

524

1978



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**გოაგბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 91 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1978 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • ТВИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

მონაგბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

50657

ტომი 91 TOM

№ 3

სექტემბერი 1978 СЕНТЯБРЬ

ს ა რ მ დ ა ჭ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. ГамкRELИДзе Т. В. ГамкRELИДзе, И. М. ГИГИНЕИШВИЛИ (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохвели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, 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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 27.10.1978; შეკვ. № 2767; ანაწყობის ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 12451; ტირაჟი 1650; ფასი 1 მან.

Подписано к печати 27.10.1978; зак. № 2767; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 12451; тираж 1650; цена 1 руб.

\* \* \*

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

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

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- \*ა. გვარამია. იზოტოპია-იზომორფიზმის თვისების მქონე  $B_3$ -ლუბა 530
- \*თ. შერვაშიძე. უტოლობანი აბსოლუტურად უწყვეტი განაწილების მახასიათებელი ფუნქციისათვის 536
- \*ლ. კლებანოვი, ი. მელამედი. ფიშერის ინფორმაციის თვისებებით ნორმალური და გამა-განაწილებების დახასიათების მდგრადობის შესახებ 539
- \*ბ. კიმელფელდი. ორთოგონალური ჯგუფების რედუქციული ქვეჯგუფები, ლოკალურად ტრანზიტულნი დროშების მრავალნაირობებზე 544
- \*ქ. მანჯგალაძე. ფუნქციის მაქსიმუმის სტატისტიკური შეფასებისათვის ზუსტი ნდობის ინტერვალის აგების შესახებ 548
- \*რ. ომანაძე. რეკურსიულად გადათვლად სიმრავლეთა კლასზე დაყვანილობის შესახებ 552
- \*ი. კლიპკერი.  $(n, p)$ -ხის მაქსიმალური სიგრძის შეფასებები 556
- \*გ. მირზაშვილი. სასრულო მარკოვის ჯაჭვის მართვის მინიმალური ამოცანა გადაწყვეტილებათა ზოგადი სიმრავლით და შეწყვეტის მცირე ალბათობით 560
- \*თ. ყიფიანი. ფურიე-ბესელის ჯამების საშუალებით მრავალი ცვლადის ფუნქციების მიახლოების რიგის შესახებ 564

დრეპალოზის თეორია

- \*რ. დიხამინჯია. მომენტური დრეკადობის თეორიის რხევის პირველი სასაზღვრო ამოცანის საკუთრივი ფუნქციების ასიმპტოტური განაწილების შესახებ 563
- \*რ. ბანცური. პირველი ძირითადი ამოცანა უბნობრივ-ერთგვაროვანი ორთოტროპული სიბრტყისათვის, გამყოფი წრფის პერპენდიკულარული ქრილით 572

კიბერნეტიკა

- \*დ. ბაშალეიშვილი. ძვრიანი გამამსხვილებელი და შემამცირებელი სისტემების მათემატიკური მოდელები 576
- \*ე. ქისტაური. დისკრეტულ მდგომარეობათა სიმრავლის მქონე ნახევარმარკოვული პროცესების მიმდევრობითი დეკომპოზიცია 579
- \*რ. მეგრელიშვილი. პაკეტური შეცდომების გამასწორებელი მაღალი ეფექტურობისა და დეკოდირების მარტივი ალგორითმის მქონე კოდები 583

ფიზიკა

- \*ზ. ნადირაშვილი, ჯ. წაქაძე. ჰელიუმ II-ის ნორმალური კომპონენტის სიბლანტის გაზომვა მერხევი ცილინდრის მეთოდით 583

ბიოფიზიკა

- \*გ. მანაგაძე, ა. კუდრია, ვ. დლონტი. ჰორიზონტალურ სამღერძა ნახევარელფსოიდზე გრავიტაციული ანომალიის ინტერპრეტაცია 592

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

სახელმწიფო რესპუბლიკის  
ბიბლიოთეკა

\*ლ. ეიჩისი, ო. კონდრატიევი. სეისმური ტალღური ველის ანალიზი ვარქვის შინაგან წერტილებში დასავლეთ საქართველოში 596

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

\*მ. კვერნაძე, რ. მაჩხოშვილი, ნ. ფირცხალავა. მეტალთა დიფიონტების კომპლექსური ნაერთები კაპრინის მჟეას ჰიდრაზიდთან 590

\*მ. აბაშმაძე, ნ. ფირცხალავა, ი. ხარიტონოვი, რ. მაჩხოშვილი. იშვიათიწილა ელემენტების კომპლექსური ნაერთები კაპრინის მჟეას ჰიდრაზიდთან 604

\*მ. ბროძელი, გ. დეკანოზიშვილი, ი. ელიგულაშვილი, მ. კანდელიაკი, ო. მოდებაძე. ელექტრული ველისა და ტემპერატურის გავლენა გადართვის პროცესზე ბორატულ-ვანადიუმთან მინებში 608

ორგანული ქიმია

\*შ. სამსონია, ი. ჩიქვაძე, ნ. სუვოროვი, ი. გვერდწითელი  
(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ბისინდოლება III ბის-(ინდოლილ-5) მეთანის სისტემის სინთეზი 612

\*შ. კუპრავა, გ. სამსონია, რ. კლდიაშვილი, ნ. ლოლაძე, ი. აბესაძე, რ. ლალიძე. 3, 4, 7, 8-დიბენზო-3', 2''-დიმეტოქსი-2, 2, 6-ტეტრაამთილიციკლო-(3, 3, 0)  $\Delta$  4, 8-ოქტანის სინთეზი 616

\*რ. ჭედია, ს. პლუჩნოვი, ვ. სმეტანიუკი, ვ. კაბანოვი (სსრკ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ქრ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი). პროპილენის დიმერიზაციის გელისმაგვარი კატალიზური სისტემები 620

ფიზიკური ქიმია

\*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ლ. კვანტალიანი, დ. ჭიბაშვილი. სამრეწველო ფურანული ფისებიდან მიღებული ნახშირბადოვანი ადსორბენტების თერმოგრაფიული კვლევა 623

ქიმიური ტექნოლოგია

\*პ. იაეიჩი. ტრიტერპენული საბონინების შემცველ სხნარების გაწმენდისათვის იონიტების გამოყენების შესაძლებლობა 628

ბიოლოგია

\*ნ. სალუქვაძე, ე. ცაგარელი. ახალი მონაცემები ლეჩხუმის ზედა ეოცენის სტრატეგრაფიის შესახებ 631

პეტროლოგია

\*მ. ტყემალაძე. მადნეულის, ქვემო ბოლნისის და წითელი სოფლის საბადოების რაიონის მავმურ წარმონაქმნთა ფორმალური დანაწილება 636

გეოქიმია

\*გ. ჯინჭარაძე, მ. სეფერთელაძე. სულფიდური წონასწორობის გამოკვლევა ვაგრის მინერალურ წყალში 640

საზოგადოებრივი მემანება

\*ან. ლოსაბერიძე, დ. გიორგაძე. სასრულო ურთიერთგადამკვეთი ზოლების მეთოდით თაღოვანი კაშხალის ვათელის მატრიცული ფორმა 644

- \*თ. სისხარულიძე. ორმხრივ მიმართული მრავალტალღიანი, ხერტიანი გადახურვა 643
- \*ნ. ბულია. ელიფსური ტიპის დრეკადი დამრეცი გარსების დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ამოხსნა 652

საბაღოთა დამუშავება და გამდიდრება

- \*ა. ჯვარაშვილი, ა. ცაი, დ. ბაქრაძე. ხრახნისებრივი დახვევის გავლენის შესწავლა ნაკადის სტრუქტურაზე მილსადენში 656
- \*ლ. მახარაძე. საჰაერო ხუფების მუშაობის ეფექტურობაზე გადამყვანი მადროსირებული მილყელების გავლენის შესახებ 660

მეტალურგია

- \*ა. კანდელიაკი, გ. გველესიანი, ვ. რცხილაძე, თ. აბაშიძე, გ. გეგინაძე, ი. ტკაჩენკო. მულმივი დენის ელექტრულ რკალში CoO მონოკრისტალების გაზრდა და მათი კვლევა 664

მანქანათმშენობლობა

- \*ა. ვაშალომიძე. სხედასხვა ტიპის ტერასების ლითონ- და ენერგოშემცველობის შედარებითი მაჩვენებლები 665
- \*მ. ასათიანი, ზ. თავართქილაძე, რ. წერეთელი. ჰრის რეჟიმების ოპტიმიზაციის შესაძლებლობანი ციფრული პროგრამული მართვის საფრეზო ჩარბებზე 672

ელექტროტექნიკა

- \*გ. ვადაჭკორია. პარამეტრული დენის წყაროს სქემებში გამოყენებული ტრანსფორმატორის პირველადი გრავნილის ნომინალური ძაბვა 676

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*კ. კოტლიარენკო. ელექტრონული სქემების საანგარიშო პროგრამების გამოყენების პროცესის დაჩქარების შესახებ 679

ნიდაბთმშენობლობა

- \*თ. ურუშაძე, ნ. ბერუჩაშვილი. ნიდაბების როგორც მთა-ტყის ბიოგეოცენოზების კომპონენტების შესწავლის თავისებურებანი 683

ბოტანიკა

- \*ვ. გულმაგარაშვილი. აფილოფორასნაირი სოკოების ახალი სახეობები საქართველოს მიკოფლორისათვის 636
- \*გ. ქიქავა, ნ. ჩიქოვანი. ხაესების სინუზიები დეკიანში 691

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ნ. მითაგვარია, თ. ადამია, კ. ლატარია. თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევის დინამიკის შესწავლა ამიზილითა და სკოპოლამინით გამოწვეული ამნეზიის დროს 695
- \*დ. დანელია, დ. გოგიაშვილი. ჭოლინომიმეტტიკურ ნივთიერებათა გავლენა ლოკოინის გულზე 699
- \*ჯ. მეტრეველი. ბოცვერების კვერცხსავალთა სპონტანური ბიოელექტრული აქტივობა სქესობრივი მოსვენების ფაზაში 704
- \*ი. გედევანიშვილი, თ. იოსებიძე. სითბური ჰიპერემიის თავისებურებანი და ზოგიერთი ეფექტურული მექანიზმი თეთრი თავის ყურის ნივარის პოსტკაპილარულ უბანში 707

- \*შ. ჩიკვაშვილი, ნ. თნიანი, ი. ყვავილაშვილი. ზაყაის ჩანასახის მემბრანული პოტენციალი და მემბრანის ფარდობითი განვლადობა  $Na^+$  და  $K^+$  იონებისათვის 711

### ბიოქიმია

- \*ე. ზაალიშვილი. სინაპსურ მემბრანაში აცეტილქოლინესტერაზას ლოკალიზაციის შესახებ 715

### მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- ლ. ალექსი-მესხიშვილი. ფუნგიციდების გამოცდა ხელნაწერების სარესტავრაციოდ ხმარებულ წებოში 717

### ფიტოპათოლოგია

- \*მ. ღვინევაძე, ნ. გვაჯავა. ზოგიერთი ფუნგიციდის მოქმედების ხასიათის შესწავლა თუთის ყლორტების ჭკნობის გამომწვევი სოკოს მიმართ 724

### ზოოლოგია

- \*პ. სავდიევა, ი. ვოლოშინა, ე. სმირნოვი. იქსოდისებრი ტკიპის *Hae-maphysalis japonica Douglasi Nutt. et Warb.* ურთიერთდამოკიდებულება მათ მასპინძლებთან შუა სიხოტე-ალინში 727

### მასპინძელზე მფიცინა

- \*ქ. უზნაძე-მჭედლიშვილი. კომპლექსურ სამკურნალო ღონისძიებებში რეკომენდებული მედიკამენტური ნარეგები კიდურთა იშემიური დაავადების ნეკროზისა და განგრენის ფაზაში 731

- \*მ. მშვიდობაძე. ფორმალინიზებული ძვლების ალოტრანსპლანტაცია 736

- \*ს. ხეჩინაშვილი, შ. ჯაფარიძე. სმენის პროთეზირება მრგვალი სარკმლის ეკრანიებისათვის ფორვანი ელასტომერის და მეტალის ფირფიტის გამოყენებით 739

### პალეობიოლოგია

- \*ა. ვეკუა, მ. გაბუნია, ნ. კლოპოტოვსკაია. პატარა ხრამის პეტროგლიფების დათარიღების საკიოხისათვის 743

### ფსიქოლოგია

- \*მ. ცისკარიძე, ნ. ზაქარაია. განწყობის თავისებურების დამოკიდებულება ცდისპირთა ასაკზე და სქესზე 749

### ენათმეცნიერება

- \*ლ. ნუცუბიძე. სხვაობა ზმნური შესიტყვების *to have a talk* და მარტივი ზმნის *to talk* რეალური გამოყენების პირობებში 752

### აღმოსავლეთმცოდნეობა

- \*მ. გუდავა. არაბული ენის ერთი გრამატიკის შესახებ დადესტინდან 755

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

А. А. Гварамия. $B_3$ -лука, обладающая свойством изотопии-изоморфизма	529
Т. Л. Шервашидзе. Неравенства для характеристической функции абсолютно непрерывного распределения	533
Л. Б. Клебанов, И. А. Меламед. Об устойчивости характеристики нормального и гамма-распределений свойствами фишеровской информации	537
Б. Н. Кимельфельд. Редуктивные подгруппы ортогональных групп, локально транзитивные на флаговых многообразиях	541
К. В. Манджгаладзе. К построению точного доверительного интервала для статической оценки максимума функции	545
Р. Ш. Оманадзе. О сводимости на классе рекурсивно перечислимых множеств	549
И. А. Клипкер. Оценки максимальной длины $(n, p)$ -дерева	553
Г. И. Мирзашвили. Минимальная задача управления конечной марковской цепью с произвольными множествами решений и малой вероятностью обрыва	557
Т. Г. Кипиани. О порядке приближения функции многих переменных суммами Фурье—Бесселя	561

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Р. Г. Дихаминджиа. Об асимптотическом распределении собственных функций первой граничной задачи колебания в моментной теории упругости	565
Р. Д. Банцури. Первая основная задача кусочно-однородной ортотропной плоскости с разрезом, перпендикулярным прямой раздела	569

### КИБЕРНЕТИКА

Д. И. Башаленшвили. Математические модели укрупняющих и уменьшающих систем со сдвигом	573
Э. И. Кистаури. Последовательная декомпозиция полумарковских процессов с дискретным множеством состояний	577
Р. П. Мегрелишвили. Высокоэффективные коды с коррекцией пакетов ошибок, обладающие простым алгоритмом декодирования	581

### ФИЗИКА

З. Ш. Надирашвили, Дж. С. Цакадзе. Измерение вязкости нормальной компоненты гелия II методом колеблющегося цилиндра	585
---	-----

### ГЕОФИЗИКА

Г. Д. Манагадзе, А. В. Кудря, В. К. Глонти. Интерпретация гравитационных аномалий над горизонтальным трехосным полуэллипсоидом	589
--	-----

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



- Л. М. Эйчис, О. К. Кондратьев. Анализ сейсмического волнового поля во внутренних точках среды на площадях Западной Грузии 593

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. С. Квернадзе, Р. И. Мачхошвили, Н. И. Пирцхалава. Комплексные соединения дитионатов металлов с гидразидом каприновой кислоты 597
- М. И. Бродзели, Г. Г. Деканозишвили, И. А. Елигулашвили, М. Д. Канделаки, О. Е. Модебадзе. Влияние электрического поля и температуры на процесс переключения в боратно-ванадатных стеклах 605

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ш. А. Самсония, И. Ш. Чикваидзе, Н. Н. Суворов, И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР). Синтез системы бис-(индолил-5)-метана 609
- Ш. Д. Куправа, Г. Г. Самсония, Р. Ш. Квдиашвили, Н. Р. Лоладзе, И. Г. Абесадзе, Р. М. Лагидзе. Синтез 3,4,7,8-дибензо-3'2''-диметокси-2,2,6,6-тетраметил-бицикло(3,3,0)Δ<sup>4</sup>8-октана 613
- Р. В. Чедия, С. К. Плужнов, В. И. Сметанюк, В. А. Кабанов (член-корреспондент АН СССР), Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР). Гелеобразные каталитические системы для димеризации пропилена 617

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Л. К. Кванталиани, Д. С. Чипашвили. Термографическое исследование углеродных адсорбентов из промышленных фурановых смол 621

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- П. А. Явич. К возможности применения ионитов для очистки растворов, содержащих тритерпеновые сапонины 625

### ГЕОЛОГИЯ

- Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели. Новые данные по стратиграфии верхнего эоцена Лечхуми 629

### ПЕТРОЛОГИЯ

- М. Т. Ткемаладзе. Формационная принадлежность магматических образований района Маднеульского, Квемо-Болнисского и Цителснопельского месторождений 633

### ГЕОХИМИЯ

- Г. Г. Джинчарадзе, М. Д. Сепертеладзе. Исследование сульфидного равновесия в гагрской минеральной воде 637

### СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Ан. А. Лосаберидзе, Д. П. Гиоргадзе. Матричная форма расчета арокных плотин методом конечных перекрестных полос 641

- Т. Д. Сихарулидзе. Многоволновое в обоих направлениях покрытие с круговым отверстием 645
- Н. П. Булия. Общее решение дифференциальных уравнений пологих упругих оболочек эллиптического типа 649

#### РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- А. Г. Джваршейшвили, А. А. Цай, Д. В. Бакрадзе. Исследование влияния винтовой навивки на структуру потока в трубопроводе 653
- Л. И. Махарадзе. О влиянии переходных дросселирующих патрубков на эффективность работы воздушно-гидравлических аккумуляторов 657

#### МЕТАЛЛУРГИЯ

- А. З. Канделаки, Г. Г. Гвелесиани, В. Г. Рцхиладзе, Т. Д. Абашидзе, Г. Г. Гегиадзе, И. Г. Ткаченко. Выращивание монокристаллов СоО в дуге постоянного тока и их исследование 661

#### МАШИНОВЕДЕНИЕ

- \* А. П. Вашаломидзе. Сравнительные показатели металло- и энергонасыщенности террас различных типов 668
- М. Д. Асатнани, З. С. Таварткиладзе, Р. И. Церетели. Возможности оптимизации режимов резания на фрезерных станках с числовым программным управлением 669

#### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Г. В. Вадачкория. Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора, использованного в схеме параметрических источников тока 673

#### АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- К. Ю. Котляренко. Об ускорении процесса использования программ расчета электронных схем 677

#### ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Т. Ф. Урушадзе, Н. Л. Беручашвили. Особенности изучения почв как компонентов горно-лесных биогеоценозов 681

#### БОТАНИКА

- В. Х. Гулмагарашвили. Новые виды афиллофоровых грибов для микофлоры Грузии 685
- Г. С. Кикава, Н. В. Чиковани. Синузии мхов в зарослях кавказского рододендрона 689

#### ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. П. Митагвария, Т. Э. Адамия, К. Д. Латария. Изучение динамики мозгового кровотока при амизиловой и скополаминовой амнезиях 693
- Д. С. Данелиа, Д. В. Гогиашвили. Влияние холиномиметиков на сокращения сердца улитки 697
- Дж. М. Метревели. Спонтанная биоэлектрическая активность яйцеводов крольчих в фазе полового покоя 701

- И. Д. Гедеванишвили, Т. И. Иосебидзе. Особенности и некоторые эффекторные механизмы тепловой гиперемии в посткапиллярном отделе кровеносных сосудов ушной раковины белой мыши 705
- Ш. Д. Чиквашвили, Н. Т. Ониани, И. Ш. Квавилашвили. Относительная проницаемость мембраны для ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  и мембранный потенциал зародыша лягушки 709
- БИОХИМИЯ**
- Э. А. Заалишвили. О локализации ацетилхолинэстеразы в синаптической мембране 713
- МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ**
- \* Л. Г. Алекси-Месхишвили. Испытание фунгицидов в клее, применяемом для реставрации рукописей 719
- ФИТОПАТОЛОГИЯ**
- М. Ш. Гвинепадзе, Н. А. Гваджава. К изучению характера действия некоторых фунгицидов в отношении возбудителя увядания побегов шелковицы 721
- ЗООЛОГИЯ**
- П. Д. Сагдиева, И. В. Волошина, Е. Н. Смирнов. О взаимоотношениях иксодового клеща *Haemaphysalis japonica douglasi* Nutt. et Warb. с прокормителями в среднем Сихотэ-Алине 725
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА**
- К. И. Узнадзе-Мchedlishvili. Лечение больных, страдающих хронической ишемической болезнью артерии конечности в стадии некроза и гангрены, комплексными мероприятиями с применением рекомендованных смесей 729
- М. В. Мшвидобадзе. Аллотрансплантация формализованных костей 733
- С. Н. Хечинашвили, Ш. В. Джапаридзе. Слухопротезирование путем экранировки окна улитки пористым эластомером с металлическим включением 737
- ПАЛЕОБИОЛОГИЯ**
- А. К. Векуа, М. К. Габуня, Н. Б. Клопотовская. К вопросу о датировке петроглифов Патара Храма 741
- ПСИХОЛОГИЯ**
- М. А. Цискардидзе, Н. Т. Закарая. Особенности установки в зависимости от возраста и пола испытуемых 745
- ЯЗЫКОЗНАНИЕ**
- Л. Г. Нуцубидзе. Разница в условиях реального употребления глагольного сочетания *to have a talk* и простого глагола *to talk* 749
- ВОСТОКОВЕДЕНИЕ**
- М. Т. Гудава. Об одной грамматике арабского языка из Дагестана 753



# CONTENTS\*

## MATHEMATICS

A. A. Gvaramia. $B_3$ -loop with the property of isotopy and isomorphism	531
T. L. Shervashidze. Inequalities for the characteristic function of absolutely continuous distribution	536
L. B. Klebanov, I. A. Melamed. On the stability of characterization of normal and gamma distributions by the properties of Fisher information	539
B. N. Kimelfeld. Reductive subgroups of orthogonal groups locally transitive on flag manifolds	544
K. V. Manjgaladze. On the construction of a precise confidence interval for the function maximum	548
R. Sh. Omanadze. On the reducibility to the class of recursive enumerable sets	552
I. A. Klipker. Estimations of the maximum length of the $(n, p)$ -tree	556
G. I. Mirzashvili. A minimax control problem for a finite markov chain with arbitrary sets of solutions and a small probability of termination	560
T. G. Kipiani. On the approximation order of functions of several variables by the Fourier-Bessel series	564

## ELASTICITY THEORY

R. G. Dikhaminjia. On the asymptotic distribution of the eigen-functions of the first-boundary value problem of oscillation in the couple-stress theory of elasticity	568
R. D. Bantsuri. First fundamental problem for piecewise homogeneous orthotropic plane with a cut perpendicular to the line of interface	572

## CYBERNETICS

D. I. Bashaleishvili. Mathematical models of integrating and reducing systems with displacement	576
E. I. Kistauri. Successive decomposition of Semi-Markov processes with a discrete set of states	579
R. P. Megrelishvili. Easily decodable, highly efficient, burst-error-correcting codes	583

## PHYSICS

Z. Sh. Nadirashvili, J. S. Tsakadze. Measurement of helium II normal component using the method of oscillating cylinder	588
---	-----

---

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

## GEOPHYSICS

- G. D. Managadze, A. V. Kudria, V. K. Glonti. Interpretation of the gravity anomaly over a finite horizontal general semiellipsoid 592
- L. M. Aichis, O. K. Kondratiev. Analysis of a seismic wave field at the inner points of the medium in Western Georgia 596

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- M. S. Kvernadze, R. I. Machkhoshvili, N. I. Pirtskhalava. Coordination compounds of metal dithionates with capric-acid hydrazide 600
- M. Sh. Abashmadze, N. I. Pirtskhalava, I. I. Kharitonov, R. I. Machkhoshvili. Complex compounds of rare earth elements with caprylic acid hydrazide 604
- M. I. Brodzeli, G. G. Dalakishvili, J. A. Eligu'ashvili, M. D. Kandelaki, O. E. Modebadze. The effect of electric field and temperature on the switching process in borate-vanadium glasses 608

## ORGANIC CHEMISTRY

- Sh. A. Samsonia, I. Sh. Chikvaidze, N. N. Suvorov, I. M. Gverdtseteli. Bisindoles III. Synthesis of bis-(indolyl-5) methane 612
- Sh. D. Kuprava, G. G. Samsonia, R. Sh. Kldiashvili, N. R. Loladze, I. G. Abesadze, K. M. Lagidze. Synthesis of 3, 4, 7, 8-dibenzo-3', 2"-dimethoxy-2,2,6,6-tetramethylbicyclic (3, 3, O)  $\Delta^{4,8}$ -octane 616
- R. V. Chedia, S. K. Pluzhnov, V. I. Smetanyuk, V. A. Kabanov, Kh. I. Areshidze. Gel-like catalytic systems for propylene dimerization 620

## PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, L. K. Kvantaliani, D. S. Chipashvili. A thermographic study of carbon adsorbents obtained from industrial furfural alcohol resins 624

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- P. A. Yavich. The feasibility of using ion-exchange resins for the purification of solutions containing triterpenoid saponins 628

## GEOLOGY

- N. Sh. Salukvadze, E. A. Tsagareli. A contribution to the stratigraphy of the upper eocene of Lechkhumi 631

## PETROLOGY

- M. T. Tkemaladze. On the magmatic rock formations in the area of madneuli, lower Bolnisi and Tsiteli Sopeli deposits 636

## GEOCHEMISTRY

- G. G. Jincharadze, M. D. Seperteladze. Study of sulphide equilibrium in the Gagra mineral water 640

## STRUCTURAL MECHANICS

- An. A. Losaberidze, D. P. Giorgadze. Matrix form of arch dam design by the finite bands method 644
- T. D. Sikharulidze. Multiwave-in-both-directions roofing with circular orifice 648
- N. P. Bulia. General solution of differential elliptic-type equations of sloping elastic shells 652

## EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- A. G. Jvarsheishvili, A. A. Tsai, D. V. Bakradze. Investigation of the effect of screw winding on the flow structure in a pipeline 656
- L. I. Makharadze. On the effect of a transitional throttling branch pipe on the operation efficiency of air-hydraulic accumulators 660

## METALLURGY

- A. Z. Kandelaki, G. G. Gvelesiani, V. G. Rtskhiladze, T. D. Abashidze, G. G. Gegiadze, I. G. Tkachenko. Growth of single crystals of CoO in a D. C. electric arc and their investigation 664

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- A. P. Vashalomidze. Comparative indices of metal- and power saturation of various types of terraces 668
- M. D. Asatiani, Z. S. Tavartkiladze, R. I. Tsereteli. The possibilities of optimization of the cutting conditions on nc milling machines 672

## ELECTROTECHNICS

- G. V. Vadachkoria. Rated voltage of the primary winding of the transformer used in parametric current source circuits 676

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- K. Y. Kotlyarenko. On the acceleration of the process of the use of electronic circuit computation programmes 680

## SOIL SCIENCE

- T. F. Urushadze, N. L. Beruchashvili. Characteristics of the study of soils as components of mountain-forest biogeocoenoses 684

## BOTANY

- V. Kh. Guimagarashvili. New species of aphyllorphales for Georgia 686
- G. S. Kikava, N. V. Chikovani. The moss synusiae in rhododendron brushes 691

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. P. Mitagvaria, T. E. Adamia, K. D. Lataria. Cerebral blood flow dynamics under amnesia induced by injection of amyzil and scopo amine 696
- D. S. Danelia, D. V. Gogiashvili. The effect of cholinomimetics on the snail heart contractions 699
- J. M. Metreveli. Spontaneous bioelectric activity of female rabbit oviducts in the period of sexual quiescence 704
- I. D. Gedevanishvili, T. I. Iosebidze. The characteristics and some effector mechanisms of heat hyperemia in the postcapillary section of the helix of the white mouse 708
- Sh. D. Chikvashvili, N. T. Oniani, I. Sh. Kvavilashvili. Relative permeability of the membrane to  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  ions and the membrane potential on the frog embryo 712

## BIOCHEMISTRY

- E. A. Zaalishvili. On the localization of acetylcholinesterase in synaptic membranes 715

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- L. G. Aleks-i-meskhishvili. Testing of fungicides in paste used in manuscript restoration 719

## PHYTOPATHOLOGY

- M. Sh. Gvinepadze, N. A. Gvajava. On the study of the character of action of some fungicides against the causative agent of mulberry tree shoot blighting 724

## ZOOLOGY

- P. D. Sagdieva, I. V. Voloshina, E. N. Smirnov. Interrelation of ixodid tick *haemaphysalis japonica* douglasi nutt. et warb. with hosts in middle Sikhote-alin 728

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- K. I. Uznadze-Mchedlishvili. Treatment of patients with chronic ischemic disease of extremity arteries in the necrosis and gangrene stage by means of complex measures using recommended mixtures and ointments 732
- M. V. Mshvidobadze. Allotransplantation of formalinized bones 736
- S. N. Khechinashvili, Sh. V. Japaridze. Hearing aid consisting of porous elastomer with metallic insert for screening the round window 740

## PALAEOBIOLOGY

- A. K. Vekua, M. K. Gabunia, N. B. Klopotovskaya. On the dating of the petroglyphs of Patara Khrami 744

## PSYCHOLOGY

- M. A. Tsiskaridze, N. T. Zakaraia. Characteristics of set depending on age and sex 748

## LINGUISTICS

- I. G. Nutsubidze. Conditions for the actual use of the verbal collocation „to have a talk“ as compared to the corresponding simple verb „to talk“ 752

## ORIENTAL STUDIES

- M. T. Gudava. A grammar of the arabic language from Daghestan 756





А. А. ГВАРАМИЯ

### $B_3$ -ЛУПА, ОБЛАДАЮЩАЯ СВОЙСТВОМ ИЗОТОПИИ-ИЗОМОРФИЗМА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.5.1978)

Известно, что в квазигруппе, координатизирующей 3-сеть, тогда и только тогда выполняется третье условие замыкания Бола ( $x_1 y_2 = x_2 y_1$ ,  $x_1 y_4 = x_2 y_3 = x_3 y_2 = x_4 y_1 \Rightarrow x_3 y_4 = x_4 y_3$ ), когда она изотопна лупе с тождеством  $x(yz \setminus x) = (x/z)(y \setminus x)$  (здесь  $xy = z \sim x = z/y \sim y = x \setminus z$ ), называемой  $B_3$ -лупой. Лупа обладает свойством изотопии-изоморфизма, если любая лупа изотопная этой лупе, ей изоморфна. В [1] доказано, что свойства левой обратимости ( $x^{-1} \cdot xy = y$ ,  $x \cdot x^{-1} = 1$ ), ослабленной обратимости ( $(xy)^{-1} \cdot x = y^{-1}$ ), скрещенной обратимости ( $xy \cdot x^{-1} = y$ ), левой альтернативности ( $xx \cdot y = x \cdot xy$ ) являются достаточными условиями муфанговости  $B_3$ -лупы (лупа, в которой выполняется тождество  $x(yz \cdot x) = xy \cdot zx$ , называется лупой Муфанга). Возникает вопрос, не является ли свойство изотопии-изоморфизма также достаточным условием муфанговости  $B_3$ -лупы. Построенный ниже пример показывает, что это не так. Для луп Бола (с тождеством  $x(yz \cdot y) = (xy \cdot z)y$ ) эта задача решена в [2].

Пусть  $R$ —неассоциативное, альтернативное кольцо с делением, не имеющее характеристику два,  $Q = R \times R \times R \times R \times R$ , и пусть  $x = (a_1, b_1, c_1, d_1, e_1)$ ,  $y = (a_2, b_2, c_2, d_2, e_2)$ —элементы из  $Q$ .

Определим на  $Q$  следующие бинарные операции:

$$x \cdot y = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2 + a_2 b_1, d_1 + d_2 + b_2 b_1,$$

$$e_1 + e_2 - a_1 b_2^2 + a_1 d_2 - a_2 \cdot b_1 b_2 + a_2 b_1 \cdot b_2 +$$

$$+ a_2 d_1 + c_2 b_1);$$

$$x \setminus y = (a_2 - a_1, b_2 - b_1, c_2 - c_1 + a_1 b_1 - a_2 b_1,$$

$$d_2 - d_1 + b_1^2 - b_2 b_1, e_2 - e_1 - 2(a_1 \cdot b_1 b_2) - a_1 b_1^2 + a_1 b_1 \cdot b_2 +$$

$$\begin{aligned}
 &+ a_1 b_2^2 + 2(a_1 d_1) - a_1 d_2 + a_2 \cdot b_1 b_2 - a_2 b_1 \cdot b_2 + a_2 b_1^2 - \\
 &- a_2 d_1 + c_1 b_1 - c_2 b_1);
 \end{aligned}$$

$$x/y = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2 - a_2 b_1 + a_2 b_2,$$

$$\begin{aligned}
 &d_1 - d_2 - b_2 b_1 + b_2^2, e_1 - e_2 + a_1 b_2^2 - a_1 d_2 - \\
 &- 2(a_2 b_2^2) + a_2 b_2 \cdot b_1 - a_2 d_1 + 2(a_2 d_2) - \\
 &- c_2 b_1 + c_2 b_2).
 \end{aligned}$$

Имеют место следующие предложения.

