interference filtration are formed on this basis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Персин. Основы теории и проектирования автоматических измерительных систем. Л., 1975.
2. Управляющие вычислительные машины в АСУ технологическими процессами. Под ред. Т. Харрисона. М., 1975.
3. М. В. Гальперин и др. Труды ЦНИИКА, т. 47, 1976.
4. Э. Джури. Импульсные системы автоматического регулирования. М., 1963.
5. М. В. Гальперин и др. Транзисторные усилители постоянного тока. М., 1972.

А. В. БОБРОВИЦКИЙ

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ В ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЯХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВ КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 26.10.1976)

Поведение катиона кальция в процессах почвообразования вызывает особый интерес, так как он в силу своего большого радиуса ( $1,06 \text{ \AA}$ ) редко входит в октаэдрический пакет решеток глинистых минералов и, в отличие от магния и калия, обладает более высокой подвижностью [1].

Режим почв и педогенез в Колхидской низменности зависят от состояния и форм карбонатов кальция, унаследованных от аллювия. Частое колебание уровня почвенно-грунтовых вод с резкой сменой окислительно-восстановительных условий, а в некоторых случаях и наличие в нижних горизонтах бескислородной среды способствуют развитию процессов кислого и глеевого выщелачивания, в которых ведущая роль принадлежит активному водородному иону (гидроксонию), замещающему кальций и другие металлы в почвенном поглощающем комплексе:



Растворимость кальцита ( $\text{CaCO}_3$ ) и доломита ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) в периоды сильного переувлажнения почв возрастает за счет повышенного (3—4%) содержания  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе [2], что способствует переходу их во вторичные микрокристаллические формы и подвижную глинисто-карбонатную плазму. Интенсивное заболачивание почв сопровождается снижением рН, в соответствии с которым устанавливается карбонатное равновесие, разлагаются органические вещества с образованием органических кислот и органо-металлических соединений, мигрируют железо, марганец и алюминий, изменяются термодинамические условия процессов внутрипочвенного выветривания минералов. В результате интенсивных внутрипочвенных процессов происходит перераспределение состава гранулометрических фракций с тенденцией к увеличению количества тонкодисперсных компонентов, обогащенных более подвижными коллоиднодисперсными формами окислов и лабильными глинистыми минералами.

Поведение карбонатов в заболоченных подзолисто-желтоземно-глеевых почвах изучалось нами в расчлененных без химических пептизаторов гранулометрических фракциях, среди которых особого внимания заслуживают воднопептизированные более подвижные (А) и агрегированные (Б) компоненты [3]. Исследованные слабозаболоченные почвы (разрез 8, с. Ахалсопели) содержат фракции  $< 10 \text{ мк}$  физической глины в пределах 40—50%, а средне- (разрез 9, с/х «Гантиади») и силь-

но- (разрез 10, с. Хорга) заболоченные 60—80%. Крупнодисперсная глинистая фракция 10—2 мк преобладает в верхних горизонтах почв — в почвах с/х «Гантиади» этой фракции принадлежит ведущая роль, что объясняется концентрацией в ней основной массы карбонатов — 1200—1800 мг/100 г, тогда как в разрезах 8 и 10 количество СаО в этой фракции в 2—4 раза меньше — 300—900 мг/100 г почвы (табл.).

Распределение окислов кальция в различных по дисперсности и водной пентизации гранулометрических фракциях подзолисто-желтоземно-глеевых почв Колхидской низменности

Генетические горизонты	Фракции, мк	Слабозаболоченная почва (разрез 8)				Среднезаболоченная почва (разрез 9)				Сильнозаболоченная почва (разрез 10)			
		Глубина, см	СаО			Глубина, см	СаО			Глубина, см	СаО		
			Фракц. лин., %	%	мг/100 г		Фракц. лин., %	%	мг/100 г		Фракц. лин., %	%	мг/100 г
A <sub>1</sub>	>10	0—17	56,3	3,15	1773	0—25	26,0	3,45	897	0—12	19,2	5,26	1010
	10—2		22,3	3,74	834		35,5	4,07	1445		27,4	3,51	962
	2—0,4 А	5,3	3,64	193	13,9	2,05	285	25,4	2,83	719			
		Б	11,7	2,65		310	14,6		2,37	346	13,3	3,14	418
	<0,4 А	1,4	3,24	45	4,6	2,46	113	7,5	2,59	194			
		Б	3,0	2,37		71	5,4		1,83	99	7,2	2,27	163
	<0,4	4,4		116	10,0		212	14,7		357			
	<2	21,4		619	38,5		843	53,4		1494			
<10	43,7		1453	74,0		2288	80,8		2456				
Сумма			3226			3185			3466				
A <sub>2</sub>	>10	36—64	49,9	4,64	2315	25—34	22,0	2,79	614	12—28	33,7	3,45	1163
	10—2		21,7	3,41	740		35,5	4,12	1463		26,0	2,98	775
	2—0,4 А	13,2	1,17	154	15,8	0,80	126	19,3	1,93	372			
		Б	8,2	1,57		129	14,7		0,78	115	11,0	1,19	131
B <sub>1p</sub>	>10	64—97	58,5	3,28	1919	34—71	20,0	5,12	1024	28—44	24,5	5,31	1301
	10—2		17,6	1,71	301		36,2	5,06	1832		25,8	3,27	844
	2—0,4 А	12,4	1,93	239	21,9	1,55	340	27,2	1,96	533			
		Б	7,5	1,55		116	10,0		1,18	118	11,0	0,77	85
G	>10	97—107	55,7	2,75	1532	71—120	42,8	5,21	2230	80—90	33,8	3,32	1122
	10—2		18,3	2,16	395		25,5	4,85	1237		20,2	3,18	1122
	2—0,4 А	12,5	3,44	430	19,0	3,35	637	25,8	2,83	642			
		Б	9,8	2,53		248	8,4		3,46	291	7,7	2,86	730
	<0,4 А	1,3	5,65	73	2,8	4,50	126	7,5	2,43	220			
		Б	2,4	4,87		117	1,5		4,85	73	5,0	2,38	182
	<0,4	3,7		190	4,3		199	12,5		119			
	<2	26,0		868	31,7		1127	46,0		301			
<10	34,3		1263	57,2		2364	66,2		1253				
Сумма			2795			4594			1893				

Особый интерес в почвообразовании представляют тонкодисперсные фракции. По генетическим горизонтам почв отмечается колебание содержания фракции 2—0,4 мк в пределах 17—22% в разрезе 8, 27—32% в разрезе 9, 30—39% в разрезе 10. Подвижный ил А преобладает в нижних горизонтах A<sub>2</sub>, B<sub>1g</sub> и G слабо- (12—13%) и средне- (19—22%) заболоченных почв и во всех горизонтах (19—27%) сильнозаболоченной почвы.

Илистые фракции (2—0,4 мк А и Б) отличаются наименьшим содержанием СаО (0,77—1,96%) в средних горизонтах A<sub>2</sub> и B<sub>1g</sub> всех разрезов. В пересчете на содержание фракций количество карбонатов в этих горизонтах колеблется в широких пределах — от 85 до 533 мг/100 г (чаще всего 115—131 мг/100 г).





Соразмерные илистые фракции верхних и нижних горизонтов содержат 2—3,6% СаО, но относительное количество их в подвижных (А) фракциях слабо- (193 мг/100 г) и средне- (285 мг/100 г) заболоченных почв уступает агрегированным (Б) фракциям (соответственно 310 и 346 мг/100 г).

В горизонте А<sub>2</sub> количество СаО в илистых фракциях А и Б почти равно (разрез 8—129—154 мг/100 г, разрез 9—115—126 мг/100 г).

В нижних горизонтах почв подвижность карбонатов, т. е. количество СаО в иле А, увеличивается: по горизонту В<sub>1г</sub> в разрезе 8 А — 239 мг/100 г, Б — 116 мг/100 г, а в разрезе 9 А — 340 мг/100 г, Б — 118 мг/100 г; по горизонту G в разрезе 8 А — 430 мг/100 г, Б — 248 мг/100 г, а в разрезе 9 А — 637 мг/100 г, Б — 291 мг/100 г.

В сильнозаболоченной почве с. Хорга все горизонты характеризуются значительным преобладанием карбонатов в подвижном иле А, соотношение количества их к СаО ила Б (в мг/100 г) по горизонтам равно: А<sub>1</sub>—719/418, А<sub>2</sub>—372/131, В<sub>1г</sub> — 533/85, G—720/220. Таким образом, преобладание карбонатов в подвижном иле разреза 10 увеличивается с глубиной от 2—3 раз в верхних до 4—5 раз в сильнооглеенных горизонтах.

Коллоидная фракция <0,4 мк в слабо заболоченной почве составляет 4—7% и значительно преобладает в горизонте А<sub>2</sub> (7%). В средне- и сильнозаболоченных почвах колоиды <0,4 мк составляют 10—15%. В разрезе 8 колоиды в основном (2,4—3%) агрегированные (Б), а в разрезах 9 и 10 содержание подвижных (А) колоидов увеличивается до 4,6—7,5%. Значительное преобладание фракции <0,4 мк в горизонте А<sub>1</sub> сильнозаболоченной почвы (14,7%) и одинаковое (7,5%) количество подвижных колоидов по всему профилю в сочетании с подавляющим преобладанием подвижного ила А (25—27%) над агрегированным илом Б (7,7—13,3%) свидетельствуют об интенсивном оглинении всех горизонтов.

Поведение связанных в колоидах карбонатов весьма своеобразно и отражает последовательность пофракционного перераспределения и разрушения их при заболачивании почв. Известно, что колоиды наиболее связаны с почвенным раствором (электролитом суспензий). В процессе нарастания восстановительных реакций и усиления активности протонов при заболачивании кальций концентрируется в колоидах А и Б глеевых горизонтов G слабо- (4,87—5,65%) и средне- (4,5—4,85%) заболоченных почв, по сравнению как с илистыми фракциями, так и с колоидами верхних горизонтов (1,83—3,24%) заболоченных почв.

При слабом заболачивании в подвижных колоидах разреза 8 меньше карбонатов: А<sub>1</sub>—45/71 мг/100 г, G—73/117 мг/100 г, а в среднезаболоченной почве наоборот: А<sub>1</sub>—113/99 мг/100 г, G — 126/73 мг/100 г. Коллоиды сильнозаболоченной почвы отличаются интенсивным вытеснением из них кальция (2,27—2,59%), но ввиду значительного содержания фракции < 0,4 мк (12,5—14,7%) и количество карбонатов здесь выше (301—357 мг/100 г), чем в колоидах слабо- (116—119 мг/100 г) и средне- (199—212 мг/100 г) заболоченных почв.

В результате наших исследований установлено, что унаследованный от колхидского аллювия первичный кальцит превращается в результате интенсивных окислительно-восстановительных реакций во вторичные формы, более «связанные» в почвенной плазме с подвижными глинистыми частичками. Подтверждением подвижности ила и колоидов при наличии в них 2—4% СаО служит натечная оптическая ориентировка глинисто-карбонатной плазмы вдоль пор и трещин [4]. Таким

образом, почвообразование в условиях интенсивного переувлажнения субтропиков отличается проявлением аناхронической совокупности признаков [5].

Научно-исследовательский институт  
 почвоведения, агрохимии  
 и мелиорации  
 МСХ ГССР

(Поступило 28.10.1976)

ნიადაგმცოდნეობა

ა. ბობროვიცი

კოლხეთის დაბლობის დაჭრაზე ნიადაგში გრანულომეტრიულ ფრაქციებში კალციუმის განაწილების თავისებურება

რეზიუმე

შესწავლილია გრანულომეტრიულ ფრაქციების განაწილების თავისებურება კოლხეთის ნიადაგების დაჭრაზე კარბონატების დაშლისთან დაკავშირებით.

SOIL SCIENCE

A. V. BOBROVITSKI

PECULIARITIES OF CALCIUM DISTRIBUTION IN THE  
 GRANULOMETRIC FRACTIONS OF THE BCGGED LANDS  
 OF THE KOLKHETI LOWLANDS

Summary

The paper deals with the peculiarities of the distribution of the granulometric fractions depending on the destruction of carbonates under the bogging up of the Kolkheti Lowlands.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Перельман. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М., 1972.
2. А. Д. Овчаренко. Почвоведение, № 12, 1974.
3. А. В. Бобровицкий. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976.
4. А. В. Бобровицкий. Труды НИИ почвоведения, агрохимии и мелиорации, т. XVI. Тбилиси, 1975.
5. Б. Б. Полюнов. Избр. труды. М., 1956.

Р. К. КВАЧАКИДZE

## НОВЫЕ АССОЦИАЦИИ ВЫСОКОГОРНОГО БУКОВОГО ЛЕСА ИЗ ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИ

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 23.9.1976)

Букняк (*Fagus orientalis* Lipsky) — одна из главных формаций летнезеленого леса Кавказа — в настоящее время изучен довольно хорошо. Однако детальные геоботанические исследования отдельных горных регионов дают новые интересные и ценные материалы для полного выявления специфики ценотической структуры и динамики развития букового леса.

Нами в 1976 г. в Верхней Сванети, в частности, в верховьях р. Тхеиши (бассейн Ураши, одного из притоков р. Тхеиши), были описаны ассоциации букового леса, не известные до настоящего времени в лесоводственной и ботанической литературе.

Р. Тхеиши — левый приток р. Ингури. Бассейн ее расположен на северном склоне Мингрельского хребта. Тхеиши и его притоки (Каслети, Квешби, Тхеиши, Ураши) берут начало в субальпийской полосе вышеупомянутого хребта. Впадает Тхеиши в Ингури у с. Хаиши, на уровне 580 м абсолютной высоты.

Господствующая форма рельефа бассейна р. Тхеиши эрозивная; в верхней части бассейна, до лесной границы, спускаются трюги, выработанные льдами четвертичного периода [1].

Растительность бассейна типично колхидская. Из лесов преобладают пихтовые и буково-пихтовые формации, сменяющиеся выше 1800—1900 м н. у. м. высокогорными (субальпийскими) буково-пихтовыми, буковыми и березовыми лесами. Верхние пределы лесов, образованные буковыми и березовыми криволесьями, достигают 2300—2350 м н. у. м. В бассейне широкого распространения достигают высокогорные (субальпийские, альпийские) луга. На вершинах Мингрельского хребта выражен пояс субнивальная растительности.

Обращает на себя внимание широкое распространение чистого букового леса в верхней части бассейна, в частности, в бассейне Ураши. Здесь, в высокогорном и субальпийском поясах (выше с. Земо-Веди) встречаются большие массивы прямостоящего, малоизмененного хозяйственной деятельностью человека букового леса.

Типологическая структура урашского букового леса довольно разнообразна. Преобладают колхидские ассоциации лесов, в частности, букняки с подлесками из кавказской черники (*Fagetum arctostaphylosum*), понтийского рододендрона (*Fagetum pontico-rhododendronosum*), азалии (*Fagetum azaleosum*). Представлены и широко распространенные ассоциации букового леса: букняк горноовсяницевый (*Fagetum festucosum*), букняк папоротниковый (*Fagetum filicosum*).

В этих же массивах букowego леса довольно часто встречаются ассоциации с ожикой (*Luzula silvatica* (Huds.) Caud.), с голным доминированием ее в травяном покрове или с значительным гримешиванием.

Ареал вышеотмеченного вида ожики на Кавказе довольно узок. Распространена она в Западной Грузии — в лесах и по опушкам лесов в горах Абхазии, Сванети и Мингрелии [2, 3]. На значительную цено-тическую роль ожики в наших горных лесах первым обратил внимание В. А. Ссорин [4], выделивший в западной части Верхней Сванети тип пихтового леса в травяном покрове с доминированием ожики. Позднее в том же регионе пихтарник—ожиковый был отмечен А. Г. Долухановым [5]. Что касается букняка с синузией ожики, как отмечено выше, в литературе он не упоминается.

Цено-тические позиции ожики в урашских массивах букowego леса неодинаковы. Можно выделить три варианта:

1. Ожика в травяном покрове леса достигает полного господства (ассоциация *Fagetum luzulosum*).
2. Содоминантом ожики является мятлик *Poa nemoralis* L. (ассоциация *Fagetum luzuloso-poomum*).
3. В лесу в месте с синузией ожики хорошо развита и синузия подлеска из азалии (ассоциация *Fagetum azaleoso-luzulosum*).

Ассоциация *Fagetum luzulosum* типично высокогорная: встречается она выше 1750—1800 м н. у. м. и достигает верхнего предела распространения прямоствольного букowego леса — до 2100—2150 м н. у. м. Приуроченность к определенной экспозиции не наблюдается: фитоценозы этой ассоциации занимают большие площади на склонах всех экспозиций (меньше всего на северной) с наклоном в пределах 25—45°, на свежих бурых лесных почвах преимущественно средней мощности (35—60 см). Над почвой хорошо развит мертвый покров мощностью 2—4 м, постепенно переходящий в гумусовый горизонт почвы.

Древостой чисто буковый. Единично примешаны граб (*Carpinus caucasica*), высокогорный клен (*Acer Trautvetteri*), береза Литвинова *Betula Litwinowii*), рябина кавказорodная (*Sorbus caucasigena*). Полнота средняя — 0,5—0,6. Средняя высота деревьев главного полога 14—18 м, средний диаметр стволов 25—33 см. Средний возраст деревьев главного полога 70—90 лет. Бонитет IV (V). 30—40% стволов искривлены у основания (из-за механического воздействия снега в стадии подростa).

Подлесок не развит. Малыми группами местами встречаются *Vaccinium arctostaphylos*, *Rhododendron luteum*, реже *Daphne pontica*, *Evo-nymus europea*, *Ribes Biebersteinii*, *Vaccinium myrtillus*, *Viburnum opulus*.

Травяной покров развит хорошо, достигая в среднем 60—70% проективного покрытия почвы. Доминирует ожика ( $cop_3 - cop_2$  *Luzula silvatica*), популяция которой оптимально развивается в данных условиях среды. Вегетативная масса ожики составляет 70—80% от всей массы травостоя живого покрова леса. Из других растений травяного покрова характерны *cop. - sp* *Asperula odorata*, *Brachypodium silvaticum*, *Cicerbita petiolata*, *Convallaria transcaucasica*, *Dentaria bulbifera*, *Dryopteris filix mas*, *Euphorbia macroceras*, *Festuca montana*, *Fragaria vesca*, *Ceranium silvaticum*, *Orob. aureus*, *Oxalis acetosella*, *Paeonia*





*Steviana, Paris incompleta, Poa nemoralis, Polygonatum glaberrimum, Polystichum lonchitis, Prenanthes purpurea, Rubus hirtus, Senecio propinquus, Valeriana tiliaefolia*. На стволах деревьев и на камнях встречаются обычные лесные мхи и лишайники: *Dicranum scoparium, Isotecium myurum, Lesseurea mutabilis, Usnea* sp.

Естественное возобновление лесных фитоценозов данной ассоциации семенное. Подрост приурочен к окнам и более разреженным участкам леса. Количество подроста достаточно для нормального воспроизводства леса (1300—1800 экз. на 1 га).

Вторая ассоциация той же (ожиковой) группы — *Fagetum luzuloso-poosum* экологически значительно отличается от предыдущей. Развивается она на склонах южной экспозиции с большим наклоном ( $>30^\circ$ ). Субстрат здесь сравнительно сухе, почвы отличаются большой скелетностью, материнские породы часто выходят на поверхность.

Состав и таксационные показатели древостоя этой ассоциации букового леса мало отличаются от предыдущей ассоциации. В травяном покрове вместе с ожикой доминирует мятлик. Сравнительно повышена ценотическая роль растений, более устойчивых в условиях недостаточной почвенной влажности (*Campanula alliariaefolia, Digitalis ciliata, Sedum stoloniferum, Stellaria graminea*).

Лесные ценозы этой ассоциации, часто граничащие с летними пастбищами, сильнее испытывают влияние пасторального фактора (крупный рогатый скот цаленджихских общественных хозяйств). В связи с этим, естественное семенное возобновление значительно ухудшено: подрост поврежден скотом, активизированы эрозионные процессы.

Третья ассоциация — *Fagetum azaleoso-luzulosum* приурочена в основном к повышенному мезорельефу склонов, преимущественно более освещенных, с малоразвитыми, скелетными почвами. Она является промежуточной (переходной) между *Fagetum luzulosum* и *Fagetum azaleosum*.

Древостой и здесь чисто буковый, V бонитета. Хорошо развит подлесок с преобладанием азалии (*Rhododendron luteum*). Примешаны в малом количестве *Vaccinium arctostaphylos, V. myrtillus, Viburnum pulus*. Сомкнутость подлеска средняя, проективное покрытие почвы в среднем 35—50%. Под синузией азалии развит травяной покров с господством ожики, достигающий 30—40% проективного покрытия почвы. Возобновление бука здесь преимущественно вегетативное — прижизненной порослью.

Все описанные ассоциации можно объединить в одну группу ассоциаций — ожиковая бучина (*Fageta luzulosa*).

Относительно генезиса ожиковых бучин можно сказать следующее: несмотря на территориальную близость с пихтарниками, генетической связи ожиковых бучин с викарирующими (близнецовыми) пихтовыми ассоциациями не наблюдается. Описанные нами буковые ассоциации являются первичными, сформированными внедрением ожики в

первичные высокогорные буковые насаждения. Таким образом, их следует отнести к колхидской группе коренных ассоциаций букового леса Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 23.9.1976)

ბოტანიკა

რ. კვაჩაკიძე

მაღალმთის წიფლნარის ახალი ასოციაციები ზემო სვანეთიდან

რეზიუმე

ზემო სვანეთში, მდ. ენგურის მარცხენა შენაკადის — თხემის სათავეებში (ურაშის აუზი) აღწერილია მაღალმთის წიფლნარის სამი ახალი ასოციაცია: წიფლნარ-ისლურიანი (*Fagus orientalis*, *Luzula silvatica*), წიფლნარ-ისლურიან-თივაქასრიანი (*F. orientalis*, *L. silvatica*, *Poa nemoralis*), წიფლნარ-იელიან-ისლურიანი (*F. orientalis*, *Rhododendron luteum*, *L. silvatica*). მოცემულია თითოეული ასოციაციის მოკლე ვეგეობოტანიკური დახასიათება.

აღწერილ ასოციაციებს ავტორი აკუთვნებს კავკასიის წიფლნარების ძირეულ ასოციაციათა კოლხურ ჯგუფს.

BOTANY

R. K. KVACHAKIDZE

## NEW ASSOCIATIONS OF ALPINE BEECH FOREST FROM UPPER SVANETI

### Summary

Three new associations of the Alpine beech forest have been found and described in Upper Svaneti in the basin of Tkheishi river, left tributary of the Inguri. These associations are: *Fagetum luzulosum* (*Fagus orientalis*, *Luzula silvatica*), *Fagetum luzuloso-poosum* (*F. orientalis*, *L. silvatica*, *Poa nemoralis*), *Fagetum azaleoso-luzulosum* (*F. orientalis*, *Rhododendron luteum*, *L. silvatica*). A brief geobotanical description of each association is given.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Маруашвили. Физическая география Грузии. Тбилиси, 1964.
2. А. А. Гроссгейм. Определитель растений Кавказа. М., 1949.
3. Определитель растений Грузии, 2. Тбилиси, 1969.
4. В. А. Ссорин. Бот. ж., 36, № 5, 1951.
5. А. Г. Долуханов. Темнохвойные леса Грузии. Тбилиси, 1964.

ბ. ნასვილაშვილი

საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშების  
ბინებიკური სტრუქტურა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკარელევიჩმა 5.10.1976)

საქართველოში, ხორბლის მთელ რიგ უნიკალურ სახეობათა (*T. timophevi*, *T. georgicum*, *T. macha*, *T. zhukovskiyii* და სხვა) წარმოშობის სამშობლოში, ჩამოყალიბდნენ ეკონომიურად მეტად მნიშვნელოვანი სახეობის *T. aestivum* თავისებური ჯიშ-პოპულაციები, რომლებიც ერთმანეთისაგან მკვეთრად განირჩევიან ფიზიოლოგიური და მორფოლოგიური თვისებებითა და ნიშნებით.

საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშების ტეტრაპლოიდურ (*T. durum*, *T. turgidum*, *T. persicum*, *T. polonicum*, *T. dicoccoides*) და ჰექსაპლოიდურ (*T. macha*, *T. zhukovskiyii*) სახეობებთან თანმიმდევრული ციკლური შეჯვარების საფუძველზე დავადგინეთ რბილი ხორბლის ზოგიერთი ძირითადი ჯიშის გენეტიკური სტრუქტურა.

1. ქართლის თეთრი დოლის პური (*V. erythrospermum*) ხასიათდება მარცვალში ცილის მაღალი შემცველობის, თავთავიდან მარცვლის ძნელად გამოღეწვის და მარცვლის ცვენადობისადმი გამძლეობის გამაპირობებელი გენებით. მისი გენოტიპი ატარებს ჰიბრიდული ნეკროზის გენს და ამ გენის მიმართ ეს ჯიში ჰეტეროგენურია. ძირითადად ატარებს დომინანტურ გენს  $Ne_1$ , მაგრამ მის ზოგიერთ ინდივიდში გამოვლენილ იქნა გენი  $Ne_2$ . ნეკროზის გენის პარალელურად მის გენოტიპშია წითელი ჰიბრიდული ქლოროზის დომინანტური გენი  $Ch_2$ , და ამ გენის მიმართ ეს ჯიში ჰომოგენურია [1—4].

2. ქართლის წითელი დოლის პურის (*V. ferrugineum*) გენეტიკური სტრუქტურა ისეთივეა, როგორც ჰქვს ქართლის დოლის პურს. მისი გენოტიპი ატარებს აგრეთვე შედარებით ფართოფოთლიანობისა და მსხვილ-მარცვლიანობის გამაპირობებელ გენებს.

3. დოლის პური 35—4 (*V. erythrospermum*) ხასიათდება ისეთივე გენოტიპით, როგორც ახასიათებს ქართლის თეთრ დოლის პურს, ხოლო მის გენოტიპში დამატებით გამოვლენილია ფერტილურობის აღმდგენელის გამაპირობებელი გენი  $Rf$  და ჰიბრიდული ქონდარობის გენი  $D_1$ .

4. ახალციხის წითელი დოლის პური (*V. ferrugineum*) გენოტიპში ატარებს ისეთივე გენებს, როგორც აღნიშნული იყო ქართლის თეთრ და წითელ დოლის პურში, მაგრამ ამ ორი ჯიშისაგან განსხვავებით მის გენოტიპში გამოვლენილ იქნა ცილაში შეუცვლელი ამინომჟავის ლოზინის გადიდებული შედგენილობის და ზამთარგამძლეობის გამაპირობებელი გენები.

5. კახური დოლის პური (*V. erythrospermum*) ხასიათდება მსხვილ-და შედარებით უხეშთავთავიანობის, ფართოფოთლიანობის, სწრაფი განვითარების და ადრეულობის, სოკოვანი დაავადებისადმი მიმდებიანობის, მარცვალში ცილის მაღალი შემცველობის გამაპირობებელი გენებით. ეს ჯიში ნეკროზის და ქლოროზის გენების მიხედვით ჰომოგენურია და მისი გენოტიპი ატარებს  $Ne_2$ ,  $Ch_2$  და ჰიბრიდული ქონდარობის  $D_1$  გენებს.

6. ხულუგო (*V. lutescens*) ხასიათდება მტკიცე-, მოკლედეროიანობის, ჩაწოლისადმი და დაავადებისადმი გამძლეობის, თავთავიდან მარცვლის ადვილად გამოღეწვის და ცილაში ლიზინის გადიდებული შედგენილობის გამაპირობებელი გენებით. ჰომოგენურია ნეკროზის და ქლოროზის დომინანტური გენების მიხედვით და მისი გენოტიპი ატარებს  $Ne_2$ ,  $Ch_2$  და ჰიბრიდული ქონდარობის  $D_1$  გენებს.