1.  $Q(\cdot, \setminus, /)$  есть  $B_3$ -луּпа. Единицей этой луּпы служит  $1 = (0, 0, 0, 0, 0, 0)$ , а обратные элементы определяются равенством

$$\begin{aligned}
 (a, b, c, d, e)^{-1} &= (-a, -b, -c + ab, -d + b^2, \\
 &-e + ad - ab^2 + cb)
 \end{aligned}$$

(в  $B_3$ -луּпе левые и правые обратные элементы совпадают).

2. Луּпа  $Q(\cdot, \setminus, /)$  не является луּпой Муфанг.

Это следует, в частности, из того, что в  $Q(\cdot, \setminus, /)$  не выполняется закон эластичности  $xy \cdot x = x \cdot yx$ , который имеет место в луּпе Муфанг.

Непосредственная проверка показывает, что в построенной  $B_3$ -луּпе выполняется тождество  $x(xy)^{-1} = (xz)(x \cdot yz)^{-1}$ , а потому, на основании теоремы Вильсона [3], справедливо

3.  $B_3$ -Луּпа  $Q(\cdot, \setminus, /)$  обладает свойством изотопии-изоморфизма.

Грузинский институт субтропического  
хозяйства

(Поступило 12.5.1978)

მათემატიკა

ა. ზვარამია

იზოტოპია-იზომორფიზმის თვისების მქონე  $B_3$ -ლუּპა

რეზიუმე

აგებულია იზოტოპია-იზომორფიზმის მქონე  $B_3$ -ლუּპის მაგალითი, რომელიც არ წარმოადგენს მუფანგის ლუּპას.

A. A. GVARAMIA

$B_3$ -LOOP WITH THE PROPERTY OF ISOTOPY AND  
ISOMORPHISM

Summary

An example of  $B_3$ -loop with the property of isotopy and isomorphism, which is not a Moufang loop, is constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Гварамия. Уч. зап. МГПИ им. В. И. Ленина, 1971, 375, 25—34.
2. D. A. Robinson. Proc. Amer. Math. Soc., 1968, 19, № 3, 671-672.
3. E. L. Wilson. Canad. J. Math., 1966, 18, № 3, 587-592.

15905

კ. შარტავას სხ. ნაშ. სსრკ



Т. Л. ШЕРВАШИДЗЕ

НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ  
 АБСОЛЮТНО НЕПРЕРЫВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 17.4.1978)

1. Пусть  $p(x)$  — плотность распределения  $k$ -мерного случайного вектора  $X$ , а  $\mathfrak{M}$  — конечная или счетная система попарно непересекающихся ограниченных борелевских подмножеств  $\Delta_i$  пространства  $R^k$  и положительных чисел  $A_i$ . Обозначим  $f(t)$  характеристическую функцию (х. ф.)  $X$ ,  $I(\Delta)$  — индикатор множества  $\Delta$ ,

$$S_{c,L} = \{x : |x - c| \leq L\}, \quad V_k = \int I(S_{0,1}) dx = \pi^{k/2} / \Gamma(k/2 + 1), \quad (1)$$

$$\tilde{p}(x) = p(x) * p(-x), \quad \tilde{p}_i(x) = \min(\tilde{p}(x), A_i) I(\Delta_i), \quad (2)$$

$$\tilde{p}_i = \int \tilde{p}_i(x) dx, \quad i \geq 1, \quad (2)$$

$$L_\Delta = \inf_{c \in R^k} \sup_{x \in \Delta} |x - c|, \quad L_i = L_{\Delta_i}, \quad i \geq 1. \quad (3)$$

Имеет место следующее обобщение неравенства В. А. Статулявичуса [1].

Неравенство 1.

$$|f(t)| \leq 1 - |t|^2 (12V_{k-1}^2)^{-1} \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{p}_i^3 / A_i^2 (L_i |t| + \pi)^2 L_i^{2(k-1)}. \quad (4)$$

Доказательству (4) предположим две леммы.

Лемма 1. Если случайная величина  $Y$  имеет плотность, ограниченную числом  $A$ , то для любого  $a$

$$\mathbf{E} [(Y - a)^2 | Y \in \Delta] \geq [\mathbf{P}\{Y \in \Delta\}]^2 / 12A^2.$$

Лемма 2. Если  $k$ -мерный случайный вектор  $Z$  имеет плотность  $q(x) \leq A$ , равную нулю вне некоторого ограниченного борелевского множества  $\Delta$ , то плотность проекции  $Y = (e, Z)$ , где  $e$  — единичный вектор, равна нулю вне некоторого интервала длины  $2L_\Delta$  и не превосходит  $AV_{k-1}L_\Delta^{k-1}$ .

Первая лемма — очевидное следствие экстремальных свойств моментов равномерного распределения, а для доказательства второй без ограничения общности положим  $\Delta \subset S_{0,L}$ , где  $L = L_\Delta$ , и заметим, что

$$\frac{d}{dy} \mathbf{P}\{Y < y\} = \frac{d}{dy} \left[ \int_{\substack{(e, x) < y \\ |x| < L}} q(x) dx \right] = \frac{d}{dy} \left[ \int_{-L}^y dz_1 \int \dots \int q(C^{-1}z) dz_2, \dots, dz_k \right]$$

(здесь мы совершили поворот осей ортогональным преобразованием  $z = Cx$  так, чтобы  $z_1 = (e, x)$ ).



Поскольку  $|\sin \pi \alpha| \geq 2|\alpha| = 2 \min_{j \in I} |\alpha - j|$ , где  $I$  — множество целых

$$\text{чисел, и } \tilde{p}(x) \geq \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{p}_i(x), \text{ то } |f(2\pi t)|^2 \leq 1 - 8 \sum_{i=1}^{\infty} \mathbf{E} \langle (t, X_i) \rangle^2,$$

где  $X_i$  — случайный вектор с плотностью  $\tilde{p}_i(x)/\tilde{p}_i \leq A_i/\tilde{p}_i$ . Пусть здесь и ниже  $e = |t|^{-1}t$  при фиксированном  $t \neq 0$ . По лемме 2 плотность случайной величины  $Y = (e, X_i)$  равна нулю вне некоторого интервала  $\delta$  длины  $2L_i$  и не превосходит  $A_i V_{k-1} L_i^{k-1} \tilde{p}_i$ . Для всякого  $j \in I$  обозначим  $\delta_j$  пересечение  $\delta$  с интервалом длины  $1/|t|$  с центром в точке  $j/|t|$  и  $q_j = \mathbf{P}\{Y \in \delta_j\}$ . Так как  $\sum q_j = 1$ , причем количество ненулевых среди  $q_j$  не превосходит  $2L_i|t| + 1$ , то, используя лемму 1 и неравенство Гельдера, имеем

$$\begin{aligned} \mathbf{E} \langle (t, X_i) \rangle^2 &= \mathbf{E} \langle |t|Y \rangle^2 = |t|^2 \mathbf{E} \min_{j \in I} (Y - j/|t|)^2 = \\ &= |t|^2 \sum_{j \in I} q_j \mathbf{E} [(Y - j/|t|)^2 | Y \in \delta_j] \geq \frac{|t|^2}{12} \tilde{p}_i^2 (A_i V_{k-1} L_i^{k-1})^{-2} \sum_{j \in I} q_j^2 \geq \\ &\geq |t|^2 (12 V_{k-1}^2)^{-1} \tilde{p}_i^2 / A_i^2 (2L_i|t| + 1)^2 L_i^{2(k-1)}. \end{aligned}$$

Для получения (4) остается заменить  $t$  на  $(2\pi)^{-1}t$  и учесть, что  $\sqrt{1-\alpha} \leq 1 - \alpha/2$  при  $|\alpha| \leq 1$ .

В случае, когда  $\Delta_i$  — параллелепипед,  $i \geq 1$ , в [2] доказано аналогичное неравенство, улучшенный вариант которого (перед знаком суммы появляется множитель  $4^{k-1}/V_{k-1}^2$ , стремящийся к  $\infty$  при  $k \rightarrow \infty$ ) следует из (4).

2. Отметим некоторые следствия из неравенства 1.

Неравенство 2. Если случайный вектор  $X$  имеет плотность  $\rho(x) \leq A$  и  $X \in S_{e,L}$ , с вероятностью 1, то

$$|f(t)| \leq 1 - |t|^2 / 3 \cdot 2^{2k} V_{k-1}^2 A^2 (2L|t| + \pi)^2 L^{2(k-1)}.$$

Для доказательства следует применить (4) при  $\mathfrak{M} = \{\Delta_1, A_1\}$ , где  $\Delta_1 = S_{0,2L}$ ,  $A_1 = A$ ,  $\tilde{p}_1 = 1$ .

Неравенство 3. Если случайный вектор  $X$  имеет плотность  $\rho(x) \leq A$  и  $\sigma^2 = \mathbf{E}|X - \mathbf{E}X|^2$ , то (ср. с [2])

$$|f(t)| \leq 1 - |t|^2 / 24 \cdot 2^{2k} V_{k-1}^2 (2\sigma|t| + \pi)^2 \sigma^{2(k-1)}.$$

Чтобы получить это неравенство, в (4) положим  $\Delta_1 = S_{0,2\sigma}$ ,  $A_1 = A$ . По неравенству Чебышева  $\tilde{p}_1 \geq 1/2$ .

Неравенство 4. Если случайный вектор  $X$  имеет плотность  $\rho(x) \leq A$  и  $D = \mathbf{E}(X - \mathbf{E}X)(X - \mathbf{E}X)'$ , то (ср. с [3])

$$|f(t)| \leq 1 - t'Dt / 24 \cdot 2^{2k} k^{k-1} V_{k-1}^2 A^2 (2\sqrt{kt'Dt} + \pi)^2 |D|.$$

Для доказательства воспользуемся неравенством 3 для х. ф.  $g(t)$  случайного вектора  $Z = D^{-1/2}X$ , плотность которого не превосходит  $A|D|^{1/2}$ ,  $\mathbf{E}|Z - \mathbf{E}Z|^2 = k$ , и учтем, что  $f(t) = g((D^{1/2})'t)$ .

3. По существу представленное доказательство неравенства 1 сводит многомерный случай к одномерному и его можно рассматривать как модификацию доказательства из [1]. В этой связи уместно проде-

монстрировать другой способ получения неравенств типа (4), используя одно следствие из неравенства В. А. Статулявичуса — неравенство 2 при  $k=1$ .

Обозначим  $g(\tau)$ ,  $\tau \in R^1$ , х. ф. случайной величины  $Y = (e, X)$ . В условиях неравенства 2 плотность  $Y$  по лемме 2 не превосходит  $AV_{k-1}L^{k-1}$  и равна нулю вне интервала длины  $2L$ . Поскольку  $f(t) = g(|t|)$ , то применяя к  $g(|t|)$  неравенство 2 при  $k=1$ , получаем

Неравенство 5. В условиях неравенства 2

$$|f(t)| \leq 1 - |t|^2 (12V_{k-1}^2)^{-1} / A^2 (2L|t| + \pi)^2 L^{2(k-1)}.$$

Введем теперь обозначения

$$p_i(x) = \min(p(x), A_i I(\Delta_i)), \quad p_i = \int p_i(x) dx, \quad p_i^0(x) = p_i(x) / p_i, \quad i \geq 1,$$

$$p_0(x) = p(x) - \sum_{i=1}^{\infty} p_i(x), \quad p_0 = 1 - \sum_{i=1}^{\infty} p_i, \quad p_0^0(x) = p_0(x) / p_0.$$

$$\text{Т. к. } p(x) = \sum_{i=0}^{\infty} p_i p_i^0(x), \text{ то } |f(t)| \leq p_0 + \sum_{i=1}^{\infty} p_i |f_i(t)|,$$

где  $f_i(t)$  — х. ф. плотности  $p_i^0(x)$ , ограниченной числом  $A_i/p_i$ . Оценивая  $f_i(t)$  по неравенству 5, получаем

Неравенство 6. В условиях неравенства 1

$$|f(t)| \leq 1 - |t|^2 (12V_{k-1}^2)^{-1} \sum_{i=1}^{\infty} p_i^2 / A_i^2 (2L_i|t| + \pi)^2 L_i^{2(k-1)}. \quad (5)$$

Применение (5) к х. ф.  $|f(t)|^2$  плотности  $\tilde{p}(x)$  приводит к следующему аналогу неравенства 1.

Неравенство 7. В условиях неравенства 1

$$|f(t)| \leq 1 - |t|^2 (24V_{k-1}^2)^{-1} \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{p}_i^2 / A_i^2 (2L_i|t| + \pi)^2 L_i^{2(k-1)}.$$

4. Следующее неравенство, являющееся многомерным аналогом неравенства Ю. В. Прохорова [4], вытекает из неравенства 5.

Неравенство 8. В условиях неравенства 2

$$\sup_{|t| \geq \pi/L} |f(t)| \leq 1 - (108V_{k-1}^2)^{-1} (A^2 L^{2k})^{-1}.$$

Справедливо также

Неравенство 9. В условиях неравенства 3 (см. [5] при  $k=1$ )

$$\sup_{|t| \geq \pi/\sigma} |f(t)| \leq 1 - (216 \cdot 2^{2k} V_{k-1}^2)^{-1} (A^2 \sigma^{2k})^{-1}. \quad (6)$$

Разумеется, неравенства типа (6) можно вывести и из (5). Действительно, поскольку в условиях леммы 3  $p(x) \leq A$ , то полагая  $\Delta_1 = S_{EX, m\sigma}$ ,  $A_1 = A$ , и имея в виду, что  $p_1 = P\{|X - EX| \leq m\sigma\} \geq 1 - m^{-2}$ , из (5) получаем неравенство

$$\sup_{|t| \geq \pi/m\sigma} |f(t)| \leq 1 - (108V_{k-1}^2)^{-1} (1 - m^{-2})^3 m^{-2k} (A^2 \sigma^{2k})^{-1},$$

правая часть которого минимальна при  $m = [(k+3)/k]^{1/2}$ . Т. е. справедливо  
 Неравенство 10. В условиях неравенства 3

$$\sup_{|t| \geq \pi/\sigma} |f(t)| \leq 1 - k^k (4V_{k-1}^2 (k+3)^{k+3})^{-1} (A^2 \sigma^{2k})^{-1}.$$

При  $k \geq 2$  здесь константа больше, чем в (6).

В многомерном случае неравенства, подобные неравенствам 8—10, рассматривались ранее в [6, 7].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

(Поступило 20.4.1978)

მათემატიკა

თ. შერვაშიძე

უტოლოზანი აბსოლუტურად უწყვეტი განაწილების  
 მახასიათებელი უნაწილისათვის

რეზიუმე

თუ  $\Delta_i$ ,  $i \geq 1$   $R^h$ -ს წყვილ-წყვილად თანაუკვეთი შემოსაზღვრული ბორელის ქვესიმრავლეებია და  $A_i$ ,  $i \geq 1$  — დადებითი რიცხვები, მაშინ  $p(x)$  სიმკვრივის მქონე  $X \in R^h$  შემთხვევითი ვექტორის  $f(t)$  მახასიათებელი ფუნქციისათვის მიღებულია (4) უტოლობა (1)—(3) ტერმინებში. განხილულია (4)-თან დაკავშირებული სხვა უტოლობებიც.

MATHEMATICS

T. L. SHERVASHIDZE

## INEQUALITIES FOR THE CHARACTERISTIC FUNCTION OF ABSOLUTELY CONTINUOUS DISTRIBUTION

Summary

If  $\Delta_i$ ,  $i \geq 1$  are mutually disjoint bounded Borel subsets of  $R^h$  and  $A_i$ ,  $i \geq 1$  are positive numbers, then for the characteristic function  $f(t)$  of the random vector  $X \in R^h$  having the density  $p(x)$  the inequality (4) in terms of (1)—(3) is obtained. Other inequalities connected with (4) are also discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Статулявичуе. Теория вероят. и ее примен., X, № 4, 1965, 645—659.
2. Р. Лапинскас. Лит. матем. сб., X I, № 4, 1971, 817—831.
3. А. Бикялис. Лит. матем. сб., X, № I, 1970, 5—12.
4. Ю. В. Прохоров, Ю. А. Розанов. Теория вероятностей. М., 1967.
5. П. Сурвила. Лит. матем. сб., III, № 1, 1963, 225—236.
6. Т. Л. Шервашидзе, Л. И. Саулис. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970, 533—536.
7. Т. Л. Шервашидзе. Канд. дисс., 1972.



Л. Б. КЛЕБАНОВ, И. А. МЕЛАМЕД

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИЗАЦИИ НОРМАЛЬНОГО И ГАММА-РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СВОЙСТВАМИ ФИШЕРОВСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 19.5.1978)

Пусть  $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}(a, \alpha_2)$  — класс вероятностных плотностей  $p(x)$ , удовлетворяющих условиям

$$1) \quad J_1 = -\frac{p'(x)}{p(x)} \in L_p^2, \quad J_2 = -\left(1 + x \frac{p'(x)}{p(x)}\right) \in L_p^2,$$

$$2) \quad \int_{-\infty}^{\infty} xp(x) dx = 0, \quad \int_{-\infty}^{\infty} x^2 p(x) dx = \alpha_2 < \infty,$$

$$3) \quad \frac{I_{12}}{I_{22}} = a, \quad \text{где } I_{ij} = \int_{-\infty}^{\infty} J_i J_j p(x) dx, \quad i, j = 1, 2.$$

Положим

$$\tilde{J}_1 = J_1 - \widehat{E}(J_1|J_2), \quad \tilde{J}_2 = J_2 - \widehat{E}(J_2|J_1),$$

где  $\widehat{E}$  — условное математическое ожидание в широком смысле.

Величина  $\|\tilde{J}_1\|^2$  имеет смысл фишеровской информации о параметре сдвига  $\theta$  при наличии мешающего параметра масштаба  $\sigma$ , содержащейся в наблюдении над совокупностью  $\frac{1}{\sigma} p\left(\frac{x-\theta}{\sigma}\right)$ ,  $\theta \in R^1$ ,  $\sigma \in R_+^1$  (см. [1]).

Аналогично,  $\|\tilde{J}_2\|^2$  имеет смысл фишеровской информации о параметре масштаба  $\sigma$  при наличии мешающего параметра сдвига  $\theta$ .

Обозначим через  $M_j \subset L_p^2$  подпространство полиномов от  $x$  степени  $\leq j$  и положим

$$J_i^{(j)} = \widehat{E}(J_i|M_j), \quad \tilde{J}_1^{(j)} = J_1^{(j)} - \widehat{E}(J_1^{(j)}|J_2^{(j)}), \quad \tilde{J}_2^{(j)} = J_2^{(j)} - \widehat{E}(J_2^{(j)}|J_1^{(j)}).$$

Об информационном смысле величин  $\|\tilde{J}_i^{(j)}\|^2$  см. [2].

Пусть  $p_1(x)$  и  $p_2(x)$  — две плотности распределения. Как известно, расстояние по вариации между  $p_1$  и  $p_2$  может быть определено равенством

$$\rho_1(p_1, p_2) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} |p_1(x) - p_2(x)| dx.$$





Теорема 1. Пусть  $\mathfrak{F}_\varepsilon = \{p | p \in \mathfrak{F}, \|\tilde{J}_1\|^2 - \|\tilde{J}_1^{(1)}\|^2 < \varepsilon^2 (\varepsilon > 0)\}$ . Тогда существуют постоянные  $C_1(a, \alpha_2)$  и  $C_2(a, \alpha_2)$ , зависящие только от  $a$  и  $\alpha_2$  и такие, что

$$C_1(a, \alpha_2) \varepsilon \leq \sup_{p \in \mathfrak{F}_\varepsilon} \rho_1(p, q) \leq C_2(a, \alpha_2) \varepsilon.$$

Здесь плотность  $q(x)$  имеет вид

$$q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\alpha_2}} \exp\left\{-\frac{x^2}{2\alpha_2}\right\}, \text{ если } a = 0,$$

$$q(x) = \begin{cases} \frac{1}{\gamma^s \Gamma(s)} [-(x - \gamma s)]^{s-1} \exp\left\{\frac{x - \gamma s}{\gamma}\right\}, & x \leq \gamma s, \\ 0, & x \geq \gamma s, \end{cases} \text{ если } a > 0,$$

$$q(x) = \begin{cases} \frac{1}{(-\gamma)^s \Gamma(s)} (x - \gamma s)^{s-1} \exp\left\{\frac{x - \gamma s}{\gamma}\right\}, & x \geq \gamma s, \\ 0, & x \leq \gamma s, \end{cases} \text{ если } a < 0,$$

$$s = \frac{1}{a^2 \alpha_2}, \quad \gamma = a \alpha_2.$$

Пусть  $\widehat{\mathfrak{F}} = \widehat{\mathfrak{F}}(\alpha_1, \alpha_2)$  — класс плотностей под условием 1) и, кроме того,

$$\int_{-\infty}^{\infty} x p(x) dx = \alpha_1, \quad \int_{-\infty}^{\infty} x^2 p(x) dx = \alpha_2 < \infty.$$

Теорема 2. Пусть  $\widehat{\mathfrak{F}}_\varepsilon = \{p | p \in \widehat{\mathfrak{F}}, \|J_2\|^2 - \|J_2^{(1)}\|^2 < \varepsilon^2 (\varepsilon > 0)\}$ , а  $g(x)$  — плотность положительного (при  $\alpha_1 > 0$ ) или отрицательного (при  $\alpha_1 < 0$ ) гамма-распределения. Тогда существуют постоянные  $C_1(\alpha_1, \alpha_2)$  и  $C_2(\alpha_1, \alpha_2)$ , зависящие только от  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  и такие, что

$$C_1(\alpha_1, \alpha_2) \varepsilon \leq \sup_{p \in \widehat{\mathfrak{F}}_\varepsilon} \rho_1(p, g) \leq C_2(\alpha_1, \alpha_2) \varepsilon.$$

Отметим, что теоремы 1 и 2 улучшают соответствующие результаты работы [1].

Пусть теперь  $\mathfrak{F}' = \mathfrak{F}'(\alpha_2)$  — класс плотностей под условиями 1), 2) и

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^4 p(x) dx < \infty.$$

Теорема 3. Пусть  $\mathfrak{F}'_\varepsilon = \{p | p \in \mathfrak{F}', \|\tilde{J}_i\|^2 - \|\tilde{J}_i^{(i)}\|^2 < \varepsilon^2, i = 1, 2 (\varepsilon > 0)\}$ . Тогда существуют постоянные  $C_1(\alpha_2)$ ,  $C_2(\alpha_2)$ , зависящие только от  $\alpha_2$  и такие, что

$$C_1(\alpha_2) \varepsilon \leq \sup_{p \in \mathfrak{F}'_\varepsilon} \rho_1(p, q) \leq C_2(\alpha_2) \varepsilon,$$

где  $q$  — плотность нормального закона со средним нуль и дисперсией  $\alpha_2$ .

ლ. კლუბანოვი, ი. მელამედი

ფიშერის ინფორმაციის თვისებებით ნორმალური და  
 გამა-განაწილებების დახასიათების მდგრადობის

რ ე ზ ი უ მ ე

მოცემულია ნორმალური და გამა-განაწილებების დახასიათების მდგრადობის რაოდენობრივი შეფასებები წანაცვლების (მასშტაბის) პარამეტრის შესახებ ფიშერის ინფორმაციული რაოდენობების დამთხვევის თვისებით და მასშტაბის (წანაცვლების) ხელშემშლელი პარამეტრის არსებობის შესაბამისი ფიშერის ინფორმაციის რაოდენობებით I და, შესაბამისად, II რიგის დაკვირვების პოლინომების სიერცეში.

MATHEMATICS

L. B. KLEBANOV, I. A. MELAMED

ON THE STABILITY OF CHARACTERIZATION OF NORMAL AND  
 GAMMA DISTRIBUTIONS BY THE PROPERTIES OF FISHER  
 INFORMATION

S u m m a r y

The paper presents quantitative estimates of the stability of characterization of normal and gamma distributions by the properties of coincidence of Fisher information on the translation (scale) parameter in the presence of the nuisance scale (translation) parameter with the corresponding Fisher information contained in the spaces of polynomials of observation degree 1 and, respectively, 2.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Б. Клебанов, И. А. Меламед. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975.
2. И. А. Меламед. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1974.

Б. Н. КИМЕЛЬФЕЛЬД

РЕДУКТИВНЫЕ ПОДГРУППЫ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ГРУПП,  
ЛОКАЛЬНО ТРАНЗИТИВНЫЕ НА ФЛАГОВЫХ  
МНОГООБРАЗИЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 24.5.1978)

Данная работа является продолжением исследований, начатых в [1], в которой перечислены все связанные редуктивные комплексные подгруппы комплексных ортогональных групп, действующие локально транзитивно на квадратах.

Пусть  $V$ — $n$ -мерное комплексное векторное пространство, снабженное невырожденной симметрической билинейной формой  $\langle \cdot, \cdot \rangle$ , и  $L = SO(V)$ —соответствующая специальная ортогональная группа. Обозначим через  $Q_k = Q_k(V)$  многообразие всех  $k$ -мерных вполне изотропных подпространств в  $V$ . (В частности,  $Q_1$ —квадрика.) Группа  $L$  естественным образом действует на  $Q_k$ . Если  $n \neq 2k$ , то многообразие  $Q_k$  связно и группа  $L$  действует на нем транзитивно.

Многообразие  $Q_{n/2}$  (при четном  $n$ ) состоит из двух компонент связности, каждая из которых является орбитой группы  $L$ . Если через  $P_k$  обозначить максимальную параболическую подгруппу в  $L$ , соответствующую  $k$ -му простому корню, то  $Q_k = L/P_k$  при  $k \neq \frac{n}{2} - 1, \frac{n}{2}$ , а  $Q_{n/2-1} = L/(P_{n/2-1} \cap P_{n/2})$  и  $Q_{n/2} = (L/P_{n/2-1}) \cup (L/P_{n/2})$ .

Настоящая работа посвящена классификации связанных редуктивных комплексных подгрупп  $G \subset L$ , действующих локально транзитивно на многообразиях  $Q_k$ . Полный список таких подгрупп, действующих неприводимо в  $V$ , приведен в [2] (приложение 2). Поэтому в данной заметке мы ограничимся случаем, когда группа  $G$  приводима в  $V$ . При этом возможны следующие два случая.

I. Группа  $G$  слабо приводима в  $V$ , то есть всякое собственное  $G$ -инвариантное подпространство изотропно.

II. Группа  $G$  сильно приводима в  $V$ , то есть сохраняет некоторое собственное неизотропное подпространство.

В слабо приводимом случае (так же как и в неприводимом [2]) мы получили окончательный ответ при всех  $k$  в виде явного списка подгрупп  $G \subset L$ , локально транзитивных на  $Q_k$  (см. ниже, теорема 1).

В сильно приводимом случае теорема 2 позволяет получать такие списки индукцией по  $k$ . Такие списки явно получены в [1] при  $k=1$  и в настоящей работе при  $k=2$  (теоремы 3 и 4).

Всюду дальше малыми готическими буквами обозначаются алгебры Ли групп, обозначенных соответствующими заглавными латинскими



ми буквами. Неприводимые представления обозначаются так же, как в [1]. Через  $W^\perp$  обозначается ортогональное дополнение (в смысле формы  $\langle, \rangle$ ) к подпространству  $W \subset V$ , а через  $Gr_m(W)$  — грассманово многообразие  $m$ -мерных подпространств в  $W$ .

**Теорема 1.** Если подалгебра  $\mathfrak{g} \subset \Gamma$  слабо приводима в  $V$ , то 1)  $V = V_1 + V_2$ , где  $V_1$  и  $V_2$  — вполне изотропные инвариантные и неприводимые относительно  $\mathfrak{g}$  подпространства в  $V$ ; 2) действие алгебры Ли  $\mathfrak{g}$  в  $V_2$  контраградиентно ее действию в  $V_1$ . Если имеют место свойства 1) и 2) и алгебра Ли  $\mathfrak{g}$  действует локально транзитивно на  $Q_k(V)$  при  $k \geq 2$ , то ее действие в  $V_1$  или в  $V_2$  описывается одним из представлений таблицы 1.

Таблица 1

$\mathfrak{g}$	Представление	$k$
$A_{2s-1}, s \geq 1$	$R(\varphi_1)$	$2, 3, \dots, 2s^{(1)}$
$A_{2s}, s \geq 1$	$R(\varphi_1)$	$2, 3, \dots, (2s+1)^{(2)}$
$A_s \oplus T_1, s \geq 1$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon$	$2, 3, \dots, (s+1)^{(2)}$
$A_1 \oplus T_1$	$R(2\varphi_1) \times \varepsilon$	$3^{(2)}$
$C_2$	$R(\varphi_1)$	$3$
$C_2 \oplus T_1$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon$	$3, 4^{(1)}$

В случае, когда  $k = \frac{n}{2}$ , значок  $(2)$  в столбце „ $k$ “ таблицы 1 означает, что алгебра Ли  $\mathfrak{g}$  действует локально транзитивно на обеих компонентах связности многообразия  $Q_{n/2}$ , а значок  $(1)$  означает, что  $\mathfrak{g}$  локально транзитивна только на одной компоненте связности этого многообразия.

Предположим теперь, что подалгебра  $\mathfrak{g} \subset \Gamma$  сохраняет неизотропное собственное подпространство  $W_1 \subset V$ . Положим  $W_2 = W_1^\perp$  и  $d_i = \dim W_i$  ( $i=1, 2$ ). При этом можно считать, что  $d_1 \leq d_2$ .

Пусть  $k' = \max(k - d_1, 0)$ .

**Теорема 2.** Для того чтобы сильно приводимая подалгебра  $\mathfrak{g} \subset \Gamma$  действовала локально транзитивно на  $Q_k(V)$ , необходимо и достаточно выполнение следующих трех условий.

1. Алгебра Ли  $\mathfrak{g}$  действует локально транзитивно на  $Q_{k'}(W_2)$  (стационарную подалгебру точки общего положения  $\Pi' \in Q_{k'}(W_2)$  для этого действия обозначим через  $\mathfrak{f}'$ , причем если  $k'=0$ , то  $\Pi' = \{0\}$  и  $\mathfrak{f}' = \mathfrak{g}$ ).

2. Алгебра Ли  $\mathfrak{f}'$  действует локально транзитивно на  $Gr_{k-k'}(W_1)$  (стационарную подалгебру точки общего положения  $\Pi'' \in Gr_{k-k'}(W_1)$  для этого действия обозначим через  $\mathfrak{f}''$ ).

3. Алгебра Ли  $\mathfrak{f}''$  действует локально транзитивно в пространстве изометрических отображений  $\Pi''$  в  $(\Pi'^\perp \cap W_2)/\Pi''$ .

**Теорема 3.** Если редуктивная сильно приводимая подалгебра  $\mathfrak{g} \subset \Gamma$  действует локально транзитивно на  $Q_k(V)$  и  $2 \leq k \leq d_1 \leq d_2$ , то действие  $\mathfrak{g}$  в  $V$  содержится среди действий, описанных в таблице 2.

$d_1$	$d_2$	$k$	$\mathfrak{g}$	Действие $\mathfrak{g}$ в $W_1$	Действие $\mathfrak{g}$ в $W_2$
$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\mathfrak{so}(d_1) \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	простейшее $\times \eta$	$\eta \times$ простейшее
$2s+2 \geq 4$	$\geq 2s+1$	$2s+1, 2s+2$	$A_s \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$(R(\varphi_1) + R(\varphi_s)) \times \eta$	$\eta \times$ простейшее
$2s+2 \geq 4$	$\geq 2s+1$	$2s+1, 2s+2$	$A_s \oplus T_1 \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$(R(\varphi_1) \times \varepsilon + R(\varphi_s) \times \varepsilon^*) \times \eta$	$\eta \times \eta \times$ простейшее
$4s \geq 8$	$\geq 4s-1$	$4s-1, 4s$	$C_s \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$(R(\varphi_1) + R(\varphi_{11})) \times \eta$	$\eta \times$ простейшее
$4s \geq 8$	$\geq 4s-1$	$4s-1, 4s$	$C_s \oplus T_1 \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$R(\varphi_1) \times (\varepsilon + \varepsilon^*) \times \eta$	$\eta \times \eta \times$ простейшее
$4s \geq 8$	$\geq 4s-1$	$4s-1, 4s$	$C_s \oplus A_1 \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1) \times \eta$	$\eta \times \eta \times$ простейшее
16	$\geq 15$	15, 16	$B_4 \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$R(\varphi_4) \times \eta$	$\eta \times$ простейшее
8	$\geq 2$	2, 3, 5, 6, 7, 8	$B_3 \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$R(\varphi_3) \times \eta$	$\eta \times$ простейшее
7	$\geq 2$	2, 5, 6, 7	$G_2 \oplus \mathfrak{so}(d_2)$	$R(\varphi_1) \times \eta$	$\eta \times$ простейшее
4	8	3	$A_1 \oplus B_3$	$(R(\varphi_1) + R(\varphi_{11})) \times \eta$	$\eta \times R(\varphi_3)$
4	8	3	$A_1 \oplus T_1 \oplus B_3$	$R(\varphi_1) \times (\varepsilon + \varepsilon^*) \times \eta$	$\eta \times \eta \times R(\varphi_3)$
8	8	2, 3	$B_3 \oplus B_3$	$R(\varphi_3) \times \eta$	$\eta \times R(\varphi_3)$
7	8	2	$G_2 \oplus B_3$	$R(\varphi_1) \times \eta$	$\eta \times R(\varphi_3)$
7	7	2	$G_2 \oplus G_2$	$R(\varphi_1) \times \eta$	$\eta \times R(\varphi_1)$
$s \geq 2$	$\geq s$	$s$	$\mathfrak{so}(d_2)$	$\eta + \eta + \dots + \eta$	простейшее
2	8	2	$B_3$	$\eta + \eta$	$R(\varphi_3)$
3	8	3	$B_3$	$\eta + \eta + \eta$	$R(\varphi_3)$
2	7	2	$G_2$	$\eta + \eta$	$R(\varphi_1)$

Среди всевозможных наборов  $(d_1, d_2, k)$ , указанных в таблице, следует выбрать такие, что  $k \leq \min(d_1, d_2)$ . В тех случаях, когда  $k=d_1=d_2$ , алгебра Ли  $\mathfrak{g}$  действует локально транзитивно на обеих компонентах связности многообразия  $Q_h(V)$ .