7. ლაგოღეხის გრძელთავთავა (*V. lutescens*) ხასიათდება გრძელ- და ფართოფოთლიანობის, გრძელთავთავიანობის, მსხვილმარცვლიანობის, ჩაწოლისადმი მიდრეკილების, სოკოვანი დაავადებების მიმართ მიმდებიანობის, ცილაში შეუცვლელი ამინომჟავის ტრიპტოფანის გადიდებული შედგენილობის გამაპირობებელი გენებით. ეს ჯიში ჰომოგენურია ნეკროზის და ქლოროზის გენების მიხედვით. მისი გენოტიპი ატარებს დომინანტურ  $Ne_2$  და  $Ch_2$  გენებს.

8. თეთრი ფქვილი (*V. erythrospermum*) ხასიათდება თავთავში და თავთუხში მრავალ- და მსხვილმარცვლიანობის, მსხვილთავთავიანობის, მაღალ- და მტკიცედეროიანობის, მოკლედეროიანობის, ჩაწოლისადმი და სოკოვანი დაავადებების მიმართ გამძლეობის, მარცვალში მაღალცილიანობის გამაპირობებელი გენებით. ეს ჯიში ჰომოგენურია ნეკროზის და ქლოროზის გამაპირობებელი დომინანტური გენების მიხედვით. მისი გენოტიპი ატარებს  $Ne_2$ ,  $Ch_2$  და ჰიბრიდული ქონდარობის  $D_1$  გენებს. ასეთივე გენოტიპით ხასიათდება კორბოლის თეთრი დოლის პური (*V. erythrospermum*).

ჩვენს მიერ ჩატარებული გენეტიკური გამოკვლევებით დადგინდა, რომ საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშების გენოტიპი ატარებს პრაქტიკულ-სამეურნეო და სელექციურ-გენეტიკური თვალსაზრისით მეტად ძვირფასი ნიშნების და თვისებების გამაპირობებელ გენებს. მათ გენოტიპში გამოვლენილ იქნა დაავადებებისადმი გამძლეობის, მოკლედეროიანობის, ჩაწოლისადმი გამძლეობის, მტკიცედეროიანობის, ფერტილურობის აღმდგენლის, მომწიფებისას მარცვლის ცვენადობისადმი გამძლეობის, ადვილად გამოღეწვის, სწრაფი განვითარების, მარცვალში ცილის მაღალი შემცველობის, ცილაში შეუცვლელ ამინომჟავათა ლიზინის და ტრიპტოფანის გადიდებული შედგენილობის გამაპირობებელი გენები. ამ გენების პარალელურად მათ გენოტიპში გვხვდება ჰიბრიდული ნეკროზის, წითელი ჰიბრიდული ქლოროზის და ჰიბრიდული ქონდარობის გამომწვევი კომპლემენტარული დომინანტური გენები. მათ გენოტიპში ამ უკანასკნელი გენების არსებობა თვით ამ ჯიშების შენარჩუნების გენეტიკური ფაქტორია და ამ თვალსაზრისით ამ გენების არსებობა მათ გენოტიპში დადებითად უნდა ჩაითვალოს.

ამრიგად, საქართველოს რბილი ხორბლის აბორიგენული ჯიშები მთელი რიგი ძვირფასი ნიშან-თვისებების გამაპირობებელი გენების „ბანკია“, და წარ-



მოადგენენ საუკეთესო გენეტიკურ წყაროს თანამედროვე ინტენსიური ტიპის ჯიშების მისაღებად.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 8.10.1976)

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

П. П. НАСКИДАШВИЛИ

### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АБОРИГЕННЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ГРУЗИИ

#### Резюме

При изучении аборигенных сортов мягкой пшеницы Грузии было установлено, что эти сорта являются носителями как отдельных полезных генов, определяющих устойчивость к грибным заболеваниям (*Хулуго*), короткостебельность (*Хулуго*, *Долис Пури 35—4*, *Кахури Долис Пури*, *Тетри Ипки*), восстановление фертильности (*Долис Пури 35—4*), высокобелковость (*Ахалцихис цители Долис Пури*, *Картлис Долис Пури*, *Тетри Ипки*), повышенное содержание незаменимых аминокислот лизина (*Ахалцихис цители Долис Пури*, *Хулуго*) и триптофана (*Лагодехис грдзелтаვა*), так и некоторых бесполезных в селекционном отношении генов (некроза, хлороза и гибридной карликовости).

Таким образом, аборигенные сорта мягкой пшеницы Грузии являются «банком» генов, определяющих ряд ценных признаков и свойств, и лучшим генетическим источником для создания интенсивных сортов пшеницы.

## GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI

### GENETIC STRUCTURE OF THE ABORIGINAL VARIETIES OF SOFT WHEAT OF GEORGIA

#### Summary

A study of the aboriginal varieties of Georgian soft wheat has revealed that these varieties are the carriers of individual useful genes determining resistance to fungous diseases (*Khulugo*), shortstem (*Khulugo*, *Dolis-puri 35-4*, *Kakhuri*, *Tetri-ipkli*) restoration of fertility (*Dolis-puri 35-4*), high protein content (*Akhaltisikhis tsiteli dolis-puri*, *Kartlis dolis-puri*, *Tetri ipkli*), increased content of irreplaceable amino-acids of lysine (*Akhaltisikhis tsiteli dolis-puri*, *Khulugo*) and of tryptophan (*Lagodekhis grdzeltavtava*) as well as of some unuseful genes (of necrosis, chlorosis and hybrid dwarfness).

Thus the aboriginal varieties of Georgian soft wheat constitute a repository of genes determining a number of valuable characters and properties, constituting the best genetic source for the creation of intensive varieties of wheat.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Декапрелевич, П. П. Наскидашвили. Генетика, 7, 3, 1971.
2. Л. Л. Декапрелевич, П. П. Наскидашвили. Генетика, 9, 8, 1973.
3. П. П. Наскидашвили. Труды Грузинского с.-х. ин-та, сер. «Биология, агрономия, лесоводство», т. XXXVIII, 1974.
4. Ц. Ш. Самадашвили. Автореферат. Канд. дисс. Тбилиси, 1976.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

О. К. АХМЕТЕЛАШВИЛИ

### ВЫЯСНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВОДЯЩИХ НЕРВНЫХ ПУТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 8.10.1976)

Как известно, центральная нервная система обладает способностью к единой интегративной деятельности, которая осуществляется посредством многочисленных нервных путей, связывающих отдельные участки мозга. Эти связи организованы горизонтальными и вертикальными путями, существование которых подтверждается как морфологическими [1—3], так и физиологическими исследованиями.

В нашей работе с помощью вызванных ответов (на прямое электрическое раздражение коры) мы стремились выяснить характер организации ассоциационных комиссуральных и проекционных нервных связей прореальной извилины с остальными участками коры и некоторыми подкорковыми образованиями.

Эксперименты проводились в трех сериях на кошках в условиях острого опыта. Для активизации афферентных и эфферентных прямых и не прямых нервных связей прореальной извилины определенного типа опыты проводились под наркозом двух различных видов действия на центральную нервную систему (нембутал, хлоралоза) и на ненаркотизированных препаратах, обездвиженных тубарином.

Нембуталовый и хлоралозовый наркозы (40—45 мг/кг применялись в первых двух сериях опытов. В этих же сериях, во избежание подкорковой афферентной активности, в отдельных опытах использовалась методика нейрональной изоляции коры [9] и, кроме того, в ряде случаев — перерезка коры в области прореальной извилины на уровне серого и белого веществ.

В третьей серии опыты ставились на ненаркотизированных препаратах и в основном изучались взаимосвязь прореальной извилины с подкорковыми структурами.

Для раздражения глубинных структур мозга применялись спаренные константановые электроды с фабричной изоляцией, диаметр которых достигал 0,2—0,3 мм. В подкорковых образованиях электроды вживлялись с помощью стереотаксического прибора.

В опытах первой и второй серий с прямым раздражением поверхности коры использовались биполярные серебряные электроды с диаметром кончика 0,3 мм и межполюсным расстоянием 0,7—1,5 мм. Отводящие поверхностные электроды во всех сериях опытов были идентичны поверхностным раздражающим электродам.

Для изучения медиальной поверхности одного полушария производилось полное удаление другой половины мозга.

Во всех опытах электрическое раздражение производилось прямоугольными стимулами с универсального стимулятора типа ЭСУ-1. Длительность раздражающих импульсов менялась от 0,1 до 1 м/сек. Потенциалы усиливались усилителями переменного тока при постоянном

времени 0,3 сек. Регистрация производилась посредством катодного осциллографа типа VC-7A фирмы «Nipon Konden».

Опыты с применением нембуталового наркоза показали, что прореа с некоторыми извилинами ипсилатеральной поверхности коры больших полушарий (нижнекорональная, орбитальная, сильвиевая, заднелатеральная, заднеэктосильвиевая, поясная) связана прямыми ассоциационными эфферентными и афферентными нервными волокнами, которые организованы в белом веществе коры больших полушарий. Право на такое суждение нам дают результаты опытов и анализ корковых вызванных ответов (длительность латентных периодов, перерезка коры на уровне серого и белого веществ, фазовый состав вызванного ответа).

Данные, полученные с применением хлоралозового наркоза, позволили выявить те нервные пути прореальной извилины, обнаружить которые нембуталовым наркозом нам не удалось. Например, передние и задние части сигмоидальной извилины оказались связанными с прореальной извилиной полисинаптическими нервными волокнами, которые проходят через серое вещество. Орбитальная, коронарная, сильвиевая, эктосильвиевая, супрасильвиевая и латеральная извилины связаны с прореальной извилиной не только сравнительно длинными ассоциационными нервными волокнами, которые обнаружались в опытах с нембуталовым наркозом, но и полисинаптическими нервными волокнами, проходящими через подкорковые структуры. Из медиальной поверхности полушария прореальная извилина имеет двусторонние связи с супраспленниальной, постспленниальной, спленниальной, преспленниальной извилинами с передней частью сигмоидальной извилины.

В третьей серии опытов мы изучали проекционные нервные пути между прореальной извилиной и некоторыми физиологически важными образованиями таламических ядер и лимбической системы [9]. Результаты опытов, полученные как нами, так и другими авторами [10], показали, что из таламических ядер прореа связана двусторонними нервными путями с центромедиальным (СМ), дорзомедиальным (ДМ) ядрами, внутренним коленчатым телом (ГМ) и задне-вентро-латеральным (ВПЛ) ядром. Что касается лимбических образований, выяснилось следующее: двусторонние связи прореальной извилины имеет с поясной извилиной. Кроме того, прореа афферентные связи получают от вентрального и дорзального гиппокампа.

Кроме вышеописанных ассоциационных и проекционных нервных путей, нами изучалась комиссуральная нервная связь между прореальными извилинами. Посредством транскаллозальных ответов нам удалось установить, что прореальные извилины связаны между собой полисинаптическими комиссуральными нервными волокнами, которые расположены симметрично и проходят через переднюю часть мозолистого тела, в сравнительно глубоких слоях коры.

Сравнивая результаты, полученные применением наркозов двух различных типов и на ненаркотизированных препаратах, можно заключить следующее: прореальная извилина коры больших полушарий связана с некоторыми областями коры тремя видами проводящих систем: 1) корково-корковой (интракортикальной) полисинаптической организованной в сером веществе коры больших полушарий; 2) корково-корковой моносинаптической, организованной в белом веществе коры и осуществляемой сравнительно длинными нервными волокнами ассоциационного типа; 3) корково-подкорково-корковой полисинаптической, которая проходит через подкорковые структуры и в организации которой участвуют длинные проекционные полисинаптические нервные волокна.



Все приведенные системы организованы по принципу взаимного перекрытия (рис. 1). Предполагаемая организация описанных нами нерв-

**Прореальная,  
извилина**

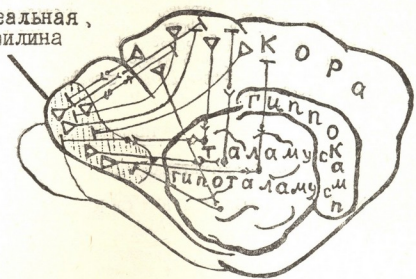


Рис. 1. Схематическое изображение организации нервных связей прореальной извилины с корой и подкорковыми образованиями

ных связей прореальной извилины на корковом уровне подтверждается морфологическими работами последнего времени [11], в которых почти аналогичные проходящие нервные пути найдены между зрительными и слуховыми анализаторами.

На основании вышесказанного можно заключить следующее: прореальная извилина, которая входит в состав лобных долей и является ассоциативным полем коры больших полушарий, характеризуется различной организацией афферентных и эфферентных функциональных нервных путей. С помощью этих путей она тесно связана как с корковыми участками, так и с подкорковыми образованиями большого мозга. Надо полагать, что именно такая тесная связь прореа с остальными участками мозга способствует осуществлению тех сложных функций, которые приписываются этой извилине в последнее время [12].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.10.1976)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ო. ახმეტელაშვილი

თავის ტვინის გამტარი ნერვული გზების ორგანიზაციის  
გამორკვევა

რეზიუმე

მწვავე ცდებში ნემბუტალითა და ქლორალთით დანარკოზებულ კატებზე და ტუბარინით გაუმოძრავებელ პრეპარატზე შევისწავლეთ პრორეალური ხვეულის ნერვული კავშირების ორგანიზაცია. აღმოჩნდა, რომ პრორეალური ხვეული ქერქის სხვადასხვა უბნებს უკავშირდება სამეგვარი გამტარი სისტემით. ეს სისტემებია: 1) ქერქულ-ქერქული (ინტრაკორტიკალური), პოლი-

სინაფსური, გამტარი სისტემა, რომელიც ორგანიზებულია ნახევარსფერობის ქერქის რუხ ნივთიერებაში. 2) ქერქულ-ქერქული, მონოსინაფსური, რომელიც ორგანიზებულია ქერქის თეთრ ნივთიერებაში და წარმოდგენილია შედარებით გრძელი ასოციაციური ბოჭკოებით. 3) ქერქულ-ქერქვეშა-ქერქული პოლისინაფსური გამტარი სისტემა, რომელიც ვადის ქერქვეშა სტრუქტურებზე და რომლის ორგანიზაციაშიც მონაწილეობენ გრძელი პოლისინაფსური პროექციული ნერვული ბოჭკოები.

ყველა ზემოთ აღნიშნული სისტემა ქერქის დონეზე ურთიერთგადაფარვის პრინციპითაა ორგანიზებული.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

O. K. AKHMETELASHVILI

### INVESTIGATION OF THE ORGANIZATION OF NEURAL CONNECTIONS IN THE BRAIN

#### Summary

The organization of the neuronal connections of the proreal gyrus was studied in acute experiments involving chloralised and nembutalized cats immobilized with tubarin.

The proreal gyrus was found to be connected with other cortical areas by three conducting systems, *viz.*

I. Cortico-cortical (intracortical) polysynaptic conducting system organized in the grey matter of the cortical hemispheres.

II. Monosynaptic cortico-cortical system organized in the white matter and effected by comparatively long associative fibres.

III. Cortico-subcortico-cortical polysynaptic conducting system passing throughout the subcortical structures. Long polysynaptic projectional fibres take part in the organization (formation) of this system.

These systems overlap each other on the cortical level.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Kawamura, K. Otani. J. Comp. Neurol. 39, 1970, 423.
2. M. Meyer. Brain. 72, 3, 1949, 265.
3. О. Загер. Межучочный мозг. Бухарест, 1962.
4. И. Т. Асмаев. Матер. XV науч. конфер. физиологов, биохимиков и фармакологов юга РСФСР. Махачкала, 1965.
5. А. Б. Коган. Сб. «Центральные и периферические механизмы нервной деятельности». Ереван, 1966, 254.
6. O. K. Akhmetelashvili. Сообщения АН ГССР, 66, № 3, 1972.
7. Н. Г. Эристави. Сообщения АН ГССР, 69, № 1, 1973.
8. М. М. Хананашвили. Физиол. ж. СССР, 47, 5, 1961.
9. O. K. Akhmetelashvili, Т. К. Иоселиани. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973.
10. Н. Г. Эристави. Сообщения АН ГССР, 65, № 3, 1972.
11. А. С. Ионтов и др. Очерки по морфологии связей центральной нервной системы. Л., 1972.
12. И. С. Бериташвили. Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение. М., 1974.

Л. Г. ЦАКАДЗЕ, Н. И. КОШОРИДZE

## НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>-СТИМУЛИРУЕМАЯ АТФаза ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометиани 30.9.1976)

В последнее время в литературе появились данные, указывающие на наличие Mg<sup>++</sup>-активируемой, НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>-стимулируемой АТФазы (НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>-АТФаза) в мембранных фракциях различных тканей [1—4]. Предполагается участие этого фермента в активном транспорте ионов НСО<sub>3</sub><sup>-</sup> через клеточную мембрану.

В данной работе предпринята попытка изучения взаимосвязи НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>-АТФазы с системой Na, K-АТФазы, лежащей в основе механизма активного транспорта ионов натрия и калия.

Объектом исследования служили субклеточные фракции головного мозга крыс, получаемые по ранее описанной нами методике [5, 6]. В тексте приняты следующие обозначения: микросомальная фракция — P<sub>3</sub> (0,32); грубая митохондриальная фракция — P<sub>2</sub>W<sub>p</sub> (1,4); фракция, богатая миелином — P<sub>2</sub>W<sub>p</sub> (0,7—0,3); различные мембраны, полученные после осмотического шока фракции синапсом: P<sub>2</sub>W<sub>p</sub> (1,4—1,2), P<sub>2</sub>W<sub>p</sub> (1,2—0,9), P<sub>2</sub>W<sub>p</sub> (0,9—0,7). В скобках указана молярность сахарозы в слоях, между которыми собирались частицы данной фракции.

Белок определялся по Лоури [7]. Ферментные препараты хранились при -20°C. АТФазная активность измерялась при 37°C, в области линейной зависимости количества образовавшегося продукта от времени инкубации. Реакция начиналась добавлением АТФ (2,5 мМ) и останавливалась трихлоруксусной кислотой (конечная концентрация 4%) при одновременном охлаждении до 2—3°. Количественное содержание распавшегося АТФ не превышало 20% его начальной величины. Активность Na, K-АТФазы определялась как оубаинчувствительная часть суммарной АТФазы с использованием раствора оубаина в концентрации 0,2 мМ. Реакционная среда (2,5 мл) содержала следующие соединения: NaCl (120 мМ), KCl (20 мМ), MgCl<sub>2</sub> (2,5 мМ), трис HCl (30 мМ pH 7,8). НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>-АТФазная активность измерялась как разность между активностью препарата в среде с различной концентрацией NaHCO<sub>3</sub> (или KHCO<sub>3</sub>) и в среде, содержащей вместо NaHCO<sub>3</sub> (или KHCO<sub>3</sub>) NaCl или KCl. Реакционная среда в обоих случаях содержала также MgCl<sub>2</sub> (2,5 мМ) и трис HCl (30 мМ, pH 7, 8). Предварительная проверка pH инкубационной среды при наличии карбоксильных ионов показала, что наблюдаемые изменения незначительны. Сродство ферментной системы к катионам определялось методом двойных обратных величин. Данные обрабатывались статистически с использованием распределения Стьюдента.

Выяснилось, что максимальная активность НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>-АТФазы достигается при концентрации аниона 40—60 мМ. В зависимости от pH она

имеет два максимума (при рН 7,7 и 8,5), что согласуется с литературными данными [8, 9]. С целью создания оптимальных условий как для  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазы, так и для  $\text{Na, K}$ -АТФазы в последующих экспериментах использовался буфер с рН 7, 8.

В таблице приведены данные распределения  $\text{Na, K}$ -АТФазы и  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазы в различных субклеточных фракциях. Максимальной  $\text{Na, K}$ -АТФазной активностью обладают фракции  $\text{P}_2\text{W}_p$  (1,2—0,9),  $\text{P}_2\text{W}_p$  (0,9—0,7) и микросомальная фракция, причем  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазная активность в данных фракциях является недостоверной. Максимальной  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазной активностью обладает грубая митохондриальная фракция, не имеющая практически  $\text{Na, K}$ -АТФазной активности. В подтверждение локализации  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазы в митохондриях можно привести данные [10], указывающие на положительную корреляцию между распределением данного фермента и сукциндегидрогеназы в субклеточных фракциях.

Распределение  $\text{Na, K}$ -АТФазной и  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазной активности в различных субклеточных фракциях

Фракция	$\text{Na, K}$ -АТФаза, %	$\text{HCO}_3^-$ -АТФаза, %
$\text{P}_2\text{W}_p$ (— 1,4)	$4 \pm 2,5$	$27 \pm 3,4$
$\text{P}_2\text{W}_p$ (1,4 — 1,2)	$32 \pm 3,7$	$20 \pm 2,8$
$\text{P}_2\text{W}_p$ (1,2 — 0,9)	$100 \pm 2,4$	$4 \pm 1,8$
$\text{P}_2\text{W}_p$ (0,9 — 0,7)	$82 \pm 4$	$2 \pm 1,5$
$\text{P}_2\text{W}_p$ (0,7 — 0,5)	$22 \pm 2,2$	$4 \pm 2$
$\text{P}_3$ (0,32)	$40 \pm 3$	$5 \pm 1,5$

Видимо, не наблюдается взаимосвязи между распределением  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазы и  $\text{Na, K}$ -АТФазной системой. Фракции, обладающие высокой активностью одного фермента, характеризуются низкой активностью другого и наоборот. На основании вышесказанного  $\text{HCO}_3^-$ -АТФаза не может являться составной частью сложной системы  $\text{Na, K}$ -АТФазы.

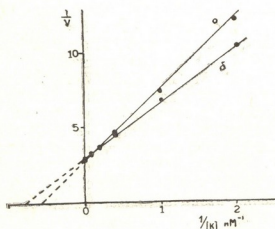


Рис. 1. Влияние  $\text{HCO}_3^-$  на сродство  $\text{Na, K}$ -АТФазы к ионам  $\text{K}$ : а — без ионов  $\text{HCO}_3^-$ , б — в присутствии ионов  $\text{HCO}_3^-$

В процессе выяснения взаимосвязи между  $\text{HCO}_3^-$ -АТФазой и  $\text{Na, K}$ -АТФазой оказалось, что активность аннионстимулируемой АТФазы существенно не зависит от вида катиона. Изменение соотношения кон-



центрации Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> при постоянстве их суммы не влияло на HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-АТФазную активность.

С другой стороны, представляет определенный интерес изучение действия HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ионов на Na,К-АТФазную систему. На рис. 1 и 2 показана зависимость обратной величины скорости Na,К-АТФазной реакции

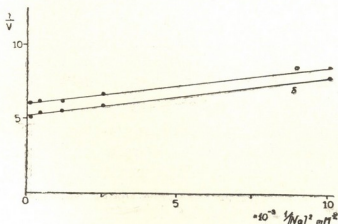


Рис. 2. Влияние HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> на средство Na, К-АТФазы к ионам Na: а — без ионов HCO<sub>3</sub>, б — в присутствии ионов HCO<sub>3</sub>

$\left(\frac{1}{v}\right)$  от обратной величины концентрации ионов калия и натрия  $\left(\frac{1}{[K^+]} \text{ и } \frac{1}{[Na^+]}\right)$ . Добавлением в инкубационную среду HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ионов изменяется характер кривой (I, рис. 1); она перемещается в сторону увеличения (натрий фиксирован). Однако при изменении  $\frac{1}{[Na^+]}$  (калий фиксирован) обе кривые (I и II, рис. 2). параллельны. Увеличение обратной величины концентрации калия характеризуется ростом средства данного катиона к ферменту, чего нельзя сказать об ионах натрия.

Исходя из полученных результатов можно заключить, что HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-стимулируемая АТФаза не является составной частью Na,К-АТФазной системы; между ними не должна существовать прямая функциональная взаимосвязь. Ионы HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> непосредственно могут влиять на активный транспорт катионов путем изменения средства к ионам калия.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

(Поступило 8.10.1976)

ბიომედიცინა

ლ. შაჰაძე, ნ. კოჭორიძე

ვირთავვის თავის ტვინის HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ით სტიმულირებული ატფაზა

რეზიუმე

Na, K ატფაზის და HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ით სტიმულირებული ატფაზის განაწილება ვირთავვის თავის ტვინის სუბუჯრედულ ფრაქციებში არაა ერთნაირი, რის გა-

შო შეუძლებელია აღნიშნული ფერმენტული მექანიზმების გაიგივება. მხედველობაში მისაღებია ის გარემოება, რომ  $\text{HCO}_3^-$ -ის იონებს შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ Na, K ატმზავის თვისებაზე K-ის მიმართ.

BIOCHEMISTRY

L. G. TSAKADZE, N. I. KOSHORIDZE

$\text{HCO}_3^-$  STIMULATED ATPase OF RAT'S BRAIN

Summary

The distributions of Na, K ATPase and mg ATPase stimulated by  $\text{HCO}_3^-$  along the subcellular fractions of rat's brain do not coincide. This points to the absence of identity of the mechanisms of these enzymes. However, there is interrelationship between them, expressed in the influence of  $\text{HCO}_3^-$  ions on the affinity of Na, K ATPase to the ions of K.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Knauf. Secretory Mechanism of Exocrine Glands. Copenhagen, 1974, 639.
2. K. T. Izutsu, I. A. Siegel. Biochem. Biophys. Acta, 284, 1972, 478.
3. B. Simon, L. Thomas. Biochem. Biophys. Acta, 288, 1972, 434.
4. А. Т. Иващенко, А. А. Жубанова, Б. С. Балмуханов. Биохимия, 40, 1975, 1091.
5. З. П. Коветიანი, Л. Г. Цакадзе. Биохимия, 29, 1972, 37.
6. З. П. Коветიანი, Т. Я. Джариашвили, Л. Г. Цакадзе. Биохимия, 40, 1975, 1039.
7. O. Lowry. J. Biol. Chem., 193, 1951, 265.
8. S. Bernd, T. Lothar. Biochim. Biophys. Acta, 288, 1972, 434.
9. K. T. Izutsu. Biochim. Biophys. Acta, 382, 1975, 193.
10. B. Simon, R. Kinne, G. Sachs. Biochim. Biophys. Acta, 282, 1972, 293.

Н. Н. НУЦУБИДZE, Н. А. ДАВИТАШВИЛИ

## ИНГИБИРОВАНИЕ *p*-БЕНЗОХИНОНАМИ ГЛЮТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 29.7.1976)

Находящиеся в почве экзогенные хиноны усваиваются корнями растений, и их молекулы подвергаются по мере их передвижения к листьям глубоким превращениям. Фенольные соединения и их производные хиноны проявляют биологическую активность, действуя на различные ферментативные процессы [1, 2]. Действие *p*-бензохинонов исследовано на некоторых оксидоредуктазах, ферментных системах, участвующих в окислении индоллил-уксусной кислоты [3, 4]. Изучено также влияние *p*-бензохинона и гидрохинона на поглощение азота и на активность нитратредуктазной ферментной системы растений пшеницы [5]. Во всех случаях замечено уменьшение активности большинства ферментов под влиянием производных *p*-бензохинона и гидрохинона, в особенности при наличии свободных эндионных группировок.

Действие *p*-бензохинона и его производных — убихинонов на де-гидрогеназные ферментные системы не изучено. Между тем, большой интерес представляет исследование влияния *p*-бензохинонов на глюта-матдегидрогеназную ферментную систему растений, так как этот фермент лимитирует в основном первичное включение азота в аминокислотный фонд растений.