Теорема 4. Если редуктивная сильно приводимая подалгебра  $\mathfrak{g}$  действует локально транзитивно на  $Q_2(V)$  и  $d_1 = 1$ , то действие  $\mathfrak{g}$  в  $W_2$  описывается одним из представлений, перечисленных в таблице 3.

Таблица 3

$\mathfrak{g}$	Действие $\mathfrak{g}$ в $W_2$
$\mathfrak{so}(s), s \geq 3$	простейшее
$\mathfrak{so}(s), s \geq 2$	простейшее $\dot{+}$ $\eta$
$C_s \oplus A_1, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1)$
$B_4$	$R(\varphi_4)$
$B_3$	$R(\varphi_3)$
$B_3$	$R(\varphi_3) \dot{+}$ $\eta$
$G_2$	$R(\varphi_1)$
$G_2$	$R(\varphi_1) \dot{+}$ $\eta$

Академия наук СССР  
Институт проблем управления

(Поступило 25.5.1978)

მათემატიკა

ბ. კიმელფელდი

ორთოგონალური ჯგუფების რედუქციული ქვეჯგუფები,  
ლოკალურად ტრანზიტულნი დროშების  
მრავალწარმოებები

რეზიუმე

ვთქვათ  $L$  არის კომპლექსური ევკლიდეს  $V$  სივრცის ორთოგონალური გარდაქმნების ჯგუფი. შრომაში ნაპოვნი  $L$ -ის ყველა ბმული რედუქციული კომპლექსური ქვეჯგუფები, რომლებიც ლოკალურად ტრანზიტულად მოქმედებენ  $V$  სივრცის საესებით იზოტროპული წრფივი ქვესივრცეების მრავალწარმოებზე (იხ. ცხრილები 1—3).

MATHEMATICS

B. N. KIMELFELD

## REDUCTIVE SUBGROUPS OF ORTHOGONAL GROUPS LOCALLY TRANSITIVE ON FLAG MANIFOLDS

Summary

Let  $L$  be the group of all orthogonal transformations of a complex Euclidean space  $V$ . In this paper all connected reductive complex subgroups in  $L$  which act locally transitively on the manifolds of totally isotropic linear subspaces of  $V$  are found (see Tables 1-3).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Н. Кимельфельд. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976, 305—308.
2. Э. Б. Винберг, Б. Н. Кимельфельд. Функ. анализ и его прилож., 12, № 3, 1978.



К. В. МАИДЖГАЛАДЗЕ

## К ПОСТРОЕНИЮ ТОЧНОГО ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ДЛЯ СТАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МАКСИМУМА ФУНКЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 26.5.1978)

При нахождении точки экстремума методом случайного поиска возникает вопрос оценки точности приближения полученной оценки к истинной [1]. Однако к настоящему времени практически приемлемые методы получения таких оценок недостаточно развиты. В настоящей работе для одной из самых простых схем случайного поиска предлагается способ построения доверительного интервала для эмпирического оптимума.

Пусть функция  $f(x)$  обладает точкой максимума  $x^*$ .

Пусть точка  $x^*$  оценивается на основе сравнения значений функции  $f(x)$  в случайных точках (узлах сетки)  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , являющихся результатами независимых испытаний с плотностью распределения  $p(x)$  на  $R_1$ . Тогда, если плотность  $p(x)$  положительна в некоторой окрестности точки  $x^*$ , то при больших  $n$  выборочное максимальное значение функции  $f(x)$ , т. е.  $f_{(n)} = \max_i f(x_i)$  будет по вероятности сходиться к точному максимуму  $f^* = \max_x f(x) = f(x^*)$ , т. е.

$$P\{|f^* - f_{(n)}| > \varepsilon\} \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty. \quad (1)$$

Соотношение (1) не позволяет получить оценку точности приближения  $f_{(n)}$  к  $f^*$ . Для нахождения такой оценки допускается дополнительно, что функции  $f(x)$  и  $p(x)$  обладают ограниченными производными до второго порядка включительно. Тогда при  $\varepsilon > 0$  имеет место соотношение

$$\int_{f(x) \geq f^* - \varepsilon} p(x) dx = A\sqrt{\varepsilon} + C_\varepsilon, \quad (2)$$

где

$$A = \frac{2\sqrt{2}p(x^*)}{V - f''(x^*)}, \quad (3)$$

а для  $C_\varepsilon$  имеем оценку

$$C_\varepsilon \leq 2LA^2\varepsilon. \quad (4)$$

Последнее дает возможность оценить предельное распределение разности  $f^* - f_{(n)}$ : при  $n \rightarrow \infty$

$$P\left\{|f^* - f_{(n)}| > \frac{\varepsilon}{n}\right\} \rightarrow 1 - \exp(-A\sqrt{\varepsilon}). \quad (5)$$



Распределение (5) принадлежит к так называемому третьему типу предельного распределения максимального члена вариационного ряда [2]. Специфика данного случая состоит в том, что ищется распределение  $f^* - f_{(n)}$  и выборка  $\{x_i\}$  упорядочивается в соответствии с вариационным рядом

$$f_{(1)} \leq f_{(2)} \leq \dots \leq f_{(n)}. \quad (6)$$

Можно показать, что и в случае  $m$ -мерной выборки предельное распределение будет  $1 - \exp(-A\varepsilon^m)^2$ .

Однако для построения доверительного интервала с заданной достоверностью надо знать значение коэффициента  $A$ , который также неизвестен и сам требует оценки на основе статистических данных.

Ниже приводимая теорема 1 дает несколько более широкую схему построения доверительного интервала, из которой, в частности, следует оценка для коэффициента  $A$ .

Теорема 1. Если  $\varepsilon > 0$  и  $\beta_i$  подобраны так, что

$$\prod_{i=m}^{n-1} \frac{1}{1 + \beta_i \varepsilon} = \delta, \quad \delta > 0 \text{ и } \frac{m}{n} \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty,$$

то

$$P \left\{ (f - f_{(n)})^{1/2} \geq \varepsilon \sum_{i=m}^{n-1} \alpha_i (f^* - f_{(i)})^{1/2} \right\} \rightarrow \delta, \quad (7)$$

где  $\alpha_i$  связаны с параметрами  $\beta_i$  соотношением

$$\beta_i = \frac{1}{1 - \varepsilon \sum_{j=m}^{i-1} \alpha_j}. \quad (8)$$

Доказательство основывается на том, что из соотношения (2) при больших  $n$  и  $m$  можно получить приближенное равенство для вероятностей

$$P \left\{ \sqrt{f^* - f_{(n)}} \geq \varepsilon \sum_{i=m}^{n-1} \alpha_i \sqrt{f^* - f_{(i)}} \right\} \sim P \left\{ q_n \geq \varepsilon \sum_{i=m}^{n-1} \alpha_i q_i \right\}, \quad (9)$$

где

$$q_i = \int_{f(x) > f_{(i)}} p(x) dx, \quad (10)$$

а случайные величины  $q_{i-1} - q_i$ ,  $i = 1, n$  равномерно распределены на симплексе с  $n + 1$  вершинами [3], что позволяет вычислить вероятность правой части соотношения (9), а именно

$$P \left\{ q_n \geq \varepsilon \sum_{i=m}^{n-1} \alpha_i q_i \right\} = \prod_{i=m}^{n-1} \frac{1}{1 + \beta_i \varepsilon}, \quad (11)$$

$\beta_i$  связаны с  $\alpha_i$  соотношением (8).



Таким образом, если  $\varepsilon$  и  $\beta_i$  подобраны так, что  $\prod_{i=m}^{n-1} \frac{1}{1 + \beta_i \varepsilon} = \delta$ ,

$$(f^* - f_{(n)})^{1/2} \leq \varepsilon \sum_{i=m}^{n-1} \alpha_i (f^* - f_{(i)})^{1/2} \quad (12)$$

будет иметь достоверность  $(1 - \delta)$ ,  $0 \leq \delta \leq 1$ .

Мы получили доверительные интервалы не фиксированной, а случайной длины, причем использовали не только выборочное максимальное значение, но и несколько примыкающих к нему:  $f_{(n-1)}$ ,  $f_{(n-2)}$ , ...,  $f_{(n-m)}$ .

Ширина полученного доверительного интервала зависит не только от доверительного уровня  $\delta$ , но и от числа слагаемых  $n-m$ .

Попытаемся найти в некотором смысле самые узкие доверительные интервалы. Предположим, что все  $\alpha_i = 0$ ,  $i \neq m$ ,  $\alpha_m = 1$ .

Тогда доверительная граница с достоверностью  $1 - \delta$  задается в виде

$$\Gamma_{nm} = \frac{f_{(n)} - (1 - \delta^{1/(n-m)})^2 f_{(m)}}{1 - (1 - \delta^{1/(n-m)})^2} \quad (13)$$

Задача состоит в определении оптимального  $m^* = m^*(n, \delta)$ , для которого граница  $\Gamma_{nm}$  в среднем принимает наименьшее значение, т. е.

$$\min_m E \Gamma_{nm} = E_{nm^*(n, \delta)}$$

**Теорема 2.** При  $n \sim a \cdot m$ ,  $n \rightarrow \infty$ ,  $\ln \left( \frac{1}{\delta} \right) = o(n)$  оптимальное  $m^* = n - \left[ \frac{\ln 1/\delta}{2} \right]$  ( $[a]$  — целая часть числа  $a$ ), причем среднее значение минимальной границы равно

$$f^* + \frac{(\ln 1/\delta)^2}{n^2} \frac{(1 - e^{-2})^2}{1 - (1 - e^{-2})^2} \quad (14)$$

Доказательство основывается на приближенном соотношении (15), справедливом в условиях теоремы

$$E \left( \frac{f_{(n)} - (1 - \delta^{1/(n-m)})^2 f_{(m)}}{1 - (1 - \delta^{1/(n-m)})^2} \right) \sim f^* + \frac{(1 - \delta^{1/(n-m)})^2 (n - m + 2)^2 - 2}{(n + 2)(n + 1)(1 - \delta^{1/(n-m)})^2} \quad (15)$$

откуда условие минимизации приводит к уравнению для отыскания оптимального значения  $m^*$  и в условиях теоремы, асимптотически

$$m^* \sim n - \left[ \frac{\ln 1/\delta}{2} \right]$$

მ. მანჯგალაძე

ფუნქციის მაქსიმუმის სტატისტიკური შეფასებისათვის  
 ზუსტი ნდობის ინტერვალის აგების შესახებ

რეზიუმე

შემოთავაზებულია ქვედა ნდობის საზღვრის აგების მეთოდი ერთი ცვლადის ფუნქციის მაქსიმუმისათვის სტატისტიკური ცდების მეთოდის გამოყენებით. ნაჩვენებია, რომ აგებული საზღვარი ასიმპტოტურად საშუალოდ ზუსტია.

MATHEMATICS

K. V. MANJGALADZE

ON THE CONSTRUCTION OF A PRECISE CONFIDENCE INTERVAL  
 FOR THE FUNCTION MAXIMUM

S u m m a r y

A lower confidence boundary construction technique for the function maximum of a variable according to the method of statistical tests is proposed. The constructed boundary is shown to be asymptotically most precise.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Даниелашвили, Р. Я. Читашвили. Строительная механика пространственных конструкций. Тбилиси, 1974.
2. М. Кендал, А. Стьюарт. Теория распределений. М., 1966.
3. С. Уилкс. Математическая статистика. М., 1967.

Р. Ш. ОМАНДЗЕ

О СВОДИМОСТИ НА КЛАССЕ РЕКУРСИВНО ПЕРЕЧИСЛИМЫХ МНОЖЕСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 31.5.1978)

Понятия и обозначения, которые не определяются в данной статье, можно найти в [1].

Пусть  $W_0, W_1, \dots; D_0, D_1, \dots$  обозначают соответственно некоторые стандартные нумерации всех рекурсивно перечислимых (р. п.) множеств и всех конечных множеств. Через  $S_x$  обозначим  $W_x$  или  $D_x$ . Пусть  $P(S_x, A, B)$  — отношение между множествами  $S_x, A$  и  $B$ , такое, что выполняются следующие условия (см. [2]).

1.  $(\exists f$  — общерекурсивная функция (о. р. ф.)  $h) (\forall x_1, x_2) [W_{h(x_1, x_2)} = \{y : P(S_y, W_{x_1}, W_{x_2})\}]$ .

2.  $(\forall y) (\forall A, B, C) [(B \subseteq C \ \& \ P(S_y, A, B)] \Rightarrow P(S_y, A, C)]$ .

По определению, множество  $A$   $R_p$ -сводится к множеству  $B (A \leq_{R_p} B)$ , если

$$(\exists f \text{ о. р. ф.}) (\forall x) (x \in A \Leftrightarrow \sim P(S_{f(x)}, B, \overline{B})). \quad (1)$$

Множество  $A$   $R_{p_1}$ -сводится к множеству  $B (A \leq_{R_{p_1}} B)$ , если

$$(\exists g \text{ о. р. ф.}) [(\forall x) [x \in A \Leftrightarrow \sim P(S_{g(x)}, B, \overline{B})] \ \& \ (\forall x, y) [x \neq y \Rightarrow (\forall u, v) [u \in S_{g(x)} \ \& \ v \in S_{g(y)} \Rightarrow D_u \cup D_v = \emptyset]]]. \quad (2)$$

Множество  $A$  называется  $R_p$ -полным ( $R_{p_1}$ -полным), если  $A$  — р. п. множество и для всякого р. п. множества  $B$  имеем  $B \leq_{R_p} A (B \leq_{R_{p_1}} A)$ .

Назовем множество  $A$   $P$ -креативным, если  $A$  — р. п. множество и

$$(\exists f \text{ о. р. ф.}) (\forall x) [W_x \cap A = \emptyset \Rightarrow P(S_{f(x)}, A, \overline{A}) \ \& \ \sim P(S_{f(x)}, A, W_x)]. \quad (3)$$

Заметим, что на классе р. п. множеств схемы (1) и (2) дают для разных  $P(S_x, A, B)$  известные виды сводимостей, а схема (3) дает определения креативных множеств, квазикреативных множеств, почти креативных множеств (см. [3]), субкреативных множеств (см. [4, 5]). Поэтому в связи с результатами известных работ естественно возникают следующие вопросы.

а) Для всякого отношения  $P(S_x, A, B)$ , которое удовлетворяет условиям 1 и 2, совпадают ли классы  $R_p$ -полных множеств и  $P$ -креативных множеств?



б) Для всякого отношения  $P(S_x, A, B)$  совпадают ли классы  $R_P$ -полных множеств и  $R_{P_1}$ -полных множеств?

Отметим здесь же, что из теоремы Фридберга и Роджерса (см. [2]) следует, что для всякого отношения  $P(S_x, A, B)$ , которое удовлетворяет условиям 1 и 2, класс  $R_P$ -полных множеств содержится в классе  $P$ -креативных множеств.

Отрицательные ответы на вопросы а) и б) дают соответственно следующие две теоремы.

**Теорема 1.** *Существует отношение  $P(S_x, A, B)$ , которое удовлетворяет условиям 1, 2 и для которого класс  $R_P$ -полных множеств и класс  $P$ -креативных множеств не совпадают друг с другом.*

**Доказательство.** Рассмотрим отношение  $P(S_x, A, B)$ , определенное следующим образом:  $P(S_x, A, B) \{ \Rightarrow D_x \cap B \neq \emptyset \}$ . Ясно, что так определенное отношение удовлетворяет условиям 1 и 2, соответствующая  $R_P$ -сводимость есть  $c$ -сводимость и  $R_P$ -полнота есть  $c$ -полнота. Из схемы (3) получаем, что р. п. множество  $A$   $P$ -креативно, если

$$((\exists f \text{ о. р. ф.}) (\forall x) [W_x \cap A = \emptyset \Rightarrow] D_{f(x)} \cap W_x = \emptyset \ \& \sim (D_{f(x)} \subset A)). \quad (4)$$

Простое множество  $A$  называется сильно эффективно простым (см. [6]), если  $(\exists g \text{ о. р. ф.}) (\forall x) [W_x \subset \bar{A} \Rightarrow] (\forall y) (y \in W_x \Rightarrow) y < g(x)]$ .

Покажем, что если р. п. множество  $A$  есть сильно эффективно простое не гиперпростое множество, то  $A$  удовлетворяет (4).

Пусть  $A$  есть сильно эффективно простое не гиперпростое множество. Тогда

$$(\exists \mu \text{ о. р. ф.}) [(\forall x, y) [x \neq y \Rightarrow] D_{\mu(x)} \cap D_{\mu(y)} = \emptyset] \ \& \ (\forall x) [D_{\mu(x)} \cap \bar{A} \neq \emptyset] \ \& \ (\exists \nu \text{ о. р. ф.}) (\forall x) [W_x \subset \bar{A} \Rightarrow] (\forall y) (y \in W_x \Rightarrow) y < \nu(x)].$$

Рассмотрим множество

$$D_{\nu(x)} = \bigcup_{k < \nu(x)+1} D_{\mu(k)} - \{0, 1, \dots, \nu(x)\}.$$

Для этого множества будем иметь

$$(\forall x) [W_x \cap A = \emptyset \Rightarrow] D_{\nu(x)} \cap W_x = \emptyset \ \& \sim (D_{\nu(x)} \subset A),$$

т. е.  $A$  удовлетворяет (4).

В [7] построена стандартная нумерация всех р. п. множеств, такая, что построенное в ней согласно конструкции Поста простое множество не является  $tt$ -полным и, следовательно, не является  $c$ -полным. При этом, множество, построенное согласно конструкции Поста, всегда есть сильно эффективно простое не гиперпростое множество. Известно, что все стандартные нумерации всех р. п. множеств рекурсивно изоморфны, поэтому свойство быть сильно эффективно простым сохраняется во всех нумерациях. Следовательно, существует р. п. множество, удовлетворяющее условию (4) и не являющееся  $c$ -полным. Теорема доказана.

**Теорема 2.** *Существует отношение  $P(S_x, A, B)$ , которое удовлетворяет условиям 1, 2 и для которого класс  $R_P$ -полных множеств и класс  $R_{P_1}$ -полных множеств не совпадают друг с другом.*

Доказательство. Рассмотрим отношение  $P(S_x, A, B)$ , определенное следующим образом:

$$P(S_x, A, B) \langle \Rightarrow \rangle (\exists y) (y \in W_x \ \& \ D_y \subset B).$$

Так определенное отношение удовлетворяет условиям 1, 2 и, как известно (см. [1], стр. 203), на классе р. п. множеств это отношение дает  $T$ -сводимость, т. е. если  $A$  и  $B$  — р. п. множества, то

$$A \leq_T B \langle \Rightarrow \rangle (\exists f \text{ о. р. ф.}) (\forall x) [x \in A \langle \Rightarrow \rangle \sim (\exists y) (y \in W_{f(x)} \ \& \ D_y \subset \bar{B})].$$

В силу схемы (2)  $T_1$ -сводимость имеет вид

$$A \leq_{T_1} B \langle \Rightarrow \rangle (\exists g \text{ о. р. ф.}) [(\forall x) [x \in A \langle \Rightarrow \rangle \sim (\exists y) (y \in W_{g(x)} \ \& \ D_y \subset \bar{B})] \ \& \ (\forall x, y) [x \neq y \Rightarrow (\forall u, v) [u \in W_{g(x)} \ \& \ v \in W_{g(y)} \Rightarrow D_u \cap D_v = \emptyset]]].$$

Покажем, что существует  $T$ -полное множество, которое не является  $T_1$ -полным. Так как существует гипергиперпростое  $T$ -полное множество (см. [8]), то для доказательства последнего предложения достаточно показать, что гипергиперпростое множество не может быть  $T_1$ -полным.

Пусть множество  $A$  — гипергиперпростое и  $T_1$ -полное. Тогда, в силу теоремы Фридберга и Роджерса (см. [2]), существует о. р. ф.  $\lambda$ , такая, что

$$(\forall x, y) [x \neq y \Rightarrow (\forall u, v) [u \in W_{\lambda(x)} \ \& \ v \in W_{\lambda(y)} \Rightarrow D_u \cap D_v = \emptyset]]$$

и

$$\sim (\exists y) [y \in W_{\lambda(x)} \ \& \ D_y \not\subset W_x] \langle \Rightarrow \rangle (\exists y) [y \in W_{\lambda(x)} \ \& \ D_y \subset \bar{A}].$$

Из последнего соотношения вытекает, что

$$(\forall x) [W_x = \emptyset \Rightarrow (\exists y) [y \in W_{\lambda(x)} \ \& \ D_y \subset \bar{A}]].$$

Пусть  $W_{\delta(x)} = \{y : (\exists z) [z \in W_{\lambda(x)} \ \& \ y \in D_z]\}$  и пусть  $a_0, a_1, a_2, \dots$  — некоторая бесконечная эффективная последовательность индексов пустого множества. Рассмотрим последовательность  $\{W_{\delta(a_i)}\}$ . Тогда

$$(a_i \neq a_j \Rightarrow W_{\delta(a_i)} \cap W_{\delta(a_j)} = \emptyset) \ \& \ (\forall i) (W_{\delta(a_i)} \cap \bar{A} \neq \emptyset).$$

Получили, что  $A$  — не гипергиперпростое множество. Следовательно, гипергиперпростое множество не может быть  $T_1$ -полным. Теорема доказана.

Следствие. Р. п. множество  $A$  является гипергиперпростым тогда и только тогда, когда оно имеет бесконечное дополнение и не содержится ни в каком  $T_1$ -полном множестве.

Будем говорить, что множество  $A Q_{se}$ -сводится к множеству  $B(A \leq_{Q_{se}} B)$ , если

$$(\exists f, g \text{ о. р. ф.}) (\forall x) [(x \in A \langle \Rightarrow \rangle W_{f(x)} \subset B) \ \& \ (\forall y) (y \in W_{f(x)} \Rightarrow y \in g(x))].$$

Будем говорить, что множество  $A Q_{se1}$ -сводится к множеству  $B(A \leq_{Q_{se1}} B)$ , если

$$(\exists \mu, \nu \text{ о. р. ф.}) [(\forall x, y) [x \neq y \Rightarrow W_{\mu(x)} \cap W_{\mu(y)} = \emptyset] \ \& \ (\forall x) [(x \in A \langle \Rightarrow \rangle W_{\mu(x)} \subset B) \ \& \ (\forall y) (y \in W_{\mu(x)} \Rightarrow y \in \nu(x))]].$$



Множество  $A$   $Q_{se}$ -полно ( $Q_{se1}$ -полно), если  $A$  — р. п. множество и для всякого р. п. множество  $B$ ,  $B \leq_{Q_{se}} A$  ( $B \leq_{Q_{se1}} A$ ).

Заметим, что отношения  $\leq_{Q_{se}}$  и  $\leq_{Q_{se1}}$  рефлексивны и транзитивны.

Аналогично теореме 1 из [9] доказывается следующая теорема, которая показывает, что понятия  $Q_{se}$ -полноты и  $Q_{se1}$ -полноты равносильны.

**Теорема 3.** *Р. п. множество  $A$   $Q_{se}$ -полно тогда и только тогда, когда  $A$   $Q_{se1}$ -полно.*

Тбилиский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 1.6.1978)

მათემატიკა

6. ომანადე

რეკურსიულად გადამვლად სიმრავლეთა კლასზე  
დაყვანადობის შესახებ

რეზიუმე

არსებობს ისეთი  $P(S_x, A, B)$  დამოკიდებულება, რომ  $R_P$ -სრულ სიმრავლეთა კლასი განსხვავდება  $P$ -კრეატიულ სიმრავლეთა კლასისაგან. ასევე, არსებობს ისეთი  $P(S_x, A, B)$  დამოკიდებულება, რომ  $R_P$ -სრულ სიმრავლეთა კლასი განსხვავდება  $R_{P_1}$ -სრულ სიმრავლეთა კლასისაგან.

MATHEMATICS

R. Sh. OMANADZE

## ON THE REDUCIBILITY TO THE CLASS OF RECURSIVE ENUMERABLE SETS

Summary

There exists the relation  $P(S_x, A, B)$  such that the class of  $R_P$ -complete sets differs from the class of  $P$ -creative sets. There also exists the relation  $P(S_x, A, B)$  such that the class of  $R_P$ -complete sets differs from that of  $R_{P_1}$ -complete sets.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Х. Роджерс. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. М., 1972.
2. R. M. Friedberg, H. Rogers. Jr. Z. math. Logik und Grundl. Math., 5, № 2, 1959, 117-125.
3. М. И. Канович. ДАН СССР, 186, № 5, 1968, 1008—1009.
4. M. Blum, I. Marques. J. Symb. Logic., 38, № 4, 1973, 579-593.
5. J. T. Gill, P. H. Morris. J. Symb. Logic, 39, № 4, 1974, 669-677.
6. T. G. McLaughlin. Canad. Math. Bull. 8, 1965, 33-37.
7. A. H. Lachlan. Proc. Amer. Math. Soc., 48, № 2, 1975, 429-434.
8. C. E. M. Yates. Duke Math. J. 32, № 3, 1965, 461-468.
9. Р. Ш. Омანадзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 2, 1976, 281—284.

И. А. КЛИПКЕР

## ОЦЕНКИ МАКСИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ $(n, p)$ -ДЕРЕВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелиа 13.7.1978)

Пусть  $T$  — дерево с множествами вершин  $V(T)$  и ребер  $E(T)$ . Линейным размещением (нумерацией) называется взаимнооднозначное отображение  $\varphi: V(T) \rightarrow Z$  ( $Z$  — множество целых чисел). Длина дерева есть величина

$$l(T) = \min_{\varphi} \sum_{(xy) \in E(T)} |\varphi(x) - \varphi(y)|.$$

В работе [1] задача минимального размещения дерева была сведена к задаче отыскания минимальной реберной индексации, удовлетворяющей специальным свойствам, а в [2] был описан алгоритм построения минимальной и минимальной корневой индексаций.

Пусть  $l(n, p) = \max l(T)$ , где  $\max$  ищется в классе  $(n, p)$ -деревьев, т. е.  $n$ -реберных деревьев, степени вершин которых не превосходят  $p$ .

Для  $l(n, p)$  известны (см. [3, 4]) такие оценки:

$$\frac{p-2}{8 \ln(p-1)} n \ln n + O(n \ln n) \leq l(n, p) < \frac{p+1}{4 \ln(p-1)} (n+1) \ln(n+1).$$

В настоящей статье доказываются более точные оценки  $l(n, p)$ , дающие, в частности, при четном  $p \geq 6$  асимптотику по  $n$ :

$$l(n, p) \sim \frac{p(p-2)}{4(p-1) \ln(p-1)} n \ln n. \quad (1)$$

Нижняя оценка (справедлива для всех  $p \geq 3$ )

$$l(n, p) \geq A(1 + (p-2)n) \ln(1 + (p-2)n) - Bn, \quad (2)$$

где

$$A = \begin{cases} p/4(p-1) \ln(p-1), & p \text{ четное,} \\ (p+1)/4p \ln(p-1), & p \text{ нечетное,} \end{cases}$$

$B$  — константа, зависящая только от  $p$ .

Для доказательства определим индуктивно последовательность  $Q_n^p$  корневых деревьев. Назовем эти деревья квазиравномерными.

1.  $Q_n^p$  — дерево, состоящее из одной вершины, являющейся корнем.

2.  $Q_n^p$  — дерево, состоящее из двух смежных вершин, одна из которых корень.

3. Пусть  $n \geq 2$ ,  $k = \left\lfloor \frac{n-1}{p-1} \right\rfloor$ ,  $r = n-1 - k(p-1)$ . Дерево  $Q_n^p$  имеет корнем висячую вершину  $x$ , в смежной с  $x$  вершине  $y$   $r$  ветвей изоморфны  $Q_{k+1}^p$ , а  $p-1-r$  ветвей изоморфны  $Q_k^p$ .



Используя алгоритм, данный в работе [2], получаем описание минимальной  $x$ -корневой индексации  $Q_n^p$ : индекс ребра  $(x, y)$  равен 1. Все ветви, кроме одной в случае нечетного  $p$ , имеют минимальную  $y$ -корневую индексацию, индексация выделенной ветви (она изоморфна  $Q_k^p$ ) минимальная. Наименьший индекс ребер ветви (в дальнейшем индекс ветви), изоморфной  $Q_{k+1}^p$ , не превосходит индекса ветви изоморфной  $Q_k^p$ . При нечетном  $p$  индекс выделенной ветви наибольший и индексация ее такова: пусть  $z$ —вершина, смежная с  $y$ , индекс ребра  $(y, z)$  равен  $\frac{p+1}{2}$ , остальные ветви в  $z$  имеют корневую подиндексацию, причем индекс ветви с большим числом ребер не превосходит индекса с меньшим числом ребер. Если положить  $m = \left[ \frac{k-1}{p-1} \right]$  и  $q = k-1-m(p-1)$ , то для суммы индексов  $l_x(Q_n^p)$  минимальной  $x$ -корневой индексации  $Q_n^p$  получим

$$l_x(Q_n^p) \geq \begin{cases} r l_y(Q_{k+1}^p) + (p-1-r) l_y(Q_k^p) + \frac{p(p-2)}{4} k, & p \text{ четное,} \\ r l_y(Q_{k+1}^p) + (p-2-r) l_y(Q_k^p) + \frac{(p-1)^2}{4} k + q l_z(Q_{m+1}^p) + \\ + (p-1-q) l_z(Q_m^p) + \frac{(p-1)(p-3)}{4} m, & p \text{ нечетное.} \end{cases} \quad (3)$$

Лемма. Если  $k = \left[ \frac{n-1}{p-1} \right]$ ,  $r = n-1-k(p-1)$ , то

$$r(1+(p-2)(k+1)) \ln(1+(p-2)(k+1)) + (p-1-r) \times \\ \times (1+(p-2)k) \ln(1+(p-2)k) \geq (1+(p-2)n) \ln(1+(p-2)n) - \\ - (1+(p-2)n) \ln(p-1).$$

Для корневой индексации деревьев  $Q_n^p$  имеет место оценка  $l_x(Q_n^p) \geq A(1+(p-2)n) \ln(1+(p-2)n) - B_1 n$ , где  $B_1$  зависит только от  $p$ .

Действительно, при малых  $n$  она верна при надлежащем выборе  $B_1$  и индуктивный переход выполняется применением леммы к индуктивному неравенству (3).

Далее, по теореме 4 (см. [2])  $l(Q_n^p) \geq l_x(Q_n^p) - \left] \frac{n-5}{2} \left[ \right.$ , и кроме того,  $l(n, p) \geq l(Q_n^p)$ , что в совокупности дает оценку (2).

Верхняя оценка (справедлива для  $p \geq 6$ )

$$l(n, p) \leq \frac{p(p-2)}{4(p-1) \ln(p-1)} n \ln n + Cn, \quad (4)$$

где  $C$  зависит только от  $p$ .

Укажем приближенный индуктивный алгоритм индексации, который будет использован при доказательстве верхней оценки. Индексацию, построенную этим алгоритмом, назовем квазiminимальной.



Пусть  $T(n, p)$ —дерево с корнем  $x$ , вершина  $y$  смежна с  $x$ ,  $T_1, \dots, T_{p-1}$ —ветви в  $y$ , отличные от  $(x, y)$  и  $|E(T_1)| \geq \dots \geq |E(T_{p-1})|$ . Если степень  $s$  вершины  $y$  меньше  $p$ , то полагаем  $|E(T_{s+1})| = \dots = |E(T_{p-1})| = 0$ .

Для дерева  $T$   $x$ -корневая квазиминимальная индексация строится так: пусть уже построены  $y$ -корневые квазиминимальные индексации ветвей  $T_i (i < p-1)$ , а для ветви  $T_{p-1}$  (если  $|E(T_{p-1})| > 0$ ) при четном  $p$  построена  $y$ -корневая квазиминимальная индексация, при нечетном  $p$ —квазиминимальная индексация. Тогда ребру  $(x, y)$  сопоставим индекс 1, а индексы ветви  $T_i$  увеличим на  $\left[ \frac{i}{2} \right]$ .