Предложенная статья касается изучения влияния различных *p*-бен-зохинонов на глюта-матдегидрогеназу (ГДГ) проростков кукурузы. Дей-ствие хинонов исследовано на фоне азотного питания.

Опыты проводились с 10-дневными водными культурами кукурузы сорта Аджаметис тетра. Корни растений погружались в  $1 \cdot 10^{-3}$  М рас-творы *p*-бензохинона, толухинона, тимохинона и ду-рохинона. Через 20 минут растения ополаскивались водой и ставились в 0,036 М растворы  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$  с фосфатным буфером (рН 6,3). Контрольные образ-цы помещались в фосфатный буфер с идентичным рН. Определение ГДГ активности [6, 7] и количества белка по Лоури [8] в образцах проводилось при 6, 48 и 96-часовой экспозиции в различных срезах после обработки хинонами.

В табл. 1 даны результаты опытов по выявлению действия раз-личных хинонов на ферментную систему ГДГ корней проростков куку-рузы на фоне нитратной и аммонийной подкормки.

По мере увеличения экспозиции в контрольных растениях ГДГ ак-тивность уменьшается.

Под влиянием *p*-бензохинонов ГДГ активность резко сокращается, в особенности при применении *p*-бензохинона и толухинона, которые после 96-часовой экспозиции сокращают первоначальную и контроль-ную ГДГ активность на 25—50%, тогда как действие тимохинона и ду-рохинона при длительной экспозиции снимается.

ГДГ активность на нитратном фоне после 48-часовой экспозиции резко увеличивается. В этом случае под влиянием всех п-бензохионов происходит снижение ГДГ активности, но с увеличением экспозиции ингибирующее действие п-бензохиона и тимохиона усиливается, тогда как толухинон и дуροхинон почти не влияют на ГДГ активность корней.

Таблица 1

Действие различных хионов, производных п-бензохиона, на активность ГДГ в корнях кукурузы на фоне  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$

Выдержка после обработки хионами, часы	Удельная и общая активности ГДГ															
	Контроль	0,036 М $\text{NaNO}_3$					0,036 М $\text{NH}_4\text{Cl}$					0,036 М $\text{NH}_4\text{Cl}$	1·10 <sup>-3</sup> М п-бензохинон	1·10 <sup>-3</sup> М толухинон	1·10 <sup>-3</sup> М тимохинон	1·10 <sup>-3</sup> М дурухинон
		1·10 <sup>-3</sup> М п-бензохинон	1·10 <sup>-3</sup> М толухинон	1·10 <sup>-3</sup> М тимохинон	1·10 <sup>-3</sup> М дурухинон	0,036 М $\text{NaNO}_3$	1·10 <sup>-3</sup> М п-бензохинон	1·10 <sup>-3</sup> М толухинон	1·10 <sup>-3</sup> М тимохинон	1·10 <sup>-3</sup> М дурухинон						
6	197	100	120	120	136	240	91	160	120	166	209	50	155	130	160	
	1112	500	600	480	680	1236	637	960	600	830	1313	400	885	600	800	
48	196	60	35	125	133	461	63	120	100	156	142	76	120	150	175	
	950	420	450	825	665	1825	378	840	360	880	707	356	480	500	700	
96	135	30	37	140	128	173	50	128	100	183	194	66	150	133	180	
	630	210	239	560	612	645	350	868	300	899	816	396	350	665	800	

Аммонийная подкормка резко увеличивает ГДГ активность в начале экспозиции, после некоторого спада вновь наблюдается увеличение ее значения. На фоне аммонийной подкормки действие п-бензохионов сохраняет такую же картину, как и в случае нитратной подкормки, только обработка толухиноном при длительной экспозиции резко сокращает общую активность ГДГ. Видимо, накопление других белков при аммонийной подкормке уменьшает долю фермента-белка ГДГ в общем количестве белков, что проявляется в сокращении общей активности ГДГ.

ГДГ активность в листьях проростков кукурузы в несколько раз ниже, чем в корнях. В контроле ГДГ активность с увеличением экспозиции почти не меняется, тогда как ингибирующее действие п-бензохиона и толухинона после 96-часовой экспозиции в 2 и более раз возрастает. Тимохинон и дурухинон почти не изменяют ГДГ активность в листьях проростков кукурузы, особенно после длительной экспозиции. После 6-часовой экспозиции тимохинон действует наравне с п-бензохиноном и толухиноном, но дальнейшее продление экспозиции снимает действие тимохинона на активность ГДГ листьев (см. табл. 2).

При нитратной подкормке после 6-часовой экспозиции п-бензохинон, толухинон и тимохинон ингибирующе действуют на ГДГ активность. Дурухинон на ГДГ активность не влияет. При продлении экспозиции проявляется различное ингибирующее действие первых трех п-бензохионов. Ингибирующее действие после 4-суточной выдержки понижается в ряду п-бензохинон, толухинон, тимохинон.

Аммонийная подкормка вначале как будто снимает ингибирующее действие п-бензохионов, но с увеличением экспозиции ингибирование





действия ГДГ p-бензохинонов и толухинонов нарастает и достигает высшей точки в случае толухинона. Частично ингибируют ГДГ действие тимохинон и дурохинон.

Экспериментальные данные показывают, что p-бензохиноны со свободными эндионными группировками инактивируют ГДГ как в корнях, так и в листьях растений. Видимо, они реагируют с сульфгидрильными свободными аминогруппами, входящими в активный центр молекулы ГДГ, и таким образом ингибируют ее действие.

Таблица 2

Действие различных хинонов, производных p-бензохинона, на активность ГДГ в листьях кукурузы на фоне  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$

Выдержка после обработки хинона-ми, часы	Удельная и общая активности ГДГ														
	Контроль	на фоне $0,036 \text{ M NaNO}_3$					$0,036 \text{ M NaNO}_3$	на фоне $0,036 \text{ M NH}_4\text{Cl}$							
		$1 \cdot 10^{-3} \text{ M p-бензохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M толухинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M тимохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M дурохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M p-бензохинон}$		$1 \cdot 10^{-3} \text{ M толухинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M тимохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M дурохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M p-бензохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M толухинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M тимохинон}$	$1 \cdot 10^{-3} \text{ M дурохинон}$	
6	31 / 186	20 / 100	26 / 182	20 / 80	28 / 160	61 / 335	16 / 96	16 / 80	18 / 108	50 / 300	36 / 185	33 / 198	32 / 124	20 / 120	32 / 170
48	44 / 196	18 / 108	30 / 120	25 / 120	25 / 180	112 / 368	25 / 125	30 / 90	32 / 202	80 / 400	58 / 213	22 / 110	7 / 18	40 / 180	42 / 180
96	34 / 202	7 / 49	10 / 30	18 / 132	30 / 182	70 / 354	33 / 165	32 / 224	50 / 250	60 / 320	41 / 240	13 / 104	3 / 12	30 / 160	32 / 190

Азотная подкормка частично снимает ингибирующее действие p-бензохинонов на ГДГ активность как в корнях, так и в листьях. В этом отношении предпочтение надо отдать нитратному питанию.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 29.7.1976)

აივობიბა

ბ. ნუცუბიძე, ბ. ლავითაშვილი

გლუტამატდეჰიდროგენაზას ინჰიბირება პ-ბენზოქინონებით სიმინდის ნახარდებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია პ-ბენზოქინონების მოქმედება სიმინდის ჯიშის — აჯამეთის თეთრას ნახარდების ფესვების და ფოთლების გლუტამატდეჰიდროგენაზულ აქტივობაზე.

ქინონებით მცენარის ფესვების დამუშავება აინჰიბირებს გლუტამატდეჰიდროგენაზას მოქმედებას როგორც ფესვებში ისე ფოთლებში. მინჰიბირებელი მოქმედება კლებულობს შემდეგი რიგის მიხედვით: პ-ბენზოქინონი, ტოლუქინონი, თიმოქინონი, დუროქინონი. აზოტით კვება ნაწილობრივ ხსნის ქინონების მოქმედებას, განსაკუთრებით ნიტრატული ფორმით.

N. N. NUTSUBIDZE, N. A. DAVITASHVILI

INHIBITION OF GLUTAMATE DEHYDROGENASE BY BENZOQUINONES  
IN MAIZE SEEDLINGS

## Summary

The effect of p-benzoquinones on glutamate dehydrogenase activity has been established in roots and leaves of maize seedlings var. *Ajamelis tetra*.

Treatment of plant roots by quinones inhibits the action of glutamate dehydrogenase in leaves as well as in roots. The inhibition decreases in this order: p-benzoquinone, toluquinone, thymoquinone, duroquinone.

Nitrogen feeding—especially in nitrate form—partially decreases the action of quinones.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Стом. ДАН СССР, сер. биол., 186, № 3, 1969, 714.
2. М. Н. Запрометов. Ж. общей биологии, № 2, 1970, 201.
3. Д. Ш. Угрехелидзе, С. В. Дурмишидзе, Ш. М. Рухадзе. ДАН СССР, 906, № 3, 1972, 747.
4. Д. Ш. Угрехелидзе, Ш. М. Рухадзе. Сообщения АН ГССР, 69, № 3, 1973, 694.
5. А. К. Глянько, А. Н. Коровин, Д. И. Стом. Физиология и биохимия культурных растений, 2, 4, 1970, 395.
6. В. И. Яковлева, В. Л. Кретович, М. Г. Гильманов. Биохимия, 29, 1964, 463.
7. Н. Н. Нуцубидзе, Н. А. Давиташвили. Сб. «Ферменты». Тбилиси, 1975, 80—88.
8. O. H. Lowry *et al.* J. Biol. Chem., 193, 1951, 265.



Н. П. ГУМБАРИДЗЕ

ОКСИКОРИЧНЫЕ КИСЛОТЫ ЛИСТЬЕВ АЙВЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 22.10.1976)

Оксикоричные кислоты широко распространены в высших растениях и играют важную роль в метаболизме [1].

В настоящей статье рассматривается вопрос выделения и идентификации оксикоричных кислот и их сложных эфиров из листьев айвы грушевидной.

Ранее из листьев айвы грушевидной были выделены и идентифицированы следующие флавонолы; рутин астрагалин, гиперин, кверцетин и кемпферол [2].

При исследовании фракции фенолкарбоновых кислот с помощью двумерной хроматографии на бумаге [I растворитель — н-бутанол — уксусная кислота — вода, 4:1:5, верхняя фаза (БУВ), II растворитель — 2% уксусная кислота] и качественных реакций (проявители — диазотированный п-нитроанилин — ДПН [3], хлорное железо [4], флуоресценции этих соединений в УФ-свете до и после проявления в парах аммиака и спиртовым раствором КОН) было установлено, что данная фракция содержит восемь фенольных соединений, которые по качественным реакциям можно отнести к оксикоричным кислотам.

С целью выделения индивидуальных соединений использовались методы адсорбционной хроматографии на колонке с полиамидом и препаративной хроматографии на бумаге. Выделенные полосы на хроматограмме (растворитель — 2% уксусная кислота) просматривались в УФ-свете. Вещества с  $R_f=0,65$  (А),  $R_f=0,77$  (Б),  $R_f=0,40$  (В) вырезались и экстрагировались 70% этанолом. Элюаты объединялись, упаривались в вакууме при 35—40° досуха и высушивались в вакуум-экситаторе над фосфорным ангидридом.

Таблица I

Данные УФ-спектроскопии оксикоричных кислот, выделенных из листьев айвы

Вещества	Полосы поглощения	$\lambda$ макс., нм в 70 % этаноле	Этанол + CH <sub>3</sub> COONa		Этанол + CH <sub>3</sub> COONa + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>		Этанол + AlCl <sub>3</sub>	
			$\lambda_{\text{макс}}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\text{макс}}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\text{макс}}$	$\Delta\lambda$
А	I	326	332	+6	348	+22	358	+32
	II	240	—	—	250	+10	315	+75
Б	I	327	335	+8	350	+23	360	+43
	II	245	—	—	255	+10	317	+72
В	I	312	305	-7	307	-5	312	0
	II	245	—	—	—	—	—	—

Для идентификации веществ были применены: определение температуры плавления, микрохимический элементарный анализ, кислотный и щелочный гидролиз, спектрофотометрия в УФ- и ИК-областях и хроматография на бумаге с аутентичными образцами.

Вещество А из водного метанола кристаллизуется в виде бесцветных пластинок. Температура плавления 206°.

Элементарный состав:  $C_{16}H_{18}O_9$ . Найдено, %: С 53,99; Н 4,84; вычислено, %: С 54,23; Н 5,08.

Вещество А хорошо растворимо в метаноле, этаноле, этилацетате, нерастворимо в диэтиловом эфире, хлороформе и бензоле.

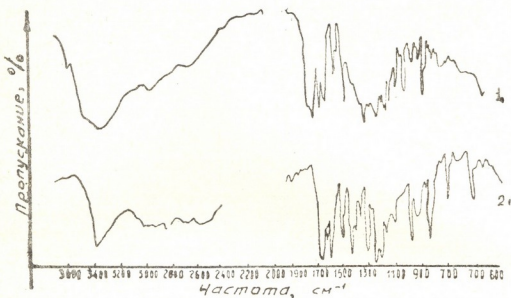


Рис. 1. ИК-спектр хлорогеновой (1) и п-кумаровой (2) кислот выделенных из листьев айвы.

Изучение УФ-спектра этанольного раствора исследуемого вещества показало наличие двух максимумов поглощения при 240 и 326 нм (табл. 1). При добавлении  $CH_3COONa$  наблюдалось характерное смещение длинноволновой области ( $\Delta\lambda = +6$ ), а с добавлением смеси  $CH_3COONa + H_3BO_3$  сдвиг первого максимума поглощения в длинноволновой области составил +22 нм, а в коротковолновой + 10 нм. Эти батохромные сдвиги характерны для сложных эфиров [5]. В ИК-спектре карбонильная группа сложнэфирной группировки обнаружена в области  $1700\text{ см}^{-1}$  (рис. 1). При щелочном гидролизе (0,1 н. NaOH при 20° в атмосфере азота в течение суток [6]) получены кофейная и хинная кислоты.

Результаты хроматографического изучения выделенного вещества приведены в табл. 2. На основании вышеприведенных данных вещество А идентифицировано как 3-0-транс-кофейл-D-хинная кислота (хлорогеновая кислота).

Вещество Б выделено в виде светло-желтого аморфного порошка. Продуктами щелочного гидролиза изучаемого вещества оказались кофейная и хинная кислоты (табл. 2). Данные УФ-спектроскопии вещества Б представлены в табл. 1.

Как видно из данных, приведенных в табл. 1 и 2, вещество Б и хлорогеновая кислота имеют одинаковые цветные реакции и полосы поглощения в УФ-области, но различные значения Rf в трех системах растворителей. Эти данные указывают на то, что вещество Б представляет собой неохлорогеновую кислоту (5-о-кофейл-D-хинная кислота).

Вещество В выделено в аморфном состоянии, т. пл. 211°. В УФ-области спектра вещество В имеет максимум поглощения 245 и 312 нм



Значение Rf и качественные реакции оксикоричных кислот, выделенных из листьев айвы

Вещества	Значение Rf × 100 в системах				Окраска на хроматограммах					
	БУВ	2% уксусная кислота	Этилцеллат, муравьиная кислота, вода 10:2:5	0,1 н. соляная кислота	в УФ-свете	в УФ-свете + NH <sub>3</sub>	в УФ-свете + KOH	Металлен-блэу	1% FeCl <sub>3</sub> в этианоле	ДПН + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Продукты гидролиза Вещества А и Б	80	36			Голубая	Усилено-голубая	Желто-голубая		Темно-зеленая	Серовато-коричневая
Аутентичная кофейная кислота			58					Желтая		
Аутентичная хинная кислота	80	36			Голубая	Усилено-голубая	Желто-голубая		Темно-зеленая	
Аутентичная хинная кислота			58					Желтая		
Вещество А	63	65		56	Голубая	Зеленая	Желтая		Серо-зеленая	Светло-коричневая
Аутентичная хлорогеновая кислота	63	66		56	"	"	"		"	"
Вещество Б	58	77		69	"	"	"		"	"
Вещество В	85	49		43	—	Фиолетовая	Фиолетовая		Розовая	Синяя
Аутентичная п-кумаровая кислота	85	40		42	—	"	"		"	"

Оксикоричные кислоты листьев айвы

(табл. 1). При добавлении  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_3\text{BO}_3$  наблюдаются гипсохромные сдвиги максимумов поглощения, характерные для свободных оксикоричных кислот. При добавлении  $\text{AlCl}_3$  bathochромный сдвиг не наблюдается, что указывает на отсутствие о-диоксигруппировки в молекуле. ИК-спектр выделенного вещества приведен на рис. 1.

Значения  $R_f$  в разных системах растворителей и качественные реакции приведены в табл. 2.

На основании полученных данных вещество В идентифицировано как 4-оксикоричная кислота (п-кумаровая кислота).

Таким образом, из листьев айвы грушевидной выделены и идентифицированы: 3-0-транс-кофейл-D-хинная кислота (хлорогеновая), 5-0-кофейл-D-хинная кислота (неохлорогеновая) и 4-оксикоричная кислота (п-кумаровая).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт биохимии растений

Кутаисский политехнический институт

(Поступило 28.10.1976)

ბიოქიმია

ბ. ზუმბარიძე

კომუნის ფოთლის ოქსიდარიჩინმჟავები

რეზიუმე

მსხლისებრი კომუნის ფოთლში შემავალი ოქსიდარიჩინმჟავებიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია: 3-0-ტრანს-კოფეილ-D-ჰინაჰინის მჟავა (ქლოროგენის) 5-0-კოფეილ-D-ჰინაჰინის მჟავა (ნეოქლოროგენის) და 4-ოქსიდარიჩინის მჟავა (პ-კუმარის).

BIOCHEMISTRY

N. P. GUMBARIDZE

## HYDROXYCINNAMIC ACIDS OF QUINCE LEAVES

### Summary

Of the hydroxycinnamic acids of quince (*Cydonia vulgaris* Pers.) leaves 3-0-trans-coffeyl-D-quinic acid (chlorogenic), 5-0-coffeyl-D-quinic acid (neochlorogenic), 4-hydroxycinnamic acid (p-coumaric) have been studied and identified.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Запрометов. Основы биохимии фенольных соединений. М., 1974, 12.
2. Н. П. Гумбаридзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974, 473.
3. T. Swain. Biochem. J. 53, № 2, 1953, 200.
4. P. G. Pifferi. Vitij B 5 № 1, 1965, 24.
5. Л. И. Драник. ХПС, 5, 1966, 303.
6. В. И. Вавилов, Э. В. Гелла. Растительные ресурсы, 6, 2, 1970, 235.

Т. Г. МЕТРЕВЕЛИ, Л. А. МИХАЙЛОВА

## ГЕНОТИПИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ В ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 14.10.1976)

Популяционное исследование возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Грузии представляет особый интерес, поскольку этот район входит в закавказский регион происхождения и первичного разнообразия рода *Triticum*. Вместе с тем, этот район является родиной возбудителя бурой ржавчины. По предположению Н. И. Вавилова [1] и П. М. Жуковского [2], на Кавказе в связи с наблюдающимся разнообразием форм пшеницы следует ожидать и большого разнообразия вирулентных форм паразита, которое должно усиливаться еще и произрастанием в природных условиях диких злаков — сородичей пшеницы — видов этилопсов, пырея и пр., поражаемых бурой ржавчиной.

Выведение устойчивых сортов с учетом будущих изменений паразита должно основываться на исчерпывающих сведениях о генофонде его популяции, о возможных сочетаниях генов вирулентности в генотипах паразита, о селективной ценности вирулентных ржавчинных форм в популяции при введении того или иного сорта пшеницы в культуру.

Изучение грузинской популяции возбудителя бурой ржавчины представляет особый интерес еще и ввиду ее изолированности Главным Кавказским хребтом от популяций европейских.

Ряд исследователей [3—8] занимался изучением биологии и экологии этого паразита и сравнительной поражаемости различных образцов пшеницы, а также определением расового состава.

Но сведения о клоновом составе грузинской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы представляются нам весьма скудными. Генотипический ее состав пока еще никто не исследовал (судя по известным нам литературным источникам).

В задачи данного исследования входило определение концентрации некоторых генов вирулентности в ряде районов Грузии в популяции возбудителя бурой ржавчины на ряде сортов мягкой пшеницы и пырее.

Сбор спорового материала проводился летом 1975 г. в Мцхетском районе (Мцхетская селекционная станция) на сортоучастках в Тианетском, Цалкском, Ахалцихском, Ахалкалакском районах, в окрестностях Зестафони и Тбилиси. Споры собирались с сортов Безостая-1, Кавказ, Днепровская-775, Дика-9/14, Арагви, Моцинаве, Бургас, Акунки, Эритроспермум, Тетри доли, Арарати-23, Ахалцихис цители доли, Ирнерио, с китайской поливной мягкой пшеницы.

Для проведения анализа собранного материала были использованы разработанные Л. А. Михайловой и К. В. Квитко [9] методики культивирования гриба, предназначенные для работы в лабораторных условиях.

В работе был использован общепринятый метод анализа клонов популяции по признаку вирулентности к моногенным Lg-линиям серии Тэтчер. С учетом гипотезы Флора «ген на ген» по реакции растений Lg-линий на заражение спорами анализируемого клона определялось аллельное состояние соответствующего гена вирулентности. В случае устойчивости растения какой-либо линии, предполагалось, что комплементарный ген вирулентности данного клона находится в доминантном состоянии.

Реакция восприимчивости растений указывала, что соответствующий ген вирулентности находится в гомозиготном рецессивном состоянии.

Гены вирулентности в доминантном состоянии обозначались буквой Р, а в рецессивном — р.

При использовании имеющихся в нашем распоряжении Lg-линий пшеницы были определены генотипы 487 клонов из грузинской популяции бурой ржавчины. Количество клонов с генами авирулентности от общего числа испытанных клонов составляло 30,2%.

Большая часть клонов имела по одному доминантному гену авирулентности — 12,7%, с двумя было 7,4% клонов, с тремя — 4,3%. Наименьшая часть выборки приходилась на клоны с четырьмя и пятью доминантными генами — 3,9 и 1,8% соответственно. Количество клонов с различными генами авирулентности представлено в табл. 1.

Таблица 1

Количество клонов с генами авирулентности в грузинской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы (%)

Всего клонов	С генами авирулентности												
	P <sub>1</sub>	P <sub>2A</sub>	P <sub>2D</sub>	P <sub>3A</sub>	P <sub>3D</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	P <sub>18</sub>	P <sub>19</sub>	P <sub>Кавказ</sub>
487	9,2	0,2	0	12,5	5,5	100	8,8	5,7	0,2	6,6	6,2	100	12,5

Подавляющее большинство клонов (340) было вирулентно ко всем моногенным линиям (исключая линии Lg 9 и Lg 19). Таким образом, гены устойчивости Lg 1, Lg 2A, Lg 2D, Lg 3A, Lg 3D, Lg 10, Lg 14, Lg 16, Lg 17, Lg 18, а также ген устойчивости сорта Кавказ не эффективны в условиях грузинской популяции.

Вместе с тем, данное исследование позволило выявить отличие грузинской популяции от северокавказской (кубанской). Грузинская популяция оказалась менее вирулентной. Количество генов авирулентности среди общего числа исследованных генов в грузинской популяции составило 20,6% ± 0,5, в кубанской — 15,4% ± 0,8. Отмечено большее разнообразие генотипов в грузинской популяции, по сравнению с кубанской.

Отмечено, что выборки клонов с местных грузинских сортов Тетри доли, Моцинаве и с китайской поливной мягкой пшеницы отличаются наименьшей вирулентностью (табл. 2).

Возможно, что в популяции ржавчины, паразитирующей на этих сортах, наблюдается позитивный отбор маловирулентных клонов. Подобное явление наблюдалось при сравнении клонового состава возбудителя бурой ржавчины с твердых и мягких пшениц в Дагестане. Ржав-



чина с твердой пшеницы была менее вирулентной, чем с мягкой [10]. Известно, что твердые пшеницы имеют более высокий уровень неспецифической устойчивости [11]. Возможно, в этом кроется причина от-

Таблица 2

Количество клонов с генами авирулентности в грузинской популяции возбудителя бурой ржавчины с сортов пшеницы Моцинаве, Тетри доли и с китайской мягкой пшеницы

Сорта	1	2А	2Д	3А	3Д	9	10	14	16	17	18	19	Кавказ	Всего клонов	% генов авиру
Моцинаве	10	—	—	16,6	13,3	96,6	36,6	40,0	3,3	33,3	23,3	100	6,6	30	29,2
Тетри доли	2,9	—	—	58,8	35,2	100	44,1	8,8		8,8	11,7	100	5,9	34	28,9
Китайская мягкая пшеница				58,3	4,1	100		29,1		54,1	62,5	100	79,1	24	38,4

бора маловирулентных клонов на твердой пшенице. Не исключено, что сорта Моцинаве и Тетри доли также имеют неспецифическую устойчивость.

Было испытано 19 клонов бурой ржавчины с пырея. Споры собирались в окрестностях Тбилиси (табл. 3).

Таблица 3

Количество клонов в генами авирулентности в популяции бурой ржавчины на пырее (%)

Гены авирулентности													Общее число клонов
P <sub>1</sub>	P <sub>2А</sub>	P <sub>2Д</sub>	P <sub>3А</sub>	P <sub>3Д</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	P <sub>18</sub>	P <sub>19</sub>	Кавказ	
5,3	15,7	0	68,4	5,3	100	15,7	47,3	0	68,4	68,4	100	73,6	19

Ржавчина с пырея была способна поражать растения изогенных линий, но была чрезвычайно мало вирулентной.

Таким образом, можно сделать выводы, что грузинская популяция возбудителя бурой ржавчины пшеницы имеет богатое генотипическое разнообразие. Среди 487 проанализированных клонов обнаружено 44 генотипа вирулентности. Подавляющее большинство клонов (80%) вирулентно ко всем моногенным линиям — Lr 1, Lr 2А, Lr 2Д, Lr 3А, Lr 3Д, Lr 10, Lr 14, Lr 16, Lr 17, Lr 18. Исключительно эффективны гены Lr 9 и 19. В популяции не нашлось клонов, вирулентных к линиям с этими генами. Грузинская популяция менее вирулентна, чем северокавказская (кубанская). Ржавчина на местных сортах Моцинаве и Тетри доли отличается меньшей вирулентностью, чем на сортах Кавказ, Безостая-1. Популяция бурой ржавчины в Грузии паразитирует не только на пшенице, но и на пырее.

Грузинский научно-исследовательский институт защиты растений

(Поступило 14.10.1976)

თ. მებრძველი, ლ. მიხაილოვა

მურა ჟანგას გამომწვევის პოპულაციის გენოტიპური შემადგენლობა  
საქართველოში

რეზიუმე

გამოკვლევა ჩატარებულია მონოგენური ხაზების — Lr გამოყენებით (ტეტჩერის სერიის ხაზები). გარკვეულია სოკოს ქართული პოპულაციის განსხვავება ჩრდილო კავკასიის პოპულაციისაგან (ყუბანი). აღინიშნა ფაქტი სოკოს ვირულენტული კლონების პოზიციური შერჩევის ადგილობრივ ჯიშებზე: მოწინავე, თეთრი დოლი. მურა ჟანგის გამომწვევის საქართველოს პოპულაციის პირობებში ყველაზე ეფექტური, გამძლე გენები აღმოჩნდა Lr-9 და Lr-19.