Квазиминимальную индексацию ветви  $T_{p-1}$  ( $p$  нечетное) строим так: пусть  $z$ —центр  $T_{p-1}$ ,  $D_1, \dots, D_p$ —ветви в  $z$  и  $|E(D_1)| \geq \dots \geq |E(D_p)|$ . Для ветвей  $D_i (i < p)$  строим  $z$ -корневые квазиминимальные индексации, а для ветви  $D_p$ —квазиминимальную индексацию. Индексы ребер  $D_i$  увеличиваем на  $\left[ \frac{i-1}{2} \right]$ .

Если обозначить через  $L(T)$  сумму индексов квазиминимальной, а через  $L_x(T)$   $x$ -корневой квазиминимальной индексаций, то

$$L_x(T) = 1 + \sum_{i=1}^{p-2} \left\{ L_y(T_i) + |E(T_i)| \cdot \left[ \frac{i}{2} \right] \right\} + |E(T_{p-1})| + \delta, \quad (5)$$

где

$$\delta = \begin{cases} L_y(T_{p-1}), & p \text{ четное} \\ L(T_{p-1}), & p \text{ нечетное.} \end{cases}$$

$$L(T) = \sum_{i=1}^{p-1} \left\{ L_z(D_i) + |E(D_i)| \cdot \left[ \frac{i-1}{2} \right] \right\} + L(D_p) + |E(D_p)| \cdot \frac{p+1}{2}, \quad (6)$$

$p$  нечетное.

Оценивая (5) и (6), получаем, что для произвольного  $(n, p)$ -дерева  $T$  и произвольной висячей вершины  $x$

$$L_x(T) \leq \frac{p(p-2)}{4(p-1) \ln(p-1)} n \ln n + Cn.$$

Очевидно, что  $l(T) \leq L_x(T)$ . Отсюда следует верхняя оценка (4).

Из оценок (2) и (4) получаем для четного  $p \geq 6$  асимптотику (1). При этом асимптотически «самыми длинными» деревьями являются квазиравномерные. По-видимому, последнее верно для всех  $p \geq 3$  и в этом случае

$$l(n, p) \sim A(p-2) n \ln n.$$

Дадим формулу длины полного  $p$ -арного дерева. Дерево  $T_p^k$  называется полным  $p$ -арным деревом уровня  $k$ , если в нем есть такая вершина степени  $p$ , что все висячие вершины находятся на расстоянии  $k$  от нее, а степени невисячих вершин, отличных от нее, одинаковы и равны  $p+1$ . Для  $p=2$  формула была получена в [5], позднее вопрос о ее отыскании ставился в [6].



Пусть  $s$  — наименьшее целое решение неравенства  $(p-1)x \geq p^{h-x} - 1$ , тогда

$$l(T_p^k) = \begin{cases} \frac{k(p+2)}{4(p+1)} p^{h+1} + \frac{p^2+7p+4}{4(p-1)(p+1)^2} p^{h+1} + \frac{(-1)^{h+1} p^3}{4(p+1)^2} + \frac{p(p-6)}{4(p-1)}, & p \text{ четное,} \\ \frac{kp^{h+1} + (k+1)p^h}{4} + \frac{p^{h-s+1}}{4(p-1)} + \frac{(p-1)s(s-1) + 2s}{4} - \frac{3p-1}{4(p-1)}, & p \text{ нечетное.} \end{cases}$$

Центр АСУ

Министерства строительства ГССР

(Поступило 14.7.1978)

მათემატიკა

ი. კლიპკერი

$(n, p)$ -ხის მაქსიმალური სიგრძის შეფასებები

რეზიუმე

$(n, p)$ -ხის მაქსიმალური სიგრძისათვის მოცემულია შეფასებები, რომლებიდანაც ლეწი  $p \geq 6$ -თვის მიიღება ასიმპტოტიკა  $n$ -ით. ხდება აგება კვაზი-თანაბარი ხეების კლასისა, რომლებზედაც მიიღება ყველა  $p$ -თვის ქვედა შეფასებები. მოცემულია ნებისმიერი სიმაღლის  $p$ -არული ხის სიგრძის ფორმულა.

MATHEMATICS

I. A. KLIPKER

## ESTIMATIONS OF THE MAXIMUM LENGTH OF THE $(n, p)$ -TREE

Summary

The estimations of the maximum length of the  $(n, p)$ -tree resulting in asymptote by  $n$  for the even  $p \geq 6$ , are presented. The class of quasi-uniform trees, for which the low estimations are obtained for all  $p$ , is constructed. The formula of the length for a complete  $p$ -nary tree of arbitrary height is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. К. Гольдберг, И. А. Клипкер. Аннотации докл. Ин-та прикл. мат. ТГУ, 10, 1975.
2. М. К. Гольдберг, И. А. Клипкер. Сообщения АН ГССР, 81, № 3, 1976.
3. М. А. Шейдвассер. Проблемы кибернетики, 29, 1974.
4. М. А. Иорданский. Проблемы кибернетики, 31, 1975.
5. М. А. Шейдвассер. Дискретный анализ, 19, 1970.
6. I. Cahit. SIAM Review, 19, № 3, 1977.



Г. И. МИРЗАШВИЛИ

МИНИМАЛЬНАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ КОНЕЧНОЙ  
 МАРКОВСКОЙ ЦЕПЬЮ С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ МНОЖЕСТВАМИ  
 РЕШЕНИЙ И МАЛОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ОБРЫВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 7.6.1978)

Рассмотрим управляемую двумя лицами цепь Маркова с конечным множеством  $S$  состояний  $s \in S$  с произвольными множествами решений  $A$  и  $B$ , соответствующую семейству переходных вероятностей  $\{Q_{ss'}^{ab}; a \in A, b \in B; s, s' \in S\}$ . Она определяется совокупностью следующих объектов:

1) некоторого множества  $\Omega$  с неубывающим семейством  $(F_n, n \geq 1)$   $\sigma$ -алгебр подмножеств  $\Omega$ ;

2) последовательности  $(s_n, a_n, b_n, n \geq 1)$  отображений  $\Omega$  в  $S \times A \times B$  и марковского момента  $\tau$ , согласованных с  $(F_n, n \geq 1)$ ;

3) семейства всех мер  $Q = \{Q_s\}$  со следующими свойствами условных вероятностей:

- а)  $Q_s(s_{n+1}=s/F_n) = Q_{s_n s}^{a_n b_n}$ ; в)  $Q_s(\tau=n/F_{n-1}, a_n, b_n, s_n) = \delta I_{(\tau \geq n)}$ ;
- с)  $Q_s(a_n \in M; b_n \in N/F_{n-1}, s_n) = Q_s(a_n \in M/F_{n-1}, s_n) Q_s(b_n \in N/F_{n-1}, s_n)$ ;

Распределение  $(s_n, a_n, b_n)$  полностью определяется заданием последовательности условных распределений—стратегии:  $q_s = (q_s^{(n)}(M \times N); n \geq 1)$ ;  $q_s^{(n)}(M \times N) = Q_s(a_n \in M; b_n \in N/F_{n-1}, s_n) = Q_s(a_n \in M/F_{n-1}, s_n) \cdot Q_s(b_n \in N/F_{n-1}, s_n) = \pi_s^{(n)}(M) \cdot \sigma_s^{(n)}(N)$ . Пронумеруем  $Q$  индексами  $(\pi, \sigma)$ :  $Q = (Q_s^{\pi\sigma}, \pi \in \Pi, \sigma \in \Sigma)$ . Стационарные стратегии обозначим  $(f, g): f \in F, g \in G$ .

Для данных числовых ограниченных функций  $r(s, a, b)$  и  $c(s, a, b)$

рассмотрим  $L = \sum_{n=1}^{\tau} r(s_n, a_n, b_n) + c(s_\tau, a_\tau, b_\tau)$  и  $R_\delta^{\pi\sigma}(s) = E_\delta^{\pi\sigma}(L/s_1 = s)$ ;

$E_\delta^{\pi\sigma}(\cdot/s_1 = s)$ —среднее по мере  $Q_s^{\pi\sigma}$ . При векторной записи  $s$  будет опускаться. Положим  $(Q_{ss'}^{fg} = Q_{ss'}^{f(s)g(s)}; r_{(s)}^{fg} = r(s, f(s), g(s)); c^{fg}(s) = c(s, f(s), g(s))$ .

Стратегия  $(\pi^*, \sigma^*)$  называется  $\epsilon$ -равновесной (равновесной), если  $R_\delta^{\pi^*\sigma^*} - \epsilon \leq R_\delta^{\pi^*\sigma^*} \leq R_\delta^{\pi^*\sigma^*} + \epsilon$ ,  $(R_\delta^{\pi^*\sigma^*} \leq R_\delta^{\pi^*\sigma^*} \leq R_\delta^{\pi^*\sigma^*})$  для всех  $\pi$  и  $\sigma$ .

Вектор  $R_\delta^*$  называется ценой, если для  $\forall \epsilon > 0$  существует  $(\pi^*, \sigma^*)$ , такая, что  $R_\delta^{\pi^*\sigma^*} - \epsilon \leq R_\delta^* \leq R_\delta^{\pi^*\sigma^*} + \epsilon$  для всех  $\pi$  и  $\sigma$ .

Обозначим  $T_\delta^{fg}R = r^{fg} + \delta c^{fg} + (1 - \delta)Q^{fg}R; U_\delta R = \sup_f \inf_g T_\delta^{fg}R$ .

Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть  $\delta > 0$ , тогда: а)  $R_\delta^{fg}$  — единственное решение уравнения

$$R = T_\delta^{fg}R, \tag{1}$$



в) если существуют  $a^* \in A$  и  $b^* \in B$ , такие, что для любого  $R$ :  $T_\delta^{a^*b^*} R = \sup_a \inf_b T_\delta^{ab} R = \inf_b \sup_a T_\delta^{ab} R$ , то существует цена  $R_\delta^*$ , которая является единственным решением уравнения  $R = U_\delta R$ ;

с) существует равновесная стационарная стратегия и

$$R_\delta^* = \sup_f \inf_g R_\delta^{fg} = \inf_g \sup_f R_\delta^{fg}.$$

В теории управляемых марковских процессов важную роль играют правила Ховарда и Итона—Заде. Оказывается, в минимаксном случае при  $\delta > 0$  справедливы их аналоги. Скажем, что  $f_1$  „лучше“  $f_0$ , если  $\inf_g R_\delta^{f_1 g} > \inf_g R_\delta^{f_0 g}$  и  $g_1$  „лучше“  $g_0$ , если  $\sup_f R_\delta^{f g_1} < \sup_f R_\delta^{f g_0}$ .

Правило Итона—Заде. Для множества стратегий  $(f_1, g_1), \dots, (f_m, g_m)$  стратегия  $f$ , такая, что  $f(s) = f_j(s)$  при  $\inf_g R_\delta^{f_j g}(s) = \max_{1 \leq i \leq m} \inf_g R_\delta^{f_i g}(s)$ , „лучше“ всех  $f_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Симметрично для  $g$ .

Правило Ховарда.  $\inf_g T_\delta^{f_1 g}(\inf_g R_\delta^{f_0 g}) > \inf_g R_\delta^{f_0 g} \Rightarrow f_1$  „лучше“  $f_0$ .

Симметрично для  $g$ .

Случай  $\delta = 0$  является более общим. Предыдущий получается из него, если к  $S$  добавить одно состояние. Следуя идеям Блекуэлла [1], О. В. Вискова, А. Н. Ширяева [2], подойдем к нему предельным переходом  $\delta \rightarrow 0$ , используя разложение  $R_\delta^{fg}$  в ряд Лорана в окрестности  $\delta = 0$ . Известно [3], что каждой  $Q^{fg}$  соответствует пара матриц, однозначно связанных с нею:  $\bar{Q}^{fg}$ —матрица стационарных вероятностей и  $H^{fg}$ —фундаментальная матрица.  $R_\delta^{fg}$  разлагается в ряд

$$R_\delta^{fg} = \sum_{m=-1}^{\infty} \delta^m R_m^{fg},$$

где коэффициенты  $(R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k)$  при всех  $k$  удовлетворяют системе

$$(R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k) = T_k^{fg}(R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k). \quad (2)$$

Здесь  $T_k^{fg}(R_m, -1 \leq m \leq k) = (Q^{fg} R_{-1}, Q^{fg} R_0 + r^{fg} - Q^{fg} R_{-1}, Q^{fg} R_1 + c^{fg} - Q^{fg} R_0, \dots, Q^{fg} R_k - Q^{fg} R_{k-1})$ ,

причем  $(R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k-1)$ —единственное решение (2).

Определение 1. Стратегия  $(\pi^*, \sigma^*)$  называется  $(k, \varepsilon)$ -оптимальной, если  $\liminf_{\delta \rightarrow 0} \inf_{\sigma} \delta^{-h} (\inf_{\sigma} R_\delta^{\pi^* \sigma} - \inf_{\sigma} R_\delta^{\pi \sigma}) \geq -\varepsilon$ ;  $\limsup_{\delta \rightarrow 0} \delta^{-h} (\sup_{\pi} R_\delta^{\pi \sigma^*} - \sup_{\pi} R_\delta^{\pi^* \sigma^*}) \leq \varepsilon$  для всех  $\pi$  и  $\sigma$ .  $(k, 0)$ -Оптимальная стратегия называется  $k$ -оптимальной. Если к тому же  $\limsup_{\delta \rightarrow 0} \delta^{-h} (R_\delta^{\pi^* \sigma^*} - R_\delta^{\pi \sigma^*}) \geq -\varepsilon$  и  $\liminf_{\delta \rightarrow 0} \delta^{-h} \times (R_\delta^{\pi^* \sigma^*} - R_\delta^{\pi \sigma^*}) \leq \varepsilon$  для всех  $\pi$  и  $\sigma$ , то  $(\pi^*, \sigma^*)$ — $(k, \varepsilon)$ -равновесная.  $(k, 0)$ -Равновесная стратегия называется  $k$ -равновесной.

Введем лексикографическое упорядочение векторов:  $(R_m, m \geq -1) \prec 0$  тогда и только тогда, когда первый ненулевой элемент в последователь-

ности  $(R_m(s), m \geq -1)$  положителен при всех  $s \in S$ .  $\overline{\sup}_\alpha (R_m^\alpha, m \geq -1)$  —

супремум по лексикографическому упорядочению, т. е.

$\overline{\sup}_\alpha (R_m^\alpha, m \geq -1) = (R_m, m \geq -1)$  означает, что при всех  $s \in S$

$$R_m(s) = \inf_{\varepsilon > 0} \{ \sup_\alpha R_m^\alpha(s) : R_k^\alpha(s) \geq R_k(s) - \varepsilon, \quad -1 \leq k \leq m-1 \}.$$

Симметрично вводится  $\overline{\inf}_\alpha (R_m^\alpha, m \geq -1)$ . После этого естественно опеределяется  $\overline{\sup}_\alpha \overline{\inf}_\beta (R_m^{\alpha\beta}, m \geq -1)$  и  $\overline{\inf}_\beta \overline{\sup}_\alpha (R_m^{\alpha\beta}, m \geq -1)$ .

Скажем, что  $f_1$  „ $k$ -лучше“  $f_0$ , если  $\overline{\inf}_g (R_m^{f_1 g}, -1 \leq m \leq k) \succ \overline{\inf}_g (R_m^{f_0 g}, -1 \leq m \leq k)$ .

Симметрично для  $g$ . Если  $k = \infty$ , то будем говорить просто „лучше“. Справедливы следующие обобщения правил Ховарда и Итона—Заде.

**Правило Ховарда.** Если  $\overline{\inf}_g (R_m^{f_0 g}, -1 \leq m \leq k)$  и  $\overline{\sup}_f (R_m^{f g_0}, -1 \leq m \leq k)$  конечны, и  $\overline{\inf}_g T_k^{f_1 g} (\overline{\inf}_g (R_m^{f_0 g}, -1 \leq m \leq k)) \succ \overline{\inf}_g (R_m^{f_0 g}, -1 \leq m \leq k)$ , то  $f_1$  „ $k$ -лучше“  $f_0$ . Аналогично для  $g$ . Если условия выполнены для  $k = \infty$ , то  $f_1$  „лучше“  $f_0$  и  $g_1$  „лучше“  $g_0$ .

**Правило Итона—Заде.** Для множества стратегий  $(f_1, g_1), \dots, (f_p, g_p)$  при условии, что  $\overline{\inf}_g (R_m^{f_i g}, -1 \leq m \leq k)$  и  $\overline{\sup}_f (R_m^{f g_i}, -1 \leq m \leq k)$ ,  $i = 1, \dots, p$  конечны, стратегия  $f$ , такая, что  $f(s) = f_j(s)$  при  $\overline{\inf}_g (R_m^{f_j g}(s), -1 \leq m \leq k) = \max_{1 \leq i < p} \overline{\inf}_g (R_m^{f_i g}(s), -1 \leq m \leq k)$  „ $k$ -лучше“ всех  $f_i$ .

Симметрично для  $g$ . Если условия выполнены для  $k = \infty$ , то  $f$  „лучше“  $f_i$  и  $g$  „лучше“  $g_i$ ,  $i = 1, \dots, p$ . ССозначим

$$U_k(R_m, -1 \leq m \leq k) = \overline{\sup}_f \overline{\inf}_g T_k^{fg}(R_m, -1 \leq m \leq k).$$

Справедлива теорема, аналогичная теореме 1.

**Теорема 2.** Пусть существуют  $a^* \in A$  и  $b^* \in B$ , такие, что для любого  $(R_m, -1 \leq m \leq k)$  выполняются равенства

$$\begin{aligned} \overline{\sup}_a \overline{\inf}_b T_k^{ab}(R_m, -1 \leq m \leq k) &= \overline{\inf}_b \overline{\sup}_a T_k^{ab}(R_m, -1 \leq m \leq k) = \\ &= T^{a^*b^*}(R_m, -1 \leq m \leq k), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{\sup}_f \overline{\inf}_g (R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k) &= \overline{\inf}_g \overline{\sup}_f (R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k) \text{ и } \overline{\inf}_g \overline{\sup}_f (R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k) = \\ &= \overline{\inf}_g \overline{\sup}_f (R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k) \end{aligned}$$

конечны. Тогда  $\overline{\sup}_f \overline{\inf}_g (R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k)$  и  $\overline{\inf}_g \overline{\sup}_f (R_m^{fg}, -1 \leq m \leq k)$  являются решениями уравнения

$$(R_m, -1 \leq m \leq k) = U_k(R_m, -1 \leq m \leq k), \quad (3)$$

$$(\underline{R}_m, -1 \leq m \leq k-1) = \overline{(R}_m, -1 \leq m \leq k-1).$$

Существует  $(k-1)$ -равновесная стационарная стратегия  $(f^*, g^*)$  и  $(k, \epsilon)$ -оптимальная стационарная стратегия  $(f_\epsilon, g_\epsilon)$ . Если условия выполнены для  $k = \infty$ , то существует  $k$ -равновесная стационарная стратегия для всех  $k$ .

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

(Поступило 8.6. 1978)

მათემატიკა

ბ. მირზაშვილი

სასრულო მარკოვის ჯაშვის მართვის მინიმალური ამოცანა  
 გადაწყვეტილებათა ზოგადი სიმრავლით და შეწყვეტის  
 მცირე ალბათობით

რეზიუმე

გარკვეულ საკმარის პირობებში ნაჩვენებია, რომ არსებობს  $(k-1)$ -წონა-სწორული და  $(k, \epsilon)$ -ოპტიმალური სტაციონარული სტრატეგიები.

MATHEMATICS

G. I. MIRZASHVILI

## A MINIMAX CONTROL PROBLEM FOR A FINITE MARKOV CHAIN WITH ARBITRARY SETS OF SOLUTIONS AND A SMALL PROBABILITY OF TERMINATION

S u m m a r y

A minimax control problem for a finite Markov chain with arbitrary sets of solutions and a small probability of termination is considered. Sufficient conditions are given for the existence of  $(k-1)$ -balanced stationary strategy and  $(k, \epsilon)$ -optimal stationary strategy. A relation has been found between optimal and balanced stationary strategies and the system of equations with general monotone operators. Generalizations of Howard's and Eaton-Zadeh's methods for strategy improvement are made.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. Blackwell. Ann. Math. Statist., 33, № 2, 1962, 719-726.
2. О. В. Висков, А. Н. Ширяев. Труды Матем. ин-та им. В. А. Стеклова, XX, I, 1964, 35—45.
3. Р. Я. Читашвили. Теория вероят. и ее примен., XX, 4, 1975.



Т. Г. КИПИАНИ

О ПОРЯДКЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ МНОГИХ  
 ПЕРЕМЕННЫХ СУММАМИ ФУРЬЕ—БЕССЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 2.6.1978)

В работах [1—9] исследовались порядки наилучшего приближения периодических функций с доминирующими смешанными производными посредством тригонометрических многочленов.

В данной статье рассматриваются аналогичные вопросы наилучшего приближения одного класса функций многих переменных суммами Бесселя. Отметим также, что случай функций одной переменной примыкает к соответствующим результатам [10, 11].

Пусть  $x \in I^n = \{x = x_1, \dots, x_n, 0 \leq x_i \leq 1, i = 1, \dots, n\}$  и функция  $f(x) \in L_2(I^n)$  разложена в ряд Фурье—Бесселя

$$f(x) = \sum_k d_k^2 \prod_{i=1}^n \varphi_{s_i}(j_{k_i}^i x_i), \quad (k = (k_1, \dots, k_n)),$$

$k_i$ —натуральные числа,  $i = 1, \dots, n$ , где

$$\varphi_{s_i}(j_{k_i}^i x_i) = \frac{\sqrt{2x_i}}{J_{s_i+1}(j_{k_i}^i)} J_{s_i}(j_{k_i}^i x_i),$$

$J_{s_i}(j_{k_i}^i x_i)$ —функции Бесселя порядка  $s_i$ ;

$s_i$ —целые неотрицательные числа;

а  $j_k^i$ —положительные нули этой функции, причем

$$j_1^i < j_2^i < \dots < j_n^i < \dots, \quad i = 1, \dots, n.$$

Сходимость понимается в смысле  $L_2(I^n)$ .

Введем следующие обозначения:  $e_n$ —множество  $\{1, \dots, n\}$ , а  $e$ —любое подмножество  $e_n$ . Если  $r = (r_1, \dots, r_n)$ , то  $r^e = (r_1^e, \dots, r_n^e)$ , где  $r_j^e = r_j$ , при  $j \in e$  и  $r_j^e = 0$ , при  $j \in e_n \setminus e$ .

Далее, положим

$$\Delta_{h^e} f = \lim_{m_1 \dots m_n \rightarrow \infty} \left[ \frac{\prod_{i \in e} \sqrt{x_i}}{\pi^h} \int_{Q(e)} \prod_{i \in e} \frac{\cos s_i \omega_i}{\sqrt{R_i}} S_m(f; [R]_e) d\theta - S_m(f; x) \right],$$

где

$$[R]_e = (t_1, \dots, t_n), \quad t_i = R_i, \quad \text{при } i \in e, \quad t_i = x_i, \quad \text{при } i \in e_n \setminus e,$$

$$R_i^2 = x_i^2 + h_i^2 - 2x_i h_i \cos \theta_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

$$Q(e) = \{0 < \theta_i < \pi, \quad i \in e\},$$



$$S_m(f; x) = S_{m_1 \dots m_n}(f; x) = \sum_{k_1=1}^{m_1} \dots \sum_{k_n=1}^{m_n} d_k^s \prod_{i=1}^n \varphi_{s_i}(j_{k_i}^i x_i),$$

$k$ —количество элементов, входящих во множество  $e$ , а  $\omega_i$  определяются из равенств

$$x_i - h_i \cos \theta_i = R_i \cos \omega_i,$$

$$h_i - \sin \theta_i = R_i \sin \omega_i.$$

Пусть  $s = (s_1, \dots, s_n)$ ,  $s_i (i = 1, \dots, n)$ —целые положительные числа. Введем оператор

$$D_s[f] = D_{s_1} \dots D_{s_n}[f],$$

где

$$D_{s_i}[f] = -x_i^{s_i-1/2} \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ x_i^{1-2s_i} \frac{\partial}{\partial x_i} (x_i^{s_i-1/2} f(x)) \right].$$

В дальнейшем под  $D_{s_i}^0[f]$  будем полагать тождественный оператор, а при  $r_i$ —целом и положительном—

$$D_{s_i}^{r_i}[f] = \underbrace{D_{s_i} \dots D_{s_i}}_{r_i}[f].$$

Далее, если  $r = (r_1, \dots, r_n)$ ,  $r_i$ —целые неотрицательные числа, тогда

$$D_s^r[f] = D_{s_1}^{r_1} \dots D_{s_n}^{r_n}[f].$$

Определение. Пусть  $r = (r_1, \dots, r_n)$ ,  $r_i$ —целые,

$$r_i \geq 0, (i = 1, \dots, n).$$

Будем говорить, что функция  $f(x)$ , определенная для  $x \in I^n$ , принадлежит классу  $(B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H$ , если:

1.  $f(x) \in L_2(I^n)$ .

2. На функцию  $f(x)$  можно действовать оператором

$$D_s^{r^e} = D_{s_1}^{r_1^e} \dots D_{s_n}^{r_n^e}[f],$$

принадлежащим  $L_2(I^n)$

3.  $\frac{\|\nabla_h^e D_s^{r^e} f\|_{L_2(I^n)}}{\prod_{i \in e} \varphi_i(h_i)} \leq M < +\infty$ , для любого  $e \subset e_n$  и  $h = (h_1, \dots, h_n)$ .

$\Phi = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$ , где функции  $\varphi_i (i = 1, \dots, n)$  удовлетворяют условиям (S) и (S<sub>1</sub>) (см. [12]), а  $s = (s_1, \dots, s_n)$ .

Наименьшая константа, для которой выполняется п. 3 при всех  $e \subset e_n$  и  $h = (h_1, \dots, h_n)$ , есть норма

$$M_f = \|f\|_{(B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H}.$$

Справедлива следующая лемма.

Лемма. Пусть

$$f(x) \in L_2(I^n),$$

$$D_s^e[f] \in L_2(I^n),$$



а  $f(x) = \sum_k d_k^n \prod_{i=1}^n \varphi_{s_i}(j_{k_i}^i x_i)$  — разложение в ряд Фурье—Бесселя.

Тогда,

$$\|\nabla_{h^e}^e D_{s^e}^e f\|_{L_2(I^n)} = \sum_k (d_k^n)^2 \prod_{i \in e} |J_0(j_{k_i}^i h_i) - 1|^2 (j_{k_i}^i)^{4r_i}.$$

Опираясь на эту лемму, можно доказать две теоремы.

Теорема 1. Если  $f \in (B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H$ , то

$$\sum_{\substack{k_i=1 \\ i \in e}} \sum_{2^{t_i-1} \leq k_i < 2^{t_i}} (d_k^n)^2 \leq CM_f \prod_{i \in e} \varphi_i^2(2^{-t_i}) 2^{-4r_i t_i},$$

$t_i$  — целые,  $t_i > 0$ ;  $C$  — зависит от  $r = (r_1, \dots, r_n)$ , но не зависит от  $(t = t_1, \dots, t_n)$  и  $M_f$ .

Теорема 2. Если  $Dr^e[f] \in L_2(I^n)$  ( $e \in e_n$ ),

$$\sum_{\substack{2^{t_i-1} \leq k_i < 2^{t_i} \\ i=1, \dots, n}} (d_k^n)^2 \leq M \prod_{i=1}^n \varphi_i^2(2^{-t_i}) 2^{-4r_i t_i},$$

( $t_i > 0$ ,  $t_i$  — целые), причем  $\varphi_i$  удовлетворяют условиям (S) и (S<sub>1</sub>), тогда

$$f \in (B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H$$

и

$$\|f\|_{(B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H} \leq CM,$$

где  $C$  не зависит от  $M$ .

Положим

$$S_{2^N}(x) = S(f; x, 2^N, r, s, \bar{\Phi}) =$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{2^{t_i-1} \leq k_i < 2^{t_i}} d_k^n \prod_{i=1}^n \varphi_{s_i}(j_{k_i}^i x_i)}{2^{\sum_{i=1}^n r_i t_i}} \leq 2^N$$

$$\frac{\prod_{i=1}^n \varphi_i(2^{-t_i})}{2^{\sum_{i=1}^n r_i t_i}} \leq 2^N$$

( $t_i$  — целые,  $t_i > 0$ ).

Имеют место следующие теоремы приближения.

Теорема 3. Если  $f \in (B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H$ , то

$$\sup_{\|f\|_{(B) S_{2,s}^{(r,\Phi)} H} \leq 1} \|f(x) - S_{2^N}(x)\|_{L_2(I^n)} \sim \frac{N^{(n-1)/2}}{2^N},$$

где  $\Phi = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$  и  $\varphi_i(h_i) = h_i^{\beta_i} \psi_i(h_i)$ ,  $0 < \beta_i \leq 1$ , а функции  $\psi_i \left( \frac{1}{t_i} \right)$ , ( $1 \leq t_i < +\infty$ ,  $i = 1, \dots, n$ ) — слабо колеблющиеся (см. [13]) и удовлетворяют условиям  $\psi_i(h_i^{\alpha_i}) \sim \psi_i(h_i)$ .

Теорема 4. Если  $D^{r_s}[f] \in L_2(I^n)$  ( $e \subset e_n$ ),

$$\|f(x) - S_{2^N}(x)\|_{L_2(I^n)} \leq \frac{M}{2^N},$$

где  $M$  не зависит от  $f$ , а  $\Phi = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$ ,  $\varphi_i$ , ( $i = 1, \dots, n$ ) удовлетворяют условиям (S) и (S<sub>1</sub>), тогда

$$f \in (B) S_{2^N, \Phi}^{(r, s)} H$$

и

$$\|f\|_{(B) S_{2^N, \Phi}^{(r, s)} H} \leq C (\|f\|_{L_2(I^n)} + M);$$

причем  $C > 0$  и не зависит от  $f$  и  $M$ .

В доказательстве теорем 3 и 4 используются теоремы 1 и 2.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 8.6.1978)

მათემატიკა

თ. ყიფიანი

ფურიე—ბესელის ჯამების საშუალებით მრავალ  
ცვლადის ფუნქციების მიახლოების რიგის შემსახვა  
რ ე ზ ი უ მ ე

მრავალი ცვლადის ფუნქციებისათვის ფურიე—ბესელის ჯამების საშუალებით აგებულია ფუნქციათა კლასი, რომლისთვისაც დადგენილია მიახლოების პირდაპირი და შებრუნებული თეორემები.

MATHEMATICS

T. G. KIPIANI

## ON THE APPROXIMATION ORDER OF FUNCTIONS OF SEVERAL VARIABLES BY THE FOURIER-BESSEL SERIES

Summary

By means of the Fourier-Bessel series a class of functions of several variables is constructed and for this class the direct and inverse theorems of approximation are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. И. Бабенко. ДАН СССР, 132, № 2, 1960.
2. К. И. Бабенко. ДАН СССР, 132, № 5, 1960.
3. Б. С. Митягин. Матем. сб., 58, 1962, 397.
4. С. А. Теляковский. Сиб. матем. ж., 4, № 6, 1963, 1404.
5. С. А. Теляковский. Матем. сб., 63 (105), 3, 1964, 426.
6. Я. С. Бугров. Матем. сб., 64 (106), 3, 1964, 410.
7. Н. С. Никольская. ДАН СССР, 208, № 6, 1973.
8. Я. С. Бугров. Труды Матем. ин-та АН СССР, 1974, 131.
9. Н. С. Никольская. Сиб. матем. ж., XVI, 4, 1975.
10. Г. В. Жидков. ДАН СССР, 169, № 5, 1966.
11. С. З. Рафальсон. Изв. вузов. Математика, 4, 1968.
12. Н. К. Бари, С. Б. Стечкин. Труды Моск. матем. о-ва, 5, 1956.
13. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. I. М., 1965.