PHYTOPATHOLOGY

T. G. METREVELI, L. A. MIKHAILOVA

### GENOTYPIC COMPOSITION OF THE CAUSATIVE AGENT POPULATION OF WHEAT RUST IN GEORGIA

#### Summary

The present paper deals with the study of the genotypic composition of the wheat leaf rust causative agent in Georgia. The study involved monogenic Lr-lines of the Thatcher series. The Georgian fungus population was found to differ from the North-Caucasian (Kuban). Clone samples of the local Georgian varieties, *Motsinave* and *Tetri Doli*, are characterized by lower virulence than *Bezostaya-1*, *Kavkaz*, and varieties of European selection. The resistance genes Lr-9 and Lr-19 appeared to be the most effective in the Georgian population of the leaf rust causative agent.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Вавилов. Ржавчина зерновых культур. М., 1938.
2. П. М. Жуковский. Вестник с/х науки, № 6, 1959.
3. С. П. Гврितिшвили. Труды Ин-та защиты растений, № 6. Тбилиси, 1945.
4. С. П. Гврितिшвили. Труды Ин-та защиты растений, т. 8. Тбилиси, 1952.
5. И. И. Шошиашвили, Ш. И. Дзагნიдзе. Труды Ин-та защиты растений, т. 10. Тбилиси, 1954.
6. Л. Л. Декапрелевич. Материалы 2-го Всесоюзного совещания по иммунитету растений к болезням и вредителям. М., 1958.
7. Л. Л. Декапрелевич. Тез. докл. 3-го Всесоюзного совещания по иммунитету растений к болезням и вредителям. Кишинев, 1959.
8. Т. Ш. Гиқашвили. Тез. докл. совещания закавказских ученых. Баку, 1974.
9. Л. А. Михайлова, К. В. Қвитко. Микология и фитопатология, 4, 3, 1970.
10. Л. А. Михайлова. Автореферат канд. дисс. Л., 1973.
11. М. С. Мокрицкая, И. Г. Одинцова. Генетика, т. 8, № 9, 1972.



УДК 536.75

ЭНТОМОЛОГИЯ

Э. А. ДИДМАНИДZE

НОВЫЕ ВИДЫ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ФАУНЫ ГРУЗИИ  
ИЗ ВАШЛОВАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 14.8.1976)

Среди чешуекрылых, собранных нами в Вашлованском заповеднике в ландшафте светлого леса «саванного типа» (1969—1974 гг.), некоторые оказались новыми для фауны Грузинской ССР, а некоторые — для Кавказа и Советского Союза вообще. Виды эти в основном ксерофильные, что говорит о недостаточной изученности фауны аридных районов Грузии.

Сем. *Nymphalidae*

1. *Melitaea perseae* Koll.

В пределах СССР Иранская шашечница встречается на Кавказе и Средней Азии. Описан Кавказский подвид этой шашечницы (Армения, Ордубад). Обитает в пустынях. Нами найден в окрестностях Вашлованского заповедника, в полупустынном биоценозе Чигоелт-хеви, в июне (♂ 28.VI.1972). Редок.

Сем. *Lycaenidae*

2. *Lampides (Chilades) phiala* Gr.-Gr.

Закавказско-среднеазиатский эремофильный вид. В заповеднике обнаружен около солончаков в конце июля (♂ 25.VI.1972). Редок.

3. *Callophrys mistophia* Miller.

Вид известен из сопредельных территорий Закавказья (Султанабад). Ксерофиль. В Грузии бабочки отловлены в фисташково-можжевельниковом биоценозе светлого леса, по сухим руслам ущелий. Бабочки летают в мае-июне, единично.

Отмечается впервые для фауны СССР.

Сем. *Satyridae*

4. *Coenonympha saadi* Koll.

Гирканский элемент. Обитает от Южного Ирана и Месопотамии до Южного Закавказья включительно (Ордубад, Ереван). В Грузии в некоторых местах (окр. Тбилиси, р-н Ахалцихе) встречается довольно часто. Саади пойман летом (2♂ 1♀ 28.VI.1972) в окрестностях Вашлованского заповедника (ущ. Чигоелт-хеви), в биоценозе полупустынной и нагорно-ксерофильной растительности.

Сем. *Lasiocampidae*5. *Eriogaster neogena* F.

Степной вид. Встречается в юго-восточной части России, Закавказье, Средней Азии и на Ближнем Востоке. Литературные данные указывают его для Кавказа вообще [1] и для Армении в частности [2]. В армянском редколесье Вашлованского заповедника отловлены свежие экземпляры этого вида, что говорит об обитании его на этой территории. Бабочки пойманы поздней осенью (6.X.1973), единично.

Сем. *Noctuidae*6. *Eugnorisma chaldaica* Bs.

Занимает пустынный ареал Малой, Западной и Средней Азии до Алтая включительно. На Кавказе его местообитанием пока является Вашлованский заповедник, где бабочки отловлены на свету, поздней осенью (в октябре), единичными экземплярами.

7. *Dychagiris melanura* Koll.

Принадлежит к ирано-туранской группе. В Вашлованском заповеднике бабочки обычные, летают с апреля по июль в Армении и в августе [3]. В Вашлованском заповеднике встречается и гирканский подвид этого южного вида *ssp. griseicens* Stgr. Бабочки отловлены только в мае.

8. *Zethes insularis* Rbr.

Западномедиземноморский вид. Экологически связан с сухосубтропическим климатом. В Вашлованском заповеднике встречается довольно часто. Бабочки летают днем и на свету, по поймам и сухим руслам временных водных потоков заповедника, под пологом фисташково-можжевельниковой формации, ранней весной (апрель-май) и поздним летом (июль-август).

9. *Leucanitis saiani* Stgr.

Среднеазиатский вид. Строго приурочен к пустынному биоценозу. Эремофил. Указан для Азербайджана [4]. В Вашлованском заповеднике бабочки встречаются в «тугайных» поймах ущ. Датвис-хеви, на эродированных склонах Пантишарас-хеви и в сухостепном биоценозе Эльдарской степи окр. Касрис-цкали. Летают с апреля по июнь.

10. *Pseudophia terrulenta* Chr.

Вид был указан Штаудингером [2] для Армении и считался субэндемичным. Нами найден (♂ 17.V.1972) в окр. Вашлованского заповедника, на «тугайных» поймах ущ. р. Иори, близ водохранилища Мингечаури. Единственный экземпляр.

Сем. *Geometridae*11. *Dyscia (Scodonia) plebejaria* Obtr.

Распространен в восточной части Средиземноморья. Нами пойман в Вашлованском заповеднике (♀ 2.VIII.1973). Единственный экземпляр, порванный. Указан для Армении, где бабочки отловлены в Ереване в мае, июне и августе [5].

12. *Scodonia fagarja psoricaria* Ev.

Широко распространенный вид. *Ssp. psoricaria* Ev. занимает ирано-туранский ареал и Закавказье. В Вашлованском заповеднике бабочки



встречаются в апреле-мае, днем и на свету, в биоценозе светлого леса, по сухим склонам и ущельям заповедника.

Сем. *Cossidae*13. *Hypopta trips* Hb.

Принадлежит европейско-сибирской группе. Указан для Закавказья [2]. С. А. Мирзоян [6] отмечает для Армении, где бабочка отловлена в Гарни (27.VII.1962). В Грузии поймана нами в Вашлованском заповеднике (18.VIII.1972) на свету.

14. *Dyspessa alpherakyi* Chr.

Малоизвестный вид. Отмечается для Европы и Армении. Для Азербайджана приводится Н. М. Романовым [4], где бабочка отловлена в Ордубаде 28.V на свету керосиновой лампы. В Грузии отловлена на свету в биоценозе фисташково-можжевельниковой формации (2 ♂♂ 27.VI.1973).

Академия наук Грузинской ССР  
Государственный музей Грузии  
им. С. Н. Джанашиа

(Поступило 21.10.1976)

ენტომოლოგია

ა. დიდმანიძე

ქვერცულფრთიანთა ახალი სახეობები საქართველოს ვაშლანში  
ვაშლოვანის სახელმწიფო ნაკრძალიდან

რეზიუმე

ვაშლოვანის ნაკრძალის ტერიტორიაზე 1969—1974 წლებში ჩატარებულ კვლევას შედეგად აღმოჩნდა უცნობი სახეობები როგორც საქართველოს ტერიტორიიდან (14 სახეობა), ისე კავკასიისათვის (2 სახეობა) და საბჭოთა კავშირისათვის საერთოდ (1 სახეობა). რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ საქართველოს არიდული ლანდშაფტების ფაუნა ჯერ კიდევ სუსტად არის შესწავლილი.

ENTOMOLOGY

E. A. DIDMANIDZE

NEW SPECIES OF GEORGIAN LEPIDOPTERA FROM THE  
VASHLOVANI STATE RESERVE

Summary

Among the Lepidoptera collected by the author in the "savannah type" light forest biocoenosis of the Vashlovani reserve some species proved to be new for Georgia (14 species), some for the Caucasus (2 species) and for the Soviet Union (1 species). These species are mainly xerophilous, pointing to the fact that the fauna of Georgia's arid landscapes has not been adequately studied.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Радде. Коллекция Кавказского Музея. Тифлис, 1899, 1—99.
2. O. Staudinger, H. Rebel. Catalog der Lepidopteren des Palearctischen Faunengebietes. Berlin. 1901, 368.
3. Г. Х. Азарян, М. Р. Геворкян, Е. С. Милянковский. Сб. трудов Ин-та защиты растений МСХ АрмССР, № 1, 1970, 5—44.
4. N. M. Romanoff. Les Lepidopteres de la Transcaucasie. Memoires sur les Lepidopteres, II, St-Peterbourg. 1—118.
5. С. А. Вардеян. Сб. Зоол. ин-та АН АрмССР, IX, 1956, 5—19.
6. С. А. Мирзоян. Тезисы сессии Закавказского совета по координации научно-исследовательских работ по защите растений. Ин-т защиты растений МСХ АрмССР, 1971, 389—392.
7. Ю. П. Коршунов. Энт. обозр., LI, 1, 1972, 136—154.
8. Ю. П. Коршунов. Энт. обозр., LI, 2, 1972, 352—368.
9. И. В. Кожанчиков. Фауна СССР, т. XIII, в. 3, 1937.

П А Р А З И Т О Л О Г И Я И Г Е Л Ь М И Н Т О Л О Г И Я

М. Г. ДЖАВЕЛИДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ БИОЛОГИИ *PHILOPHTHALMUS SP. (NYROCAE?)*  
*YAMAGUTI, 1934) (TREMATODA)*

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 13.5.1976)

Настоящее сообщение является частью проводимого нами исследования по фауне церкарий из моллюсков Западной Грузии. В 1972—1975 гг., работая на р. Циви, мы обнаружили моллюсков *Melanopsis praemorsa* (L.), зараженных церкариями рода *Philophthalmus*. Предпринятое нами исследование позволило вырастить половозрелую стадию — мариту этой церкарии, которая оказалась очень близкой, может быть, идентичной, к виду *Philophthalmus nyrocae*, описанному Ямагути (Yamaguti, 1934) под конъюнктивой глаза красноглазого нырка [1].

Имея природно зараженных моллюсков *Melanopsis praemorsa* (L.), которые выделили церкарии, относящиеся к сем. *Philophthalmidae*, мы провели опыт с целью расшифровки жизненного цикла. Моллюски были заражены довольно крупными редиями (1,500×0,270 мм), в которых и развивались церкарии сем. *Philophthalmidae*. Зрелая дочерняя редия содержит 2—3 сформированные личинки, остальные находятся на разных стадиях развития. Ротовое отверстие, расположенное терминально на переднем конце тела редии, ведет в мускулистую глотку, от которой берет начало кишечник, простирающийся почти до заднего конца тела. Материнская редия, лишенная пищеварительной системы и напоминающая спороцисту, которую описывает И. А. Тихомиров [2], нами не обнаружена.



Рис. 1. *Cercaria philophthalmus sp. (nyrocae?)*

Церкарии — крупные организмы (табл. 1). Длина тела немного превышает длину хвоста (рис. 1). Хвост заполнен массой вакуолизованных клеток и на конце имеет присоскообразное углубление. Церкария покрыта кутикулярными шипиками. Пищеварительная система развита хорошо. Длинный префаринкс ведет в глотку, за которой следует короткий пищевод. Ветви кишечника огибают брюшную присоску и достигают мочевого пузыря. Личинка имеет семь пар железистых клеток, расположенных латерально от префаринкса. Эти клетки характеризуются небольшими размерами, имеют пузырьковидные ядра и заполнены зернистым секретом. Их выводные протоки открываются на переднем конце тела возле ротовой присоски. Кроме того, железистые клетки числом восемь имеются в дистальной части хвоста. Выделитель-

46. „მეცნიერება“, ტ. 84, № 3, 1976

ная система представлена протонефридиями, расположенными в передней и задней половинах тела и объединенными в группы по три и две клетки соответственно. Экскреторная формула:  $2 [(3+3+3) + (2+2+2)] = 30$ . Правый и левый собирательные каналы впадают в мо-

Таблица 1

Размеры *Cercasia philophthalmus* sp. (nyrocae?) и близкородственных форм (в мм)

Показатели	<i>C. philophthalmus</i> sp. (nyrocae?)	<i>C. philophthal-</i> <i>mus</i> sp.	<i>C. indica</i> IV+
	по нашим данным	цит. по Оленеву, 1975	цит. по Sewell, 1922
Длина тела	0,620—0,700	0,540—0,600 (0,400—0,600)	0,421—0,789
Ширина тела	0,140—0,200	0,100—0,120 (0,090—0,130)	0,105—0,210
Длина хвоста	0,450—0,650	0,380—0,430 (0,270—0,490)	0,386—0,614
Ширина хвоста	0,040—0,050	0,040—0,050 (0,040—0,050)	0,035—0,044
Диаметр ротовой присоски	0,062—0,072	0,050 (0,040—0,050)	0,061
Диаметр брюшной присоски	0,080—0,088	0,066—0,070 (0,060)	0,068—0,070
Хозяин:	<i>Meianopsis praemorsa</i> (L) сем. Melanopsidae		<i>Melanoides lineatus</i> <i>M. tuberculatus</i> (Müll.) сем. Thiariidae

Примечание: без скобок—результаты измерений личинок, анестезированных нагреванием, в скобках—фиксированных горячим формалином. Знак „+“ означает отсутствие сведений о способе фиксации.

чевой пузырь терминально. Мочевой пузырь округлой формы. Церкария инцистируется на субстрате. Циста имеет тонкую гиалиновую оболочку и характерную форму колбы (рис. 2). Адолескарии сохраняются живыми в течение 5—10 дней (при комнатной температуре).

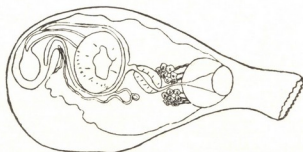


Рис. 2. Метациркария *Philophthalmus* sp. (nyrocae?)

Заражали адолескариями стерильных цыплят. Адолескарии вводились пипеткой в область конъюнктивы глаза. Опыт продолжался 24, 52 и 72 дня и под конъюнктивой глаза получены мариты соответствую-



шего возраста. У марицы в возрасте 24 дней брюшная присоска расположена в передней трети тела. Кишечные стволы налегают на мочевой пузырь. Семенники лежат один позади другого в задней части тела.

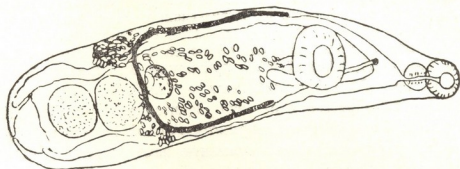


Рис. 3. *Philophthalmus* sp. (*nyrocae?* Yamaguti, 1934).

Задний край заднего семенника удален от конца тела на расстоянии 0,36 мм. Половые отверстия располагаются перед бифуркацией кишеч-

Таблица 2

Сравнительная таблица размеров марицы *Philophthalmus* sp. (*nyrocae?*) (в мм)

Наименование органов	<i>Philophthalmus nyrocae</i> , Yamaguti, 1934 цит. по Скрябину, 1947	<i>Philophthalmus</i> sp. ( <i>nyrocae?</i> ), возраст		
		25 дн.	52 дн.	72 дн.
		по нашим данным		
Длина тела	5,18	4,60—4,90	4,16—4,46	4,20—4,80
Ширина тела	1,05	0,90—1,0	0,86	0,70—0,76
Диаметр ротовой присоски	0,375:0,45	0,36:0,40	0,40	0,36:0,38
Диаметр брюшной присоски	0,5	0,40—0,46	0,48—0,50	0,40—0,42
Размер фаринкса	0,325:0,28	0,26—0,30 : : 0,18—0,26	0,30	0,26:0,24
Длина пищевода	0,20	0,24	0,22	0,24
Размер переднего семенника	0,62	0,46	0,380:0,400— —0,400:0,440	0,22:0,20— —0,28:0,22
Размер заднего семенника	0,60:0,58	0,042	0,36:0,36— —0,44:0,42	0,24:0,20— —0,44:0,34
Длина цирруса	—	0,34	0,34—0,50	0,34—0,50
Длина циррусного мешка	—	1,0	0,45—0,50	0,40
Размер яичника	—	0,28	0,26—0,30	0,14—0,18:0,20
Размер яиц	0,09	0,06—0,078 : : 0,028—0,036	0,072—0,084 : : 0,028—0,036	0,072—0,084 : : 0,032—0,036

ника. Семенной пузырек занимает большую часть половой бурсы. Яичник располагается по медиальной линии тела впереди от переднего



семенника. Трубчатые желточники идут по бокам тела и достигают основания мешка цирруса.

52-дневная марита более развита (рис. 3). Все органы размножения имеют максимальные размеры. Матка наполнена яйцами. В дальнейшем у 72-дневных марит наблюдается уменьшение размеров яичников и семенников, а также их разрыхление. Разрыхлен орган Мелисса и желточники. Численность яиц в матке сокращается, наряду с нормальными встречаются яйца без оболочек и деформированные.

По своим морфологическим признакам описанная нами марита близка к виду *Philophthalmus nyrocae* (табл. 2). Однако в настоящее время многими авторами этот вид сводится в синоним с целым рядом других видов: *Philophthalmus megalurus*, *Philophthalmus gralli* и т. д. Все это заставляет нас описать обнаруженную нами форму под названием *Philophthalmus sp. (nyrocae?)*. Мы однако подчеркиваем, что из всего многообразия рода *Philophthalmus* она наиболее близка к *Philophthalmus nyrocae*.

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило 20.5.1976)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

მ. ჯაველიძე

*PHILOPHTHALMUS SP. (NYROCAE? YAMAGUTI, 1934) (TREMATODA)*

ბიოლოგიური შესწავლისათვის

რეზიუმე

მოლუსკები *Melanopsis praemorsa* (L.) დასავლეთ საქართველოდან ბუნებრივად იყვნენ დაავადებულნი *Philophthalmus*-ის გვარის ცერკარიებით. ჩვენს მიერ ცდა, რათა გაგვეზიფრა ამ გვარის ბიოლოგიური ციკლი. სტერილური წიწილები მეტაცერკარიებით დაავადდეთ თვალის არეში. მივიღეთ სხვადასხვა ასაკის მარიტა. მარიტა თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით ახლოა *Philophthalmus nyrocae* Yamaguti, 1934 სახეობასთან.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

M. G. JAVELIDZE

TOWARDS THE STUDY OF THE BIOLOGY OF THE CERCARIAE  
OF GEN. *PHILOPHTHALMUS SP. (NYROCAE? YAMAGUTI, 1934)*  
(TREMATODA)

Summary

The mollusks *Melanopsis praemorsa* (L.) from western Georgia, naturally infected with the cercariae of the gen. *Philophthalmus*, have been studied. The tests were carried out with the purpose of deciphering the life cycle of this genus. The conjunctivas of sterile chicks were infected with adolescaria. Maritae of various ages were reared. The marita described is similar to the gen. *Philophthalmus nyrocae*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. И. Скрябин. Трематоды животных и человека, т. 1. М., 1947, 195.
2. И. А. Тихомиров. Тезисы докл. III Всесоюзного симпозиума по болезням и паразитам водных беспозвоночных. Л., 1976, 68.

ზ. თოფურია, ლ. ვაშაკიძე, ლ. მურმანიძე

### ფილტვის ქსოვილში იოდით ნიშანდებულ მკვლევარებში ჩართვის დარღვევის მორფოლოგიური საფუძვლები

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 4.9.1976)

ცნობილია, რომ ფილტვის ქსოვილის ფუნქციური მდგომარეობის განსაზღვრის ერთ-ერთ ეფექტურ და ტექნიკურად შედარებით მარტივ მეთოდს წარმოადგენს რადიოიზოტოპური სკენირება, რომელიც დამყარებულია ფილტვის კაპილარულ ქსელში რადიოაქტიური იოდით ნიშანდებული ადამიანის შრატის მკვლევარების შეყვანით გამოწვეული კაპილარების ხანმოკლე მიკროემბოლიზაციაზე [1—5]. ვინაიდან ფილტვების კაპილარული ქსელი ძირითადად ალვეოლების კედლებში არსებული კაპილარებით არის წარმოდგენილი, ამიტომ ბუნებრივია, რომ ამ ქსელის მდგომარეობა ექვივალენტურია სუნთქვის ორგანოების ჰემოჰაეროვანი ბარიერის, ანუ სუნთქვის ფუნქციის მარეალიზებელი კონსტრუქციის მდგომარეობისა. მასასადამე, რადიოიზოტოპური სკენირების შედეგები ფილტვის პარენქიმის ანუ რესპირატორული აპარატის მდგომარეობის გამომხატველია.

ვინაიდან რადიოიზოტოპურ სკენოგრაფიაზე ნიშანდებული მკვლევარების ჩართვის დარღვევის სურათი მოცულობის თვალსაზრისით ყოველთვის არ შეესაბამება ფილტვის ქსოვილში დაზიანების გავრცელების ინტენსივობას, საჭიროა მორფოლოგიურ ცვლილებათა შესწავლა ზემოხსენებული ჩართვის დარღვევის თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში, რათა შესწავლილი მასალის ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელი გახდეს სკენოგრაფიის მორფოლოგიური ექვივალენტის დადგენა.

ამ მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ ფილტვის რეზეცირებული წილები (16 შემთხვევა), რომლებშიც დარღვეული იყო იოდით ნიშანდებული მკვლევარების ჩართვა და სკენოგრაფიაზე აღინიშნებოდა დეფექტი. აღნიშნული დეფექტი 12 შემთხვევაში ლოკალიზაციითა და მოცულობით ემთხვეოდა რენტგენოგრაფიაზე არსებულ ცვლილებებს, ხოლო ოთხ შემთხვევაში აღინიშნებოდა შეუსაბამო რენტგენოლოგიურ და სკენოგრაფიის მონაცემებს შორის.

ფილტვის რეზეცირებული წილებიდან დამზადებულია ხრისტელერის ანათომები, რომლებიც შედგებოდა ჰემატოქსილინ-ეოზინით, პიკროფუქსინით, ფუქსელენით (ელასტიური ბოჭკოების გამოსავლენად).

დასახელებული ანათომების შესწავლის შედეგად ხუთ შემთხვევაში დადგენილი იყო ფილტვების ქრონიკული ფიბროზულ-კავერნოზული ტუბერკულოზი, შვიდ შემთხვევაში — ბრონქოექტაზიული ავადმყოფობა, ორ შემთხვევაში — ბრონქის ადენომა და ორ შემთხვევაში — ალვეოლური ექინოკოკი.

მიკრომორფოლოგიური შესწავლით გამოვლინდა, რომ ყველა დასახელებულ შემთხვევაში ჩამოთვლილი პათოლოგიური პროცესები გართულებულ



ლია ფილტვის ქსოვილის არასპეციფიკური ქრონიკული ანთებით, ე. ი. არსებულ ძირითად ავადმყოფობებს თან დაერთო არასპეციფიკური ანთებითი პროცესიც. დასახელებული პროცესი დიფუზური ხასიათის არის და ამიტომ იკავებს ფილტვის ქსოვილს მილიანად, მიუხედავად იმისა, რომ თვით ძირითადი პათოლოგიური პროცესი შეიძლება შემოსაზღვრული იყოს, როგორც, მაგალითად, ბრონქის ადენომისა და ალვეოლური ექინოკოკის შემთხვევაში.

ფილტვის წილში ქრონიკული არასპეციფიკური ანთების დიფუზური გავრცელების გამო ფილტვის ქსოვილი განიცდის დესტრუქციას, ხოლო შემავრთებელი ქსოვილი — პროლიფერაციას ფილტვის ქსოვილის სრული გადაკეთებით. ქვემოთ წარმოდგენილია ქრონიკული ანთების შედეგად ფილტვის ქსოვილში განვითარებული ცვლილებების მიკროსკოპული აღწერილობა.

მასალის შესწავლის შედეგად გამოირკვა, რომ ქრონიკული არასპეციფიკური ანთების ვრცელი უბნები უჭირავს ფიბროზულ შემავრთებელ ქსოვილს, რომელშიც აქა-იქ შერჩენილია ალვეოლების სანათურები. ასეთი ალვეოლების გამომდენი ეპითელი ან ატროფიულია — დადაბლებულია, ან მაღალი — კუბურია და განიცდის ჰიპერპლაზიას. ეპითელის ქვეშ არ აღინიშნება ჰემოჰაეროვანი ბარიერი კაპილარებისა და მათი მემბრანების სახით, ხოლო ელასტიური ბოჭკოები ან არ არის, ან ღეზორგანიზებულია. უბნებში, სადაც ფიბროზი არ აღინიშნება, ალვეოლების სანათური შეიცავს სეროზულ, სეროზულ-ფიბრინულ, ჩირქოვან ექსუდატს, ხშირად პათოლოგიური ორგანიზაციის მოვლენების — ფიბროზული შემავრთებელი ქსოვილის გამრავლების დასაწყისით. აქა-იქ აღინიშნება ვიკარული ემფიზემის უბნებიც, გამოხატული გავანერებული ალვეოლების ჯგუფების არსებობით. შესწავლილ წილებში ანგიოარქიტექტონიკა დარღვეულია არა მხოლოდ ფიბროზისა და ანთების უბნებში, არამედ ვიკარული ემფიზემის უბნებშიც და ფილტვის ქსოვილში მთლიანად. აღნიშნული გამოიხატება ფილტვის ქსოვილისათვის დამახასიათებელი არტერიულ-ვენური ანასტომოზების სისტემის არარსებობით და ისეთი ყალიბის სისხლის მიღების სიუხვით, რომელიც უფრო ფიბროზული შემავრთებელი ქსოვილისათვის არის დამახასიათებელი, ვიდრე ფილტვის ანგიოარქიტექტონიკისათვის.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გასაგებია, რომ შესწავლილ წილებში ფილტვის ქსოვილის გადაკეთების გამო დარღვეულია სუნთქვის ორგანოს საირიგაციო სისტემა. ამასთან, აღნიშნული სისტემა დარღვეულია არა მხოლოდ დესტრუქციულ და ფიბროზულ უბნებში, არამედ არადესტრუქციულ, ვიკარული ემფიზემის უბნებშიც. ამიტომ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ გადაკეთებულ ფილტვის ქსოვილს დაკარგული აქვს ჩვეული მორფო-ფიზიოლოგიური თვისებები და ის წარმოადგენს ახალ სუბსტრატს, რომელიც სასუნთქი სისტემისათვის და მთლიანად ორგანიზმისათვის აღარ არის საჭირო, და კარგი სუბსტრატია არსებული ინფექციის გააქტივებისა და ახალი ინფექციის შეჭრისათვის. არსებული კომპენსატორული ანუ ვიკარული ემფიზემის უბნები შესაძლებელია ახდენენ ფილტვის დაკარგული ქსოვილის ფუნქციის კომპენსირებას, მაგრამ ვერ იცვენ გადაკეთებულ ქსოვილს, უფრო მეტიც, დაზიანების პროგრესირებასთან დაკავშირებით ვიკარული პროცესები ითარგუნება, ვიკარული კონსტრუქციების პათოლოგიურ პროცესში ჩათრევის გამო.