Р. Г. ДИХАМИНДЖИА

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ СОБСТВЕННЫХ  
 ФУНКЦИЙ ПЕРВОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ КОЛЕБАНИЯ  
 В МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 30.5.1978)

Пусть  $E_3$  — трехмерное евклидово пространство,  $x = (x_i)$ ,  $y = (y_i)$ , ...,  $i = 1, 2, 3$ ,  $D \subset E_3$  — конечная область, ограниченная замкнутой поверхностью  $S \in \mathcal{L}_1(\alpha)$ ,  $\alpha > 0$  [1]. Система уравнений колебания моментной теории упругости для однородной изотропной упругой среды имеет вид [1]

$$M(\partial_x)U(x) + \sigma^2 rU(x) = 0, \quad (1)$$

где  $M(\partial_x) = \|M_{ij}(\partial_x)\|_{6 \times 6}$  — известный матричный дифференциальный оператор;  $U = (u, \omega)$ ,  $u = (u_1, u_2, u_3)$  — вектор смещения,  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)$  — вектор вращения;  $r = \|r_{ij}\|_{6 \times 6}$ ,  $r_{ij} = \delta_{ij}\rho$  при  $i = \overline{1, 3}$ ,  $j = \overline{1, 6}$ ;  $r_{ij} = \delta_{ij}I$  при  $i = \overline{4, 6}$ ,  $j = \overline{1, 6}$ ;  $\delta_{ij}$  — символ Кронекера;  $\sigma$  — частота колебания;  $\rho$  и  $I$  — известные положительные постоянные [1]. Систему (1) целесообразно представить в эквивалентном виде

$$\tilde{M}(\partial_x)V(x) + \sigma^2 V(x) = 0,$$

где

$$V(x) = a \cdot U(x), \quad \tilde{M}(\partial_x) = a^{-1} \cdot M(\partial_x) \cdot a^{-1}, \quad a = \|a_{ij}\|_{6 \times 6}, \quad a_{ij} = \sqrt{r_{ij}}, \quad a^{-1} = \|a_{ij}^{-1}\|_{6 \times 6}.$$

Известная формула Грина [1] для оператора  $\tilde{M}(\partial_x)$  примет вид

$$\int_{\tilde{D}} [U\tilde{M}V + \tilde{E}(U, V)] dx = \int_{\tilde{S}} U\tilde{T}V ds,$$

где  $\tilde{E}(U, V) = E(a^{-1} \cdot U, a^{-1} \cdot V)$ ,  $\tilde{T}(\partial_z, n) = a^{-1} \cdot T(\partial_z, n) \cdot a^{-1}$ ,  $E(U, V)$  и  $T(\partial_z, n)$  определены в [1].

Рассматривается

Задача 1. Найти в  $D$  регулярный вектор  $V(x)$  ( $V(x) \in C^1(\tilde{D}) \cap C^2(D)$ ) — нетривиальное решение уравнений

$$\tilde{M}V(x) + \lambda V(x) = 0,$$

удовлетворяющий граничному условию

$$\lim_{D \ni x \rightarrow z \in \tilde{S}} V(x) = 0.$$

Пусть  $K(x, y; -\alpha^2) = \tilde{\Psi}(x, y; -\alpha^2) - g(x, y; -\alpha^2)$  — тензор Грина задачи 1, когда  $\lambda = -\alpha^2$ ,  $\alpha > 0$  — действительное число, где  $\tilde{\Psi}(x, y; -\alpha^2) =$



$= a \cdot \psi(x, y; -\alpha^2) \cdot a$ ;  $\psi(x, y; -\alpha^2)$  — матрица фундаментальных решений уравнения (1) при  $\sigma = i\alpha$ ;  $g(x, y; -\alpha^2)$  — регулярное (матричное) решение граничной задачи

$$\forall x, y \in D: [\tilde{M}(\partial_x) - \alpha^2] g(x, y; -\alpha^2) = 0,$$

$$\lim_{D \ni x \rightarrow z \in S} g(x, y; -\alpha^2) = \tilde{\psi}(z, y; -\alpha^2),$$

$y \in D$  — фиксированная точка.

Эта задача однозначно разрешима; тем самым доказано существование тензора Грина [1].

Для оценки  $g(x, y; -\alpha^2)$  применим вариационный метод, изложенный в [4]; рассмотрим функционал

$$L[U] \equiv \int_D [\tilde{E}(U, U) + \alpha^2 U^2] dx,$$

область определения которого состоит из вектор-функций, удовлетворяющих условиям  $U \in C^1(\bar{D}) \cap C^2(D)$  и  $[U(z)]^+ = \tilde{\psi}(z, y; -\alpha^2)$ ,  $\forall z \in S$ . Доказывается, что  $\min L[U] = L[g^k]$ , где вектор  $g^k$  —  $k$ -й столбец матрицы  $g = \|g_{ik}\|_{6 \times 6}$ .

Введем функцию [4]

$$\widehat{\psi}(x, y; -\alpha^2) = \tilde{\psi}(x, y; -\alpha^2) \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \frac{r_{xy}^m}{\rho_y^m(x)} \right)^n \right],$$

где  $r_{xy}$  — расстояние между  $x$  и  $y$ ,  $\rho_y(x) = \max\{r_{xy}, d_y\}$ ,  $d_y$  — расстояние от  $y$  до  $S$ .

Легко видеть, что  $\widehat{\psi}$  совпадает с  $\tilde{\psi}$  вне шара  $\Pi(y, d_y)$ , а внутри допускает оценку

$$\left| \frac{\partial^s \widehat{\psi}}{\partial x_1^i \partial x_2^j \partial x_3^k} \right| \leq \frac{\text{const}}{d_y^m} \cdot r_{xy}^{m-s-1}, \quad s = i + j + k, \quad m \geq s + 1.$$

Ясно, что  $\widehat{\psi}^k$  является допустимой вектор-функцией для функционала  $L[U]$  и  $L[g^k] \leq L[\widehat{\psi}^k]$ .

Если учесть свойства  $\widehat{\psi}^k$ , в силу того, что  $L[U] \geq 0$ , с помощью формулы общего представления регулярного решения [1], получим

$$- \int_S \widehat{\psi}^k \widetilde{T} \widehat{\psi}^k ds \leq g_k^k \leq - \int_{\Pi(y, d_y)} \widehat{\psi}^k (\widetilde{M} \widehat{\psi}^k - \alpha^2 \widehat{\psi}^k) dx.$$

Отсюда легко установить оценку [4]

$$|g_k^k(y, y; -\alpha^2)| \leq \frac{\text{const}}{d_y^{1+\delta}}, \quad (2)$$

$\delta > 0$  — действительное число.

Доказывается следующая

**Теорема 1.** Если  $\lambda < 0$ ,  $\alpha_0 > 0$  — действительные числа, то тензор Грина  $K(x, y; -\alpha_0^2)$  симметричен и  $K(x, y; -\alpha_0^2 + \lambda)$  представляет матричную резольвенту ядра  $K(x, y; -\alpha_0^2)$ .



Обозначим собственные числа и собственные вектор-функции исходной задачи 1 через  $\lambda_n$ ,  $V^n(x)$  ( $V^n(x) = (V_{(1)}^n(x), V_{(2)}^n(x))$ ),  $V_{(1)}^n(x) = (V_1^n, V_2^n, V_3^n)$ ,  $V_{(2)}^n(x) = (V_4^n, V_5^n, V_6^n)$ , соответственно. Тогда  $\lambda_n + \alpha_0^2$  и  $V^n(x)$  являются собственными числами и собственными вектор-функциями ядра  $K(x, y; -\alpha_0^2)$ .

Известное представление резольвенты с помощью фундаментальных функций, в силу теоремы 1, дает ( $x > x_0$ )

$$K(x, y; -x^2) - K(x, y; -\alpha_0^2) = (x_0^2 - x^2) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{V^n(x) \times V^n(y)}{(\lambda_n + \alpha_0^2)(\lambda_n + x^2)}, \quad (3)$$

где  $V^n(x) \times V^n(y)$  означает матричное произведение вектор-столбцов на вектор-строки [2, 3].

Устанавливается соотношение

$$\lim_{x \rightarrow y} [\tilde{\Psi}^j(x, y; -x^2) - \tilde{\Psi}^j(x, y; -\alpha_0^2)] = \begin{cases} H_1 \cdot \delta^j, & \text{при } j=1, 2, 3, \\ H_2 \cdot \delta^j, & \text{при } j=4, 5, 6, \end{cases} \quad (4)$$

где

$$H_1 = \frac{\rho^{3/2}(x_0 - x)}{12\pi} \left[ \frac{1}{(\lambda + 2\mu)^{3/2}} + 2 \cdot \frac{1}{(\mu + \alpha)^{3/2}} \right],$$

$$H_2 = \frac{l^{3/2}(x_0 - x)}{12\pi} \left[ \frac{1}{(\varepsilon + 2\nu)^{3/2}} + 2 \cdot \frac{1}{(\nu + \beta)^{3/2}} \right],$$

$\delta^j = \|\delta_{kl}\|_{6 \times 1}$ ,  $k = \overline{1, 6}$ ;  $\lambda, \mu, \alpha, \varepsilon, \nu, \beta$  — известные постоянные [1]. Из (3), переходя к пределу при  $x \rightarrow y$  и учитывая (2), (4), получаем

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\{V_k^n(y)\}^2}{(\lambda_n + \alpha_0^2)(\lambda_n + x^2)} \sim \begin{cases} \frac{H_1}{x}, & \text{при } k=1, 2, 3 \\ \frac{H_2}{x}, & \text{при } k=4, 5, 6. \end{cases} \quad (5)$$

Справедлива следующая теорема типа Таубера [3, 4].

**Теорема 2.** Если неубывающая функция  $\Phi(t)$  суммируема в смысле Стильеса и при  $x \rightarrow \infty$  имеет место асимптотическое представление

$$h(x) = \int_0^{\infty} \frac{d\Phi(t)}{(x+t)^l} \sim \frac{P}{x^m},$$

где постоянные  $l, m, P$  удовлетворяют условиям

$$0 < m < l, \quad P \neq 0,$$

то

$$\Phi(t) \sim \frac{P \cdot \Gamma(t)}{\Gamma(m) \Gamma(l-m+1)} \cdot t^{l-m}.$$

Здесь  $\Gamma$  — функция Эйлера.

Выбирая  $\Phi(t)$  в рассматриваемом случае следующим образом:

$$\Phi(t) = \sum_{\lambda_n \leq t} \frac{\{V_k^n(y)\}^2}{\lambda_n + \alpha_0^2},$$

из формулы (5), в силу теоремы 2, окончательно будем иметь

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{k=1}^n |V_{(1)}^k(y)|^2}{(\lambda_n)^{3/2}} = \frac{\rho^{3/2}}{6\pi^2} \left[ \frac{1}{(\lambda + 2\mu)^{3/2}} + 2 \cdot \frac{1}{(\mu + \alpha)^{3/2}} \right], \quad (6)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{k=1}^n |V_{(2)}^k(y)|^2}{(\lambda_n)^{3/2}} = \frac{J^{3/2}}{6\pi^2} \left[ \frac{1}{(\varepsilon + 2\nu)^{3/2}} + 2 \cdot \frac{1}{(\nu + \beta)^{3/2}} \right]. \quad (7)$$

Если, в частности,  $\alpha=0$ , рассматривается граничная задача колебания классической теории упругости и (6) обращается в известную формулу асимптотического распределения [2, 3].

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

(Поступило 1.6.1978)

დამაკალოვის თეორია

რ. დიხამინჯია

მომენტური დამაკალოვის თეორიის რხვის პირველი  
 სასაზღვრო ამოცანის საკუთრივი ფუნქციების  
 ასიმპტოტური განაწილების შესახებ  
 რეზიუმე

ვარიაციული და ინტეგრალური განტოლებების მეთოდების გამოყენებით დადგენილია მომენტური დამაკალოვის თეორიის რხვის პირველი სასაზღვრო ამოცანის საკუთრივი ფუნქციების ასიმპტოტური განაწილების კანონი ევკლიდეს სამგანზომილებიან სივრცეში.

ELASTICITY THEORY

R. G. DIKHAMINJIA

ON THE ASYMPTOTIC DISTRIBUTION OF THE EIGEN-FUNCTIONS  
 OF THE FIRST BOUNDARY VALUE PROBLEM OF OSCILLATION  
 IN THE COUPLE-STRESS THEORY OF ELASTICITY

Summary

Using the variational method and that of singular equations, the asymptotic distribution of the fundamental functions of the first principal problem of oscillation in the couple-stress theory of elasticity in a three-dimensional Euclidean space is studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелия, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. თ. ბურჭულაძე. ავტორეზიუმე. თბილისი, 1956.
3. Т. В. Бурчуладзе. Труды Тбил. гос. ун-та, 64, 1957.
4. A. P. Leijel. Arkiv for matem., astr. och fysik, 27A, 13, 1940.

Р. Д. БАНЦУРИ

ПЕРВАЯ ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА КУСОЧНО-ОДНОРОДНОЙ  
 ОРТОТРОПНОЙ ПЛОСКОСТИ С РАЗРЕЗОМ,  
 ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫМ ПРЯМОЙ РАЗДЕЛА

(Представлено академиком Н. П. Веква 15.5.1978)

Пусть область  $S$ , занятая кусочно-однородным ортотропным упругим телом, представляет собой всю плоскость, разрезанную вдоль отрезка  $[0,1]$  оси  $x$ . Будем считать, что левая  $S_2$  и правая  $S_1$  полуплоскости однородные и главные направления упругости совпадают с осями координат.

Пусть на края разреза  $0 \leq x \leq 1$  приложены симметричные нормальные напряжения;  $\sigma_y^+ = \sigma_y^- = p(x)$ ,  $\zeta_{xy} = 0$ , где  $p(x)$  — абсолютно непрерывная функция.

Согласно [1], напряжения и смещения представляются через две голоморфные в  $S_k$  ( $k = 1, 2$ ) функции  $\varphi_k(z_k)$   $\psi_k(\zeta_k)$  следующим образом:

$$\sigma_x^{(k)} = -2\text{Re} [\beta_k^2 \varphi_k'(z_k) + \gamma_k^2 \psi_k'(\zeta_k)], \quad z_k = x + i\beta_k y, \quad \zeta_k = x + i\gamma_k y, \quad (x, y) \in S_k, \quad (1)$$

$$\sigma_y^{(k)} = 2\text{Re} [\varphi_k'(z_k) + \psi_k'(\zeta_k)], \quad \tau_{xy}^{(k)} = 2\text{Im} [\beta_k \varphi_k'(z_k) + \gamma_k \psi_k'(\zeta_k)], \quad (2)$$

$$u_k = 2\text{Re} [\rho_k \varphi_k(z_k) + r_k \psi_k(\zeta_k)], \quad v_k = -2\text{Im} [\beta_k r_k \varphi_k(z_k) + \gamma_k \rho_k \psi_k(\zeta_k)], \quad (3)$$

где  $\pm i\beta_k \pm i\gamma_k$  — корни уравнения

$$\mu^4 + (E_k/G_k - 2\nu_k)\mu^2 + E_k/E_k' = 0;$$

$\rho_k = -(\beta_k^2 + \nu_k)/E_k$ ,  $r_k = -(\gamma_k^2 + \nu_k)/E_k$ ,  $E_k$  и  $E_k'$  — модули Юнга для растяжения или сжатия по главным направлениям  $x$  и  $y$ ;  $G_k$  — модуль сдвига;  $\nu_k$  — коэффициент Пуассона. Из условий симметрии относительно оси  $x$  ясно, что

$$U_1^+(x, 0) - U_1^-(x, 0) = v_1^+(x, 0) + v_1^-(x, 0) = \tau_{xy}^{(1)}(x, 0) = 0, \quad x > 0.$$

Используя эти условия и равенства (1), (2), (3), получаем следующие соотношения:

$$\varphi_1^{+\prime}(x) - \varphi_1^{-\prime}(x) = \frac{if(x)}{\beta_1(\rho_1 - r_1)},$$

$$\psi_1^{+\prime}(x) - \psi_1^{-\prime}(x) = \frac{if(x)}{\gamma_1(r_1 - \rho_1)}, \quad 0 < x < 1, \quad (4)$$

$$\text{Re} [\varphi_1^{+\prime}(x) + \varphi_1^{-\prime}(x) + \psi_1^{+\prime}(x) + \psi_1^{-\prime}(x)] = \sigma_y^{(1)}(x), \quad x > 0, \quad (5)$$

где через  $f(x)$  обозначена  $\frac{\partial v_1^+(x, 0)}{\partial x}$ .



Решение задачи (4) имеет вид

$$\varphi'_1(z_1) = \frac{1}{2\pi\beta_1(\rho_1 - r_1)} \int_0^1 \frac{f(t) dt}{t - z_1} + \omega_1(z_1), \quad (6)$$

$$\psi'_1(\zeta_1) = \frac{1}{2\pi\gamma_1(r_1 - \rho_1)} \int_0^1 \frac{f(t) dt}{t - \zeta_1} + \omega_2(\zeta_1), \quad (7)$$

где  $\omega_1(z_1)$ ,  $\omega_2(\zeta_1)$  — функции, голоморфные в полуплоскостях  $\operatorname{Re} z_1 > 0$ ,  $\operatorname{Re} \zeta_1 > 0$ .

Применяя условия равновесия и неразрывности на линии  $x=0$ , получаем

$$\omega_1(z_1) = \frac{\Delta_{12}}{2\pi\beta_1(\rho_1 - r_1)\Delta} \int_0^1 \frac{f(t) dt}{t + z_1} + \frac{\Delta_{22}\beta_1}{2\pi\gamma_1(r_1 - \rho_1)\Delta} \int_0^1 \frac{f(t) dt}{\beta_1 t + \gamma_1 z_1}, \quad (8)$$

$$\omega_2(\zeta_1) = \frac{\Delta_{21}}{2\pi\gamma_1(\rho_1 - r_1)\Delta} \int_0^1 \frac{f(t) dt}{t + \zeta_1} + \frac{\Delta_{11}\gamma_1}{2\pi\beta_1(r_1 - \rho_1)\Delta} \int_0^1 \frac{f(t) dt}{\gamma_1 t + \beta_1 \zeta_1}, \quad (9)$$

где

$$\Delta = \begin{vmatrix} \beta_1 & \gamma_1 & -\beta_2 & -\gamma_2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ \rho_1 & r_1 & \rho_2 & r_2 \\ r_1\beta_1 & \rho_1\gamma_1 & -r_2\beta_2 & -\rho_2\gamma_2 \end{vmatrix} \beta_1 \beta_2 \gamma_1 \gamma_2,$$

$$\Delta_{ij} = \begin{vmatrix} -a_i & a_j & -\beta_2 & -\gamma_2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ b_i & b_j & \rho_2 & r_2 \\ -c_i & c_j & -r_2\beta_2 & -\rho_2\gamma_2 \end{vmatrix} a_i a_j \beta_2 \gamma_2,$$

$$a_1 = \beta_1, \quad b_1 = \rho_1, \quad c_1 = r_1\beta_1, \quad a_2 = \gamma_1, \quad b_2 = r_1, \quad c_2 = \rho_1\gamma_1.$$

Легко можно показать, что  $\gamma_1^3 \Delta_{11} = \beta_1^3 \Delta_{22}$ .

Подставляя граничные значения функций  $\varphi'_1(z_1)$ ,  $\psi'_1(\zeta_1)$ , определяемых

равенствами (6), (7), (8), (9), в (5) и принимая во внимание, что  $\int_0^1 f(t) dt = 0$ ,

получаем

$$\int_0^1 \frac{t f(t) dt}{t-x} + \int_0^1 Q\left(\frac{x}{t}\right) f(t) dt = k_3 \pi x \sigma^{(1)}(x), \quad x > 0, \quad (10)$$

где

$$Q(x) = k_1(1+x)^{-1} + k_2\beta_1(\beta_1 + \gamma_1 x)^{-1} + k_2\gamma_1(\gamma_1 + \beta_1 x)^{-1},$$

$$k_1 = (\Delta_{12}\gamma_1 + \Delta_{21}\beta_1)/\Delta(\beta_1 - \gamma_1), \quad k_2 = \gamma_1^2 \Delta_{11}/\beta_1 \Delta(\gamma_1 - \beta_1), \quad k_3 = (\gamma_1 + \beta_1)\gamma_1\beta_1/E_1.$$





При помощи подстановки  $x = e^{\xi_0}$ ,  $t = e^{\xi}$  уравнение (10) приводится к виду

$$\int_{-\infty}^0 \frac{f(e^{\xi}) e^{\xi} d\xi}{1 - \exp(\xi_0 - \xi)} + \int_{-\infty}^0 Q(e^{\xi_0 - \xi}) f(e^{\xi}) e^{\xi} d\xi = k_3 \pi e^{\xi_0} \sigma_y(e^{\xi_0}), \quad -\infty < \xi_0 < \infty. \quad (11)$$

Применяя преобразование Фурье к уравнению (11), получаем

$$\Phi^+(t) = G(t) \Phi^-(t) + k_3 i P(t), \quad -\infty < t < \infty, \quad (12)$$

где

$$G(t) = (\operatorname{ch} \pi t + k_1 + 2k_2 \cos \mu t) / \operatorname{sh} \pi t, \quad P(t) = \int_{-\infty}^0 p(e^{\xi}) e^{\xi(1+it)} d\xi,$$

$\mu = \ln \beta_1 - \ln \gamma_1$ . Можно показать, что  $G(t) \neq 0$ ,  $-\infty < t < \infty$ .

Решение задачи (12) дается формулами

$$\Phi^-(\omega) = \frac{X(\omega) k_3 \omega}{2\pi \sqrt{\omega - i}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{P(t) dt}{X^+(t) \sqrt{t + i(t - \omega)}}, \quad \operatorname{Im} \omega < 0,$$

$$\Phi^-(\omega) = \frac{\Phi^+(\omega) - k_3 i P(\omega)}{G(\omega)}, \quad 0 < \operatorname{Im} \omega < 1,$$

$$\Phi^+(\omega) = \frac{X(\omega) k_3 \sqrt{\omega + i}}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{P(t) dt}{X^+(t) \sqrt{t + i(t - \omega)}}, \quad \operatorname{Im} \omega > 0, \quad (13)$$

$$X(\omega) = \exp \left( \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\ln [t^2 + 1]^{-1} G(t)}{t - \omega} dt \right), \quad \operatorname{Im} \omega \neq 0.$$

Функция  $\Phi^-(\omega)$  аналитическая в полуплоскости  $\operatorname{Im} \omega < 1$ , кроме точки  $i\tau_0$ ,  $0 < \tau_0 < 1$ , где  $i\tau_0$  — корень функции  $G(\omega)$ . В точке  $i\tau_0$  функция,  $\Phi^-(\omega)$  имеет полюс первого порядка. На основании этого можно показать что  $\sigma_y^{(2)}(x, 0) = 0 (x^{\tau_0 - 1})$ .

Доказывается, что  $\Phi^+(t)$  представима в виде

$$\Phi^+(t) = \frac{k_3 c i}{\sqrt{t + i}} + \Phi_0^+(t),$$

где  $\Phi_0^+(t)$  — преобразование Фурье функции  $\varphi_0(\xi)$ , непрерывной на замкнутой полуоси  $0 \leq \xi < \infty$ ;

$$c = - \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{P(t) dt}{X^+(t) \sqrt{t + i}}.$$

Теперь легко показать, что  $\sigma_y^{(1)}$  можно представить в виде

$$\sigma_y^{(1)}(x, 0) = \frac{c \exp \left\{ \frac{\pi}{4} i \right\}}{\pi x^2 \sqrt{x-1}} + \varphi(x), \quad x > 1,$$

где  $\varphi(x)$  — ограниченная функция при  $x \geq 1$ .

Эта задача для изотропной среды рассматривалась в [2, 3].

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

(Поступило 6.7.1978)

დრეკადობის თეორია

რ. ბანცური

პირველი ძირითადი ამოცანა უზნობრივ-მართკუთხედის  
 ორთოტროპული სიბრტყისათვის, გაყვანილ წრფის  
 პერპენდიკულარული ზრდილით

რ ე ზ ი უ მ ე

ანალიზურ ფუნქციათა თეორიისა და ფურიეს გარდაქმნათა მეთოდების გამოყენებით ეფექტურადაა წარმოდგენილი დრეკადობის თეორიის პირველი ძირითადი ამოცანის ამოხსნა უზნობრივ-ერთგვაროვანი ორთოტროპული სიბრტყისათვის, როდესაც ერთ-ერთ ნახევარსიბრტყეს აქვს გამყოფი წრფის პერპენდიკულარული სასრული სიგრძის სწორხაზოვანი ზრდილი, რომლის ერთი ბოლო გამყოფ წრფეზე მდებარეობს.

THEORY OF ELASTICITY

R. D. BANTSURI

FIRST FUNDAMENTAL PROBLEM FOR PIECEWISE  
 HOMOGENEOUS ORTHOTROPIC PLANE WITH A CUT  
 PERPENDICULAR TO THE LINE OF INTERFACE

S u m m a r y

The solution in quadratures of the first fundamental problem for a piecewise homogeneous orthotropic plane is given, using the methods of the theory of analytic functions and Fourier transforms in the case when one of the half-planes has a linear finite cut coming from the line of interface and perpendicular to it.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. М.-Л., 1947.
2. А. А. Храпков. ПММ, 34, в. 4, 1968.
3. F. Erdogan, T. S. Cook. Int. J. Eng. Sci., 10, № 8, 1972.

Д. И. БАШАЛЕИШВИЛИ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УКРУПНЯЮЩИХ И УМЕНЬШАЮЩИХ СИСТЕМ СО СДВИГОМ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 11.5.1978)

В отличие от изученных нами ранее укрупняющих и уменьшающих систем  $A$  и  $B$  [1—3], для которых плотности распределения на входе и выходе определены в одном и том же интервале  $(0, \infty)$ , в различных областях промышленности встречаются и такие укрупняющие и уменьшающие системы, плотности распределения на входе и выходе которых определены в различных, но частично перекрывающихся интервалах.

Введем понятие двигающих укрупняющих и уменьшающих систем, обозначаемых через  $A_a^a$  и  $B_a^b$ . Выражения

$$f(x-a) = \int_0^{x-a} \delta(x-a-y) f(y) dy, \quad x > a \quad (1)$$

и

$$\tilde{f}(x) = \int_a^{\infty} \delta(x+a-y) f(y-a) dy, \quad x > 0 \quad (2)$$

определяются как функциональные модели систем  $A_a^a$  и  $B_a^b$  соответственно, где  $\delta(x)$ —функция Дирака, а  $a = \text{const} \geq 0$ . Другими словами, система  $A_a^a$  сдвигает входную плотность распределения вправо на величину  $a > 0$ , сохраняя вид ее кривой. Физически это означает, что все частицы входного потока укрупняются на величину  $a > 0$ . Аналогично, система  $A_a^a$  сдвигает входную плотность распределения влево на величину  $a$  без изменения формы ее кривой.

Введем некоторые обозначения. Нижний индекс буквы  $A$  или  $B$ , обозначающей укрупняющую и уменьшающую системы соответственно, указывает на интервал определения характеристики на входе, а верхний — на выходе, причем индекс  $0$  не указывается. Например,  $A_a^b$  означает, что плотности распределения на входе и выходе укрупняющей системы определены в интервалах  $(a, \infty)$  и  $(b, \infty)$  соответственно.

Системы  $A_a^b$  и  $B_a^b$ , каждая по отдельности, получаются как последовательные соединения двух подсистем, точнее  $A_a^b = A_a^a A_a^{b-a}$  и  $B_a^b = B_a^a B_a^{b-a}$ , и их функциональные модели имеют вид

$$\varphi(x-b) = \int_a^{x-(b-a)} K[x-(b-a)-y, y-a] f(y-a) dy, \quad x > b, b \geq a, \quad (3)$$

$$\varphi(x-b) = \int_{x-(b-a)}^{\infty} W[x-(b-a)-y, y-a] f(y-a) dy, \quad x > b, b \leq a \quad (4)$$

соответственно, где  $f(\cdot)$  и  $\varphi(\cdot)$  суть плотности распределения на входе и выходе системы, а  $K(\cdot, \cdot)$  и  $W(\cdot, \cdot)$  — характеристики укрупняющей и уменьшающей систем соответственно.

Учитывая функциональные модели подсистем, можно доказать эквивалентность (обозначается равенством) систем, а именно  $A_a^a A_{\delta}^{b-a} = A_{\delta}^{b-a} A_b^b$  и  $B_a^a B_{\delta}^{b-a} = B_{\delta}^{b-a} B_b^b$ .

После определения функциональных моделей, приведенных выше, трудно получить алгебраические модели систем  $A_a^b$  и  $B_a^b$ , устанавливающие связь между „бедными“ характеристиками распределения на входе и выходе через „бедные“ характеристики системы. Под „бедными“ характеристиками понимаются начальные и центральные моменты. Введем следующие обозначения:  $\beta_n$  и  $\gamma_n$  суть начальные моменты порядка  $n$  входного и выходного распределения соответственно;  $\alpha_n(\cdot)$  и  $\pi_n(\cdot)$  — начальные моменты порядка  $n$  функций  $K(\cdot, \cdot)$  и  $W(\cdot, \cdot)$  соответственно. Верхние индексы начальных моментов будут указывать на величину сдвига начальных моментов, определенных на интервале  $(0, \infty)$ .

Можно показать, что однородная система  $A_a^b$  представляется алгебраическими моделями

$$\gamma_n^b = \sum_{i=0}^n C_n^i (b-a)^{n-i} \sum_{j=0}^i C_i^j \alpha_{i-j}^a, \quad n=1, 2, \dots \quad (5)$$

а неоднородная система  $A_a^b$  — алгебраическими моделями (для первых двух начальных моментов)

$$\gamma_1^b = \beta_1^a + (b-a) + \int_a^{\infty} \alpha_1(y-a) f(y-a) dy, \quad b \geq a, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \gamma_2^b = & \beta_2^a + (b-a)^2 + 2(b-a)\beta_1^a + \int_a^{\infty} [2(b-a)\alpha_1(y-a) + \\ & + 2y\alpha_1(y-a) + \alpha_2(y-a)] f(y-a) dy, \quad b \geq a. \end{aligned} \quad (7)$$

Аналогично можно показать, что система  $B_a^b$  представляется алгебраическими моделями

$$\gamma_1^b = \beta_1^a + b - a - \int_a^{\infty} \pi_1(y-a) f(y-a) dy, \quad b \leq a, \quad (8)$$

$$\gamma_2^b = \beta_2^a + (b - a)^2 + 2(b - a)\beta_1^a - \int_a^\infty [2(b - a)\pi_1(y - a) + 2y\pi_1(y - a) - \pi_2(y - a)]f(y - a)dy, \quad b \leq a. \quad (9)$$

Как видно из выражений (6)–(9), для определения «бедных» характеристик на выходе неоднородных систем в отличие от однородных требуется знание полной характеристики на входе.

Как показывает анализ сравнения всевозможных плотностей распределения на входе и выходе укрупняющих (или уменьшающих) систем со сдвигом, систему  $A_a^b$  (или  $B_a^b$ ) не всегда можно представить как последовательное соединение только укрупняющих (уменьшающих) подсистем. В таких случаях система  $A_a^b$  со сдвигом  $b - a$  представляется как последовательное соединение уменьшающей системы  $B_a^a$  и сдвигающей укрупняющей системы  $A_a^{b-a}$ , т. е.  $A_a^b = B_a^a A_a^{b-a}$ , а система  $B_a^b$  — системой  $A_a^a B_a^{b-a}$ , т. е.  $B_a^b = A_a^a B_a^{b-a}$ .

Можно показать, что функциональные модели систем  $A_a^b = B_a^a A_a^{b-a}$  и  $B_a^b = A_a^a B_a^{b-a}$  имеют вид (4) и (3) соответственно, но в них последние неравенства заменены обратными (в (4)  $b > a$ , а в (3)  $b < a$ ). Нетрудно показать также, что алгебраические модели системы  $A_a^b = B_a^a A_a^{b-a}$  имеют вид (8) и (9), но при  $b > a$ , а алгебраические модели системы  $B_a^b = A_a^a B_a^{b-a}$  — (6) и (7), но при  $b < a$ .

Следует отметить, что можно легко доказать эквивалентность систем  $B_a^a A_a^{b-a} = A_a^{b-a} B_a^a$  и  $A_a^a B_a^{b-a} = B_a^{b-a} A_a^a$ .

Всегда ли смешанная система  $B_a^a A_a^{b-a}$  является укрупняющей, т. е. системой  $A_a^b$ , тем более что  $b > a$  или всегда ли смешанная система  $A_a^a B_a^{b-a}$  является уменьшающей, т. е. системой  $B_a^b$ , тем более что  $b < a$ ?

Если в реальном объекте происходит только процесс укрупнения или только процесс уменьшения размеров частиц, то очевидно, что соответствующая система  $B_a^a A_a^{b-a}$  будет только укрупняющей, т. е. системой  $A_a^b$  и система  $A_a^a B_a^{b-a}$  — только уменьшающей, т. е. системой  $B_a^b$ . Однако, по-видимому, существуют объекты, в которых протекают оба процесса (например, при мокром измельчении возможно слипание частиц). Имея последний случай в виду, можно постулировать существование уменьшающей системы  $B_a^a A_a^{b-a}$  и укрупняющей системы  $A_a^a B_a^{b-a}$ . Тогда желательно иметь количественную меру для разделения класса систем  $B_a^a A_a^{b-a}$  (или  $A_a^a B_a^{b-a}$ ) на два подкласса — укрупняющих и уменьшающих систем. Такой количественной мерой может служить величина (см. выражения (6) и (8))

$$\Delta_1 = b - a + \int_a^\infty \alpha_1(y - a)f(y - a)dy \quad \text{при } b < a$$

для класса систем  $\{A_a^a B_a^{b-a}\}$  и величина

$$\Delta_2 = b - a - \int_a^\infty \pi_1(y - a)f(y - a)dy \quad \text{при } b > a$$

для класса систем  $\{B_a^a A_a^{b-a}\}$ .