სკენირებისა და მორფოლოგიური შესწავლის შედეგების ურთიერთდაპირისპირების საფუძველზე იქმნება შთაბეჭდილება, რომ ოდით ნიშანდ-



ბული მაკროალბუმინის ჩართვის დარღვევის საფუძველს წარმოადგენს ფილტვის ქსოვილის სრული გადაკეთება, ირიგაციის დარღვევით გამოწვეული დისტროფია, რის გამოც აღნიშნული იზოტოპი ვერ აღწევს კაპილარებამდე, რათა გამოიწვიოს მიკროემბოლიზაცია და ბრუნდება უკან უანგზადით გაუმდიდრებელი ე. წ. „შუნტის“ საშუალებით [6]. აღნიშნული გადაკეთება უმეტეს შემთხვევაში შეუქცევადი პროცესია და განვითარებულია ქრონიკული ანთების გამო, რომელიც შეიძლება თან ახლდეს ტუბერკულოზურ პროცესს, ბრონქოექტაზიულ ავადმყოფობას ან რომელიმე შემოფარგლულ პათოლოგიურ პროცესს, როგორც არის ბრონქის ადენომა და ალვეოლური ექინოკოკი.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ოთხ შემთხვევაში გამოვლინდა სკენოგრამისა და რენტგენოლოგიური მონაცემების შეუსაბამობის ფაქტი, რომელიც დადასტურდა მიკრომორფოლოგიური შესწავლითაც. კერძოდ, სკენოგრამაზე გაცილებით დიდი უბანი არის გამოთიშული, ვიდრე ეს რენტგენოლოგიურად ჩანს, რაც აიხსნება არტერიულ-ვენური ანასტომოზების სისტემის გადაკეთებით და არადესტრუქციულ უბნებშიც კი სისხლის მიწოდების რეგულაციის მოშლით. ეს უკანასკნელი გამოწვეულია პერიფოკალური ანთების გამო ვენტილაციის დაქვეითებით და რეფლექტორულად ირიგაციის მოშლით, თუმცა ამ მოვლენას გარდამავალი ხასიათი აქვს და მკურნალობის შედეგად ლიკვიდირდება. ზოგჯერ პირიქით, პათოლოგიური უბნის სიმცირის გამო შესაძლოა სკენოგრამაზე ცვლილებები საერთოდ ვერ ვნახოთ, მიუხედავად მათი არსებობისა.

სკენოგრამაზე ფუნქციიდან გამოთიშული უბნისა და მორფოლოგიურად პათოლოგიური პროცესის მიერ დაკავებული მიდამოს ზომების შეუსაბამობის ფაქტის ახსნისათვის საჭიროა სპეციალური მორფომეტრიული, კერძოდ, ჰისტოსტერეომეტრიული გამოკვლევის ჩატარება პათოლოგიური პროცესით დაკავებული უბნის მოცულობის განსაზღვრისათვის.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 29.10.1976)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

З. М. ТОПУРИЯ, Л. М. ВАШАКИДЗЕ, Л. А. МУРВАНИДЗЕ

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАРУШЕНИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ МЕЧЕННОГО ИОДОМ МАКРОАЛБУМИНА В ТКАНИ ЛЕГКИХ**

Резюме

Сопоставление данных скенограмм и микроморфологического изучения резецированной доли легкого при различных патологических процессах (туберкулез, бронхоэктатическая болезнь, доброкачественные опухоли, альвеолярный эхинокок), сопровождающихся хроническим неспецифическим воспалением, выявило, что в основу нарушения включения меченого иодом макроальбумина лежит необратимая переделка ткани легкого видоизменением ее ангиоархитектоники. Указанные изменения препятствуют микроэмболизации капилляров ткани легкого меченым макроальбумином, нарушая тем самым процесс включения радиоизотопа соответствующими изменениями скенограмм.

Z. M. TOPURIA, L. M. VASHAKIDZE, L. A. MURVANIDZE

## MORPHOLOGIC BASES OF THE DISTURBANCE OF UPTAKE OF IODINE-LABELLED MACROALBUMIN IN THE LUNG TISSUE

## Summary

Comparison of scanning data with micromorphologic evidence on resected lung lobe under different pathologic processes (tuberculosis, bronchiectasis, benign tumors, alveolar echinococcus) attended by chronic non-specific inflammation has shown that the disturbance of the uptake of iodine-labelled macroalbumin is due to an irreversible change of the lung tissue through modification of its angioarchitectonics. These alterations prevent microembolization of the lung tissue capillaries by labelled macroalbumin, thereby disturbing the process of radioisotope uptake, correspondingly expressed on the scan.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. V. Taplin, D. E. Johnson, E. K. Dore. *Hith Phys.*, 10, 1964, 219.
2. N. H. Wagner, D. C. Sobiston. *J. A. M. A.*, 187, 1964, 601.
3. L. J. Rosenthal. *Canad. Ass. Radiol.*, 16, 1965, 30.
4. U. Feine, H. Assman, P. Hilpert. *Fortschr. Röntgenstr.*, Bd. 105, 1966, 458.
5. Т. П. Макаренко, В. Л. Маневич, В. И. Хроменков, В. Д. Стоногин, В. В. Галкин, Ю. В. Балабанов, Т. А. Черникова. *Грудная Хирургия*, № 1, 1970, 69—76.
6. В. Д. Стоногин, К. А. Макарова. *Грудная Хирургия*, № 6, 1972, 87—95.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. К. ЭТЕРИЯ

ВЛИЯНИЕ РАЗНОНАПРАВЛЕННЫХ, ОДНОКРАТНЫХ И  
МНОГОКРАТНЫХ ПРОДОЛЬНЫХ ПЕРЕГРУЗОК НА  
ГИСТОСТРУКТУРУ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Представлено академиком И. К. Пипиа 8.6.1976)

Нарушения гемоциркуляции при перегрузках особенно ярко проявляются в эндокринных органах, которые в единицу времени на единицу веса получают крови значительно больше, чем другие ткани.

Вопросы влияния перегрузок на функцию поджелудочной железы впервые были рассмотрены и систематизированы С. А. Бугровым [1]. Подвергая подопытных животных перегрузкам  $+g_x$ , автор обнаружил нарушение внешнесекреторной функции поджелудочной железы. Им были отмечены смена гиперсекреторных периодов гипосекреторными, нарушение обеих фаз секреции, извращение характера секреторной реакции на пищевой раздражитель, нарушение соответствия в количественном и ферментативном составе секрета. Анализ полученных данных показал, что при этом страдают как нервные, так и нервно-гуморальные механизмы регуляции деятельности органа.

Работ, касающихся гистоструктурных нарушений в самой поджелудочной железе, очень мало [2—8]. В них рассматриваются вопросы гистоструктурных нарушений в поджелудочной железе при действии на организм поперечно направленных ускорений.

В наших опытах мы изучали влияние на крово-лимфообращение и строение поджелудочной железы подопытных животных продольных ускорений направления  $-gz$  (таз-голова) и  $+gz$  (голова-таз) при величине ускорения 2 и 10 g, времени воздействия 5—10—25 минут, в положении животных на контейнере центрифуги животом вниз и животом вверх, при вращении центрифуги слева направо по часовой стрелке и справа налево против часовой стрелки.

Исследования выполнены на 200 кроликах-самцах в трех сериях экспериментов. В первой серии опытов кролики подвергались перегрузкам в 10 g в течение 5 минут, во второй серии — перегрузкам в 2 g в течение 25 минут. Большинство кроликов первой и второй серий к этому сроку погибали, а остальные забивались в разные сроки после окончания опытов. В третьей серии опытов кролики подвергались переносимым перегрузкам в 2 g в течение 10 минут с повторными ежедневными перегрузками на протяжении 10—15 дней. Животные этой серии забивались сразу же после окончания опытов и через 1, 10, 15, 20, 25, 30, 60 суток.

Гистологические исследования препаратов поджелудочной железы подопытных животных, подвергнутых перегрузкам направления  $-gz$ , выявили значительную гиперемии сосудов поджелудочной железы. Изменения больше касаются венозных и лимфатических сосудов. Вены резко расширены, извиты, образуют аневризматические выпячивания.



В ткани органа обнаружены периваскулярные отеки и кровоизлияния дианедезного характера (рис. 1). Значительное расширение лимфатических сосудов чаще всего выявляется в соединительнотканной клетчатке, окружающей поджелудочную железу. Большинство артерий



Рис. 1. Периваскулярные кровоизлияния в поджелудочной железе. Окраска гематоксилином и эозином. Объектив 20.  
Гомаль 2

спазмировано. В отдельных участках междольковых артерий и артериол наблюдаются явления плазморрагии, сопровождающиеся вакуолизацией и десквамацией эндотелия. Островки Лангерганса хорошо контурируются, местами в них обнаруживаются точечные кровоизлияния.

На 5-е сутки периода последствий крово-лимфообращения поджелудочно железы нормализуется, остаются лишь некоторые дистрофические изменения в стенках сосудов.

К 20-му дню после окончания опытов гистоструктура поджелудочной железы подопытных животных не отличается от таковой у контрольных кроликов.

Во всех моделях экспериментов при воздействии на животных ускорений направления —gz нами получены идентичные данные.

Изменения в поджелудочной железе в первой и второй сериях носили однотипный характер, но нарушения, выявленные в органах во второй серии экспериментов, были более интенсивными.

Нарушения крово-лимфообращения и структурные изменения в поджелудочной железе носили совершенно иной характер при действии перегрузок направления +gz. Гистологические исследования в этих опытах выявили лишь умеренное полнокровие органа.

На основании полученных данных мы считаем, что показатели состояния кровеносных и лимфатических сосудов в поджелудочной железе следует считать очень важными, так как этот орган, обладая инкреторной и экскреторной функцией, выделяет вещества, участвующие в нейро-гуморальной регуляции крово-лимфообращения в условиях действия гравитационных перегрузок на организм.

Квезанская больница  
г. Ткварчели

(Поступило 30.7.1976)



3. მთერია

სხვადასხვა მხრივ მიმართული ერთჯერადი და მრავალჯერადი განივი გადატვირთვების გავლენა პანკრეასის ჰისტოლოგიურ სტრუქტურაზე

ექსპერიმენტში 200 მამალ კურდღელზე შესწავლილია ცენტრიფუგით სხვადასხვა მხრივ მიმართულ ერთჯერადი და მრავალჯერადი, სხვადასხვა სიდიდისა და დროის აჩქარებათა გავლენა პანკრეასის ჰისტოლოგიურ სტრუქტურაზე. მაკრო- და მიკროსკოპიულმა გამოკვლევებმა გამოავლინეს უხეში ცვლილებები როგორც სისხლძარღვთა სისტემის მხრივ, ისე ორგანოს პარენქიმაშიც. როგორც წესი, ორგანოში აღინიშნება სისხლძარღვთა მნიშვნელოვანი ჰიპერემია. ვენები მკვეთრად გაფართოებულია. პანკრეასის ქსოვილში აღინიშნულია პერივასკულარული შეშუპებები და სისხლჩაქცევები. წერტილოვანი სისხლჩაქცევები იყო აგრეთვე ლანგერანკის კუნძულაკებში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

V. K. ETERIA

THE EFFECT OF VARIOUSLY-DIRECTED, SINGLE AND MULTIPLE LONGITUDINAL OVERLOADS ON THE HISTOSTRUCTURE OF THE PANCREAS

Summary

The author investigated the effect of variously-directed, single and multiple, accelerations differing in magnitude and time of action, on the pancreas histostucture. The study involved 200 centrifuge tests with male rabbits.

Macro-microscopic investigations revealed gross changes in the organ parenchyma. As a rule, there was considerable vascular hyperemia. Veins are dilated, forming aneurysmal diverticula.

Perivascular oedemata and haemorrhages were found in the pancreas tissue. Punctate haemorrhages are found in Langerhans islets.

It is concluded that the indices of the state of the blood and lymphatic vessels of the pancreas should be considered very important, for this organ—possessing incretory and excretory functions—secretes substances which participate in neurohumoral regulation of blood- and lymph circulation under exposure of the organism to gravitational overloading.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Бугров. Проблемы космической медицины, М., 1966, 76—78.
2. Ю. Н. Конаев. Авиационная и космическая медицина. М., 1963, 274—277.
3. Ю. Н. Конаев. Морфология процессов адаптации клеток и тканей. М., 1971, 147—150.
4. В. Г. Елисеев. Труды VII Всесоюзного съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. Тбилиси, 1969, 27—29.
5. В. В. Парин, Р. М. Баевский, М. Д. Емельянов, И. М. Хазен. Очерки по космической физиологии. М., 1967.
6. Н. Т. Нестеренко, А. Ю. Сопильник. Труды молодых ученых Целиноградского мед. ин-та. Целиноград, 1970, 8—10.
7. Т. И. Резников. Матер. науч. конфер. посвящ. 100-летию со дня рождения В. Н. Тонкова. Л., 1971, 204.
8. Е. Ф. Котовский. Проблемы космической биологии, т. 15, 1971, 5.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. В. АНТЕЛАВА, Р. В. КАПАНАДЗЕ, Л. Д. ЧЕИШВИЛИ

ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАТЕПСИНОВ  
В ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЕ В НОРМЕ И ПРИ РАЗЛИЧНЫХ  
ФОРМАХ ЗОБА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 14.10.1976)

Известно, что в щитовидной железе из тиреоглобулина под действием тиреоидных катепсинов выделяются тиреоидные гормоны: тироксин ( $T_4$ ) и трийодтиронин ( $T_3$ ). Установлено также, что активность катепсинов при различных формах зоба меняется. Наибольшей она бывает при диффузном токсическом зобе, а наименьшей—при зутиреоидном зобе.

Для топографического определения тиреоидных катепсинов особый интерес представляет гистохимическое изучение их в щитовидной железе и сопоставление с биохимическими данными.

Гистохимические исследования катептической активности в тиреоидной ткани немногочисленны и противоречивы.

В 1941 г. де Робертис с помощью гистохимического метода впервые обнаружил протеолитическую активность в коллоиде щитовидной железы [1]. В полости фолликула также были обнаружены тиреоидные пептидазы [2].

Некоторыми авторами [3—5] установлена протеолитическая активность в эпителиальных клетках фолликулов. Поэтому целью нашего исследования явилось гистохимическое выявление распределения катепсинов в щитовидной железе в норме и при различных формах зоба.

Материалом для исследования служила ткань щитовидной железы людей, оперированных по поводу различных форм зоба, а для контроля использовалась тиреоидная ткань погибших от несчастных случаев людей через 2—5 часов после наступления смерти.

Для гистохимического выявления катепсинов применялся метод Кунингема. Сущность этого метода заключается в следующем. В качестве субстрата берется желатина, из которой на предметном стекле готовится пленка, которая окрашивается 0,2% раствором о-дианизидина. Отмывка производится вероналовым буфером (рН 8,0) в суспензии Н кислоты, затем ацетатным буфером (рН 4,4) и водой. Предметные стекла высушиваются. Избыток краски удаляется 70% раствором этанола. Приготовленные пленки хранятся в 0,025 М фосфатном буфере (рН 6,8). Параллельно готовятся контрольные пленки, которые с целью фиксации помещаются в 3,7% раствор формалина, содержащий 0,01 М раствора ацетата кальция (рН 5,5).

Срезы тиреоидной ткани готовились толщиной 6 мк в криостате и прикреплялись к пленке. Инкубация производилась при температуре 37°C в течение нескольких минут. Инкубационная смесь содержала 0,1 М ацетатного буфера (рН 4,4), 0,05 М ЭДТА и сахарозу. После инкубации срезы не менее 1 часа фиксировались фиксатором, состоящим из уксусной кислоты, формалина, этанола (5:10:85).

На основе гистологического и гистохимического исследования выяснилось, что в норме в ткани щитовидной железы людей, умерших от несчастных случаев, гистохимическая активность фермента катепсинов выявляется умеренным выявлением их в апикальных частях, выстилающих эпителиальные клетки фолликулов (рис. 1).

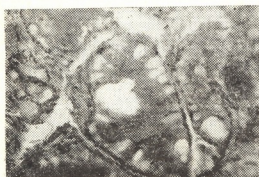


Рис. 1. Умеренное содержание катепсинов в апикальных частях эпителиальных клеток фолликулов щитовидной железы в норме. Микрофото. Окр. по методу Кунинхема.  $\times 600$

При диффузном токсическом зобе отмечаются увеличение фолликулов, накопление коллоидного вещества и уплощение эпителия. Стенки большинства фолликулов выстланы кубическим и большей частью уплощенным эпителием. Лишь в немногих фолликулах обнаруживается призматический эпителий, а сандерсоновских подушек мало. Гистохимически катепсины при диффузном зобе выделяются в виде ярко выраженных выявлений в апикальных частях уплощенных, кубических и призматических эпителиальных клеток, выстилающих фолликулы (рис. 2, 3).

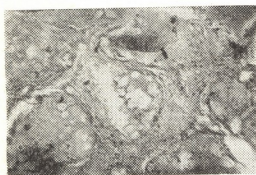


Рис. 2. Ярко выраженное выпадение катепсинов в апикальных частях, выстилающих эпителиальные клетки при диффузном токсическом зобе. Микрофото. Окр. по методу Кунинхема  $\times 400$

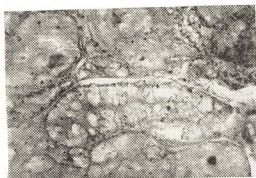


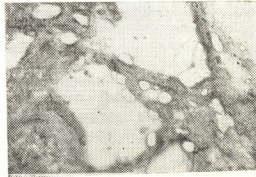
Рис. 3. Многочисленные выпадения катепсинов в апикальных частях, выстилающих эпителиальные клетки фолликулов при диффузном токсическом зобе. Микрофото. Окр. по методу Кунинхема.  $\times 600$

При гистологическом изучении узлового токсического зоба места ми наблюдается пролиферация эпителия, с образованием новых фолликулов. В местах такого роста видны сандерсоновские подушки и сосочковые разрастания призматического эпителия фолликулов с уменьшенным количеством коллоида. Гистохимически активность катепсинов при узловом токсическом зобе выявляется в виде единичных выявлений в апикальных частях эпителиальных клеток фолликулов (рис. 4).



Наши данные совпадают с литературными данными. Кунинхем обнаружил катептическую активность в апикальной части эпителиальных клеток фолликулов. Но этот автор изучал ферментативную активность только в нормальной щитовидной железе крыс.

Рис. 4. Единичные выявления катепсинов в фолликулах при узловом токсическом зобе. Микрофото. Окр. по методу Кунинхема.  $\times 600$



На основании литературных и наших данных можно предположить, что тиреоглобулин из просвета фолликулов с помощью пиноцитоза попадает в апикальную часть эпителиальной клетки, где находятся первичные лизосомы, которые, сливаясь, образуют вторичные лизосомы, и где происходит протеолиз тиреоглобулина.

Следовательно, фаголизосомальная функция щитовидной железы обуславливает образование тиреоидных гормонов.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт  
 Институт клинической и  
 экспериментальной кардиологии  
 им. акад. М. Д. Цинамдзгвришвили  
 МЗ ГССР

(Поступило 15.10.1976)

ამსაპერიმენტული მემორიანი

ა. ანთელავა, რ. კაკანაძე, ლ. ზიზვილი

თირეოიდეული კათეფსინების ჰისტოქიმიური აქტივობა ნორმასა და სხვადასხვა ფორმის ჩიყვის დროს

რეზიუმე

ჩვენი გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ კათეფსინების აქტივობა ადამიანის ნორმალურ ფარისებრივ ჯირკვალზე ასევე სხვადასხვა ფორმის ჩიყვის დროს გამოხატულია ფოლიკულის ეპითელიალური უჯრედების აპიკალურ ნაწილში. ჰისტოქიმიური რეაქციის ინტენსივობა ყველაზე უფრო მკაფიოდ გამოხატულია დიფუზური ტოქსიკური ჩიყვის დროს, შემდეგ კვანძოვანი და ბოლოს ნორმალურ თირეოიდეულ ქსოვილში. ყველაფერი ეს კიდევ ადასტურებს იმას, რომ ფარისებრივი ჯირკვლისათვის დამახასიათებელია ფაგოლიზოსომური ფუნქცია.



A. V. ANTELAVA, R. V. KAPANADZE, L. D. CHEISHVILI

HISTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THYROIDAL CATHEPSINS  
IN NORM AND IN VARIOUS FORMS OF GOITER

## Summary

The object of the study was *a)* to find the localization of thyroid cathepsins both in normal thyroid tissues and in various forms of goiter, *b)* to record cases of enhanced enzymic activity as judged from the intensity of the histochemical reaction.

Pathological tissue was taken after operation and the normal thyroid tissue by postmortem section cutting.

Using the Cunningham method cathepsin activity was found in the apical part of the follicular epithelial cells.

The intensity of the histochemical reaction was more pronounced in diffuse toxic goiter, less in adenomatous goiter and the least in the normal thyroid tissue. All this points to the phagolysosomal function of the thyroid.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. De Robertis. Anat. Rec. 80, 1941, 219.
2. S. Talanti, V. L. Hopsu. Acta Endocrin. 35, 1960, 841.
3. S. H. Wollman, I. S. Spicer, M. S. Bursione. J. Cell. Biol., 21, 1964, 191.
4. B. K. Wetzel, J. S. Spicer, S. H. Wollman. J. Cell. Biol., 25, 1965, 593.
5. L. J. Cunningham. Histochemistry and Cytochemistry, 15, № 5, 1967, 292.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. И. ХИРСЕЛИ, О. В. МГАЛОБЛИШВИЛИ

КОМПЛЕМЕНТ КРОВИ ПРИ ДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ  
КОЛЕБАНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 28.9.1976)

Как известно, ультразвуковые волны обладают широким спектром действия на различные биологические системы. Этим объясняется тот огромный интерес, который проявляют исследователи разных специальностей в последние годы к этому вопросу. Применение же ультразвука с лечебной и диагностической целью потребовало изучения первичных реакций живого организма при воздействии ультразвуковых волн разной интенсивности как на субклеточном, так и на молекулярном уровне. С этой точки зрения мы сочли заслуживающим внимания изучение комплементарной активности сыворотки крови после воздействия ультразвуковых волн различной интенсивности.

В доступной нам литературе удалось обнаружить лишь единичные исследования [1, 2], посвященные этому вопросу. Следует отметить, что в них комплементарная активность изучалась *in vitro* после озвучения самой сыворотки. Результаты этих исследований показали, что ультразвуковые волны вызывают инактивацию комплементарной активности сыворотки, причем различные его компоненты реагируют на это воздействие в неодинаковой степени. Наиболее резким изменениям подвержены C'2 и C'3 [1].

Для определения комплементарной активности сыворотки после воздействия ультразвуковых волн разной интенсивности нами использовался метод титрования комплемента по 100% гемолизу. Принцип метода основан на том, что сыворотка свежей крови — источник комплемента гемолизует сенсibilизированные эритроциты барана. Чем больше комплемента содержится в испытуемой сыворотке, тем меньше сыворотки нужно для того, чтобы вызвать гемолиз определенного количества сенсibilизированных эритроцитов. Отсутствие комплемента в испытуемой сыворотке выражается в задержке гемолиза во всех опытных пробирках.

Комплементарный титр исследовался на 56 беспородных белых крысах весом от 200 до 300 г. Источником ультразвуковых колебаний служил отечественный терапевтический аппарат УТП-1 (частота 830 кгц, шкала интенсивности ультразвука 0,2—2,0 вт/см<sup>2</sup>). Воздействие ультразвуком проводилось при выстриженной шерсти через водяное пространство в непрерывном режиме. Озвучению подвергалась область печени и селезенки. По интенсивности воздействия ультразвуком наш материал распределялся на две серии: животные первой серии (30 крыс) подвергались воздействию ультразвука высокой интенсивности (2 вт/см<sup>2</sup>) как кратковременно (до 5 мин) — 15 крыс, так и длительно (до 10 мин) — 15 крыс; животные второй серии (26 крыс) озвучались ультразвуковыми волнами низкой интенсивности (0,4 вт/см<sup>2</sup>) кратковременно — 13 крыс и длительно — 13 крыс. Для

исследования озвученные крысы забивались путем декапитации в разные сроки: через 10—15 мин, 3 часа, 2, 3, 7 и 20 суток после воздействия ультразвука. В качестве контроля было исследовано 11 интактных крыс.

У большинства животных как первой, так и второй серии экспериментов после воздействия ультразвуковых волн гемолитическая активность комплемента снижалась. При озвучении ультразвуком высокой интенсивности (первая серия) понижение комплементарного титра сыворотки отмечалось в 75% случаев, при воздействии же ультразвуковых волн низкой интенсивности (вторая серия) — в 65%. У животных контрольной группы комплементарная активность сыворотки колебалась в пределах нормы и соответствовала 0,01—0,04. Снижение комплементарного титра (0,08—0,12) вплоть до полного исчезновения его из сыворотки имело место уже спустя 10—15 мин после озвучения ультразвуком высокой интенсивности (первая серия). При воздействии ультразвуковых волн низкой интенсивности (вторая серия) спустя 5—10 мин падение комплементарного титра до нуля отмечалось только после длительной экспозиции (до 10 мин), в остальных же случаях это снижение носило относительно умеренный характер (0,07—0,09). В последующие сроки исследований (через 3 часа, на 2-й день) как в первой, так и во второй серии экспериментов нарастало количество случаев с полной задержкой гемолиза. Так, если при озвучении животных ультразвуковыми волнами низкой интенсивности полное исчезновение комплемента из сыворотки отмечалось у 15% (кратковременная экспозиция) — 46% (длительная экспозиция), то после воздействия ультразвука высокой интенсивности это число возрастало почти вдвое — соответственно 33% (кратковременная экспозиция) — 80% (длительная экспозиция). Кратковременное воздействие ультразвука как высокой, так и низкой интенсивности на область селезенки спустя 5—10 мин не вызывало снижения комплементарного титра. Однако в последующие сроки (3 часа, 2—3, 7-й день) длительное действие ультразвуковых волн на селезенку приводило к полной задержке гемолиза у всех подопытных животных. Повышение комплементарного титра до нормальных показателей (0,02—0,04) наблюдалось в основном к 7-му дню, исключение составляли лишь те животные, у которых озвучению подвергалась область селезенки. У этих крыс повышение комплементарной активности наблюдалось к 20-му дню.

Таким образом, после кратковременного озвучения ультразвуком высокой интенсивности полное исчезновение комплемента из сыворотки отмечалось у 33% животных, тогда как после длительной экспозиции (до 10 мин) в этой же серии экспериментов — у подавляющего большинства (80%) животных. При кратковременном воздействии ультразвуковых волн низкой интенсивности превалировало в основном снижение комплементарной активности, редко (до 15%) встречались случаи с полной задержкой гемолиза. Число животных с падением комплементарного титра до нуля в этой же серии экспериментов увеличивалось (до 46%) только после длительного озвучения.

Из вышесказанного явствует, что ультразвуковые волны способны вызывать как понижение, так и полное исчезновение комплемента из сыворотки. Известно, что понижение комплементарного титра указывает на изменение иммунологической реактивности и нарастание аллергии, падение же до нуля, предшествует анафилактическому состоянию [3, 4]. Ультразвуковые волны с распадом клеточных субстанций [5, 6] способствуют высвобождению в кровеносное русло большого ко-

личества аутоантигенов, что в сенсibilизированном организме животного может вызвать образование комплекса антиген-антитело. Образованный же комплекс способен фиксировать комплемент на своей поверхности прижизненно [3]. Возможно, этим и обусловлено полное исчезновение комплемента из сыворотки при проведенных нами исследованиях.