საქართველოს  
აкадеმიის  
გამაგნიტელი

Если  $\Delta_1 > 0$  (или  $\Delta_2 > 0$ ), то система  $A_a^a B_b^{-a}$  (или  $B_a^a B_b^{-a}$ ) является укрупняющей, а если  $\Delta_1 < 0$  (или  $\Delta_2 < 0$ ) — уменьшающей. Другими словами, принято естественное соглашение — если начальный момент первого порядка выходного распределения больше начального момента первого порядка входного распределения, то система является укрупняющей, а если выполняется обратное неравенство — уменьшающей. В случаях, когда  $\Delta_1 = 0$  или  $\Delta_2 = 0$ , имеются тождественные системы в смысле преобразования начального момента первого порядка, а не в смысле преобразования других характеристик распределения.

Наконец, следует отметить, что задача идентификации и параметрического синтеза систем  $A_a^b$  или  $B_a^b$  при известных  $a$  и  $b$  сводятся к соответствующим задачам систем  $A$  и  $B$ , изученных в [2—4].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.5.1978)

კომპიუტერული

დ. ბაშალეიშვილი

ძვრინანი გამამსხვილებელი და შემამცირებელი  
სისტემების მათემატიკური მოდელები

რ ე ზ ი მ ე

აგებულა გამამსხვილებელი და შემამცირებელი სისტემების ფუნქციონალური და ალგებრული მოდელები იმ შემთხვევებისათვის, როდესაც აღნიშნული სისტემების შესავალზე და გამოსავალზე მახასიათებლები განსაზღვრულია სხვადასხვა ინტერვალზე.

CYBERNETICS

D. I. BASHALEISHVILI

## MATHEMATICAL MODELS OF INTEGRATING AND REDUCING SYSTEMS WITH DISPLACEMENT

Summary

Functional and algebraic models of integrating and reducing systems with displacement have been derived. These systems are viewed as successive combinations of systems without displacement and so-called displacing systems. The latter system implies one that displaces the output density of distribution at a constant value as compared to the input distribution, without altering its form.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Башалейшвили. Автоматика и телемеханика, 12, 1964.
2. Д. И. Башалейшвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975.
3. Д. И. Башалейшвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975.
4. Д. И. Башалейшвили. 3. SEMINÁŘ o experimentálním modelování a řešení pravděpodobnostních problémů. Liblice u Prahy, 1976.



Э. И. КИСТАУРИ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПОЛУМАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ С ДИСКРЕТНЫМ МНОЖЕСТВОМ СОСТОЯНИЙ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 3.5.1978)

В данной работе изучается последовательная композиция и декомпозиция полумарковских процессов (ПМП) с дискретным множеством состояний. Работе предшествовало исследование параллельной декомпозиции ПМП [1] и декомпозиция дискретных марковских процессов [2, 3] с непрерывным временем.

Пусть имеется ПМП  $X(t)$ ,  $t \in T = [0, +\infty)$  с множеством состояний  $I_1$ ,  $I_1 \subset I = \{1, 2, 3, \dots\}$ , начальным стохастическим вектором  $r = (r_i; i \in I_1)$  и ПМ-матрицей  $R(t) = (R_{ij}(t)); i, j \in I_1$ ,  $R_{ij}(t) = r_{ij} N_{ij}(t); i, j \in I_1$ .

Рассмотрим систему ПМП  $\{Y^{(\omega)}(t)\}$ ,  $\omega \in I_1$ ,  $t \in T$  с одним и тем же множеством состояний  $I_2$ ,  $I_2 \subset I$ , начальным стохастическим вектором  $q = (q_k; k \in I_2)$  и ПМ-матрицами  $\{Q^{(\omega)}(t)\} = \{Q_{kl}^{(\omega)}(t); k, l \in I_2\}$ ;  $Q_{kl}^{(\omega)}(t) = q_{kl}^{(\omega)} M_{kl}^{(\omega)}(t); k, l \in I_2; \omega \in I_1$ .

Определение 1. Двумерный вероятностный процесс

$$(X(t), Y^{(\omega)}(t)) \tag{1}$$

с множеством состояний

$$I_1 \times I_2, \tag{2}$$

начальным вектором

$$r \otimes q \tag{3}$$

и переходной матрицей

$$H(t) = R(t) \otimes \{Q^{(\omega)}(t)\}, \tag{4}$$

где  $I_1 \times I_2$ ,  $r \otimes q$  — прямые, а  $H(t)$  — каскадное произведение [4] соответствующих множеств, векторов и матриц, назовем последовательной композицией ПМП  $X(t)$  и  $\{Y^{(\omega)}(t)\}$ ,  $\omega \in I_1$ .

Теорема 1. Последовательная композиция ПМП (1) определяет двумерный ПМП  $(X(t), Y^{(X(t))}(t))$ .

Доказательство. Очевидно,  $P\{X(0)=i, Y_{(0)}^{(i)}=k\} = r_i q_k$ , что является общим элементом вектора (3). Легко видеть, что  $\forall i, j \in I_1; k, l \in I_2; (i, k), (j, l) \in I_1 \times I_2$

$$H_{(i,k)(j,l)}(t) = r_{ij} q_{kl}^{(i)} N_{ij}^{(i)}(t) M_{kl}^{(i)}(t).$$

Так как  $R(t)$  и  $Q^{(\omega)}(t)$  являются ПМ-матрицами, то  $H(t)$  — тоже полумарковская матрица, которая вместе с (3) определяет двумерный ПМП  $(X(t), Y^{(X(t))}(t))$ ,  $\omega \in I_1$ .



**Определение 2.** Мы будем говорить, что ПМП являются подобными, если и только если они имеют эквивалентные множества состояний, при которых ни один из них не является правильной частью другого. С точностью перестановки состояний начальные вектора совпадают, а ПМ-матрицами служат  $C(t)$  и  $\Phi(t)C(t)$ , где  $\Phi(t) \in [0, 1]$ ,  $\forall t \in T$ ;  $\Phi(0) = 0$ ,  $\Phi(\infty) = 1$ .

Пусть имеется ПМП  $Z(t)$ ,  $t \in T$  с множеством состояний  $I$ , начальным стохастическим вектором  $p = (p_\alpha; \alpha \in I)$  и ПМ-матрицей  $C(t) = (C_{\alpha\beta}(t); \alpha, \beta \in I)$ ;  $C_{\alpha\beta}(t) = p_{\alpha\beta} F_{\alpha\beta}(t)$ , где  $p = (p_{\alpha\beta}; \alpha, \beta \in I)$  — стохастическая матрица вложенной ЦМ  $\{Z_n\}$ .

**Определение 3.** Мы будем говорить, что ПМП  $Z(t)$  последовательно декомпозируется с покрытием на два ПМП  $X(t)$ ,  $Y^{(\omega)}(t)$ , если и только если  $I_1, I_2 \subset I$  и ПМП (1) отличается с точностью подобия от исходного ПМП  $Z(t)$  только некоторым подмножеством невозвратных состояний. В частном случае, если  $I$  и  $I_1 \times I_2$  эквивалентны и ни один из них не является правильной частью другого, то будет иметь место последовательная декомпозиция без покрытия.

**Теорема 2.** Для того чтобы ПМП  $Z(t)$  последовательно декомпоновался с покрытием на ПМП  $X(t)$  и  $\{Y^{(\omega)}(t)\}$ , необходимо существование двух таких нетривиальных разбиений  $\pi, \tau$  множества состояний  $I$ , удовлетворяющих следующим условиям:

- $|\pi_i \tau_k| \leq 1$ , где  $|\pi_i \tau_k|$  — мощность множества  $\pi_i \tau_k$ ;  $\pi_i \subset \pi$ ,  $\tau_k \subset \tau$ ;
- $\frac{C_{\alpha\pi_i \tau_1}(t)}{C_{\alpha\pi_j \tau_1}(t)} = \frac{C_{\alpha\pi_i \tau_2}(t)}{C_{\alpha\pi_j \tau_2}(t)} = \dots; \forall \alpha \in I; \pi_d, \pi_j \subset \pi; \tau_1, \tau_2, \dots, \subset \tau$ ;
- $\frac{C_{\alpha\pi_1 \tau_l}(t)}{C_{\alpha\pi_1 \tau_g}(t)} = \frac{C_{\alpha\pi_2 \tau_l}(t)}{C_{\alpha\pi_2 \tau_g}(t)} = \dots; \forall \alpha \in I; \tau_g, \tau_l \subset \tau; \pi_1, \pi_2, \dots, \subset \pi$ ;
- $\frac{C_{\alpha\pi_1 \tau_l}(t)}{C_{\beta\pi_1 \tau_l}(t)} = \frac{C_{\alpha\pi_2 \tau_l}(t)}{C_{\beta\pi_2 \tau_l}(t)} = \dots; \forall \alpha, \beta \in I; \tau_l \subset \tau; \pi_1, \pi_2, \dots, \subset \pi$ ;
- $p_{\pi_j} \cdot p_{\tau_l} = p_{\pi_j \tau_l}; \forall \alpha \in I; \pi_j \subset \pi, \tau_l \subset \tau$ , где  $p_A = \sum_{\alpha \in A} p_\alpha$ .

Доказательство теоремы следует из того, что если ПМП  $Z(t)$  последовательно декомпозируется с покрытием на ПМП  $X(t)$  и  $\{Y^{(\omega)}(t)\}$ , то  $\forall \alpha = (i, k)$ ,  $\beta = (j, l) \in I$ ,

$$C_{\alpha\beta}(t) = R_{ij}(t) Q_{kl}^{(\omega)}(t), \quad p_{\alpha\beta} = r_{ij} q_{kl}^{(t)}. \quad (6)$$

После этого справедливость условий 1—5 проверяется непосредственно.

Ниже мы будем рассматривать также ПМП, у которых времена сидения во всех состояниях имеют одинаковые (не обязательно показательные) функции распределения. Такие ПМП встречаются в теории массового обслуживания и в теории надежности [5].

**Теорема 3.** Рассмотрим ПМП  $Z(t)$  с ПМ-матрицей  $C(t) = (C_{\alpha\beta}(t) = p_{\alpha\beta} F_{\alpha\beta}(t); \alpha, \beta \in I)$ , удовлетворяющий соотношениям:



$$\sum_{\gamma \in I} C_{\alpha\gamma}(t) = \sum_{\gamma \in I} C_{\beta\gamma}(t); \quad \forall \alpha, \beta \in I \quad (7)$$

и

$$p_{\alpha\beta} = 0; \quad \forall \alpha, \beta \in \pi_i, \quad \pi_i \subset \pi; \quad p_{\gamma\delta} = 0; \quad \forall \gamma, \delta \in \tau_h, \quad \tau_h \subset \tau, \quad (8)$$

для некоторых нетривиальных разбиений  $\pi$  и  $\tau$  множества  $I$ . Для того чтобы  $Z(t)$  допускал последовательную декомпозицию с покрытием на ПМП  $X(t)$  и  $\{Y^{(X(t))}(t)\}$ , необходимо и достаточно выполнение следующих условий:

1. ПМП  $Z(t)$  укрупним [6] по  $\pi$ ;
2.  $|\pi_i \tau_h| \leq 1; \quad \forall \pi_i \subset \pi; \quad \tau_h \subset \tau;$
3.  $C_{\alpha\pi_j}(t) C_{\alpha\tau_l}(t) = \Phi(t) C_{\alpha\pi_j\tau_l}(t);$
4.  $p_{\pi_j} p_{\tau_l} = p_{\pi_j\tau_l};$

Доказательство необходимости теоремы следует из определения 3, соотношений (6), (7) и [6]. При доказательстве достаточности следует пользоваться соотношением (7), условиями 1—4 и [6].

**Теорема 4.** Пусть имеется ПМП  $Z(t)$  с ПМ-матрицей, удовлетворяющей условиям (7) и (8). Для того чтобы этот ПМП допускал последовательную декомпозицию с покрытием на ПМП  $X(t)$ ,  $\{Y^{(X(t))}(t)\}$  с множествами состояний  $I_1, I_2 \subset I$ , необходимо чтобы соответствующая вложенная ЦМ  $\{Z_n\}$  допускала такую декомпозицию на ЦМ  $\{X_n\}$  и  $\{Y_n^{(X_n)}\}$ .

Условие теоремы является также достаточной для ПМП с ПМ-матрицей  $C(t) = (C_{\alpha\beta}(t) = p_{\alpha\beta} F(t); \quad \alpha, \beta \in I)$ . Для доказательства этой теоремы надо использовать результаты работ [3, 6] и предыдущей теоремы.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 18.5.1978)

კიბერნეტიკა

მ. კისტაური

დისკრეტულ მდგომარეობათა სიმრავლის მქონე  
ნახევარმარკოვული პროცესების მიმდევრობითი  
დეკომპოზიციის

რეზიუმე

განხილულია დისკრეტულ მდგომარეობათა სიმრავლის მქონე ნახევარ-მარკოვული პროცესების მიმდევრობითი დეკომპოზიცია. მოყვანილია შესაბამისი თეორემები.

CYBERNETICS

E. I. KISTAURI

SUCCESSIVE DECOMPOSITION OF SEMI-MARKOV PROCESSES WITH  
A DISCRETE SET OF STATES

Summary

Successive decomposition of semi-markov processes with a discrete set of possible states is considered. Corresponding theorems are given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. И. Кистаури, А. Х. Гиоргадзе. Труды ИК АН ГССР, т. I, 1977.
2. Э. И. Кистаури. «Кибернетика», № 4, Киев, 1977.
3. Э. И. Кистаури. Декомпозиция цепей Маркова со счетным множеством состояний. Деп. ВИНТИ, № 3304—77.
4. A. Paz. Introduction to Probabilistic Automata, AP, N.-L., 1971.
5. В. С. Королюк, А. Ф. Турбин. Полумарковские процессы и их приложения. Киев, 1976.
6. R. F. Serfozo. J. Appl. Math., 20, n°3, 1971.



Р. П. МЕГРЕЛИШВИЛИ

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ КОДЫ С КОРРЕКЦИЕЙ ПАКЕТОВ  
 ОШИБОК, ОБЛАДАЮЩИЕ ПРОСТЫМ АЛГОРИТМОМ  
 ДЕКОДИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 30.6.1978)

В настоящей работе дается новый класс высокоэффективных кодов с коррекцией пакетов ошибок, обладающий простым алгоритмом декодирования. Исправление пакетов достигается построением специальной проверочной матрицы линейного кода и использованием метода перемежения, рассмотренного в [1]. Эти коды декодируются проще кодов [2] и при исправлении одиночных пакетов оказываются лучше известных кодов [3—6].

Запишем проверочную матрицу  $(n, k)$ -кода в виде

$$H = \begin{pmatrix} I_m & I_m & \dots & I_m \\ P_m^0 & P_m^1 & \dots & P_m^{cm} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где  $I_m$ —единичная матрица порядка  $m$ ;  $P_m^i$  ( $i = 0, m, 2m, \dots, cm \text{ mod } (2^m - 1)$ );  $c = 2^m - 2$ )—квадратная матрица порядка  $m$ , которая в качестве своих столбцов содержит двоичные записи  $m$  последовательных элементов  $\alpha^i, \alpha^{i+1}, \dots, \alpha^{i+m-1}$  мультипликативной группы поля Гаула  $GF(2^m)$ , порожденной примитивным элементом  $\alpha$ . Очевидно, что  $P_m^0 = I_m$ .

Пусть  $\varepsilon = (\varepsilon_0, \dots, \varepsilon_{m-1})$  ( $\varepsilon_i = 0; 1$ )—вектор пакета ошибок длины  $m$ , а  $\varepsilon(x) = \varepsilon_0 + \varepsilon_1 + \dots + \varepsilon_{m-1} x^{m-1}$ —соответствующий многочлен.

Нетрудно показать, что выражения

$$\varepsilon^t P_m^i = s, \quad (2)$$

$$\varepsilon(x) \alpha^i(x) \equiv s(x) \text{ mod } p(x) \quad (2')$$

идентичны (здесь  $\varepsilon^t$ —вектор-столбец, транспонированный к вектор-строке), т. е. умножение вектора ошибки  $\varepsilon$  на подматрицу  $P_m^i$  и умножение многочлена  $\varepsilon(x)$ , соответствующего той же ошибке  $\varepsilon$ , на элемент поля  $\alpha^i(x)$  приводит к одному тому же результату;  $p(x)$ —минимальная функция для  $\alpha$ .

**Теорема.** *Линейный  $((2^m - 1)t, (2^m - 3)t$ )-код, являющийся нулевым пространством матрицы (1), исправляет фазированные пакеты ошибок длины  $\leq t$ , и обычные пакеты ошибок длины  $\leq [t/2]$ , где  $[x]$ —наименьшее целое  $\geq x$ .*

**Следствие.** *Линейный  $((2^m - 1)l, (2^m - 3)l)$ -код, являющийся нулевым пространством матрицы (1), исправляет пакеты ошибок длины  $\leq b = (l - 1)t + [t/2]$  где  $l > 0$  — целое число.*



Это следствие непосредственно следует из теоремы, если к матрице (1) применить метод поблочного перемежения степени  $l$  [1] (кодом не исправляются отдельные комбинации ошибок длины  $b > (l-1)m+1$ , общая доля которых относительно невелика).

Пусть  $s(x) = s'(x) + x^m s''(x)$  — синдром, где  $s'(x)$ ,  $s''(x)$  — многочлены степени  $m-1$ . Исходя из структуры матрицы (1), легко заметить, что для любого фиксированного пакета ошибок  $\varepsilon(x) = \varepsilon_0 + \varepsilon_1 x + \dots + \varepsilon_{m-1} x^{m-1}$  и произвольного  $i = 1, 2, \dots, cm$  ( $i \neq 0$ )

$$s'(x) \neq s''(x), \quad (3)$$

где

$$s'x \equiv \varepsilon(x) x^i \pmod{x^m - 1},$$

$$s''(x) \equiv \varepsilon(x) \alpha^i(x) \pmod{p(x)},$$

при условии, что  $s \neq 0$  и

$$|s'| \leq [m/2]^{(1)}. \quad (4)$$

Из (3) и (4) следует простота алгоритма декодирования.

Таблица 1

$m$	$l$	$n$	$k$	$b$	$R=k/n$
3	1	21	15	2	0,714
"	2	42	30	5	"
"	3	63	45	8	"
"	4	84	60	11	"
"	5	105	75	14	"
4	1	60	52	2	0,866
"	2	120	104	6	"
"	3	180	156	10	"
"	4	240	208	14	"
"	5	300	260	19	"
5	1	155	145	3	0,935
"	2	310	290	8	"
"	3	465	435	13	"
"	4	620	580	18	"
"	5	775	725	23	"

В табл. 1 приводятся коды из класса  $((2^m - 1)lm, (2^m - 3)lm)$ -кодов, заданных при значении  $l, m \leq 5$ .

Таблица 2

Коды	$n$	$k$	$b$	$r$	$R=k/n$	$l$	$m$
T	13797	13743	23	54	0,99608	3	9
B	3556	3500	22	56	0,98425	—	—
P-C	889	833	22	56	0,93700	—	—
B-3	13851	13797	19	54	0,99610	3	9

Это коды асимптотически оптимальны относительно границы Рейгера, так как  $b/\gamma \geq (l - 0,5)2/l$ . Как известно для кодов Файра [5],  $b/\gamma = b/(3b-1)$ .

(<sup>1</sup> Через  $|x|$  обозначается показатель вектора  $x$ , равный максимальному числу координат  $x$ , заключенных между наиболее удаленными между собой его ненулевыми компонентами, включая и последние.

В табл. 2 дано сравнение предлагаемых кодов с известными кодами; Т обозначает задаваемый следствием теоремы  $((2^m-1)lm, (2^m-3)lm)$ -код, Б—код Бартона [3], Р—С—код Рида—Соломона [4], Б—3—каскадный итерированный  $((2^m+1)lm, (2^m-1)lm)$ -код Блоха—Зяблова [6], который исправляет пакеты длины  $\leq b = (l-1)m + 1$ .

Сравнение проводится при фиксированных близких значениях  $b$  и  $g$ .

Из [1] следует, что реальная помехозащищенность  $((2^m-1)lm, (2^m-3)lm)$ -кодов больше исправляющей способности, задаваемой следствием теоремы. А именно, эти коды с перемежением степени  $l$  исправляют фазированные пакеты ошибок кратности  $\leq l$ , если ошибки расположены в  $m$ -символьных блоках, номера которых попадают в различные классы вычетов по модулю  $l$ . В этом случае, также как и при укорачивании кодов, алгоритм декодирования остается без изменения.

Пример. Пусть  $\alpha$ —примитивный элемент поля Галуа  $GF(2^m)$  и пусть  $p(x) = 1 + x + x^3$ —минимальная функция для  $\alpha$ . Подматрицы  $P_m^i$ , составляющие проверочную матрицу (1), имеют вид

$$P_3^0 = \begin{pmatrix} 100 \\ 010 \\ 001 \end{pmatrix}; P_3^1 = \begin{pmatrix} 101 \\ 111 \\ 011 \end{pmatrix}; P_3^2 = \begin{pmatrix} 110 \\ 001 \\ 100 \end{pmatrix}; P_3^3 = \begin{pmatrix} 010 \\ 011 \\ 101 \end{pmatrix},$$

$$P_3^4 = \begin{pmatrix} 111 \\ 100 \\ 110 \end{pmatrix}; P_3^5 = \begin{pmatrix} 001 \\ 101 \\ 010 \end{pmatrix}; P_3^6 = \begin{pmatrix} 011 \\ 110 \\ 111 \end{pmatrix}.$$

Перемежение степени  $l$  [1] дает линейные  $(2l, 15l)$ -коды, исправляющие пакеты ошибок длины  $\leq b = 3l - 1$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.7.1978)

კიბერნეტიკა

რ. მეგრელიშვილი

პაკეტური შეცდომების გამასწორებელი მაღალი ეფექტურობისა და დეკოდირების მარტივი ალგორითმის მქონე კოდები

რეზიუმე

მოცემულია პაკეტური შეცდომების გამასწორებელი მაღალი ეფექტურობისა და დეკოდირების მარტივი ალგორითმის მქონე წრფივი  $((2^m-1)lm, (2^m-3)lm)$ -კოდების კლასი. პაკეტის სიგრძე  $b \geq (l-0,5)m$ ;  $l > 0$ ,  $m > 1$  მთელი რიცხვებია.

CYBERNETICS

R. P. MEGRELISHVILI

EASILY DECODABLE, HIGHLY EFFICIENT, BURST-ERROR-CORRECTING CODES

Summary

A class of easily decodable, highly efficient, burst-error-correcting linear  $((2^m-1)lm, (2^m-3)lm)$  codes is described. These codes correct bursts of  $b \geq (l-0,5)m$  length;  $l > 0$ ,  $m > 1$  are integers.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. П. Мегрелишвили, Т. Г. Николайшвили, Фам Хонг Тхай. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976.
2. S. Iwadare. IEEE Trans., IT-18, 1972.
3. N. O. Burton. Boulder Col., 1969.
4. И. С. Рид, Г. Соломон. Кибернетический сборник, вып. 7, М., 1963.
5. P. Fire. Sylvania Report RSL-E-2, Mountain View, Calif., 1959.
6. Э. Л. Блох, В. В. Зяблов. Сб. «Передача дискретных сообщений по каналам с группирующимися ошибками». М., 1974.

3. Ш. НАДИРАШВИЛИ, Дж. С. ЦАКАДЗЕ

## ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОСТИ НОРМАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ ГЕЛИЯ II МЕТОДОМ КОЛЕБЛЮЩЕГОСЯ ЦИЛИНДРА

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 5.5.1978)

Вопрос о вязкости гелия II и сегодня является весьма актуальным. Это вызвано необычным температурным ходом вязкости этой жидкости и зависимостью ее значений от методики измерения.

Вязкость гелия II измерялась методами: 1) протекания через узкие щели и капилляры [1], 2) колеблющегося диска [2—8], 3) вращающегося вискозиметра [9—11], 4) второго звука [12], 5) колеблющегося полого цилиндра [6], 6) колеблющейся струны [13, 14] и др.

Если до температур 1,5°-1,6 К результаты, полученные разными методами, удовлетворительно совпадают друг с другом, то ниже этих температур в некоторых случаях наблюдаются существенные расхождения.

Причины этих расхождений частично были объяснены в работе Э. Л. Андроникашвили [15], который показал, что если между характерным размером ( $d$ ) эксперимента и длиной свободного пробега фононов ( $\delta$ ) не выполняется соотношение

$$d \gg \lambda, \quad (1)$$

то полученные значения вязкости не будут соответствовать действительности.

Условие (1) хорошо соблюдается в методах колеблющегося диска и полого цилиндра во всем интервале температур, в котором велись измерения (1,3°-2,15 К). К тому же при использовании этих методов относительно легко соблюсти условие движения жидкости с докритическими скоростями, что является относительно сложной задачей в других методах, а в случае вращающегося вискозиметра до сих пор не осуществлено.

В предлагаемой работе описывается методика измерения вязкости жидкостей с низкими температурами кипения; эта методика позволяет легко осуществить условие докритичности движения в сверхтекучих жидкостях и соблюдение условия (1), а также в случае необходимости позволяет обходиться малым количеством исследуемой жидкости. Это последнее условие является весьма важным, например, для измерения свойств жидкого гелия-3.

Как известно, вязкость жидкости (в данном случае гелия II), целиком заполняющей колеблющийся цилиндр, может быть вычислена по формуле [16, 17]

$$\eta_n = \frac{1}{\pi} \frac{I^2 \rho_n}{(MR^2)} \frac{\left( \delta - \delta_0 \frac{\theta}{\theta_0} \right)^2}{\theta \sigma^2}, \quad (2)$$



где  $I$  — момент инерции системы (без жидкости),  $\rho_n$  — плотность нормальной компоненты гелия II,  $\delta$  и  $\delta_0$  — логарифмические декременты затухания системы с жидкостью и без жидкости соответственно,  $M$  — масса жидкости,  $R$  — радиус цилиндра,  $\theta$  и  $\theta_0$  — периоды колебаний системы с жидкостью и без нее,  $\sigma$  — поправочный множитель на углы и торцевые поверхности цилиндра,

$$\sigma = 1 - \frac{3}{2}x - \frac{3}{8}x^2 - a + \frac{4R}{l}(b - cx). \quad (3)$$

Здесь  $x = \frac{\delta}{2\pi}$ ,  $l$  — высота жидкости в цилиндре, которая должна удовлетворять условию  $l \geq 2,62 \cdot R$ .

Значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  протабулированы в [16].

Если жидкость заполняет цилиндр частично, тогда множитель  $\frac{4R}{l}$  уменьшается в два раза (см. выражение 3).

Используя формулу Ю. Г. Мамаладзе и С. Г. Матиняна [18], при помощи колеблющегося цилиндра можно измерить вязкость жидкости и иным способом. В этом случае выражение для вязкости имеет вид

$$\eta_n = \frac{I^2 (\delta_2 - \delta_1)^2}{\pi_3 R^6 (I_2 - I_1)^2 \rho_n \theta}, \quad (4)$$

где  $I$  — момент инерции сосуда,  $\delta_1$  — затухание цилиндра при уровне жидкости  $l_1$  в нем,  $\delta_2$  — то же при другом уровне  $l_2$ ,  $\rho_n$  — плотность нормальной компоненты гелия II (в общем случае — плотность исследуемой жидкости),  $\theta$  — период колебаний цилиндра с жидкостью.

При пользовании этим способом отпадает необходимость измерения «нулевого» затухания  $\delta_0$  и учета поправки  $\sigma$ , так как при вычитании  $\delta_1$  из  $\delta_2$  все постоянные слагаемые — составляющие логарифмического декремента затухания сокращаются, за исключением затухания, связанного с вязкостью жидкости при ее трении о боковую поверхность цилиндра высоты  $l_2 - l_1$ .

Формула (4) подразумевает, что радиус цилиндра гораздо больше глубины проникновения вязкой волны.

С целью применения методики колеблющегося цилиндра для измерения температурной зависимости вязкости жидкого гелия нами была построена следующая установка (см. рис. 1): прозрачный цилиндр 1 при помощи спрямленного стержня 2 из нержавеющей стали подвешивался на упругой нити к стальной оси 3, выходящей наружу через сальник 4. Световой зайчик, отражаясь от колеблющейся системы, падал на фотоэлектронные умножители 5, расположенные за узкими щелями, расстояние между которыми равнялось 4,0 см. Стакан 1 мог опускаться в ванну жидкого гелия, наполняться до желаемого уровня, а затем подниматься в пары. Измерения высоты столба гелия в колеблющемся цилиндре проводились при помощи катетометра КМ-6 с точностью до  $10^{-2}$  мм.

На рис. 2 приводятся результаты измерений. Сплошная кривая — температурная зависимость вязкости гелия II, впервые полученная Э. Л. Андроникашвили [3], окружности представляют собой на-



ши результаты, полученные с цилиндром высотой 10,0 см и внутренним диаметром 4,3 см (использовалась формула (2)). Цилиндр изготовлялся из органического стекла и имел хорошо отполированные поверхности. Колебательная система, для увеличения ее момента инерции, содержала дополнительный диск, который крепился соосно со стаканом. Момент инерции составленной таким образом колебательной системы был  $\sim 294,43 \text{ г см}^2$ , период колебаний системы в этом случае равнялся  $\sim 22,5 \text{ сек}$  и менялся в пределах нескольких сотых сек при изменении температуры от  $\sim 1,3 \text{ К}$  до  $2,15 \text{ К}$ , или при изменении уровня жидкости в цилиндре от  $\sim 95 \text{ мм}$  до  $\sim 3 \text{ мм}$ .

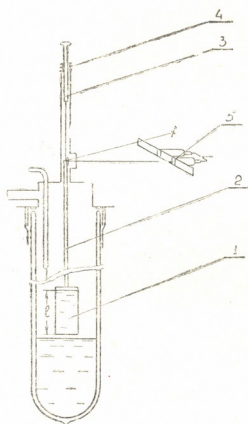


Рис. 1. Схематический чертеж прибора: 1 — колеблющийся цилиндр из органического стекла, 2 — спрямленный стержень из нержавеющей стали, 3 — стальная ось, 4 — сальник, 5 — фотоэлектронные умножители

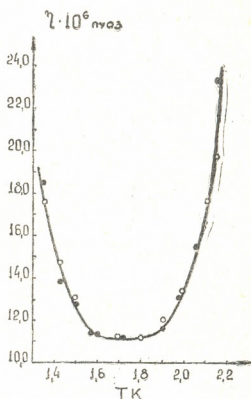


Рис. 2. Температурная зависимость вязкости гелия II. Сплошная кривая — получена Э. Л. Андрионикашвили методом колеблющегося диска,  $\circ$  — наши результаты, полученные «прямым» методом (формула (2)),  $\bullet$  — наши результаты, полученные методом «вычитания» (формула (4))

Измерения логарифмического декремента затухания колебаний колебательной системы и периода ее колебаний производились хронометрическим методом [19]. Результаты экспериментов фиксировались на цифropечатающем устройстве и обрабатывались на ЭВМ М-10000, к которой установка была подключена в режиме «on line».

Зачерченными кружочками на рис. 2 отмечены результаты, полученные с использованием формулы (4). Как это видно из рис. 2, примененные нами способы дают температурную зависимость вязкости гелия II, хорошо согласующуюся с данными Э. Л. Андрионикашвили.



ზ. ნადირაშვილი, ჯ. წაკადძე

ჰელიუმ II-ის ნორმალური კომპონენტის სიბლანტის  
ბაზოგვა მარხევი ცილინდრის მეთოდით

რეზიუმე

აღწერილია მარხევი ცილინდრის მეთოდით კრიოგენული სითხეების (ჰელიუმი) სიბლანტის გამზომი ხელსაწყო, მოყვანილია ამ მეთოდით გაზომილი სიბლანტის მნიშვნელობები ჰელიუმ II-სათვის 1,3—2,15K ტემპერატურულ ინტერვალში.

PHYSICS

Z. Sh. NADIRASHVILI, J. S. TSAKADZE

MEASUREMENT OF HELIUM II NORMAL COMPONENT USING THE  
METHOD OF OSCILLATING CYLINDER

Summary

An apparatus for measuring the viscosity of cryogenic liquids (Helium) by the method of oscillating cylinder is described.

Helium II viscosity values, measured by this method in the temperature range of 1.3K to 2.15K, are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Mellink. *Physica*, 13, 1947, 180.
2. W. H. Keesom, Mac Wood. *Physica*, 5, 1938, 737.
3. Э. Л. Андроникашвили. *ЖЭТФ*, 18, 1948, 424.
4. A. C. Hollis-Hallett. *Proc. Roy. Soc.* № 1102, 210, 1952, 404.
5. A. De Troyer, Van Itterbeck, G. J. Van Den Berg. *Physica*, 17, 1951, 50.
6. Дж. С. Цакадзе. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1961.
7. Г. А. Гамцелидзе. *ЖЭТФ*, 37, 1959, 855.
8. J. G. Dash, R. Taylor. *Phys. Rev.* 105, № 1, 1957, 7.
9. A. C. Hollis-Hallett. *Proc. Cambr. Philos. Soc.* 49, № 4, 1953, 717.
10. W. J. Heikkila, A. C. Hollis-Hallett. *Canad. J. Phys.* 33, № 8, 1955, 420.
11. C. V. Benson, A. C. Hollis-Hallett. *Canad. J. Phys.* 38, № 10, 1960, 1376.
12. К. Н. Зиновьева. *ЖЭТФ*, 31, 1956, 31.
13. J. T. Tough, W. D. McCormik, J. G. Dash. *Phys. Rev.* 132, 1963, 6.
14. З. Ш. Надирашвили, Дж. С. Цакадзе. 19-е всесоюзное совещание по физике низких температур. Минск, 1976. Тезисы докладов, 49.
15. Э. Л. Андроникашвили. Дополнение к книге Кeesom «Гелий». М., 1949.
16. Е. Г. Швидковский. Некоторые вопросы вязкости расплавленных металлов. М., 1955, 43—50.
17. В. М. Глазов, С. Н. Чижевская, Н. Н. Глаголева. *Жидкие полупроводники*. М., 1967, 36—43.
18. Ю. Г. Мамаладзе, С. Г. Матинян. *ЖЭТФ*, 38, 1960, 656.
19. Э. Л. Андроникашвили, Ю. Г. Мамаладзе, Дж. С. Цакадзе. Труды ИФ АН ГССР, 7, 1960.