Подводя итог поставленным нами опытам, следует подчеркнуть ряд положений: ультразвук различной интенсивности вызывает изменение иммунологической реактивности организма, что выражается в понижении содержания комплемента и даже в полном исчезновении его из сыворотки. Комплементарная активность сыворотки находится в прямой зависимости как от интенсивности, так и от длительности воздействия ультразвуковых волн на живой организм. Вместе с тем следует отметить и тот факт, что область озвучения отдельных органов (печень, селезенка) ультразвуком, видимо, может играть определенную роль в развитии различных изменений в содержании комплемента в сыворотке.

Институт экспериментальной  
и клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 30.9.1976)

ქვეყნიერების მედიცინა

ა. ხირსელი, ო. მგალობლიშვილი

სისხლის კომპლემენტი ულტრაბგერის ზემოქმედებისას  
ქვეყნიერებში

რ ე ზ ი მ ე

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ სხვადასხვა ინტენსივობის მქონე ულტრაბგერა იწვევს შრატის კომპლემენტარული აქტივობის არამართო დაქვეითებას, არამედ ხშირად მის მთლიან გაქრობასაც კი. კომპლემენტის რაოდენობა შრატში პირდაპირ დამოკიდებულებაში იმყოფება როგორც ულტრაბგერის ზემოქმედების ძალასთან, ისე მისი ზემოქმედების ხანგრძლივობასთან.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. I. KHIRSELI, O. V. MGALOBlishvili

## BLOOD COMPLEMENT UNDER THE ACTION OF ULTRASCOUND OSCILLATIONS IN EXPERIMENT

Summary

The complementary activity of the serum (titration over 100% of haemolysis) following the action of ultrasound waves of various intensity was studied in 56 strainless white rats.

The investigations have shown that ultrasound waves of various intensities cause a change of the immunological reactivity, expressed in a dec-



rease of the content of the complement and even in its full disappearance from the serum. The complement content in the serum is in direct dependence upon the intensity as well as upon the duration of the ultrasound wave effect on the live organism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Vérain, A. Vérain, E. Desraux. Ann. de L'institut Pasteur, 95, № 1, 1958.
2. Ф. С. Околов, О. Х. Николов, Т. Б. Романцова. ЖМЭИ, 10, 1963.
3. Л. С. Резникова. Комплемент и его значение в иммунологических реакциях. М., 1967.
4. И. В. Корсакова. Труды II съезда оториноларингологов УССР. Киев, 1950.
5. А. Н. Онанов. Сб. «Материалы о влиянии ультразвуковых волн на ткани животных». Тбилиси, 1957.
6. И. Е. Эльпинер, Ю. А. Кригер, С. З. Добрина. Биофизика, 8, 6, 1963.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. В. ЧХАИДЗЕ, Т. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Ш. К. МАХАРАДЗЕ,  
Г. В. ЦИЦКИШВИЛИ, К. И. КОРПАШВИЛИ

### СОСТОЯНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТРОМ ХОЛЕЦИСТИТЕ

(Представлено академиком И. К. Пипия 27.10.1976)

В связи с изучением проблемы хирургического лечения острого холецистита перед нами возникла необходимость экспериментально исследовать динамику некоторых патофизиологических показателей, характерных для острого воспалительного процесса в желчном пузыре.

Экспериментальные исследования потребовали создания модели острого холецистита, о методике которого в литературной информации имеются весьма скудные данные. Следует отметить, что большинство исследователей в эксперименте изучали этиопатогенез желчнокаменной болезни, создав модель острого или хронического холецистита, старались объяснить механизм образования желчных камней [1—5]. В ходе этих исследований установлено, что в эксперименте острый или хронический холецистит можно вызвать непосредственным воздействием на желчный пузырь механическими, токсическими, инфекционными путями или хроническим раздражением периферической нервной системы.

Известно, что при застойном явлении в желчном пузыре желчные кислоты и ферменты панкреаса оказывают разрушающее действие на ткани желчного пузыря, а сопутствующая инфекция вызывает острое или хроническое воспаление пузыря [4, 6].

Для воспроизведения модели экспериментального острого холецистита мы использовали преимущества отдельных моментов методик, рекомендованных рядом исследователей, которые, на наш взгляд были близки к целям наших исследований.

Целью предлагаемой работы являлось изучение динамики изменения периферической крови при экспериментальном остром холецистите в первые три недели (до перехода острого воспалительного процесса в хронический) и тем самым подтверждение достоверности воспроизводимой модели острого холецистита, близкой к клинической картине. Кроме того, предполагалось, что динамическое изучение периферической крови, наряду с изучением патоморфологической картины органа, показателя кислотно-щелочного равновесия и изменения потенциала напряжения мышцы стенки желчного пузыря, позволит составить общую характеристику течения патологического процесса.

Эксперименты проводили по следующей методике: на операционном столе собаку фиксировали на спине, с предварительным подкожным введением 2% раствора морфия или пантопона; под общим эфирным наркозом проводили верхнюю лапаротомию, изолированно перевязывали пузырный проток и в желчный пузырь вводили 10 мл раствора кристаллического хемотрипсина с добавлением вирулентной культуры кишечной палочки в количестве  $2 \cdot 10^{-9}$ ; брюшная полость зашивалась наглухо.

В опытах было использовано всего 55 здоровых беспородных собак обоего пола, весом от 15 до 20 кг. У оперированных животных острый холецистит развивался спустя 24—48 часов после операции.

Анализ периферической крови, производили в динамике до и после операции на 2, 4, 5, 8, 10, 16-й дни. Полученные данные обработаны методом математической статистики (см. таблицу).

Показатели периферической крови при экспериментальном остром холецистите

Показатели	До опыта	На 2—3-й день после операций	На 4—5-й день	На 8—10-й день	На 15—16-й день
Гемоглобин, г %	14,0	13,6	13,0	12,8	12,25
Эритроциты, мл.	6,5	6,0	6,0	5,7	5,7
Лейкоциты, тыс.	9,4	13,0	21,8	18,2	12,9
Нейтрофилы, тыс.	5,3	7,3	13,2	12,1	7,4
Лимфоциты	2,7	3,6	6,2	4,4	3,3
Моноциты	924	1100	1250	1195	1125
Эозинофилы	434	770	860	585	335

Данные показывают, что через 24—48 часов после операции наблюдаются лейкоцитоз с нейтрофилозом ( $P < 0,001$ ), лимфоцитоз и моноцитоз ( $P < 0,001$ ). Эти показатели особенно резко изменились на

показатели периферической крови

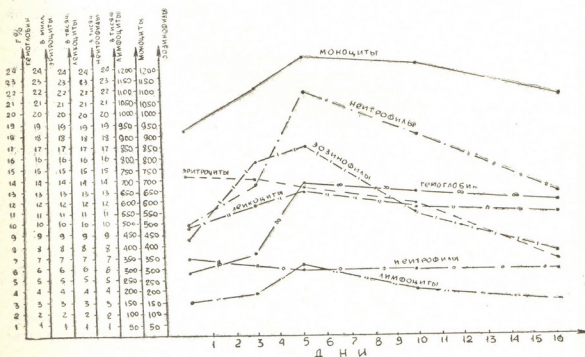
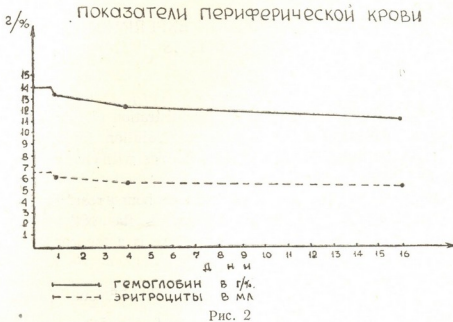


Рис. 1

4—5-й день после операции; их количество максимально повысилось ( $P < 0,001$ ), а потом наметилась некоторая тенденция к понижению количества как лейкоцитов ( $P < 0,001$ ), так и других показателей крови белого ряда. Несмотря на это, на 16-й день после операции количество элементов белого ряда крови все же было выше исходного ( $P < 0,001$ ) (рис. 1).

Со стороны крови красного ряда во время всего опыта отмечалось некоторое колебание с понижением показателей. Понижалось количество эритроцитов и гемоглобина ( $P < 0,001$ ), однако эти показатели не выходили за предел нормы (рис. 2).



На основании полученных данных можно заключить, что изолированная перевязка пузыря протока и введение в желчный пузырь вирусной культуры кишечной палочки вместе с раствором кристаллического хемотрипсина вызывают экспериментальный острый холецистит с характерными изменениями со стороны периферической крови белого ряда. Острый холецистит развивается через 24—48 часов, достигая максимума на 4—5-й день. Начиная с 8-го дня, по 16-й день, благодаря компенсаторным механизмам организма, наблюдается тенденция к приближению исходных показателей периферической крови.

Научно-исследовательский  
институт клинической  
и экспериментальной хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 28.10.1976)

მასპერინმენტული მიღწინა

ო. ჩხაიძე, თ. ჯაფარიძე, ზ. მახარაძე, ზ. ტიციშვილი, კ. შორვაშილი

მასპერინმენტული მწვავე ქოლეცისტიტების დროს პერიფერიული  
სისხლის მდგომარეობა

რეზიუმე

ნაღვლის ბუშტის სადინარის გადაკეანძვა და ნაწლავის ჩხირის ვირულენტური კულტურის შეყვანა კრისტალურ ქემოტრიფსინთან ერთად იწვევს მწვავე ქოლეცისტიტის სურათის განვითარებას ცდიდან 24—48 საათში და მახასიათებელი ცვლილებებით პერიფერიული სისხლის თეთრი რიგის უჯრედებში.



## EXPERIMENTAL MEDICINE

O. V. CHKHAIDZE, T. N. JAPARIDZE, Sh. K. MAKHARADZE,  
G. V. TSITSKISHVILI, K. I. KORPASHVILI

PERIPHERAL BLOOD STATE IN EXPERIMENTAL ACUTE  
CHOLECYSTITIS

## Summary

Isolated cystic duct ligation and administration of virulent culture of *Escherichia coli* with crystalline chymotrypsin solution into the gallbladder causes an experimental acute cholecystitis in dogs with characteristic changes in peripheral blood of white series.

The acute cholecystitis develops in 24-48 hours- reaching its maximum on the 4-5 day. Beginning with the 8th day, on the 16th day, thanks to the compensatory mechanism of organism there is a tendency to approach the initial indices of peripheral blood.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. О. Бадиклес. Архив патологии, 1928, вып. 6, 534—543.
2. В. А. Иванов, Ю. П. Пурахин, Х. О. Кешоков. Тез. докл. Третьей Всесоюзной конференции Студенческого научного общества медицинских, стоматологических и фармацевтических ин-тов. М., 1954, 76—77.
3. В. А. Иванов, Ю. М. Лопухин. Хирургия, № 5, 1955, 15—19.
4. Ю. М. Лопухин. Экспериментальная хирургия. М., 1971.
5. F. C. Ma n. The production by clinical means of a specific cholecystitis. Ann. Surg. 73, 54, 1921, 481—487.
6. S. E. Stephanson, C. B. Nagel. Acute cholecystitis; an experimental study. Ann. Surg., 157,5 1963, 687—694.



ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Т. А. ЛОМИНАДЗЕ

К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ СЕМЕЙСТВА  
*PACHYCERATIDAE*

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 27.9.1976)

Подавляющее большинство исследователей включает семейство *Pachyceratidae* (с родами *Erymnoceras*, *Pachyceras*, *Torquistes*) в состав надсемейства *Stephanoceratoidea*, а происхождение его связывает с семейством *Tulitidae*.

Иное мнение высказал Вестерманн [1]. Согласно этому автору, в отличие от стефанокератоидей, пахицератиды имеют планулятный тип перегородок и не супенсивную перегородочную линию. У перегородочной линии планулятного типа лопасть  $U^1$  и седло  $U/U^1$  всегда маленьких размеров. В этом отношении пахицератиды наиболее близко связаны с перисфинктоидеями и их батско-келловейской ветвью *Zigzagiceratinae* — *Proplanulitinae*. Вестерманн считает, что гахицератиды надо исключить из надсемейства *Stephanoceratoidea* и отнести в *Perisphinctoidea*.

Для установления филогенетических связей аммоноидей, как известно, наиболее важными являются онтогенетические исследования. С этой целью нами был изучен онтогенез перегородочной линии у двух представителей рода *Erymnoceras*: *Erymnoceras (Erymnoceras) doliforme* (Rom.) и *Erymnoceras (Pachyerymnoceras) sp.*

Развитие перегородочной линии на примере *Erymnoceras (Erymnoceras) doliforme* (Rom.) представляется следующим образом. Третья линия (первые две линии нам не удалось зарисовать) пятилопастная ( $T=0,75$  мм и имеет формулу  $(V_1V_1)UU^1ID$ . В дальнейшем лопасть  $U^1$  смещается на наружную сторону (рис. 1). При толщине раковины  $T=2$  мм лопасть 1 делится на две части  $I_1I_2$  и седла  $V/U$  и  $I_1/D$  начинают усложняться дополнительными элементами. Формула имеет вид  $(V_1V_1)UU^1:I_1I_2D$ . При толщине  $T=2,7$  мм на наружной стороне раковины появляется лопасть  $U^2$  и формула линии приобретает вид  $(V_1V_1)UU^1U^2:I_1I_2D$ . В дальнейшем до  $T=12$  мм самостоятельные элементы в строении перегородочной линии вида не образуются, однако отдельные седла и лопасти сильно усложняются. Так, например, седла  $V/U$  и  $I_2/D$  становятся очень широкими и изрезанными, а лопасть  $U$  — трехконечной. Формула перегородочной линии имеет вид  $(V_1V_1)(U_2U_1U_2)U^1U^2:I_1I_2D$ .

При  $T=12$  мм на пупковом шве появляется не вполне обособленная лопасть  $U^3$  и конечная формула вида *Erymnoceras (Erymnoceras) doliforme* (Rom.) принимает вид  $(V_1V_1)(U_2U_1U_2)U^1U^2(U^3)I_1I_2D$ .

Еще в 1876 г. Неймаир ([2], рис. 4) изобразил последнюю перегородочную линию вида *Erymnoceras (Erymnoceras) coronatum* (Вг.).

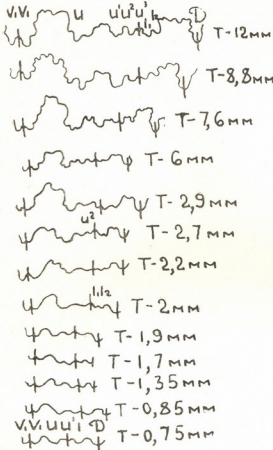


Рис. 1. *Erymnoceras (Erymnoceras) doliforme* (Rom.) (ув. от 12 до 3), обр. 1162. Северный Кавказ, р. Черек Балкарский, средний келловей

Несмотря на то что этот автор не дает рисунка хода онтогенетического развития перегородочной линии, можно с уверенностью сказать что и по этому изображению формула линии имеет аналогичный с *Erymnoceras (Erymnoceras) doliforme* (Rom.) вид.

У *Erymnoceras (Pachyerymnoceras)* sp. нам удалось наблюдать последние перегородочные линии (рис. 2). Несмотря на это, отчетливо видно, что развитие линии идет аналогичным с вышеописанным случаем путем. Конечная формула имеет такой же вид, что и в случае *Erymnoceras (Erymnoceras) doliforme* (Rom.).

Развитие перегородочной линии в онтогенезе у представителей рода *Pachyceras* было изучено Шиндевольфом [3]. Этим исследователем дан рисунок развития линии для видов *Pachyceras crassum* Douv. и *P. lalandeanum* (d'Orb.). У последнего вида онтогенез перегородочной линии был довольно детально изучен и французским ученым Тиери [4].

Исходя из рисунка, предложенного Тиери, можно заключить, что ход развития линии идет аналогичным с *Erymnoceras* путем и формула имеет вид  $(V_1V_1)(U_2U_1U_2)U^1U^2(U^3)I_{1,2}D$ . Единственное различие состоит в том, что у *Pachyceras lalandeanum* (d'Orb.) лопасть  $U^2$  возникает до деления 1 на две части (хотя на рис. 267 работы Шиндевольфа [3] у вида *Pachyceras crassum* Douv. эта лопасть возникает после деления 1).

Сравнение планов развития перегородочной линии представителей родов *Pachyceras* и *Erymnoceras* показывает полное их тождество. Различие состоит лишь в том, что на последних линиях седло  $I_2/D$  у эрминоцерак гораздо шире, чем у пахицерак.

По характеру развития перегородочной линии в онтогенезе пахицератиды резко отличаются от большинства стефанокератоидей, в первую очередь отсутствием у них второй внутренней боковой лопасти  $I^1$ . Эта лопасть отсутствует также у представителей семейства *Tulitidae*.

На этом основании Н. В. Безносков [5], по нашему мнению, совершенно справедливо поставил под сомнение принадлежность тулитид к надсемейству *Stephanoceratoidea*. Хан [6] семейство *Tulitidae* включает в надсемейство *Perisphinctoidea*.

Рассматривая рисунки хода онтогенетического развития перегородочной линии тулитид ([7], рис. 4, [3] 3, рис. 248, 263), мы видим, что в процессе онтогенеза, в отличие от пахицератид, у них внутренняя боковая лопасть 1 не разделяется. Кроме того ([3], рис. 263, *Bullatimorphites hannoveranus* Roem.), умбиликальная лопасть  $U^2$  у тулитид разделяется на две симметричные лопасти  $U_1^2 U_1^2$ , одна из них смещена на внутреннюю сторону, а другая на наружную. То же самое происходит и с умбиликальной лопастью  $U^3$ . В дальнейшем на шве образуется еще одна не вполне обособленная лопасть  $U^4$ . Формула перегородочной линии может быть представлена следующим образом:  $(V_1 V_1) (U_2 U_1 U_2) U^1 U^2 U_1^2 (U^4) U_1^2 U_1^2 D$ .

Ввиду различий в стадиях онтогенеза перегородочной линии невозможно связать тулитиды и пахицератиды филогенетически.

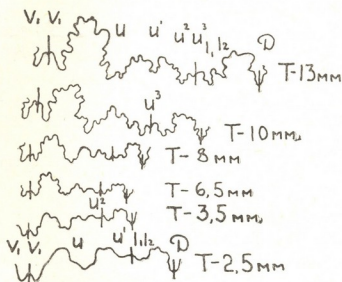


Рис. 2. *Erymnoceras (Pacyerymnoceras)* sp. (ув. от 12 до 3), обр. 1163, Северный Кавказ, р. Черек Балкарский, верхний келловей

По развитию перегородочной линии в онтогенезе представители пахицератид наиболее близко стоят к филогенетической ветви *Leptosphinctinae* — *Zigzagiceratinae* — *Proplanulitinae* надсемейства *Perisphinctoidea*. Все представители этих надсемейств в ходе онтогенетического развития перегородочной линии проходят стадию  $(V_1 V_1) U U^1 U^2 U^3 I_1 I_2 D$ , характерную для пахицератид, однако в дальнейшем у зигзагicerатин лопасть  $U^3$  делится на две симметричные лопасти  $U_1^3 : U_1^3$ , а у пропланулитин появляется еще и  $U^4$ , которая, в свою очередь, делится на  $U_1^4 : U_1^4$ .

Единый план развития перегородочной линии в онтогенезе, совместно со стратиграфической последовательностью, позволяет рассматривать *Pachyceratidae* как продолжение филогенетической ветви *Leptosphinctinae* — *Zigzagiceratinae* — *Proplanulitinae* (надсемейство *Perisphinctoidea*).

Таким образом, семейство *Pachyceratidae* должно быть включено в надсемейство *Perisphinctoidea*.



თ. ლომინაძე

## PACHYCERATIDAE-ს ოჯახის სისტემატიკის საკითხისათვის

რეზიუმე

*Pachyceratidae*-ს ოჯახის წარმომადგენლები ტიხრის ხაზის ონტოგენეტური განვითარების გზებით ძლიერ განსხვავდებიან სტეფანოცერატოიდებისაგან, პირველ რიგში იმით, რომ მათ არ უჩნდებათ უბე I<sup>1</sup> და შიგა გვერდითი უბე გაყოფილი აქვთ ორ ნაწილად — I<sub>1</sub>I<sub>2</sub>. ტიხრის ხაზის გართულება მთავრდება U<sup>3</sup>-ს წარმოქმნის მომენტში. ფორმულას აქვს შემდეგი სახე: (V<sub>1</sub>V<sub>1</sub>)(U<sub>2</sub>U<sub>1</sub>U<sub>2</sub>)U<sup>1</sup>U<sup>2</sup>(U<sup>3</sup>)I<sub>1</sub>I<sub>2</sub>D.

ტიხრის ხაზის განვითარების ტიპით პახიცერატიდები ძლიერ ახლოს დგანან *Perisphinctoidea*-ებთან და უნდა მიეკუთვნონ ამ ზეოჯახს.

PALAEOBIOLOGY

T. A. LOMINADZE

## CONCERNING THE STATUS OF THE FAMILY PACHYCERATIDAE

Summary

In the process of the ontogenetic development of suture in representatives of the family *Pachyceratidae* lobe I<sup>1</sup> does not appear and the internal lateral lobe I is divided into two parts: I<sub>1</sub> I<sub>2</sub>, differing in this respect from *Stephanoceratoidea*. The process of complication of suture ends with the appearance of lobe U<sup>3</sup>, the formula being: (V<sub>1</sub> V<sub>1</sub>) (U<sub>2</sub> U<sub>1</sub> U<sub>2</sub>) U<sup>1</sup> U<sup>2</sup> (U<sup>3</sup>) I<sub>1</sub> I<sub>2</sub> D.

According to the type of the development of suture in ontogenesis the family *Pachyceratidae* is closest to *Perisphinctoidea* and should be included in this superfamily.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. G. Westermann. Int. Geol. Cong. New Delhi, Report 22<sup>d</sup> ses. Part VIII, sec. 8, Paleont. and Strat., 1964.
2. M. Neumayr. Geogn. Paläont. Beitr., Band II, Heft 3, 1876.
3. O. Schindewolf. Abh. der Math.-Naturwiss. Klasse. Jahrgang, 3, 1965.
4. J. Thierry. 3<sup>ème</sup> Réunion Ann. des Sci. de la Terre, Avril, 1975.
5. Н. В. Безносоев. Палеонт. ж., № 1, 1960.
6. W. Hahn. Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 13, 1971.
7. G. Westermann. N. Jahrb. Geol. und Pal. Band 103, Heft 1, 2, 1956.

УДК 241.55(09)

ფილოლოგია

ბ. ჩხიმიძე

„ქილილა და დამანას“ A ვერსიის სპარსული ლექსიკა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 8.10.1976)

სამეცნიერო ლიტერატურაში A ვერსიის სახელით ცნობილია „ქილილა და დამანას“ ის თარგმანი, რომლის გადმოქართულება დავით კახთა მეფემ (გ. 1602 წ.) დაიწყო და ვახტანგ მეექვსის (გ. 1737 წ.) დავალებით გააგრძელა ანონიმმა სპარსელმა და დაასრულა ანონიმმა სომეხმა [1]. A ვერსიის ორიგინალთან<sup>(1)</sup> შეჯერებისას ირკვევა, რომ რიგ შემთხვევებში:

1. ორიგინალის სპარსული ლექსიკა ქართული თარგმანის შესაბამის კონტექსტში უცვლელადაა გადმოსული.

2. ორიგინალის სპარსული ლექსიკა შესაბამის კონტექსტში სხვა, სპარსული, მაგრამ არა ორიგინალისეული შესატყვისითაა გადმოცემული.

აქ წარმოვადგენთ პირველი ჯგუფის ლექსიკურ ერთეულებს. საკონტროლოდ მოვიხმობთ ვახტანგისეულ (B) და საბასეულ (C) თარგმანთა შესატყვისებს<sup>(2)</sup>.

1. აზატი — (O 132 **ازآ**—აზნდ) თავისუფალი. A 160—აზატი უყო. B 199, C 371,4—თავისუფალი.

2. აზიზი — (O 109 **عزيز**—აზიზ) ძვირფასი. A 29—აზიზი, რომე სიუხვითა ჭელმწიფეთა მეტობს. B 160, C 238<sup>(3)</sup>.

3. აჯა — (O 531 **حاجت**—ჰაჯათ) თხოვნა. A 599—ეს არის აჯა ჩემი. B 711—ნდომა. C 923,9—ვეღრება.

4. აჯალი — (O 133 **اجل**—აჯალ) სიკვდილი. A 161—უსაცილოდ მე ჩემმა აჯალმა საყელო დამიჭირა. B 201—სიკვდილი. C 372,28—სიკვდილი.

5. ბაბრი — (O 303 **ببر**—ბაბრ) ვეფხვი. A 80—ბაბრი ძალიანი და სპილო გულოვანი B 108, C 125—ჯიქი.

6. ბეაბანი — (O 303 **بیابان**—ბიეაბან) უდაბნო. A 364—ერთი ბეაბანი არის. B 459—უდაბნო. C 614.

7. ბედოულათი — (O 320 **بيدولت**—ბიდოლთ) უბედური. A 372—ჭელმწიფემ ეს ამბავი ბედოულათსაცით გაიგონა. B 479—უბედური. C 641,12—უბადო.

(<sup>1</sup> მითითების დროს აღვნიშნავთ ლიტერით — O **كليه و دامنه كاشفي يا انوار سهيلي**

**تهران، ۱۳۴۱**

(<sup>2</sup> სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტის ხელნაწერი M 53, და საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის ხელნაწერი S—31. ჩვენ ვსარგებლობთ ამ ვერსიის ბოლო გამოცემით: ქილილა და დამანას, სპარსულიდან თარგმნილი ვახტანგ მეექვსისა და სულხან-საბა ორბელიანის მიერ. ტექსტი დაადგინა, შესავალი, კომენტარები და ლექსიკონი დაურთო მაგალითოდუამ, თბილისი, 1976 წ.

(<sup>3</sup> როცა შესატყვისი არ იკითხება, ვუთითებთ მხოლოდ შესაბამის გვერდს.

8. ბეზირგანი — (O 547 بازارگانی — ბაზარგანე) ვაჭარი. A 612 — იმ ბეზირგანის ქალმან გარდიფიცა. B 727 — ბაზირგანი. C 944,17 — დიდვაჭარი.
9. ბორგაუსუნი — (O 14 برگستان — ბარგოსთოვენ) აბჯარი. A<sub>1</sub> — ბორგაუსუნის გაცხელებითა. B 17, C 206,2 — ქეჯიმი.
10. დანგი — (O 207 دانگ — დანგ) მარცვალი. A 252 — ერთი დანგი უნდა იშოვო. B 313, C 329,2 — დანგი.
11. ემინი — (O 231 ایمن — იმან) უშიშარი. A 278 — კაკაბი ქორისგან დაემინდა. B 348 — დამშვიდება. C 413,17 — უშიშ ქმნა.
12. ეპთიბარი — (O 375 اعتباری — ე'თებარი) ფასი. A 439 — ამ დროში მოყურობისა და მტერობის ეპთიბარი არ არის. B 542 — მინდობა. C 717,2 — სიმტკიცე.
13. ზაიდი [2] — (O 92 زاهد — ზაჰედ) განდევლი. A 106 — ზელმწიფემან მას ზაიდს თავით ფერაზმდის საველმწიფო ხალათი უბოძა. B 135, C 315,4 — მეულაბნოე.
14. ზარგარი — (O 537 زرگر — ზარგარ) ოქრომჭედელი. A 605 — იყო ზარგარ ერთი. B 713 — ოქრომჭედელი. C 952,3.
15. ზუმური (O 85 زمردین — ზომოროდინ) ზურმუხტი. A 95 — ზუმურის ფერის ხალათისა გასაჯლოშიგან თავი ამოყოს. B 125, C 306,20 — ზურმუხტი.
16. თამასუქი — (O 66 تمسک — თამასსოქ) ხელწერილი. A 69 — ამას ეცადა ტყუილითა და თამასუქის მიცემითა. B 98. C 282.
17. თაჯი [2] — (O 67 تاج — თაჯ) გვირგვინი. A 69 — თაჯი შესაფერი იგი არის. B 97 — გვირგვინი. C 280.
18. თრიაქი — (O 157 تریاک — თერაქ) თბილმი. A 191 — თრიაქი სრულ არ გეტყობა. B 238 — თრიაქ-ფარუხი. C 407,29 — თერიაყი.
19. თუთი — (O 214 طوطی — თუთი) თუთიყუში. A 259 — ერთი ბალხის კაცისგან ორი თუთი იყიდა. B 322 — თუთი. C 487,15 — ზორაყი.
20. მარიხი — (O 59 مریخ — მერაქ) მარსი. A 57 — ზღმისა ელვისა მარიხისა ვარსკულავისათვის ხანჯალი ეწრთო. B 85. C 270,35 — მარიხი.
21. მარქაფა — (O 14 مرکب — მარქაბ) ცხენი. A 1 — მარქაფა ქარისა მსგავსი გავდებოდის. B 17. C 206,22 — მარქაფა.
22. მასალი — (O 449 مثل — მასალ) არაყი. A 519 — ეს მასალი ამაზედ მოვიყვანე. B 620. C 809,2 — იგავი.
23. მაშრიყი — (O 28 مشرق — მაშრეყ) აღმოსავლეთი. A 17 — მაშრიყი ისაკენ ქალაქის კარნი გაიარენ. B 35 — აღმოსავლეთი. C 228.
24. მოითი — (O 292 محیط — მოჰი) ოკენე. A 341 — ასეთი ცეცხლი მომიღევ რომ მოითის წყალი ვერ დაშრეტს. B 441. C 599,1 — ზღვათა.
25. მურასა — (O 512 مرصع — მორასსა') ძვირფასი თვლებით მოჭედელი. A 580 — ძალს რაგინდ მძიმე მურასა იარაღი დაჰკიდო. B 689 — მურასა. C 898,8 — ოქროს საყელო.
26. მუხანასი — (O 487 مخنث — მოხანას) (შდრ. მუხანათი) აკუმი. A 556 — ჩვენ ვბაასობდით მუხანასის საქმესა. B 661 — მუხანასი. C 862,18 — აკუმი.

27. ნასიბი [2] — (O 63 نصيب—ნასიბ) ნაწილი, წილი, ხვედრი. A 64—  
არცა ჩემი ნასიბი არა იყო. B 92, C 277,23—ბედი.
28. ნუსხა — (O 205 نسخه—ნოსხე) რეცეპტი; სია; ასლი. A 251—ნუსხის  
დაწერა. B 311, C 476,13—ნუსხა.
29. რუჟა — (O 522 روجه—როჟე) წერილი. A 589 — მე შენ დაგიწერ  
რუჟასა სამსა. B 698—წიგნი. C 910,11—უსტარი.
30. საშარბათო (O 207 شربخانه—შარბათხანა) აფთიაქი; ბუფეტი. A 252—  
მე გელმწიფის საშარბათოში მინახავს ვე წამალი. B 313—შარბათხანა.  
C 478,18—საწამლო სახლი.
31. სიღარიბე — (O 37 غربت—ღირბათ) უცხოობა. A 36—სიღარიბის  
სიმწარე არა გინახავს. B 50—უცხოება. C 239,18—უცხოობა.
32. ტაბაკი — (O 431 طباقي—თაბაყ) ჯამი, თასი. A 499—ტაბაკში თავ-  
ლი დაედვით. B 601—თაბახი. C 789,17—რობა.
33. ტაბლი — (O 87 طبل—თაბალ) დოლი. A 99—ზედან ტაბლი ეკიდა.  
B 129, C 309,12—ტაბლი.
34. ყალამთრაში — (O 84 قلمتراش—ყალამთარაშ) ყალამის სათლელი. A 94—  
საქმე რომ ყალამთრაშიმან ქნას იმას გმალი ვერა იქსო. B 124—ყალამთრაში.  
C 305,20—ლიწი.
35. ყაფაზი — (O 129 قفس—ყაფას) გალია. A 156—ენატკილობისათვის  
ყაფაზაშიგან დაამწყყუდევინა. B 195, C 366,13—გალია.
36. შარბათი — (O 109 شربت—შარბათ) ტკბილი სასმელი. A 130—ჩემ-  
თვის გაკეთებული შარბათი მათვე შეეცავათ. B 161—შარბათი. C 335,2—  
სასმელი.
37. ჩაღანა — (O 64 چاغانه—ჩაღანე) ერთგვარი საკრავი ინსტრუმენტი. A 65—  
ამა სიტყუასა ჩანგზედან და ჩაღანაზედან ისმენდიან. B 92, C 278,4—  
ჩაღანა.
38. ჭანგი — (O 67 چنگ—ჩანგ) ფრჩხილი. A 71—ცოტა ჯორცი ეჭირა  
ჭანგსა შიგან. B 99, C 283,1—კლანჭი.
39. ხათრიჯამი — (O 313 خاطرجمع—ხათერჯამ) მშვიდი, წყნარი. A 364—  
მიმუნ მოახსენა ხათრიჯამი იყავით. B 470. C 632,12—გულის დაჯერება.
40. ხალათი — (O 92 خالت—ხალათ) ხალათი; საჩუქარი; ტანსაცმელი.  
A 106—მას მეუღლებეს თავით ფერჯამდის საწელმწიფო ხალათი უბოძა.  
B 135, C 315,15—კაბა.
41. ხალვათი — (O 296 خلوت—ხალვათ) განცალკევებული ადგილი, თავი-  
სუფლება, სიცარიელე. A 345—წელმწიფე გაჯაერებული ხალვათხანიდამ გამო-  
ვიდა. B 448—ხალვათი. C 582.
42. ხუფთანი — (O 14 خفتان—ხაფთან) აბჯარი. A 1—მზისა სიცხისაგან  
ხუფთანი, ვითარცა ცული დადნებოდა. B 17. C 206,20—ხუფთანი.
43. ჯალადი — (O 189 جالاد—ჯალად) ჯალათი. A 228—ჯალადს დანა  
უნდოდა გელზე დაესვა. B 286—ჯალადი. C 452,29—ქონდაქარი.



44. ჯიგარი — (O 39 جگر — ჯეგარ) გული, ღვიძლი. A 32 — ვაი და ვაგლახი დამწურის ჯიგრი და ღმან ამოუღის. B 54. C 242, 17 — ღვიძლი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია,  
აკად. გ. წერეთლის სახელობის აღმოსავლეთმცოდნეობის  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.10.1976)

ФИЛОЛОГИЯ

Н. Г. ЧХЕИДЗЕ

ПЕРСИДСКАЯ ЛЕКСИКА ВЕРСИИ А «КАЛИЛЫ И ДИМНЫ»

Резюме

Сличение версии А «Калилы и Димны» с ее персидским оригиналом — «Анвар-е сохайли» Ва'еза Кāшефи (ум. в 1504 г.) выяснило, что в ряде случаев персидская лексика в соответствующем контексте грузинского перевода передана без изменения или передана другой, уже вошедшей в грузинский язык, персидской лексикой.

PHILOLOGY

N. G. CHKHEIDZE

PERSIAN WORDS OF "A" VERSION OF "KILILA AND DAMANA"

Summary

The collation of the "A" version of "Kilila and Damana" with its Persian original "Anvār-i Suhaylī" by Vā'iz Kāshifī († 1504) showed that in some cases Persian words are conveyed in the corresponding contexts of the Georgian translation by:

- 1) the same Persian word,
- 2) any other Persian word that penetrated the Georgian basic word stock.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. მ. თოდუა. სულხან-საბა ორბელიანი, საიუბილეო კრებული. თბილისი, 1959, გვ. 117.
2. მ. ხუბუა. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. 7, 1946, გვ. 531.



ა. ჭთელია

ჯებრან ხალილ ჯებრანის ლიტერატურულ-მსთეტიკური  
 შეხედულებანი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჭიქიაშვილმა 16.10.1976)

ლიბანელი მწერლის ჯებრან ხალილ ჯებრანის (1883—1931 წწ.) შემოქმედება არ არის ჯეროვნად შესწავლილი. ზოგი მომენტი კი, შეიძლება ითქვას, არ გამხდარა სპეციალური მსჯელობის ობიექტი, კერძოდ, ეს ეხება მწერლის ლიტერატურულ-ესთეტიკურ შეხედულებებს.

ხელოვნებასა და ლიტერატურაზე მწერალი ცალკეულ შეხედულებებს გამოთქვამს სხვადასხვა ნაწარმოებში, საგანგებოდ კი მათ ეხება პიესაში „სულხანი“. იგი განიხილავს საზოგადოებრივ ცხოვრებაში ხელოვნების ფუნქციას, მის დამოკიდებულებას სინამდვილესთან, მის კავშირს საზოგადოებრივი ცნობიერების სხვა ფორმებთან, ფორმისა და შინაარსის ურთიერთობას, ხელოვნებისა (ლიტერატურისა) და ხელოვანის (პოეტის) როლს და დანიშნულებას, საზოგადოებაში პოეტის ადგილსა და ბედს და სხვ.

ჯებრანის რწმენით ხელოვნება ხალხის სამსახურში უნდა ჩადგეს. მას ეკისრება საზოგადოებრივი ცხოვრების პროგრესისათვის ზრუნვა. მას ადამიანთა სულის ენად მიიჩნევს. იგი ამტკიცებს, რომ ხელოვნების ასახვის საგანი რეალური სამყაროა. ხელოვნების ნამდვილი ძეგლი სინამდვილიდან უნდა იღებდეს სათავეს, ამასთანავე ავტორის ნამდვილ გრძნობებსაც უნდა გადმოგვცემდეს ([1], გვ. 22—23). ხელოვნების საგანი ადამიანის სინამდვილესთან ესთეტიკური დამოკიდებულებაა. მას საზოგადოებრივი ცნობიერების სხვა ფორმებისაგან ის განასხვავებს, რომ სინამდვილიდან აღებული იდეა აღიქმება სუბიექტი-შემოქმედის მიერ და შექმდება სუბიექტი-შემოქმედის გრძნობებით. მხატვრული ნაწარმოებისათვის უმთავრესია გრძნობა და იდეა, სხვა ყოველივე მეორეხარისხოვანია.

ფორმის და შინაარსის ურთიერთობასთან დაკავშირებით უნდა ითქვას, რომ მწერლისათვის ხელოვნებას არ წარმოადგენს კასიდაში სიტყვათა თამაში და მუსიკალობა; არც სურათის (ნახატის) ფერადოვნება და შტრიხები ხელოვნება. ესენი მხოლოდ გარეგანი ფორმებია. ხელოვნებისათვის გადამწყვეტია ის აზრი, რასაც გადმოგვცემენ კასიდის სიტყვები, ის სინამდვილე, რაც იმალება სურათის ფერებსა და შტრიხებს მიღმა ([2], გვ. 498). ნამდვილ ხელოვნებასთან მაშინ გვექნება საქმე, როდესაც გარეგან გამომსახველობას შერჩევდება ღრმა შინაარსი, ე. ი. დაცული იქნება ფორმისა და შინაარსის ერთიანობა. ამ შემთხვევაში უპირატესობა მაინც შინაარსს ენიჭება.

ავტორს კარგად ესმის, რომ ხელოვნება ზოგადსაკაცობრიო მიზნებს ემსახურება. ხელოვნების ნამდვილი ძეგლი ცდება ეროვნულ ფარგლებს და ყველა ერის საკუთრება ხდება. მიუხედავად ამისა, იგი ეროვნული ხასიათისაა, ეროვნულ ნიადაგზე აღმოცენდება და ვითარდება. იგი მტკიცედაა დაკავშირებული ადამიანებთან, ტრადიციებთან, რელიგიასთანაც კი, საზოგადოებრივი ცხოვრების ყველა მოვლენასთან ([3], გვ. 75). ხელოვნების ეროვნულობის აღიარება სრულდება არ ნიშნავს აღიარებას ცალმხრივი შეხედულებისა, რომლის თანახმადაც აუცილებელია ხელოვნების, კერძოდ, ლიტერატურის დაცვა ყოველგვარი უცხო გავლენისაგან. პირიქით, იგი გამოდის მისი კარჩაკეტილობის წინააღმდეგ. აუცილებლად მიაჩნია არაბული ლიტერატურის მჭიდრობა, ტ. 84, № 3, 1976

დრო კავშირი სხვა ერების, განსაკუთრებით დასავლეთ ევროპის ქვეყნების მწერლობასთან. ლიტერატურის კარჩაეტილობას, ყოველგვარი გავლენისაგან დაიცვას, დამლუპველად თვლის.

ჯებრანის აზრით, ხელოვნების არსი, მართალია, უცვლელია, მაგრამ იგი (ხელოვნება) უნდა იცვლებოდეს და ვითარდებოდეს საზოგადოების განვითარების კვალობაზე. მისი დანიშნულება ხომ რეალური სინამდვილის ასახვაა, ეპოქის სულის გადმოცემაა. ეს აზრი განვითარებულია პროზად დაწერილ ლექსში „ემიგრანტი პოეტები“ (12), გვ. 286).

მწერალი მიდის იმ დასკვნამდე, რომ ნამდვილი ხელოვნება და ჭეშმარიტი ხელოვანი თავის მისიას ასრულებს მხოლოდ იქ, სადაც მისი ესმით. თუ მუსიკოსის წინაშე არ არიან ისეთი მსმენელები, რომელთაც მუსიკის გაგება და აღქმა შეუძლიათ, მაშინ მუსიკოსს უჭერბა სურვილი სულში დაუნჯებულ გრძნობათა გამოქვლიანებისა (13), გვ. 83). ხელოვნების გამგებნი მხოლოდ ხალხია. ამიტომ ხელოვნება ხალხს უნდა ემსახუროს. ჯებრანი „სულბანის“ გმირს — პოლის, ნამდვილი ხელოვანის შესაფერისად, უარს ათქმევინებს იმდეროს მდიდართა გასართობად და მიუყვას იგი უბრალო ადამიანის სახლში, სადაც საშუალებას აძლევს გამაამჟღავნოს თავისი ნიჭი და უნარი.

ხაზგასმულია ის გარემოებაც, რომ ჩვენი ავტორი ქადაგებს ხელოვნების თავისუფლებას.

ზემოთქმულის საფუძველზე ჯებრანის ლიტერატურულ-ესთეტიკური შეხედულებები შეიძლება ასე ჩამოვყალიბოთ: ხელოვნება სინამდვილის, ობიექტური სამყაროს ასახვაა; იგი ახლო კავშირშია საზოგადოებრივი ცნობიერების სხვა ფორმებთან, ადამიანის ცხოვრების სხვადასხვა სფეროსთან; მისი უშეზღვერე მოვალეობაა ხალხის, ადამიანთა კეთილდღეობისათვის ზრუნვა და პროგრესისათვის ხელის შეწყობა; ხელოვნებაში ფორმა და შინაარსი განუყრელ ერთიანობაშია, უბირატესობა მაინც შინაარს ენიჭება.

ხელოვანი ხალხის სამსახურით უნდა ცოცხლობდეს და მისთვის უნდა ეწამოს. ჯებრანი ხელოვნებას სახელით აცხადებს: „ძალა ითესება ჩემს გულში, მე კი ვიმეი და ვაგროვებ თავთავებს, რომლებსაც კონებად ვაწვდი მშვივებს. სული აცოცხლებს ამ პატარა ვაზს, მე კი ვწურავ მის მტევნებს და ვასმევ მწყურვალთ. ზეცა ზეთით ავებებს ამ ჩირაღდანს, მე კი ვანთებ და ღამის სიბნელებაში ვღვამ ფანჯარაზე გამვლელთათვის. ამას ვაკეთებ, რადგანაც მისით ვცოცხლობ...“ (12), გვ. 344).

ხელოვანი (პოეტი) უფრო მეტს ხედავს და გრძნობს, ვიდრე ხალხი, იგი უფრო ადრე ჭერტს და უფრო შორს იხედება, მუდამ წინ უსწრებს მოვლენებს (12), გვ. 349).

ჯებრანმა მწერალს მიზნად დაუსახა რეალურ მოვლენათა ასახვა, მხოლოდ მართლის თქმა. შემოქმედი ცხოვრებამ უნდა შთააგონოს. იგი ოცნებების სამყაროთი არ უნდა იკვებებოდეს, საზოგადოებას არ უნდა გაურბოდეს. ჩაბმული უნდა იყოს ცხოვრების ფერხულში, მის ავ-კარგს უშუალოდ აღიქვამდეს, საკუთარ თავზე ცდიდეს, წვდებოდეს მის საიდუმლოებას. მწერალი მოვალეა იკვლევდეს გარემოს, ხელს უწყობდეს ავისა და კარგის გარჩევას, ემსახურებოდეს სიკეთეს და ებრძოდეს ბოროტებას.

ჩვენი მწერალი მუდამ ნამდვილი ხელოვნების მაღიდებელი იყო. მასში სასოწარკვეთილებას იწვევდა ის ფაქტი, რომ აღმოსავლეთში ძნელად თუ მოიძებნება ჭეშმარიტი ხელოვანი. მათი უმრავლესობა ხელოვანის საბატიო სახელსა და წმინდათა წმინდა მოვალეობაზე მალა მატერიალურ წვრილმანებს აყენებს. იგი მათ მოუწოდებს საკუთარ ღირსებებს თვით სცენ პატივი, ამაღლდნენ ყოველგვარ წვრილმანზე და, თუ ამას ვერ შეძლებენ, სიკვდილი არ-ჩიონ დამცირებას და სირცხვილს. ამავე დროს ჯებრანი ხალხისაგან, მკითხველებისაგან შემოქმედი ადამიანებისადმი მეტი ყურადღების გამოჩენას მოითხოვს. ისინი სიცოცხლეში თანამემამულეთათვის, თანამედროვეთათვის უცხო და უცნობი არ უნდა იყვნენ, მხოლოდ სიკვდილი არ უნდა უკვდავყოფდეს მათ სახელს. სიცოცხლეშივე უნდა მიეგოს მათ დამსახურებული საზღაური

გაწეული მძიმე, მაგრამ საზოგადოებისათვის მეტად საჭირო საქმიანობის გამო.

ჯებრანის შემოქმედება ახალი სიტყვა იყო არაბულ ლიტერატურაში სტილის თვალსაზრისითაც. მისი ნაწარმოებები მკითხველზე დიდ გავლენას ახდენდნენ ენის სისადავით, მუსიკალობით, მხატვრულობითა და შინაარსობრივი სიმდიდრით. იგი როგორც სიტყვით, ისე კალმით მოუწოდებდა თანამოკალმეებს აზრი და იდეა გადმოეცათ მხატვრულად, ამასთანავე უბრალოდ და მარტივად; ამით მხატვრული ნაწარმოებიც მოიგებს და გასაგები გახდება მკითხველთა ფართო ფენისთვის.

ყურადღებას იქცევს ჩვენი ავტორის თვალსაზრისი სალიტერატურო არაბული ენის განვითარების საქმეში ხელოვნების და ხელოვანის (პოეტის) როლის შესახებ. მისი აზრით, არაბულ ქვეყნებში შექმნილი თავისებური ენობრივი სიტუაციის გამო სალიტერატურო ენის ხსნა დაღუპვისაგან მხოლოდ ხელოვანის (პოეტის) მისიაა. პოეტი დაუღალავი მოღვაწეობით ამდიდრებს, ხეწავს და სრულყოფს ენას. იგი უპირისპირდება მიმბამქველს, რომელიც ენისათვის „სუღარის მქსოველი“ და „საფლავის გამთხრელია“.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 21.10.1976)

ФИЛОЛОГИЯ

М. В. КУТЕЛИЯ

ЛИТЕРАТУРНО-ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ ДЖЕБРАНА  
 ХАЛИЛИЯ ДЖЕБРАНА

Резюме

Литературно-эстетические взгляды ливанского писателя Джебрана Халилия Джебрана (1883—1931 гг.) сводятся к следующему: искусство является отражением объективной реальности, оно находится в тесной связи с другими формами общественного сознания. Содержание и форма в нем находятся в неразрывном единстве, причем преимущество отдается содержанию. Основное назначение искусства — способствовать прогрессу, заботиться о народе.

PHILOLOGY

M. V. KUTELIA

LITERARY-AESTHETICAL VIEWS OF DJUBRAN KHALIL DJUBRAN

Summary

The literary-aesthetical views of the Lebanese writer Djuḡrān Khalīl Djuḡrān (1883-1931) are reducible to the following: art is the reflection of objective reality. It is in close relation with other forms of social consciousness. The principal role of art is concern for the people. Content and form are in inseparable unity, preference being given to content.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. جبران خليل جبران. رمل و نزيد. بيروت
2. جبران خليل جبران. المجموعة الكاملة لهؤلفات. بيروت
3. Арабская проза. Сборник переводов с арабского. М., 1956.



84-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

აბდუსამატოვი ა. 107	გაჩეჩილაძე ც. 209	ზედელაშვილი მ. 462
აბესაძე მ. 136	გაჩეივი მ. 608	ზიავეი რ. 107
აბნეროვა ს. 620	გვაზავა გ. 316	ზურაბიშვილი ც. 116
აკიმოვი ვ. 600	გვანცელაძე ვ. 200, 479	
ალანია მ. 360	გველესიანი ლ. 600	თავაძე ა. 275
ალექსიძე მ. 356	გვერდწითელი ი. 384, 611	თავაძე ფ. 153, 443
ანთელავა ა. 735	გვილავა ნ. 348	თაყველიძე დ. 671
არევაძე გ. 152	გვინჩიძე გ. 148	თარგამაძე ნ. 611
არევაძე დ. 432	გერასიმოვი ა. 348	თევზაძე ვ. 291
არეშიძე ქრ. 376, 392, 608	გეწაძე რ. 42, 286	თოვოდროსი ს. 51
არონიშვილ ს. 84	გოგიჩივი ი. 664	თოფურია ზ. 215, 729
არსენიშვილი ა. 152	გოგილაშვილი ლ. 192	თუთბერიძე ა. 448
აფხაზავა ი. 396	გოგიჩაიშვილი ლ. 415	
ახვლედიანი ა. 164	გოგიშვილი ვ. 432	იაკობი პ. 628
ახვლედიანი დ. 128	გოგუა ნ. 156	იაროშვილი ვ. 432
ახვლედიანი რ. 648	გოგუაძე დ. 308	იობაშვილი გ. 217
ახმეტელაშვილი თ. 699	გორაძე ე. 32	იორაშვილი დ. 380
ახობაძე დ. 623	გორაძე ე. 616	ისახანოვი რ. 575
ახობაძე რ. 112	გრიგორიანი გ. 472	
	გუგუჩავა გ. 99, 356	
ბაკაშვილი ვ. 452	გუმბარიძე ნ. 712	კავილაძე მ. 432
ბაგრიანი ი. 539		კაკუბავა რ. 680
ბაინოვი დ. 536	დავითაშვილი ე. 604	კაკუშაძე ა. 660
ბაირამაშვილი ი. 664	დავითაშვილი ნ. 468, 707	კალაშინი ა. 348
ბალარჯიშვილი გ. 392	დავითაშვილი ნ. 671	კახანაძე რ. 735
ბარამიძე ლ. 384	დარჯანია გ. 283	კახნაშვილი ა. 380
ბარიშნიკოვი ვ. 172	დევდარიანი თ. 408	კახნაშვილი გ. 399
ბერაძე ი. 474	დიდმანიძე ე. 719	კაპარავა დ. 419
ბერიძე ლ. 404	დოლიძე ა. 376, 392	კვინიხიძე კ. 340, 580
ბიწაძე დ. 60	დოლიძე ს. 120	კეზელი თ. 181
ბობროვიცი ა. 144, 688	დოჭვირი ჯ. 172	კნკელიძე ნ. 88
ბოკუჩავა ი. 20	დობტურიშვილი ნ. 396	კეცხოველი დ. 643
ბოსტოლანაშვილი ვ. 371		კვილაძე კ. 487
ბროძელი მ. 84	ეთერია ვ. 487, 732	კიხიკია გ. 148, 439
ბუაძე ა. 563	ელაშვილი ზ. 84	კიფარენკო თ. 107
ბუკია გ. 591	ელიზბარაშვილი ე. 596	კირვალიძე ი. 352
ბურშტეინი მ. 47	ელაშვილი ს. 543	კირვალიძე ი. 352
	ერისთავი ა. 664	კობზევი გ. 587
გაბეჩავა ჯ. 419	ერისთავი გ. 348	კობზევი ვ. 567
გაგუა ა. 208, 484	ეფიმოვა ტ. 611	კოტოვი ვ. 452
გაგუა კ. 484		კოლოშვილი დ. 415
გაგულაშვილი ი. 227	ვარსიმეშვილი ე. 139	კოდუა ნ. 164
გადახაბაძე ი. 676	ვაშაქიძე ლ. 727	კოროშინაძე ლ. 596
გავრილოვი ფ. 343	ვერულავა თ. 328	კორტავა ლ. 104, 387
გალერინი მ. 684	ვორტიცევი ლ. 160	კორტოვი ვ. 343
გასეიანი ნ. 124		კორშაკი ვ. 116
გაფრინდაშვილი გ. 412	ზამხახიძე ლ. 51, 303	კომორიძე ნ. 703
გაჩეჩილაძე რ. 368	ზარატუიკო ნ. 352	კუნშირენკო მ. 84

- ლალიაშვილი ო. 64  
 ლანჩავა მ. 156  
 ლაპიდუსი ა. 376  
 ლელაშვილი შ. 448  
 ლოგუა ქ. 203  
 ლომაძე ი. 371  
 ლომინაძე თ. 748
- მაისურაძე ნ. 396  
 მანია მ. 572  
 მარუაშვილი ლ. 632  
 მარხილაშვილი ქ. 408  
 მატეოსიანი ა. 335  
 მახარაძე შ. 743  
 მგალობლიშვილი ი. 644  
 მგალობლიშვილი ო. 739  
 მეჭეაბიშვილი შ. 455  
 მელიქაძე ლ. 104, 112, 387
- მენთეშაშვილი მ. 380  
 მენთეშაშვილი ნ. 188  
 მეტრეველი გ. 636  
 მეტრეველი დ. 583  
 მეტრეველი თ. 716  
 მეტრეველი მ. 95  
 მეხანტიყვა ლ. 116  
 მზარეთლიშვილი ნ. 604  
 მიქაძე ი. 176, 680  
 მიქაია ჯ. 156  
 მიქელაძე მ. 652  
 მილუშევა ს. 536  
 მირზაშვილი გ. 312  
 მიროტაძე შ. 156  
 მიხაილოვა ლ. 716  
 მლოკოსეიჩი ბ. 179  
 მონაია ი. 371  
 მსხილაძე გ. 660  
 მურვანიძე ლ. 725  
 მღებრიშვილი მ. 628  
 მჭედლიშვილი ც. 457  
 მხითარაიანი ს. 615
- ნათიძე ვ. 604  
 ნასყიდაშვილი პ. 693  
 ნარსია გ. 348  
 ნაცელიშვილი ვ. 491  
 ნებიერიძე ნ. 608  
 ნეორაძე მ. 224, 501  
 ნოღაიძელი ა. 399, 616, 623  
 ნუცუბიძე ნ. 468, 707
- ოგნევა ნ. 116  
 ოკლეი ლ. 448  
 ორბელიძე ფ. 92
- პაპავა გ. 396, 404  
 პაპავა კ. 448  
 პაჭკორია ა. 548  
 პერელმანი მ. 332  
 პეროვა ვ. 668  
 პერტაია კ. 356
- ქონკინი დ. 616
- საველიევი ი. 23  
 სამყურაშვილი დ. 156  
 სამყურაშვილი თ. 443  
 სამსონია შ. 611  
 სანაკოევი ვ. 168  
 სიგუა თ. 668  
 სიღამონიძე შ. 408  
 სისაური ე. 156  
 სუგოროვი ნ. 611  
 სულაბერიძე თ. 324
- ტაბიძე ზ. 399  
 ტარასაშვილი ქ. 181  
 ტეპლიცკაია თ. 112  
 ტოვბისი ა. 92  
 ტოგონიძე ბ. 209  
 ტორონჯაძე დ. 600  
 ტრეტიაკოვა ლ. 611
- უგულავა დ. 28  
 უზმორსკი ე. 664  
 ურუშაძე თ. 179  
 უტკინა ლ. 112  
 უშარაული ე. 104, 387
- ფირანაშვილი ზ. 324  
 ფირანიშვილი ნ. 181  
 ფრიშლინგერ ვ. 312  
 ფხაკაძე ო. 684
- ჭათამაძე თ. 580  
 ჭარცივაძე ა. 360  
 ქეშელაშვილი ო. 493  
 ქვანაკიძე რ. 692  
 ქომეთიანი გ. 68  
 ქორფაშვილი ქ. 743  
 ქოქრაშვილი ტ. 472  
 ქურციკიძე გ. 120  
 ქუთათელაძე ა. 319  
 ქუთათელაძე კ. 412  
 ქუთათელაძე მ. 404  
 ქუთელია მ. 753
- ღამბაშიძე რ. 132, 423  
 ღვამიჩავა ნ. 181
- ყალიჩავა გ. 472
- შათირიშვილი ე. 668  
 შაპოვალი ვ. 124  
 შარაშიძე დ. 472  
 შელუდიაკოვი ე. 616  
 შენგელია დ. 644  
 შენგელია ზ. 107  
 შენგელია ზ. 299  
 შერვაშიძე თ. 280  
 შველიძე ნ. 296  
 შიონი ე. 364  
 შიოშვილი თ. 500
- ჩეხოშვილი ბ. 368  
 ჩიქოვანი ე. 380  
 ჩიქოვანი ხ. 455  
 ჩილიყინი ლ. 411  
 ჩიტაშვილი რ. 76  
 ჩუბინიძე თ. 152  
 ჩხაიძე ო. 743  
 ჩხეიძე ნ. 749  
 ჩხეიძე რ. 215  
 ჩხორტუა თ. 648
- ცაგარეიშვილი გ. 76  
 ცერცვაძე ბ. 79  
 ციმაკურიძე გ. 136  
 ცინცაძე გ. 92  
 ცინცაძე ზ. 343  
 ცისკარიშვილი პ. 396, 404  
 ციციშვილი ა. 556  
 ციციშვილი გ. 743  
 ცხელიშვილი ჯ. 152
- ძნელაძე რ. 148  
 ძოძუაშვილი გ. 439
- წაჭაძე დ. 107  
 წაჭაძე ლ. 703  
 წიქარიძე ო. 196  
 წიკლაური ო. 124  
 წილოსანი ზ. 455
- ჭავჭავანიძე ვ. 72, 340, 580  
 ჭეიშვილი ლ. 735  
 ჭელიძე გ. 28, 640  
 ჭილია გ. 84  
 ჭიჭინაძე გ. 644  
 ჭიჭინაძე ე. 676  
 ჭოლოკავა მ. 152
- ხანთაძე ა. 368  
 ხარაზიშვილი ა. 552  
 ხარაშვილი ე. 412  
 ხაშბა გ. 435

ხაჩატრიანი ს. 656  
ხელია ე. 360  
ხენგია მ. 160  
ხიმშიაშვილი გ. 559  
ხირსელი ა. 739  
ხომერიკი ი. 68

ხრეშკოვა ლ. 508  
ხულელიძე დ. 664

ჯაველიძე მ. 724  
ჯალიაშვილი თ. 188  
ჯანიკაშვილი გ. 56

ჯაფარიძე თ. 743  
ჯაფარიძე ლ. 120  
ჯღლია მ. 384  
ჯიბლაძე ნ. 676  
ჯინჭარაძე ე. 493  
ჯღამაძე ნ. 371

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 84-го ТОМА

Абдусаматов А. 105  
Абесадзе М. Б. 133  
Абнерова С. В. 617  
Абхазова И. И. 393  
Акимов В. К. 597  
Алания М. А. 357  
Алексидзе М. А. 353  
Антелава А. В. 733  
Аревадзе Г. Г. 149  
Аревадзе Д. В. 429  
Арешидзе Х. И. 373, 389, 605  
Аронишидзе С. Н. 81  
Арсенишвили А. Ю. 149  
Ахвледиани А. В. 161  
Ахвледиани Д. Г. 125  
Ахвледиани Р. А. 645  
Ахметелашвили О. К. 697  
Ахобадзе Д. Ш. 621  
Ахобадзе Р. Н. 109  
Баакашвили В. С. 449  
Баврин И. И. 537  
Байнов Д. Д. 533  
Байрамашвили И. А. 661  
Баларджишвили Г. И. 389  
Барамидзе Л. В. 381  
Барышников В. Д. 169  
Берадзе И. Н. 473  
Беридзе Л. А. 401  
Бицадзе Д. И. 57  
Бобровицкий А. В. 141, 685  
Бокучава И. В. 17  
Бостоганашвили В. С. 369  
Бродзели М. И. 81  
Буадзе А. И. 561  
Букия Г. Б. 589  
Бурштейн М. И. 45  
Варсимашвили Э. В. 137

Вашикидзе Л. М. 727  
Верулава О. Г. 325  
Воротынцев Л. К. 157  
Габечавა Дж. Ш. 417  
Гаврилов Ф. Ф. 341  
Гагуа А. М. 205, 481  
Гагуа К. С. 481  
Гагулашвили И. Ш. 225  
Гадахабадзе И. Г. 673  
Гаджиев М. К. 605  
Гальперин М. В. 681  
Гамбашидзе Р. А. 129, 421  
Гаприндашвили Г. Г. 409  
Гасвиани Н. А. 121  
Гачечиладзе Р. Г. 365  
Гачечиладзе Ц. В. 211  
Гвазავა Г. Н. 313  
Гвамичავა Н. Э. 183  
Гванцеладзе В. И. 197, 477  
Гвелесиани Л. Т. 597  
Гвердцители И. М. 381, 609  
Гвилава Н. М. 345  
Гвинчидзе Г. И. 145, 437  
Герасимов А. Б. 345  
Гецадзе Р. Д. 41, 285  
Гогичев И. И. 661  
Гоглашвили Л. З. 189  
Гогичайшвили Л. К. 413  
Гогичшвили В. Г. 429  
Гогова Н. А. 153  
Гоговадзе Д. Ф. 305  
Гордадзе Э. Г. 29  
Горлов Е. Г. 613  
Григорян Г. Л. 469  
Гугунава Г. Е. 97, 353  
Гумбаридзе Н. Г. 709  
Давиташвили Е. Г. 601

Давиташвили Н. А. 465, 705  
Давиташвили Н. С. 669  
Дарджания Г. К. 281  
Девдариани О. Г. 405  
Джавелидзе М. Г. 721  
Джалишвили Т. А. 185  
Джаникашвили Г. В. 53  
Джапаридзе Л. Н. 117  
Джапаридзе Т. Н. 741  
Джгамадзе Н. Н. 369  
Джелия М. И. 381  
Джибладзе Н. И. 673  
Джинчарадзе В. Г. 495  
Джинчарадзе Т. И. 665  
Дзиеладзе Р. М. 145  
Дзодзуашвили Г. Г. 437  
Дидмანიძე Э. А. 717  
Долидзе А. В. 373, 389  
Долидзе С. В. 117  
Дохтурашвили Н. С. 393  
Дочвири Дж. Н. 169  
Ефимова Т. К. 609  
Жинкин Д. Я. 613  
Замбахидзе Л. Г. 49, 301  
Заратуйко Н. И. 349  
Зеделашвили М. С. 461  
Зияев Р. 105  
Зурабишвили Ц. И. 113  
Иобашвили Г. В. 219  
Иорамашвили Д. Ш. 377  
Исаханов Р. С. 573  
Кавиладзе М. Ш. 429  
Какубава Р. В. 677  
Какушадзе А. М. 657  
Калашян А. Х. 345  
Каличавა Г. С. 469  
Капанაძე Р. В. 733  
Карциваძე А. З. 357

- Катамадзе Т. Г. 577  
 Кахниашвили А. И. 377  
 Кахниашвили Г. Д. 397  
 Качарава Д. В. 417  
 Квачахидзе Р. К. 689  
 Квинихидзе К. С. 337, 577  
 Кезели Т. А. 183  
 Кекелидзе Н. П. 85  
 Кецохвели Д. Н. 641  
 Кешелашвили О. Г. 495  
 Кивиладзе К. В. 485  
 Кизирия Г. В. 145, 437  
 Кипаренко Т. Н. 105  
 Кирвалидзе И. Д. 349  
 Кирвалидзе И. И. 349  
 Кобзев В. Н. 565  
 Кобзев Г. Н. 585  
 Ковров В. Н. 449  
 Кошвили Л. В. 413  
 Кодау Н. Д. 161  
 Кокрашвили Т. А. 469  
 Кометиани Г. П. 65  
 Корошинадзе Л. Ф. 593  
 Корпашвили К. И. 741  
 Кортава Л. М. 101, 385  
 Кортгов В. С. 343  
 Коршак В. В. 113  
 Кошоридзе Н. И. 701  
 Курчкидзе Г. З. 117  
 Кутателадзе Л. А. 317  
 Кутателадзе М. К. 401  
 Кутателадзе К. С. 409  
 Кутелия М. В. 755  
 Кушниренко М. Н. 81  
 Лалиашвили О. Э. 61  
 Ланчава М. Д. 153  
 Лapidze А. Л. 373  
 Лелашвили Ш. Г. 445  
 Логуа К. Ш. 201  
 Ломадзе И. А. 369  
 Ломинадзе Т. А. 745  
 Майсурадзе Н. А. 393  
 Мания М. Г. 569  
 Маруашвили Л. И. 629  
 Марчилашвили К. М. 405  
 Матевосян А. А. 333  
 Махарадзе Ш. К. 741  
 Мгалоблишвили И. З. 641  
 Мгалоблишвили О. В. 737  
 Мгебришвили М. А. 625  
 Меквабишвили Ш. К. 453  
 Меликадзе Л. Д. 101, 109, 385  
 Ментешашвили Н. П. 183  
 Ментешашвили М. М. 377  
 Метревели М. Д. 93  
 Метревели Д. Г. 581  
 Метревели Г. С. 636  
 Метревели Т. Г. 713  
 Механтьева Л. И. 113  
 Мзареулишвили Н. В. 601  
 Микадзе И. С. 173, 677  
 Микая Д. А. 153  
 Микеладзе М. Ш. 649  
 Милушева С. Д. 533  
 Мирзашвили Г. И. 309  
 Миротадзе Ш. А. 153  
 Михайлова Л. А. 713  
 Млокосевич Б. В. 177  
 Моинава И. И. 369  
 Мсхладзе Г. Г. 657  
 Мурванидзе Л. А. 727  
 Мхитарян С. С. 613  
 Мчедlishvili Ц. И. 460  
 Наскидашвили П. П. 695  
 Нарсия Г. Ш. 345  
 Натидзе В. П. 601  
 Нацвлишвили В. И. 489  
 Небиеридзе Н. М. 605  
 Ниорадзе М. Г. 221, 504  
 Ногайдели А. И. 397, 613, 621  
 Нуцубидзе Н. Н. 465, 705  
 Огнева Н. Е. 113  
 Оклей Л. Н. 445  
 Орбеладзе П. В. 89  
 Папава Г. Ш. 393, 401  
 Папава К. Г. 445  
 Пачкоря А. М. 545  
 Перельман М. Е. 329  
 Перова В. В. 665  
 Пертая К. В. 353  
 Пиранашвили З. А. 321  
 Пиранишвили Н. С. 183  
 Пхакадзе О. Ш. 681  
 Савельев И. В. 21  
 Самкурашвили Д. В. 153  
 Самкурашвили Т. В. 441  
 Самсония Ш. А. 609  
 Санакоев В. И. 165  
 Сигуа Т. И. 665  
 Сидамонидзе Ш. И. 405  
 Снсаури Е. Ш. 153  
 Суворов Н. Н. 609  
 Сулаберидзе Т. Г. 321  
 Табидзе З. С. 397  
 Тавадзе Ф. Н. 153, 441  
 Тавадзе А. Д. 273  
 Тавхелидзе Д. С. 669  
 Тарасашвили К. М. 183  
 Таргамадзе Н. Л. 609  
 Тевзадзе В. И. 289  
 Теплицкая Т. А. 109  
 Товбис А. Б. 89  
 Товодрос С. Ф. 49  
 Тогонидзе Б. М. 211  
 Топурия З. М. 213, 727  
 Торонджалде Д. Д. 597  
 Третьякова Л. Г. 609  
 Тутберидзе А. И. 445  
 Угулава Д. К. 25  
 Узморский В. Н. 661  
 Урушадзе Т. Ф. 177  
 Уткина Л. Ф. 109  
 Ушараули Э. А. 101, 385  
 Фришлинг В. А. 309  
 Хантадзе А. Г. 365  
 Харაзишвили А. Б. 549  
 Харашвили Е. Ш. 409  
 Хачатрян С. О. 653  
 Хашба Г. Н. 433  
 Хвингия М. В. 157  
 Хелая Э. И. 357  
 Химшиашвили Г. Н. 557  
 Хирсели А. И. 737  
 Хомерики И. В. 65  
 Хрушкова Л. Г. 505  
 Хулелидзе Д. Е. 661  
 Цагарейшвили Г. Г. 73:  
 Цакадзе Д. М. 105  
 Цакадзе Л. Г. 701  
 Церцвадзе Б. И. 77  
 Цикаридзе О. Н. 193:  
 Циклаури О. Г. 121  
 Цилосани З. Н. 453



- Цимакурдзе Г. К. 133  
 Цинцадзе Г. В. 89  
 Цинцадзе З. Г. 341  
 Пискаришвили П. Д.  
     393, 401  
 Цицкишвили А. Р. 553  
 Цицкишвили Г. В. 741  
 Цхелишвили Д. Г. 149  
 Чавчанидзе В. В. 69, 337,  
     577  
 Чейшвили Л. Д. 733  
 Челидзе Г. Ф. 425, 637  
 Чехошвили Б. Я. 365  
 Чиковани Э. Н. 377  
 Чиковани Х. С. 453  
 Чылая Г. С. 81  
 Чиликин Л. Г. 609  
 Читашвили Р. Я. 73  
 Чичинадзе Г. Л. 641  
 Чичинадзе В. К. 673  
 Чолокава М. С. 149  
 Чубинидзе Т. А. 149  
 Чхаидзе О. В. 741  
 Чхендзе Р. Д. 213  
 Чхендзе Н. Г. 752  
 Чхотуа Т. Г. 645  
 Шен Э. Л. 361  
 Шенгелия З. С. 105  
 Шенгелия З. И. 297  
 Шенгелия Д. М. 641  
 Шервашидзе Т. Л. 277  
 Шношвили Т. Г. 497  
 Элашвили З. М. 81  
 Элизбарашвили Э. Ш.  
     593  
 Элошвили С. А. 541  
 Эристави А. М. 661  
 Эристави Г. Л. 345  
 Этерия В. К. 485, 729  
 Явич П. А. 625  
 Ярошевич В. З. 429

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 84

- Abesadze M. B. 136  
 Abkhazava I. I. 366  
 Abnerova S. V. 620  
 Akhmetelashvili O. K. 700  
 Akhobadze D. Sh. 623  
 Akhobadze R. N. 112  
 Akhvlediani A. V. 164  
 Akhvlediani D. G. 128  
 Akhvlediani R. A. 648  
 Akimov V. K. 600  
 Alania M. V. 360  
 Aleksidze M. A. 356  
 Antelava A. V. 736  
 Areshidze Ch. I. 376, 382,  
     608  
 Arevadze D. V. 432  
 Arevadze G. G. 152  
 Aronishidze S. N. 84  
 Arsenishvili A. V. 152  
 Baakashvili V. S. 452  
 Bairov D. D. 536  
 Bairamashvili I. A. 654  
 Balarjishvili G. I. 382  
 Baramidze L. V. 384  
 Barishnikov V. D. 172  
 Bavrin I. I. 540  
 Beradze I. N. 475  
 Beridze L. A. 404  
 Bitsadze D. I. 60  
 Bobrovitski A. V. 144, 688  
 Bokuchava I. V. 20  
 Eostgarasvili V. S. 371  
 Brodzeli M. I. 84  
 Buadze A. I. 563  
 Bukia G. B. 591  
 Burstein M. I. 47  
 Chavchanidze V. V. 72,  
     340, 580  
 Cheishvili L. D. 736  
 Chekhoshvili B. Y. 368  
 Chelidze G. F. 428, 640  
 Chichinadze G. L. 644  
 Chichinadze V. K. 676  
 Chikovani E. N. 380  
 Chikovani Kh. S. 456  
 Chilaja G. S. 84  
 Chilikin L. G. 612  
 Chitashvili R. Y. 76  
 Chkhaidze O. V. 744  
 Chkhcheidze N. G. 752  
 Chkhcheidze R. D. 215  
 Chkhhotua T. G. 648  
 Cholokava M. S. 152  
 Chubinidze T. A. 152  
 Darjania G. K. 284  
 Davitashvili E. G. 604  
 Davitashvili N. A. 468, 708  
 Davitashvili N. S. 672  
 Devčariani O. G. 408  
 Didmanidze E. A. 719  
 Dochviri J. N. 172  
 Dokhturishvili N. S. 396  
 Dolidze A. V. 376, 382  
 Dolidze S. V. 120  
 Dzneladze R. M. 148  
 Dzdzuashvili G. G. 439  
 Elashvili Z. M. 84  
 Elizbarashvili E. Sh. 596  
 Eloshvili S. A. 543  
 Eristavi A. M. 664  
 Eteria V. K. 487, 731  
 Frishling V. A. 312  
 Gabechava J. Sh. 419  
 Gachechiladze R. G. 368  
 Gachechiladze Ts. V. 212  
 Gadakhbadze I. G. 676  
 Gagua A. M. 208, 484  
 Gagua K. S. 484  
 Gagulashvili I. Sh. 228  
 Gajiev M. K. 608  
 Galperin M. V. 684  
 Gaprindashvili G. G. 412  
 Gasviani N. A. 124  
 Gavrilov F. F. 343  
 Gerasimov A. B. 348  
 Getsadze R. D. 43, 287  
 Ghambashidze R. A. 132,  
     423  
 Gogichaishvili L. K. 415  
 Gogichev I. I. 664  
 Gogilashvili L. Z. 152  
 Gogishvili V. G. 432  
 Gogua N. A. 156

- Goguadze D. F. 308  
 Gordadze E. G. 32  
 Gorlov E. G. 616  
 Grigoryan G. L. 472  
 Gugunava G. E. 100, 356  
 Gumbaridze N. P. 712  
 Gvamichava N. E. 183  
 Gvantseladze V. I. 200, 479  
 Gvazava G. N. 316  
 Gvelesiani L. T. 600  
 Gverdtsiteli I. M. 612, 384  
 Gvilava N. M. 348  
 Gvinchidze G. I. 148, 439  
 Iobashvili G. V. 219  
 Ioramashvili D. Sh. 380  
 Isakhanov R. S. 575  
 Jaliashvili T. A. 188  
 Janikashvili G. V. 56  
 Japaridze L. N. 120  
 Japaridze T. N. 744  
 Javelidze M. G. 724  
 Jelia M. I. 384  
 Jgamadze N. N. 371  
 Jibladze N. I. 676  
 Jincharadze T. I. 668  
 Jincharadze V. G. 495  
 Kacharava D. V. 419  
 Kakhniashvili A. I. 380  
 Kakhniashvili G. D. 399  
 Kakubava R. V. 680  
 Kakushadze A. M. 660  
 Kalashian A. Kh. 348  
 Kalichava G. S. 472  
 Kapanadze R. V. 736  
 Kartsivadze A. I. 360  
 Katamadze T. G. 580  
 Kaviladze M. Sh. 432  
 Kekelidze N. P. 88  
 Keshelashvili O. G. 495  
 Ketskhoveri D. N. 644  
 Kezeli T. A. 183  
 Khachatryan S. O. 656  
 Khantadze A. G. 368  
 Kharashvili E. Sh. 412  
 Kharazishvili A. B. 552  
 Khashba G. N. 435  
 Khelaia E. I. 360  
 Khimshiashvili G. N. 560  
 Khirseli A. I. 737  
 Khomeriki I. V. 68  
 Khulelidze D. E. 664  
 Khvingia M. V. 160  
 Kiparenko T. N. 108  
 Kirvalidze I. D. 352  
 Kirvalidze I. I. 352  
 Kiviladze K. V. 487  
 Kiziria G. V. 148, 439  
 Kobzev G. N. 587  
 Kobzev V. N. 567  
 Kodua N. D. 164  
 Kogoshvili L. V. 415  
 Kokrashvili T. A. 472  
 Kometiani G. P. 68  
 Koroshinadze L. F. 596  
 Korpashvili K. I. 744  
 Korshak V. V. 116  
 Kortava L. M. 104, 388  
 Kortov V. S. 343  
 Koshoridze N. I. 704  
 Kovrov V. N. 452  
 Khrushkova L. G. 508  
 Kurtsikidze G. Z. 120  
 Kushmirenko M. N. 84  
 Kutateladze A. A. 320  
 Kutateladze K. S. 412  
 Kutateladze M. K. 404  
 Kutelia M. V. 755  
 Kvachakidze R. K. 692  
 Kvinkhidze K. S. 340, 580  
 Laliashvili O. E. 64  
 Lanchava M. D. 156  
 Lapidus A. L. 376  
 Lelashvili Sh. G. 448  
 Logua K. Sh. 203  
 Lomadze I. A. 371  
 Lominadze T. A. 748  
 Maisuradze N. A. 396  
 Makharadze Sh. K. 744  
 Mania M. G. 572  
 Marchilashvili K. M. 408  
 Maruashvili L. I. 632  
 Matevosyan A. A. 336  
 Mcaedlishvili Ts. I. 460  
 Mekhantieva L. I. 116  
 Mekvabishvili Sh. K. 456  
 Melikadze L. D. 112, 388, 104,  
 Menteshashvili M. M. 380  
 Menteshashvili N. P. 188  
 Metreveli D. G. 584  
 Metreveli G. S. 636  
 Metreveli M. D. 96  
 Metreveli T. G. 716  
 Mgaloblishvili I. Z. 644  
 Mgaloblishvili O. V. 739  
 Mgebrishvili M. A. 628  
 Mikadze I. S. 176, 680  
 Mikaia J. A. 156  
 Mikeladze M. Sh. 652  
 Mikhailov L. A. 716  
 Milusheva S. D. 536  
 Mirotdze Sh. A. 156  
 Mirzashvili G. I. 312  
 Mkhitarian S. S. 616  
 Mlokozevich B. V. 179  
 Moniava I. I. 371  
 Mskhiladze G. G. 660  
 Murvanidze L. A. 728  
 Mzareulishvili N. V. 604  
 Narsia G. Sh. 348  
 Naskidashvili P. P. 695  
 Natidze V. P. 604  
 Natsvlishvili V. I. 492  
 Nebieridze N. M. 608  
 Nguyen Xuan Tuyen 39  
 Nioradze M. G. 224, 504  
 Nogaijeli A. I. 616, 623, 399  
 Nutsubidze N. N. 468, 708  
 Ogneva N. E. 116  
 Okley L. N. 448  
 Orbeladze P. V. 92  
 Pachkoria A. M. 548  
 Papava G. Sh. 396, 404  
 Papava K. G. 448  
 Perel'man M. E. 332  
 Perova V. V. 668  
 Pertaia K. V. 356  
 Piranishvili Z. A. 324  
 Piranishvili N. S. 183  
 Pkhakadze O. Sh. 684  
 Samkurashvili J. V. 156  
 Samkurashvili T. V. 443  
 Samsonia Sh. A. 612  
 Sanakoev V. I. 168  
 Savelyev I. V. 23  
 Schön E. L. 364  
 Shapoval V. I. 124  
 Sharashidze D. I. 472  
 Shashiashvili M. A. 532  
 Shatirishvili E. G. 668

- Sheludyakov V. D. 616  
 Shengelia D. M. 644  
 Shengelia Z. I. 299  
 Shengelia Z. S. 108  
 Shervashidze T. L. 280  
 Shioshvili T. G. 500  
 Shvelidze N. P. 296  
 Sidamonidze Sh. I. 408  
 Sigua T. I. 668  
 Sisauri E. Sh. 156  
 Sulaberidze T. G. 324  
 Suvorov N. N. 612
- Tabidze Z. S. 399  
 Tarasashvili K. M. 183  
 Targamadze N. L. 612  
 Tavadze A. D. 276  
 Tavadze F. N. 156, 443  
 Tavkhelidze D. S. 672  
 Teplitskaya T. A. 112  
 Tevzadze V. I. 292  
 Togonidze B. M. 212
- Topuria Z. M. 215, 728  
 Toronjadze D. D. 600  
 Tovbis A. B. 92  
 Tovdros S. F. 51  
 Tretyakova L. G. 612  
 Tsagareishvili G. G. 76  
 Tsakadze D. M. 108  
 Tsakadze L. G. 704  
 Tsertsvadze B. I. 79  
 Tsikaridze O. N. 196  
 Tsiklauri O. G. 124  
 Tsilosani Z. N. 456  
 Tsimakuridze G. K. 136  
 Tsintsadze G. V. 92  
 Tsintsadze Z. G. 343  
 Tsiskarishvili P. D. 396,  
 404
- Tsitskishvili A. R. 556  
 Tsitskishvili G. V. 744  
 Tskhelishvili D. G. 152  
 Tutberidze A. I. 448
- Ugulava D. K. 28
- Urushadze T. F. 179  
 Usharauli E. A. 104, 388  
 Utkina L. Ph. 112  
 Uzmorski V. N. 664
- Varsimashvili E. V. 139  
 Vashakidze L. M. 728  
 Verulava O. G. 328  
 Vorotyntsev L. K. 160
- Yanakov G. S. 36  
 Yaroshevich V. Z. 432  
 Yavich P. A. 628  
 Yefimova T. K. 612
- Zambakhidze L. G. 51,  
 303
- Zaratuyko N. I. 352  
 Zedelashvili M. S. 463  
 Zhinkin D. Ya. 616  
 Ziyaev R. 108  
 Zurabishvili Ts. I. 116

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (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.


5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: 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.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях ори-





гиганала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена таблица или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться 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 снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

## ს ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ეურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭრ 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 აღწერითი 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“ დასაბუქლად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არაუმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქლად საცხებიტ მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლავს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ეურნალის 4 გვერდს (8000 ასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილის, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილ საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახა-



ზების დაწესება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცლებზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის 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.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. 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.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუშოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი : ერთი წლით 12 მან.



3360 1 856.  
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181