Г. Д. МАНАГАДЗЕ, А. В. КУДРЯ, В. К. ГЛОНТИ

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ НАД ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ТРЕХОСНЫМ ПОЛУЭЛЛИпсоИДОМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 27.6.1978)

В статье предлагается метод интерпретации гравитационных аномалий, позволяющий определить интересующие нас геологические параметры верхней половины горизонтального полуэллипсоида. Для этой цели воспользуемся формулой Грина [1]

$$2 \iint_s \left( \frac{\partial \omega}{\partial n} L - \frac{\partial L}{\partial n} \omega \right) ds = -4\pi f \iiint_{\tau} \sigma(\xi, \eta, \zeta) L(\xi, \eta, \zeta) d\xi d\eta d\zeta, \quad (1)$$

где  $\omega$  — потенциал притяжения,  $\frac{\partial \omega}{\partial n}$  — вертикальная составляющая притяжения,  $f$  — гравитационная постоянная притяжения,  $\sigma(\xi, \eta, \zeta)$  — объемная плотность аномальных масс,  $L(\xi, \eta, \zeta)$  — произвольный гармонический полином.

Совместим плоскость ХОУ с дневной (плоской) поверхностью Земли, поместим начало координат в эпицентре центра тяжести исследуемого тела и направим ось  $z$  к центру Земли. Тогда формула (1) для верхней половины трехосного эллипсоида с полуосями  $a, b, c$ , когда его избыточная плотность  $\sigma$  — постоянная величина, переищется в виде [2]

$$\begin{aligned} & 2 \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \left( L \frac{\partial \omega}{\partial z} - \frac{\partial L}{\partial z} \omega \right) dx dy = \\ & = -4\pi f \sigma \int_{-a}^a \int_{-\frac{b}{a} \sqrt{a^2 - \xi^2}}^{\frac{b}{a} \sqrt{a^2 - \xi^2}} \int_{\zeta_0 - \frac{c}{b} \sqrt{\frac{b^2}{a^2} (a^2 - \xi^2) - \eta^2}}^{\zeta_0} L(\xi, \eta, \zeta) d\xi d\eta d\zeta. \quad (2) \end{aligned}$$

Если в формуле (2) допустить, что полином  $L(\xi, \eta, \zeta) = 1$ , то получится гармонический момент нулевого порядка:

$$-2 \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega_2 dx dy =$$



$$= -4\pi f\sigma \int_{-a}^a \int_{-\frac{b}{a}\sqrt{a^2-\xi^2}}^{\frac{b}{a}\sqrt{a^2-\xi^2}} \int_{\zeta_0-\frac{c}{b}\sqrt{\frac{b^2}{a^2}(a^2-\xi^2)-\eta^2}}^{\zeta_0} d\xi d\eta d\zeta. \quad (3)$$

Интегрирование (3) дает

$$-2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \omega_z dx dy = -4\pi fM, \quad (4)$$

где  $M = \frac{2}{3} \pi abc\tau$  — аномальная масса исследуемого тела.

Чтобы получить вертикальную координату центра тяжести аномального тела, в формуле (2), допустим, что  $L(\xi, \eta, \zeta) = \zeta$ . Тогда

$$\begin{aligned} & -2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (\omega_z \cdot z - \omega) dx dy = \\ & = -4\pi f\sigma \int_{-a}^a \int_{-\frac{b}{a}\sqrt{a^2-\xi^2}}^{\frac{b}{a}\sqrt{a^2-\xi^2}} \int_{\zeta_0-\frac{c}{b}\sqrt{\frac{b^2}{a^2}(a^2-\xi^2)-\eta^2}}^{\zeta_0} \zeta d\xi d\eta d\zeta, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\omega$  вычисляется с помощью заданного поля  $\omega_z$  по формуле

$$\omega = \frac{1}{2\pi} \iint_S \omega_z d\rho d\alpha.$$

Формула (5) после интегрирования дает

$$-2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (\omega_z \cdot z - \omega) dx dy = -4\pi fM \cdot \left( \zeta_0 - \frac{3}{8} c \right), \quad (6)$$

где  $\left( \zeta_0 - \frac{3}{8} c \right)$  — координата центра тяжести верхней половины трехосного эллипсоида.

Для получения остальных соотношений, позволяющих определить геологические параметры рассматриваемого тела, в формуле (2) поочередно допустим, что гармонический полином

$$L(\xi, \eta, \zeta) = \xi^2 - \eta^2, \quad L(\xi, \eta, \zeta) = \xi^2 \zeta - \frac{1}{3} \zeta^3, \quad L(\xi, \eta, \zeta) = \eta^2 \zeta - \frac{1}{3} \zeta^3.$$

После интегрирования соответственно получим

$$-2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \omega_z (x^2 - y^2) dx dy = -4\pi fM \cdot \frac{1}{5} (a^2 - b^2), \quad (7)$$

$$\begin{aligned}
 & -2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \left( x^2 z - \frac{1}{3} z^3 \right) \omega_z - (x^2 - z^2) \cdot \omega \right] dx dy = \\
 & = -4\pi f M \left( \frac{1}{5} \zeta_0 a^2 - \frac{1}{16} a^2 c - \frac{1}{3} \zeta_0^3 + \frac{3}{8} \zeta_0^2 c - \frac{1}{5} \zeta_0 c^2 + \frac{1}{24} c^3 \right), \quad (8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \left( y^2 z - \frac{1}{3} z^3 \right) \omega_z - (y^2 - z^2) \omega \right] dx dy = \\
 & = -4\pi f m \left( \frac{1}{5} \zeta_0 b^2 - \frac{1}{16} b^2 c - \frac{1}{3} \zeta_0^3 + \frac{3}{8} \zeta_0^2 c - \frac{1}{5} \zeta_0 c^2 + \frac{1}{24} c^3 \right). \quad (9)
 \end{aligned}$$

В формулах (6), (7), (8) и (9) левые части вычисляются на основе наблюдаемых гравитационных аномалий.

Таким образом, формула (4) дает возможность определить избыточную массу  $M$  аномального тела. Для нахождения остальных элементов в уравнениях (6), (7), (8) и (9) вводим следующие обозначения:

$$l = \frac{1}{2\pi f M} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (\omega_z \cdot z - \omega) dx dy, \quad (10)$$

$$m = \frac{1}{2\pi f M} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \omega_z (x^2 - y^2) dx dy, \quad (11)$$

$$n = \frac{1}{2\pi f M} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \left( x^2 z - \frac{1}{3} z^3 \right) \omega_z - (x^2 - z^2) \omega \right] dx dy, \quad (12)$$

$$k = \frac{1}{2\pi f M} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \left( y^2 z - \frac{1}{3} z^3 \right) \omega_z - (y^2 - z^2) \omega \right] dx dy, \quad (13)$$

после чего

$$\zeta_0 - \frac{3}{8} c = l, \quad (14)$$

$$\frac{1}{5} (a^2 - b^2) = m, \quad (15)$$

$$\frac{1}{5} \zeta_0 a^2 - \frac{1}{16} a^2 c - \frac{1}{3} \zeta_0^3 + \frac{3}{8} \zeta_0^2 c - \frac{1}{5} \zeta_0 c^2 + \frac{1}{24} c^3 = n, \quad (16)$$

$$\frac{1}{5} \zeta_0 b^2 - \frac{1}{16} b^2 c - \frac{1}{3} \zeta_0^3 + \frac{3}{8} \zeta_0^2 c - \frac{1}{5} \zeta_0 c^2 + \frac{1}{24} c^3 = k. \quad (17)$$



Решая систему уравнений (14), (15), (16), (17), получаем

$$c = \frac{16}{m} (n - k - ml), \quad \zeta_0 = \frac{1}{m} (6n - 6k - 5ml).$$

Зная  $c$  и  $\zeta_0$ , из формулы (16) и (15) найдем значения  $a$  и  $b$ , а из формулы  $\sigma = \frac{M}{\frac{2}{3} \pi abc}$  — его избыточную плотность.

Тбилисский государственный университет

Трест «Грузнефтегеофизика»

(Поступило 7.7.1978)

გეოფიზიკა

ბ. მანაგაძე, ა. კუდრია, ვ. ლლონტი

ჰორიზონტალურ სამღერძა ნახევარელიფსოიდზე  
გრავიტაციული ანომალიის ინტერპრეტაცია

რეზიუმე

მოცემულია პორიზონტალური სამღერძა ნახევარელიფსოიდის შესაბამისი გრავიტაციული ანომალიის ინტერპრეტაციის ხერხი.

GEOPHYSICS

G. D. MANAGADZE, A. V. KUDRIA, V. K. GLONTI

## INTERPRETATION OF THE GRAVITY ANOMALY OVER A FINITE HORIZONTAL GENERAL SEMIELLIPSOID

### Summary

A method is proposed for the interpretation of the gravity anomaly of a corresponding finite horizontal general semiellipsoid, allowing the determination of the depth, dimensions and excess density of a horizontal general semiellipsoid.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Е. Веселов, М. У. Сагитаев. Гравиметрическая разведка. М., 1968.
2. А. А. Заморев. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., № 3, 1939.



Л. М. ЭИЧИС, О. К. КОНДРАТЬЕВ

## АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЛНОВОГО ПОЛЯ ВО ВНУТРЕННИХ ТОЧКАХ СРЕДЫ НА ПЛОЩАДЯХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 5.7.1978)

Повсеместный переход на методику общей глубинной точки (ОГТ) значительно улучшил результаты сейсморазведки нефтяных и газовых месторождений в разных районах Грузинской ССР. Увеличилось число регистрируемых отражений, стала более протяженной и надежной их корреляция по профилям, повысилась глубинность исследований. Однако такое улучшение не везде явилось достаточным для решения структурных задач в сложных сейсмогеологических условиях горных районов и межгорных впадин.

Принципиальным является вопрос, обусловлена ли такая недостаточность геологическим строением (нет нужных отражающих границ, либо они не выдержаны) или она связана с недостатками методики сейсморазведки. Прямой ответ на первую часть вопроса дают скважинные сейсмические наблюдения, позволяющие экспериментально определять, какие однократные отражения образуются в разрезе, каково их соотношение с кратными волнами-помехами.

Такая задача решалась на территории Западной Грузии при совместных работах ИФЗ АН СССР и треста «Грузнефтегеофизика».

Для анализа волнового поля было выполнено вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) в двух глубоких скважинах: Леса 1 и Супса 57. В статье приведены результаты исследований.

Скважина Леса 1 отработана из двух пунктов взрыва (ПВ-160 и ПВ-500) в интервале глубин 20—3600 м. Характер волновой картины из обоих ПВ схож. В начальной части записи отмечается интенсивный дуг падающих волн в области первых вступлений.

На более поздних временах наблюдаются три группы волн:

1) падающие продольные волны с годографами, параллельными первым вступлениям;

2) продольные восходящие волны;

3) падающие поперечные волны, кажущиеся скорости которых приблизительно в 2 раза меньше значений  $V^*$  продольных волн.

Скважина Супса 57 отработана также из двух пунктов взрыва (ПВ-106 и ПВ-370) в интервале глубины 60—3560 м. По сравнению со скважиной Леса 1, в характере волновой картины наблюдаются заметные отличия. Дуг падающих волн здесь короче. В последней части записи интенсивных падающих волн не наблюдается.

Восходящих волн больше, на некоторых интервалах вертикального профиля восходящие волны преобладают на записи. Последняя восходящая волна выходит на дневную поверхность на времени  $\sim 4,0$  сек.

Обработка полученного материала проводилась на ЭВМ в ВЦ 38. „მეცნიერება“, ტ. 91, № 3, 1978



треста «Грузнефтегеофизика» по программам комплекса КВСП, разработанного в ИФЗ АН СССР.

### Особенности волновых полей по результатам цифровой обработки

Скважина Леса 1. Направленное суммирование восходящего поля волн после вычитания поля падающих волн (рис. 1) позволило выделить ряд отраженных осей различной протяженности.

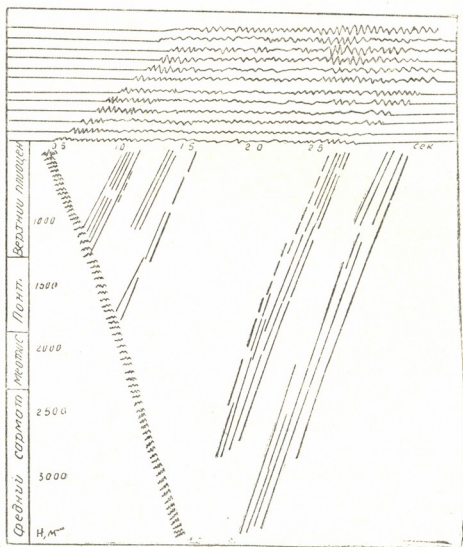


Рис. 1. Результаты суммирования восходящих волн после вычитания падающих волн и опорные трассы (скважина Леса 1, ПВ-160)

Наиболее интенсивная многофазная волна связана с поверхностью базальтов, она выходит на линию приведения на времени 2,6 сек.

На временном разрезе ОГТ ей соответствует 4-фазная интенсивная волна. Эта волна прослеживается на всем интервале вертикального профиля, за исключением самой глубокой части профиля (3600—3000 м), где волна не следует в области, близкой к вступлению интенсивной и многофазной прямой падающей волны. Возможно, что информация здесь обеднена из-за применения АРУ.

На опорных трассах при  $\Delta t = 500 + 1200$  мсек (шаг 100 мсек) отраженная волна, связанная с поверхностью базальтов, проявляется на всех суммарных трассах в виде интенсивных разрастаний почти без искажений.

Другие восходящие волны прослеживаются на коротких интервалах, вблизи поверхности отражений. На опорных суммарных трас-



сах интенсивные разрастания однократных отраженных волн также отсутствуют. Четче и протяженнее других выделяется отраженная волна, связанная с поверхностью понта, ее время на линии приведения 1,1—1,2 сек (рис. 1).

На временном разрезе ОГТ, полученном вблизи скважины Леса 1 на временах меньше 2,6 сек, протяженных и устойчивых волн также нет. Возможно, поверхность понта является кратнообразующей, на что указывают увеличение интенсивности поля восходящих волн выше поверхности отложений понта и интенсивные разрастания на опорных трассах при  $\Delta t = 700 + 1000$  мсек, соответствующие этим восходящим волнам.

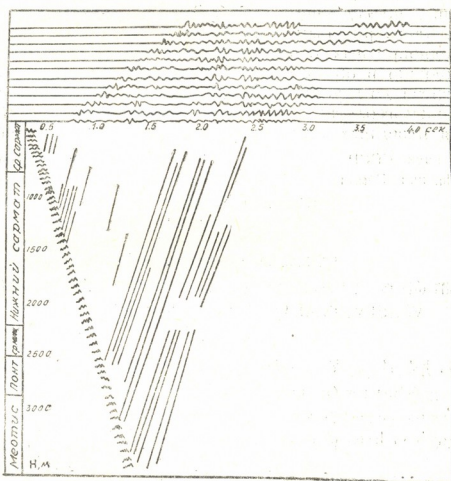


Рис. 2. Результаты суммирования восходящих волн после вычитания падающих волн и опорные трассы (скважина Супса 57, ПВ-106)

Как уже было указано, последняя однозначно однократная волна зарегистрирована с глубины 3600 м и выходит на линию приведения на времени 2,6 сек. Для анализа информации из более глубокой части разреза необходима разработка новых программ, которые позволили бы разделить поле однократных и кратных волн.

Скважина Супса 57. В результате направленного суммирования здесь выделяется довольно интенсивное поле восходящих однократно отраженных волн (рис. 2).

Малые интенсивные и протяженные волны связаны с поверхностью понта и верхней частью отложений меотиса ( $H = 2500$  м и  $H = 2900 - 3560$  м), они следятся во всем исследуемом интервале глубин и выходят на линию приведения на временах +1,9 и 2,2, сек. На всех опорных суммарных трассах эти волны образуют интенсивные разрастания.

На более ранних временах в отложениях среднего и нижнего сармата отраженные волны выделены лишь у отражающей поверхно-



სტი და ნა ოპორნის ტრასას პროსლესივიათაჲს პრის მალის ველიჩინას  $\Delta t$  (დო 200 მსეკ).

ინტენსივის რაზრასნიის, ობრაზოიჩისჲს პრის უვლიჩენის  $\Delta t$ , ჭო უკაზივალო ბი ნა სუცესთვონიე კრატნის ვოსხოდიჩის ვოლის, ნე ვიდიო.

ვ ცელო პო ობეიმ სკვაჲინამ მოჲიო ომეტიტი, ჭო ვ რაიონე რაბოტ ინტენსივოტი მნოგოკრატნის ოტრაჲენიის ნე ველიკა პრის ინსლედივანიის გლუბინი დო 3600 მ. ნა ბოლსიის გლუბინას იხ როლი მოჲეტი ვოზრასტი, პოსკოლკო ნაიბოლეს რეჲკიე სეისმიჩესკიე გრანიცი (კროვლი ბაზალტის დო პოვერხნოტი მეოტისა), ტაჲჲე ნაჩნუტ პრინიმატი უჩასტიე ვ ფორმირონიე პოლი კრატნის ვოლის.

ოდნაკო მენსიჲა, ჭემ ობიჩნო, ოტნოსიტელნაი ინტენსივოტი პადაიოჩის ვოლის ვ პოსლედოიჩის ვსუტუპლენიას ოტარაჲიეტი პროგნოზი პო კრატნის ვოლნამ ბლოგპრიატნის დო ნა ბოლსიის ვრენენას.

ჭისლო ოდნოკრატნის ოტრაჲენიის ნა ვტორიი პლოსადი ბოლსიე, ჭემ ნა პერვიი, ოდნაკო ვ ობოიის სლუჩაიას იხ დოსტატოჩნო დოლი უვრენიო ოსეშენიე რაზრესა დო გლუბინი 3500 მ. ვსე ოტო პოვოლესიე ჯაკლოჩიტი, ჭო გლუბინიე სეისმოგეოლოგიჩესკოე სტროენიე ინსლედივოტი რაიონის ბლოგპრიატნო დოლი ნაზემნის სეისმორაზვედოჩნის პონსკოვის რაბოტ.

Академия наук СССР  
Институт физики Земли

Трест «Грузнефтегеофизика»

(Поступило 6.7.1978)

გეოფიზიკა

ლ. ეიჩისი, ო. კონდრატევი

სეისმური ტალღური ველის ანალიზი ბარემოს შინაბან  
წირბილებში დასავლეთ საქართველოში

რეზიუმე

ორ ღრმა ჭაბურღილში (ლესე 1 და სუფსა 57) 3600 მ სიღრმემდე ჩატარებულ იქნა ვერტიკალური სეისმური პროფილირება. სეისმურმა დაკვირვებებმა საშუალება მოგვცეს გამოგვეყო ერთჯერადი არეკვლები შესწავლილი ჭრილის ზოგიერთი საზღვრიდან და დაგვედგინა მათი კავშირი ჯერად ტალღებთან.

ორივე ბურღილის გასწვრივ ჯერადი არეკვლების ინტენსიურობა უმნიშვნელოა.

ერთჯერადი არეკვლების რიცხვი შესწავლილ ჭაბურღილებში საკმარისია 3600 მ სიღრმემდე სარწმუნო ჭრილის ასაგებად.

GEOPHYSICS

L. M. AICHIS, O. K. KONDRATIEV

ANALYSIS OF A SEISMIC WAVE FIELD AT THE INNER POINTS OF  
THE MEDIUM IN WESTERN GEORGIA

Summary

In two deep boreholes (Lese I and Supsa 57) vertical seismic profiling (V. S. P.) was carried out to the depth of 3600 m. Seismic observations permitted identification of single reflections from different layers and their qualitative correlation with multiple waves.

As a whole, the intensity of multiple reflections in both boreholes is negligible. The number of single reflections in both boreholes is adequate for interpretation to the depth of 3600 m.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. С. КВЕРНАДЗЕ, Р. И. МАЧХОШВИЛИ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДИТИОНАТОВ МЕТАЛЛОВ  
С ГИДРАЗИДОМ КАПРИНОВОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 11.4.1978)

Комплексные соединения металлов с гидразидом каприновой кислоты  $H_3C-(CH_2)_8-CONHNH_2$  в литературе не описаны. Продолжая исследования комплексных соединений дитионатов металлов с гидразидами [1—3], мы предприняли попытку получить комплексы дитионатов марганца (II), кобальта (II), никеля (II), меди (II) и цинка с гидразидом каприновой кислоты. В результате удалось выделить соединения состава  $Co(NH)_3S_2O_6 \cdot 0,5H_2O$ ,  $Ni(NH)_3S_2O_6 \cdot 0,5H_2O$ ,  $Cu(NH)_2S_2O_6$ ,  $Zn(NH)_3S_2O_6 \cdot 0,5H_2O$ , где  $NH = H_3C-(CH_2)_8-CONHNH_2$ .

В данной статье кратко описаны синтез, некоторые свойства и результаты изучения ИК-спектров поглощения указанных соединений.

Для получения комплексных соединений дитионатов кобальта, никеля, меди и цинка с гидразидом каприновой кислоты к водному раствору датионата соответствующего металла прибавляли водно-этанольный раствор гидразида каприновой кислоты (молярное отношение дитионат металла:гидразид 1:3). Раствор нагревали на водяной бане, а затем оставляли на кристаллизацию. Через некоторое время выпавший из раствора мелкокристаллический осадок отфильтровывали, промывали водой, этанолом и сушили на воздухе.

Результаты химических анализов и некоторые свойства полученных соединений даны в табл. I.

ИК-спектры поглощения  $400-4000\text{ см}^{-1}$  записывали на спектрофотометре UR-20 с использованием обычной методики растирания образцов с вазелиновым и фторированным маслами. Волновые числа максимумов полос поглощения даны ниже в  $\text{см}^{-1}$  (п — перегиб на полюсе поглощения):

$Co(NH)_3S_2O_6 \cdot 0,5H_2O$ :  $\sim 520, \sim 570, 725, 775, \sim 880, \sim 930, 985, 1080, 1115, 1215, 1250, 1345, 1390, 1430, 1470, 1545, 1620, 1660, 2855, 2925, 2960, \sim 3065, 3200, 3280, \sim 3500$ .

$Ni(NH)_3S_2O_6 \cdot 0,5H_2O$ :  $\sim 520, 570, \sim 615, 725, 775, \sim 880, 930, 985, 1080, 1120, 1215, 1250, 1340, \sim 1380, 1430, 1470, 1550, 1620, 1660, 2855, 2925, 2960, \sim 3060, 3200, \sim 3275, \sim 3500$ .

$Zn(NH)_3S_2O_6 \cdot 0,5H_2O$ :  $\sim 510, \sim 565, \sim 612, 725, \sim 780, \sim 875, 925, 985, 1080, 1120, 1170\text{ п}, \sim 1210, 1250\text{ п}, 1340, 1380, 1430, 1470, 1545, -1622, 1660, 2855, 2925, 2960, \sim 3060, 3205, \sim 3285, \sim 3500$ .

$Cu(NH)_2S_2O_6$ :  $\sim 465, \sim 478, 515, 560, \sim 635, \sim 685, 715, 730, 775, 830, 890, 985, 1080, 1120, 1165, 1190, 1240, 1265, 1280, 1340, 1380, 1470, 1540\text{ п}, 1575, 1640, \sim 1655, 2855, 2875, 2925, 2960, \sim 3090, 3170, \sim 3235, \sim 3285$ .

Результаты химических анализов и некоторые свойства комплексных соединений дитрионов металлов с гидразидом каприновой кислоты

Таблица 1

Соединения	Найдено, %					Вычислено, %					Т. пл. °С	Цвет
	M	H	C	N	S	M	H	C	N	S		
Co(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	8,21 8,19	9,03 9,23	46,32 46,37	10,67 11,00	7,90 7,91	7,49	8,77	45,79	10,63	8,15	213	Розовый
Ni(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	7,15 7,08	8,57 8,27	44,92 44,90	10,51 10,20	7,96 7,67	7,47	8,68	45,81	10,68	8,16	237	Бледно-сиреневый
Cu(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	10,34 10,25	7,51 7,22	39,51 39,82	10,21 10,00	10,34 10,28	10,67	7,39	40,29	9,40	10,76	214	Голубой
Zn(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	8,00 7,98	8,95 9,43	45,86 45,75	10,49 10,92	7,73 7,35	8,24	8,45	45,42	10,59	8,09	203	Белый

Таблица 2

 Колебательные частоты (см<sup>-1</sup>), найденные в ИК-спектрах поглощения комплексных соединений дитрионов металлов с гидразидом каприновой кислоты, и их отнесение

Отнесение	Co(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	Ni(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	Zn(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	Cu(HC) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub>
ν(OH)	~3500	~3500	~3500	—
ν(NH), ν <sub>as</sub> (NH <sub>2</sub> ), ν <sub>s</sub> (NH <sub>2</sub> )	3280, 3200, ~3065	~3275, 3200, ~3060	~3285, 3205, ~3060	~3285, ~3235, 3170, ~3050
ν <sub>as</sub> (CH <sub>2</sub> ), ν <sub>s</sub> (CH <sub>2</sub> )	2960, 2925, 2855	2860, 2925, 2855	2960, 2925, 2855	2960, 2925, 2875, 2855
ν(CO), ν(CC), ν(HNH), ν(HNC), ν(NCO)	1660	1660	1660	~1655, 1640
δ(NH <sub>2</sub> ), δ(HNC)	1620	1620	~1622	1575?
ν(CN), ν(CC), ν(CO), ν(CCO), ν(NCO)	1545	1550	1545	1540 n
ν(CH <sub>2</sub> )	1470, 1430	1470, 1430	1470, 1430	1470
δ(CH <sub>2</sub> )	1390	~1360	1360	13·0
ν(NH <sub>2</sub> )	1345	1340	1340	1340
*ν <sub>E<sub>g</sub></sub> (S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	1250, 1215	1250, 1215	1250 n, ~1210	1265, 1240, 1190, 1165
ν(NH <sub>2</sub> )	1115	1120	1120	1120
*ν <sub>A<sub>2g</sub></sub> (S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	985	985	965	965
δ(CH <sub>2</sub> )	775, 725	775, 725	780, 725	775, 730
*ν <sub>A<sub>2g</sub></sub> (S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	~570	570	~565	560
*ν <sub>E<sub>g</sub></sub> (S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	~520**	~520**	~510**	515**

 \* Ряд полос поглощения металлоциклов и деформационных колебаний групп NH, NH<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub> перекрывается полосами поглощения S<sub>2</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup>.

\*\* Здесь же ожидаются полосы поглощения ν(MN).

При взаимодействии гидразида каприновой кислоты и дитионатов кобальта, никеля, меди и цинка выделены комплексные соединения  $\text{Cu}(\text{HK})_2\text{S}_2\text{N}_6$  и  $\text{M}(\text{HK})_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{M} = \text{Co}, \text{Ni}$  или  $\text{Zn} \cdot \text{HK} = \text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_8 \text{CONHNH}_2$ . Указанные соединения представляют собой в обычных условиях мелкокристаллические вещества различного цвета, зависящего от природы металла-комплексообразователя. Комплексы растворяются в диметилсульфоксиде и диметилформамиде, хуже в воде и этаноле и нерастворимы в других обычных органических растворителях.

Рассмотрение ИК-спектров поглощения полученных соединений и их сравнение со спектром свободного (некоординированного) гидразида каприновой кислоты показывают, что молекулы последнего связаны с атомами металлов-комплексообразователей через атомы азота аминогруппы и кислорода карбонильной группы. Действительно, в ИК-спектре поглощения раствора гидразида каприновой кислоты в ацетонитриле частоты  $\nu(\text{CO})$  и  $\nu(\text{NH}_2)$  лежат около 1680 и  $\sim 3350 - 3450 \text{ см}^{-1}$  (в спектре кристаллического гидразида каприновой кислоты указанные частоты понижены до 1630 и  $\sim 3300 \text{ см}^{-1}$  соответственно из-за образования сильных водородных связей). В спектрах комплексов частоты  $\nu(\text{CO})$  понижены на  $\sim 20 \text{ см}^{-1}$ , что свидетельствует о связи групп  $\text{CO}$  с атомами металлов через атом кислорода. Частоты же  $\nu(\text{NH}_2)$  у комплексов понижены, по сравнению с соответствующими частотами свободного лиганда на  $\sim 150 \text{ см}^{-1}$ , что говорит об одновременной координации через атомы азота аминогруппы.

ИК-спектры поглощения комплексов кобальта и никеля сходны, что указывает на аналогичное строение этих соединений. Спектр соединений цинка незначительно отличается от спектров соединений кобальта и никеля, что, возможно, обусловлено разной кристаллической структурой комплексов. В спектрах комплексов  $\text{M}(\text{HK})_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{M} = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$ , обнаружены интенсивные голоса поглощения около  $\sim 1215 - 1250, \sim 985, \sim 570$  и  $\sim 510 - 520 \text{ см}^{-1}$ , которые в соответствии с интерпретацией автора [5] можно отнести к колебаниям групп  $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$  (табл. 2). По-видимому, в комплексах  $\text{Co}, \text{Ni}$  и  $\text{Zn}$  группы  $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$  являются внешнесферными дитионат-ионами.

В отличие от спектров соединений  $\text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$ , в ИК-спектре  $\text{Cu}(\text{HK})_2\text{S}_2\text{O}_6$  наблюдается сильное расщепление полос поглощения  $\nu_{\text{вн}}(\text{S}_2\text{O}_6)$  на четыре компонента около 1265, 1240, 1190 и  $1165 \text{ см}^{-1}$ . Сильное расщепление полос поглощения  $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$  следует объяснить понижением симметрии  $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$  из-за образования непосредственной связи группы  $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$  с атомом меди через атом кислорода. Можно предположить, что комплекс меди имеет структуру тетрагональной бипирамиды, основание которой образовано молекулами гидразида каприновой кислоты, а вершины — атомами кислорода двух дитионатных групп, так что дитионатные группы, выступая в роли мостиков, связывают комплексы  $\text{Cu}(\text{HK})_2\text{S}_2\text{O}_6$  друг с другом.

В табл. 2 дано отнесение некоторых колебательных частот, найденных в ИК-спектрах поглощения исследованных соединений. Это отнесение сделано исходя из тех же принципов, что и в работах [1—3],

в которых исследованы комплексные соединения дитионатов металлов с различными гидразидами.

Тбилисский государственный университет Академия наук СССР  
 Институт общей и неорганической химии  
 им. Н. С. Курнакова

(Поступило 14.4.1978)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

მ. კვერნაძე, რ. მაჩხოშვილი, ნ. ფირცხალავა

მეტალთა დითიონატების კომპლექსური ნაერთები კაპრინის  
 მჟავას ჰიდრაზიდთან

რეზიუმე

მიღებულია ლიტერატურაში უცნობი კომპლექსნაერთები  $M\text{LnS}_2\text{O}_6 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  ( $M = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Cu}$ ;  $n = 2, 3$ ;  $m = 0, 5$ ;  $1$ ) კაპრინის მჟავას ჰიდრაზიდთან. აღნიშნულ ნაერთებში კაპრინის მჟავას ჰიდრაზიდის მოლეკულა ბიდენტატური ლიგანდის როლს ასრულებს, რომელიც დაკავშირებულია მეტალ-კომპლექსწარმოქმნელთან ამინოჯგუფის აზოტის და კარბონილის ჯგუფის უანგბადის საშუალებით.

#### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

### M. S. KVERNADZE, R. I. MACHKHOSHVILI, N. I. PIRTSKHALAVA COORDINATION COMPOUNDS OF METAL DITHIONATES WITH CAPRIC-ACID HYDRAZIDE

#### Summary

Coordination compounds:  $\text{Cu}(\text{HK})_2\text{S}_2\text{O}_6$ ,  $\text{M}(\text{HK})_3\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$  ( $M = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Cu}$ ,  $\text{HK} = \text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_8 - \text{CONHNH}_2$ ) have been prepared by reactions of  $\text{Co}(\text{II})$ ,  $\text{Ni}(\text{II})$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}(\text{II})$  dithionates with hydrazide of capric acid from water solutions. The complexes have been described by elemental analysis and IR spectroscopy.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Пирцхалава, Р. И. Мачхошвили, М. С. Квернадзе. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977, 357.
2. М. С. Квернадзе, Р. И. Мачхошвили, Н. И. Пирцхалава, Л. Д. Долидзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 1, 1977, 73.
3. Р. И. Мачхошвили, Н. И. Пирцхалава, Ю. Я. Харитонов, М. С. Квернадзе. ЖНХ, 23, вып. 4, 1978.
4. Л. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
5. К. Накамото. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М., 1966.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Ш. АБАШМАДЗЕ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА, Ю. Я. ХАРИТОНОВ,  
 Р. И. МАЧХОШВИЛИ

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ РЗЭ С ГИДРАЗИДОМ  
 КАПРИНОВОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 7.7.1978)

Сведения о комплексных соединениях металлов, в том числе и РЗЭ, с гидразидом каприновой кислоты в литературе отсутствуют.

В продолжение исследований комплексных соединений РЗЭ с гидразидами карбоновых кислот [1—4] нами были предприняты попытки синтезировать комплексные соединения нитратов и тиоцианатов празеодима (III), неодима (III), европия (III), гадолиния (III), эрбия (III), тулия (III) и лютеция (III) с гидразидом каприновой кислоты  $—H_3C—(CH_2)_8—CO—NH—NH_2$ . В результате удалось получить соединения, состав которых представлен в табл. 1, 2.

Таблица 1

Результаты химических анализов и некоторые свойства комплексных соединений нитратов РЗЭ с гидразидом каприновой кислоты

Соединение	Цвет	T <sub>пл</sub> °C	Найдено, %				Вычислено, %			
			М	С	Н	N	М	С	Н	N
Pt(HC) <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Зеленый	120°	13,25	44,89	8,27	10,49	13,15	44,81	8,21	10,45
Nd(HC) <sub>4</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Сиреневый	127°	13,53	44,77	8,24	10,52	13,40	44,69	8,19	10,42
Eu(HC) <sub>4</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Белый	130°	14,17	44,48	8,17	10,38	14,04	44,36	8,13	10,35
Gd(HC) <sub>4</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Белый	134°	14,56	44,26	8,16	10,34	14,44	44,15	8,09	10,30
Er(HC) <sub>4</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Розовый	140°	15,30	43,79	8,09	10,26	15,22	43,75	8,02	10,20
Tm(HC) <sub>4</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Белый	137°	15,49	43,74	8,04	10,27	15,37	43,67	8,00	10,19
Lu(HC) <sub>4</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Белый	126°	15,98	43,49	7,99	10,17	15,83	43,43	7,95	10,13

В данной статье кратко описаны синтез, некоторые свойства и ИК-спектры поглощения указанных соединений.

Для получения комплексных соединений нитратов РЗЭ смешивали этанольные растворы нитрата соответствующего РЗЭ и гидразида каприновой кислоты (мольное отношение соль РЗЭ:гидразид равно 1:4). Раствор нагревали до кипения, фильтровали и оставляли на кристаллизацию. Через некоторое время выпавший мелкокристаллический осадок отфильтровывали, промывали водой, этанолом, сушили на воздухе и анализировали.



Для синтеза комплексных соединений тиоцианатов РЗЭ с гидразидом каприновой кислоты раствор, содержащий тиоцианат соответствующего РЗЭ и гидразид (мольное отношение тиоцианат РЗЭ:гидразид равно 1:3), кипятили с обратным холодильником в течение 2 часов. Раствор фильтровали и оставляли для кристаллизации. Выпавшее кристаллическое соединение отделяли от раствора, промывали водой, этанолом, сушили на воздухе и анализировали.

Таблица 2  
Результаты химических анализов и некоторые свойства комплексных соединений тиоцианатов РЗЭ с гидразидом каприновой кислоты

Соединение	Цвет	T <sub>пл</sub> °C	Найдено, %					Вычислено, %				
			М	С	Н	N	S	М	С	Н	N	S
Pt (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Зеленый	112°	16,26	45,42	7,61	14,49	11,07	16,15	45,36	7,56	14,43	10,99
Nd (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Сиреневый	135°	16,51	45,27	7,59	14,44	10,98	16,43	45,20	7,53	14,38	10,95
Eu (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Белый	155°	17,86	44,87	7,52	14,29	10,89	17,79	44,79	7,46	14,25	10,85
Gd (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Белый	138°	17,75	44,59	7,49	14,22	10,84	17,66	44,54	7,42	14,17	10,79
Er (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Розовый	144°	18,63	44,12	7,38	14,09	10,76	18,57	44,04	7,34	14,01	10,67
Tm (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Белый	118°	18,83	43,99	7,37	13,99	10,71	18,75	43,95	7,32	13,98	10,65
Lu (HC) <sub>3</sub> (CNS) <sub>3</sub>	Белый	115°	19,37	44,79	7,35	13,95	10,63	19,29	44,66	7,27	13,89	10,58

Результаты химических анализов и некоторые свойства синтезированных соединений представлены в табл. 1, 2.

Полученные соединения тиоцианатов РЗЭ в различной степени растворяются в этаноле, бензоле, диметилсульфоксиде, тетрагидрофуране, ацетоне, не растворяются в воде, CCl<sub>4</sub>. Комплексы нитратов РЗЭ растворимы в диметилсульфоксиде, тетрагидрофуране и нерастворимы в воде, этаноле, бензоле, ацетоне, CCl<sub>4</sub>.

Для определения способов координирования молекул гидразида каприновой кислоты и ацидогруппы были изучены ИК-спектры поглощения (400—4000 см<sup>-1</sup>) полученных соединений.

Изучение ИК-спектров поглощения исследованных соединений показало, что молекулы гидразида каприновой кислоты выступают в роли циклообразующих лигандов, связанных с атомами металлокомплексообразователей через атом азота аминогруппы и атом кислорода карбонильной группы. Действительно, частоты преимущественно валентных колебаний связей NH группы и NH<sub>2</sub> и CO карбонильной группы смещены в длинноволновую область, по сравнению с соответствующими частотами некоординированного гидразида (см. табл. 3).

В ИК-спектрах поглощения комплексных соединений нитратов изученных РЗЭ не обнаружены частоты колебаний координированных нитрогрупп и найдены частоты, соответствующие колебаниям нитрат-ионов.

Анализ ИК-спектров поглощения комплексных соединений тиоцианатов РЗЭ с гидразидом каприновой кислоты показывает, что



группы  $\text{NCS}^-$  непосредственно связаны с атомами РЗЭ через атомы азота. Действительно, частоты колебаний связей  $\text{CN}$  в спектрах комплексов найдены около  $2065\text{--}2090\text{ см}^{-1}$ , а частоты  $\nu(\text{CN})$  — около  $775\text{--}790\text{ см}$ , т. е. где поглощают координированные группы $^{-1}$   $\text{NCS}^-$ .

Таблица 3

Некоторые колебательные частоты ( $\text{см}^{-1}$ ), найденные в ИК-спектрах поглощения комплексов РЗЭ с гидразидом каприновой кислоты, и их отнесение\*

Соединение	$\nu(\text{NH}), \nu(\text{NH}_2)$	$\nu(\text{CN})_{\text{NCS}}$	$\nu(\text{CO})$	$\nu(\text{NH}_2)$	$\nu(\text{NO}_2)$	$\nu(\text{CS})$
Pr $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3295, 3250, 3160	—	1660	1612	1365	—
Nd $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3300п, 3290, 3230, 3210	—	1660	1610	1365	—
Eu $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3290, 3240	—	1662	1615	1370	—
Gd $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3300, 3225	—	1663	1615	1355	—
Er $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3300п, 3285, 3220, 3150	—	1662	1615	1370	—
Tm $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3280, 3230, 3155	—	1664	1610	1366	—
Lu $(\text{HC})_4(\text{NO}_3)_3$	3290, 3230	—	1660	1615	1368	—
Pr $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3250, 3190	2095 2058	1652	1604	—	778
Nd $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3245, 3180	2095 2065	1650	1600	—	775
Eu $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3230, 3190	2095 2063	1655	1605	—	775
Gd $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3250, 3225, 3185	2090 2065	1650	1605	—	770
Er $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3300п, 3260, 3230, 3190	2095 2065	1650	1610	—	790
Tm $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3260, 3180	2090 2065	1650	1606	—	775
Lu $(\text{HC})_3(\text{CNS})_3$	3300п, 3255, 3175	2092 2066	1655	1604	—	780
HC	3428, 3385	—	1682	1620	—	—

\*  $\text{HC} = \text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_8-\text{CONHNH}_2$ .

Таким образом, можно предположить, что в комплексах нитратов РЗЭ с гидразидом каприновой кислоты координационное число атомов РЗЭ равно восьми, а в комплексах тиоцианатов РЗЭ—деяти.

Академия наук СССР  
 Институт общей и  
 неорганической химии  
 им. Н. С. Курнакова

Тбилисский государственный университет  
 Московский химико-технологический  
 институт  
 им. Д. И. Менделеева

(Поступило 7.7.1978)



მ. აბაშმაძე, ნ. ფირცხალავა, ი. ხარიტონოვი, რ. მაჩხოშვილი

იზონიათმიწათა ელემენტების კომპლექსური ნაერთები  
კაპრილის მჟავას ჰიდრაზიდთან

რეზიუმე

მიღებულია ლიტერატურაში უცნობი კომპლექსნაერთები Pr(III), Nd(III), Eu(III), Gd(III), Er(III), Tm(III), Lu(III) ნიტრატებისა და თიოციანატებისა კაპრილის მჟავას ჰიდრაზიდთან.

აღნიშნულ ნაერთებში კაპრილის მჟავას ჰიდრაზიდი ასრულებს ბიდენტატური ლიგანდის როლს, რომელიც დაკავშირებულია მეტალ-კომპლექსწარმომქმნელთან ამინოჯგუფის აზოტისა და კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის საშუალებით. კომპლექსნაერთების შედგენილობა, ინდივიდუალობა და კომპლექსის წარმოქმნის ლოკალიზაციის ადგილი დადგენილია ინფრაწითელი და ელემენტური ანალიზით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. Sh. ABASHMADZE, N. I. PIRTSKHALAVA, I. I. KHARITONOV,  
R. I. MACHKHOSHVILI

COMPLEX COMPOUNDS OF RARE EARTH ELEMENTS WITH  
CAPRYLIC ACID HYDRAZIDE

Summary

New complex compounds of nitrates and thiocyanates Pr(III), Nd(III), Eu(III), Gd(III), Tm(III), Lu(III) with caprylic acid hydrazide have been synthesized. The coordination bond has been found to be located on the atoms of nitrogen and oxygen of the amino and carbonyl groups. The structures of all the obtained complexes were established on the basis of their IR spectra, X-ray phase and elemental analysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Пирцхалава, Ю. Я. Харитонов, Р. И. Мацхошвили, М. Ш. Абашмадзе. Коорд. химия, 3, 1977, 200.
2. Р. И. Мацхошвили, Ю. Я. Харитонов, Н. И. Пирцхалава, М. Ш. Абашмадзе. Коорд. химия, 3, 1977, 204.
3. Ю. Я. Харитонов, Р. И. Мацхошвили, Н. И. Пирцхалава, М. Ш. Абашмадзе. ЖНХ, 23, 1978, 394.
4. Р. И. Мацхошвили, М. Ш. Абашмадзе, Н. И. Пирцхалава, Ю. Я. Харитонов. Коорд. химия, 4, 1978, 200.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. И. БРОДЗЕЛИ, Г. Г. ДЕКАНОЗИШВИЛИ,  
И. А. ЕЛИГУЛАШВИЛИ, М. Д. КАНДЕЛАКИ, О. Е. МОДЕБАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА  
ПРОЦЕСС ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В БОРАТНО-ВАНАДАТНЫХ  
СТЕКЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 26.6.1978)

В последние годы наблюдается большой интерес к стеклам, содержащим разновалентные ионы переходных металлов. Эти материалы характеризуются полупроводниковыми свойствами и способны под действием электрического поля резко изменять собственное сопротивление на несколько порядков. Это свойство, а также технологические особенности позволяют надеяться, что аморфные материалы найдут применение для создания новых видов полупроводниковых приборов, необходимых электронике и вычислительной технике.

Нами были изучены стекла, содержащие различные молярные соотношения окислов ванадия в системе  $\text{CaO}-\text{V}_2\text{O}_5-\text{V}_x\text{O}_y$  [1].

Измерения производились на образцах, изготовленных в виде бусинок по методу, описанному в [2]. Electroдами служили никелевые проволоочки диаметром 0,1 мм. Расстояние между электродами фиксировалось и могло меняться от 50 до 150 мкм. Сопротивление образцов находилось в пределах  $10^8-10^6$  ом. Были изучены статические и динамические характеристики и температурная зависимость проводимости.

Эксперименты показали, что исследуемые образцы можно переводить в состояние с высокой проводимостью как полем, так и термически. Следует отметить, что в обоих случаях происходит переход к одному и тому же значению проводимости, только под действием электрического поля переход происходит очень резко, в то время как термически имеет место плавный переход.

Напряжение переключения зависит от концентрации окислов ванадия и для образцов, содержащих 75%  $\text{V}_x\text{O}_y$ , находится в пределах 80—90 в при  $300^\circ\text{K}$  и  $d = 80$  мкм (рис. 1). При  $T = 150^\circ\text{K}$   $V_{\text{пер}} \sim 150-180$  в и с повышением температуры уменьшается.

Измерения температурной зависимости проводимости для образцов, содержащих различные концентрации окислов ванадия (рис. 2), показали, что начиная с некоторых концентраций наблюдается переход в область металлической безактивационной проводимости. Наблюдаемый термический переход сходен с аналогичной зависимостью в  $\text{VO}_2$  [3]. Причем в обоих случаях переход имеет место при температуре  $\sim 70^\circ\text{C}$ . В стеклах с малой концентрацией ванадия переход не наблюдается, а с увеличением концентрации происходит изменение от плавного к все более резкому переходу.



Изучаемые нами оксидные стекла на основе ванадия, согласно представлениям о структуре стекла, образуют пространственно неупорядоченную

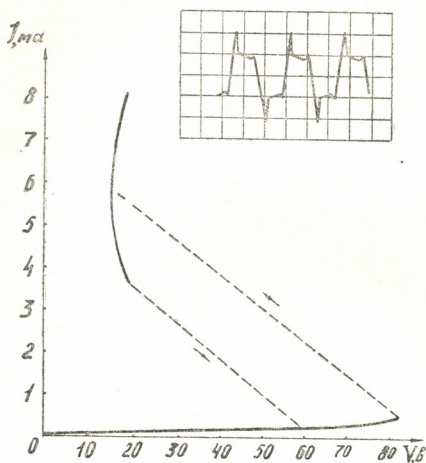


Рис. 1. Статическая и динамическая вольтамперные характеристики

решетку с ячейками относительно катионов ванадия и  $\text{Ca}^{2+}$  различной валентности ( $\text{V}^{5+}$  и  $\text{V}^{3+}$ ), в междоузлиях которого расположены катионы  $\text{V}^{4+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ . Электронами проводимости являются локализованные 3d-электроны катионов ванадия. Ранее было показано, что проводимость стекол системы  $\text{V}_2\text{O}_5$  зависит от отношения  $\text{V}^{4+}/\text{V}^{5+}$  и принимает максимальное значение при 0,5—1. Таким образом, механизм электропроводности сводится к обмену валентностями между  $\text{V}^{4+}$  и  $\text{V}^{5+}$ .

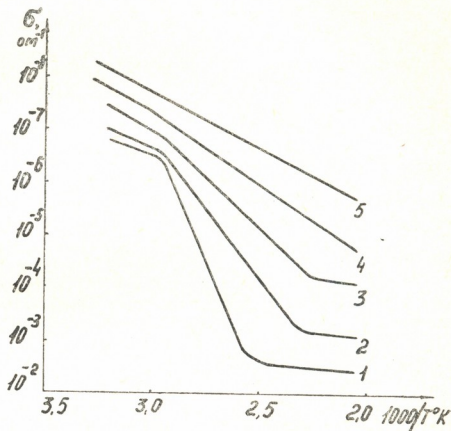
Кинетическая теория для локализованных носителей в периодической решетке хорошо объясняется в рамках поляронной модели [4]. Имеются предпосылки применимости поляронной модели проводимости и в стеклах [5], несмотря на отсутствие дальнего порядка в распоряжении ионов металла. Это связано с тем, что физические процессы, описываемые теорией поляронов малого радиуса, не жестко зависят от периодичности решетки и хорошо применимы в случае переноса локализованных носителей, сильно взаимодействующих с колебаниями решетки.

В рамках поляронной модели возможны два типа проводимости: прыжковая, сопровождаемая обменом энергии с решеткой, и проводимость в поляронной зоне — без изменения энергии решетки. Переход в механизме проводимости, сопровождающийся изменением энергии активации, может быть осуществлен как электрическим полем, так и термически.

Свойства изучаемых нами материалов зависят от энергии межатомного обмена —  $E$ , необходимой для образования полярона, и от ширины d-зоны —  $\Delta E$ , связанной с величиной перекрытия волновых функций электронов проводимости. Изменение проводимости должно иметь место, когда ширина зоны становится соизмеримой с энергией межатомного обмена. Этот процесс может быть связан со структурным изменением материала, температурой среды и приложенным полем. Выяснение роли каждого из этих параметров представляет инте-

рес. Исследуемые нами ванадиевые стекла, которые, наряду с эффектом переключения под действием поля, обнаруживают эффект термического фазового перехода, являются в этом смысле удобными материалами. Мы попытались разделить влияние температуры и поля на процесс переключения. Говорить о чисто термическом эффекте нам позволяет тот факт, что напряжение, при котором производились измерения (0,5 в), намного ниже  $U_{пер}$  и соответствующие токи существенного вклада в нагревание образца внести не могли.

Рис. 2. Типичные температурные зависимости проводимости образцов с различным содержанием  $V_xO_y$  (вес. %): 1 — 75%, 2 — 65%, 3 — 50%, 4 — 40%, 5 — 30%



В изучаемых нами стеклах, очевидно, можно выделить подрешетку относительно неупорядоченно расположенных ионов ванадия, для которой при критической температуре  $70^\circ\text{C}$  происходит фазовый переход, аналогичный имеющему место в  $VO_2$ .

Слабое перекрытие волновых функций электронов проводимости требует дополнительной энергии для перехода в низкоомное состояние. Эта энергия может быть уменьшена либо сближением ионов, либо повышением температуры. С увеличением концентрации ионов ванадия перекрытие их волновых функций увеличивается. Повышение температуры сглаживает беспорядок, и число уровней с одинаковыми энергиями растет. Можно предположить, что именно это вызывает увеличение перекрытия волновых функций электронов, приводящее к более резкому изменению проводимости.

Несмотря на то что напряжение переключения зависит от температуры, сам процесс не является следствием выделения джоулевого тепла. Эксперименты показали, что плавный рост температуры приводит к постепенному увеличению проводимости, в то время как критическое напряжение изменяет его резко. Кроме того, расчеты, проведенные на основе уравнения термического равновесия [6], отвергают возможность чисто термического эффекта.

В условиях сильного электрического поля может иметь место резкое изменение электрон-фононового взаимодействия, влияющего на вероятность перескоков. Не исключена возможность делокализации поляронов, вызывающая переход от одного механизма подвиж-



ности к другому. Кроме того, при таких полях может меняться энергия межатоомного взаимодействия и концентрация носителей тока резко возрастает (например, за счет эффекта Френкеля—Пуля). В любом случае поле также приводит к резкому увеличению перекрытия волновых функций.

Таким образом, можно считать, что электрическое поле и температура независимо участвуют в процессе изменения проводимости и могут самостоятельно осуществлять переход образца в низкоомное состояние.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 26.6.1978)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

მ. ბროძელი, გ. დეკანოზიშვილი, ი. ელიგულაშვილი,  
მ. კანდელაკი, ო. მოდებადე

ელექტრული ველისა და ტემპერატურის გავლენა გადართვის  
პროცესზე ბორატულ-ვანადიუმის მინებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია ელექტრული ველისა და ტემპერატურის გავლენა გადართვის პროცესზე ბორატულ-ვანადიუმის მინებში.

დადგენილია, რომ ნიმუშები მაღალომიანი მდგომარეობიდან მაღალი გამტარებლობის მდგომარეობაში შეიძლება გადაყვანილ იქნეს როგორც ელექტრული ველის გავლენით (ნახტომისებური გადართვა), ისე ტემპერატურული შემოქმედებითაც (თანდათანობითი გადართვა).

#### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. I. BRODZELI, G. G. DALAKISHVILI, I. A. ELIGULASHVILI,  
M. D. KANDELAKI, O. E. MODEBADZE

### THE EFFECT OF ELECTRIC FIELD AND TEMPERATURE ON THE SWITCHING PROCESS IN BORATE-VANADIUM GLASSES

#### Summary

The effect of the electric field and temperature on the switching process in borate-vanadium glasses of the system  $\text{CaO-B}_2\text{O}_3\text{-V}_x\text{O}_y$  has been studied.

It was established that samples of high resistance could be transformed to a state of high conductivity either by means of the field (abruptly) or temperature (gradually).

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

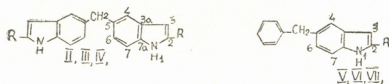
1. О. Е. Модобадзе, В. В. Чавчанидзе, М. И. Бродзели. Авт. свид. № 529726. Бюлл. изобр., № 35, 1976.
2. О. В. Митрофанов и др. Изв. вузов СССР, Физика, 12, 1968, II.
3. J. B. Goodenough. Phys. Rev. 117, 1960, 1442.
4. L. Friedman. Phys. Rev. 135, 1964, A 233.
5. A. P. Schmid. J. Appl. Phys. 39, № 3, 1968, 140.
6. C. M. Berglund. IEEE, ED-16, № 5, 1969, 432.

Ш. А. САМСОНИЯ, И. Ш. ЧИКВАИДЗЕ, Н. Н. СУВОРОВ,

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

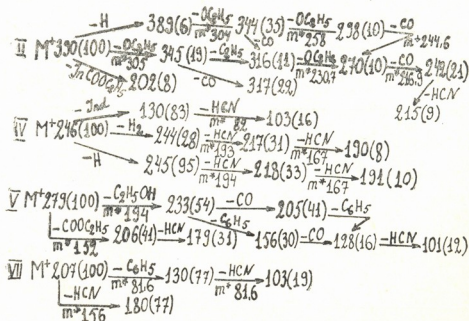
СИНТЕЗ СИСТЕМЫ БИС-(ИНДОЛИЛ-5)МЕТАНА<sup>(1)</sup>

Ранее [2] нами сообщалось о синтезе 5,5'-бис-1Н-индола. В настоящей статье описывается синтез системы бис-(индолил-5)метана:



II R=COO<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, III R-CO'H, IV R=H, V R=COO<sub>2</sub>H<sub>5</sub>,  
 VI R=COOH, VII R=H.

В качестве циклизующего агента была использована смесь эфиров полифосфорной кислоты. В процессе индолизации дигидраzone I наблюдалось образование 5-бензил-2-карбэтоксининдола (V). Омыление эфиров II и VI приводит к образованию кислот III и V. Декарбоксилированием этих кислот получены незамещенный бисиндол IV и 5-бензилинол (VII). Строение соединений II—VII подтверждено на основании данных ПМР и <sup>13</sup>C-ЯМР (таблица). Молекулярные веса соединений II, IV, V и VII, определенные масс-спектрометрически, соответствуют расчетным. На схемах приведены величины m/e, а в скобках — относительные интенсивности к полному ионному току:




4,4'-Дифениленметандигидразон этилового эфира пировиноградной кислоты (I). К смеси 7 г (0,06 мол) этилового эфира пировиноградной кислоты в 20 мл изопропанола и 20 мл воды при перемешивании тонкой струей прибавляют теплый раствор (50°C) 8,5 г (0,028 мол) дигидрохлорида 4,4'-дигидразинодифенилметана в 300 мл воды. Раст-

<sup>(1)</sup> Сообщение II см. [1].

Спектры ПМР и <sup>13</sup>C-ЯМР, в м. г. (1)

Соединение	H-1	H-2	H-3	H-4	H-6	H-7	ph	CH <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> (Et)	CH <sub>3</sub> (Et)	OH	J гц
* II	11,4 с	—	7,02 д	7,43 д	7,06 д	7,38 д	—	4,02 с	4,28 к	1,28 т	—	J <sub>3,7</sub> =0,8 J <sub>2,6</sub> =1,6 J <sub>4,7</sub> =7,2
** III	11,61 с	—	7,10 с	7,43 с	7,11 м	7,35 м	—	4,02 с	—	—	—	—
* IV	10,33 с	7,13 д	6,30 м	7,35 д	6,93 дд	7,17 дд	—	4,22 с	—	—	—	J <sub>2,3</sub> =3,1 J <sub>3,1</sub> =2,0 J <sub>3,7</sub> =0,9 J <sub>4,6</sub> =1,6 J <sub>6,7</sub> =8,5
*** V	10,82 с	—	7,10 с	7,49 с	7,16—7,39 м		—	4,02 с	4,32 к	1,32 т	—	—
*** VI	10,74 с	—	7,18 д	7,49 с	7,24—7,41 м		—	4,04 с	—	—	4,11 с	J <sub>3,7</sub> =0,9
*** VII	10,09 с	7,17— 7,36 м	6,39 д	7,40 с	7,17—7,36 м		—	4,01 с	—	—	—	J <sub>2,3</sub> =3,0

	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-3a	C-7a	CH <sub>2</sub> (Et)	CH <sub>3</sub> (Et)	CH <sub>2</sub>	
** II	126,86 с	107,09 д	125,76 д	133,3 с	120,7 д	111,99 д	127,41 с	135,9 с	59,69 т	13,05 к	41,06 т	160,86 с
** IV	125,13 д	100,77 д	122,35 д	132,75 с	119,51 д	111,08 д	127,82 с	134,42 с	—	—	41,74 т	—

(1) Спектры сняты на спектрометре „Varian“, CFT-20, внутренний стандарт—TMS.

\* Ацетон d<sub>6</sub>; ДМСО d<sub>6</sub>=3:1; \*\* ДМСО d<sub>6</sub>; \*\*\* Ацетон d<sub>6</sub>.





вор мутнеет и выгадает вязкая масса. Перемешивают 1 час. Затем экстрагируют эфиром. Экстракт промывают сперва 2% раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а затем водой до нейтральной реакции и сушат над  $\text{MgSO}_4$ . Эфир упаривают, оставшееся вязкое масло растворяют в бензоле и оставляют. Через 4 часа выпавший осадок желтого цвета отфильтровывают, промывают гексаном и сушат. Выход 4 г (34%). Т. пл. 135—137°C. Найдено, %: С 65,2; Н 6,4; N 13,3.  $\text{C}_{23}\text{H}_{28}\text{N}_4\text{O}_4$ . Вычислено, %: С 65,1; Н 6,6; N 13,2.

2,2'-Дикарбэтокси-бис-(индолил-5) метан (II). 14,9 г (0,035 мол) продукта I смешивают с 150 г эфиров полифосфорной кислоты и медленно нагревают при перемешивании до 85—90°C. При этом наблюдается температурный скачок до 120°C. Реакционную массу выдерживают при 100° в течение 30 минут. Затем охлаждают и выливают в холодную воду. Осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат. Выход 85 %, после очистки 65%. Т. пл. 203,5—204°C (хроматография на колонке с силикагелем, элюент—хлороформ, последующая кристаллизация из этанола).  $R_f$  0,7 (ацетон:бензол-1:5). ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3350 (NH); 1700, 1715  $\text{cm}^{-1}$  (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 225 (4,65). 298 нм (4,59). Найдено, %: С 70,6; Н 5,7; N 7,0.  $\text{C}_{23}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: 70,8; Н 5,7; N 7,2.

2,2'-Дикарбокси-бис-(индолил-5) метан (III). К кипящему раствору 0,39 г (0,001 мол) продукта II в 100 мл абс. этанола прибавляют раствор 3 г NaOH в 50 мл абс. этанола и кипятят 2 часа. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают спиртом и хорошо отжимают. Затем соль кислоты III растворяют в 100 мл воды и подкисляют HCl до pH 1. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат. Выход 0,2 г (60 %). Т. пл. 265°C с разложением (из этанола). Найдено, %: С 68,3; Н 4,3; N 8,3.  $\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: С 68,3; Н 4,2; N 8,4. ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3365, 3440 Н; 1700  $\text{cm}^{-1}$  (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 225, 293 нм.

Бис-(индолил-5) метан (IV). 3,3 г (0,01 мол) соединения III нагревают до прекращения выделения  $\text{CO}_2$ . После охлаждения вещество очищают на колонке с силикагелем. Элюент—бензол. Выход 0,67 г (28%). Т. пл. 159—160°C (из октана).  $R_f$  0,5 (бензол:ацетон 10:1). Найдено, %: С 82,9; Н 5,8; N 11,3.  $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{N}_2$ . Вычислено, %: С 82,9; Н 5,6; N 11,4. ИК-спектр (в хлороформе): 3495  $\text{cm}^{-1}$  a(NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 225(4, 75), 274 (4, 10), 284 (4, 09) 295 нм (3,87).

5-Бензил-2-карбэтоксииндол (V). При синтезе 2,2'-дикарбэтокси-бис-(индолил-5) метана (II) образуется соединение V, которое выделяют на колонке с силикагелем. Элюент—хлороформ. Выход 1%. Т. пл. 124—124,5°C (из бензола).  $R_f$  0,45 (бензол). Найдено, %: С 77,9; Н 6,4; N 4,8.  $\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{NO}_2$ . Вычислено, %: С 77,4; Н 6,1; N 5,0. ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3320 (NH); 1680  $\text{cm}^{-1}$  (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 210 (4,47), 237 (4,35) плечо, 302 нм (4,32).

2-Карбокси-5-бензилиндол (VI). К кипящему раствору 2,8 г (0,01 мол) продукта V в 100 мл этанола прибавляют раствор 3,2 г NaOH в 50 мл этанола и кипятят 2 часа. Осадок отфильтровывают, промывают



спитром и растворяют в 100 мл воды. Раствор подкисляют HCl до pH 1. Выпавший осадок промывают водой до нейтральной реакции и сушат. Выход 2 г (80%). Т. пл. 227—228°C с разложением. Найдено, %: С 76,5; Н 5,6; N 5,4.  $C_{16}H_{13}NO_2$ . Вычислено, %: С 76,5; Н 5,2; N 5,6. ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3350, 3400 (NH); 1670, 1705  $cm^{-1}$  (C=O). УФ-спектр,  $\lambda_{max}$  (lg  $\epsilon$ ): 210 (4,47), 227 (4,49), 294 нм (4,24).

5-Бензилиндол (VII). 2,5 г (0,01 мол) продукта VI нагревают в пламени горелки до прекращения выделения  $CO_2$ . Очищают на колонке с силикагелем. Элюент—гексан. Выход 0,9 г (45%), маслообразное вещество. Rf 0,8 (бензол). Найдено, %: С 87,5; Н 6,7; N 6,4.  $C_{15}H_{13}N$ . Вычислено, %: С 87,0; Н 6,3; N 6,8. ИК-спектр (в пленке): 3450  $cm^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{max}$  (lg  $\epsilon$ ): 210 (4,43), 225 (4,47), 272 (3,75), 285 (3,69), 296 нм (3,47).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.6.1978)

ორბანული შიში

შ. სამსონია, ი. ჩიკვაიძე, ნ. სუვოროვი, ი. გვერდსითელი

(საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

ბისინდოლები III ბის-(ინდოლილ-5)მეთანის  
სინთამის სინთეზი

რეზიუმე

ფიშერის რეაქციით სინთეზირებულია ჰეტეროციკლური სისტემა ბის-(ინდოლილ-5)მეთანი. მაციკლიზებულ აგენტად გამოყენებულია პოლიფოსფორმეზის ეთერები. მიღებულია 2,2'-დიკარბოქსი-ბის-(ინდოლილ-5)მეთანი, რომლის შესაბამისად გამოყოფილ იქნა 2,2'-დიკარბოქსი-ბის-(ინდოლილ-5)მეთანი. ამ დიკარბონმეზის თერმული დეკარბოქსილირებით მიღებულია ბის-(ინდოლილ-5)მეთანი.

ORGANIC CHEMISTRY

Sh. A. SAMSONIA, I. Sh. CHIKVAIDZE, N. N. SUVOROV,

I. M. GVERDTSITELI

BISINDOLES III. SYNTHESIS OF BIS-(INDOLYL-5)METHANE

Summary

The heterocyclic system bis-(indolyl-5) methane has been synthesized by Fisher's reaction. Polyphosphoric acid esters were used as cyclization agent. 2,2'-dicarboxy-bis-(indolyl-5)methane was obtained. By hydrolyzation of this substance 2,2' dicarboxy-bis-(indolyl-5) methane was isolated. Thermal decarboxylation of this dicarboxylic acid yielded bis-(indolyl-5) methane.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. А. Самсония и др. Сообщения АН ГССР, 91, № 2, 1978.
2. Н. Н. Суворов, Ш. А. Самсония и др. ХГС, № 2, 1978, 217—224.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

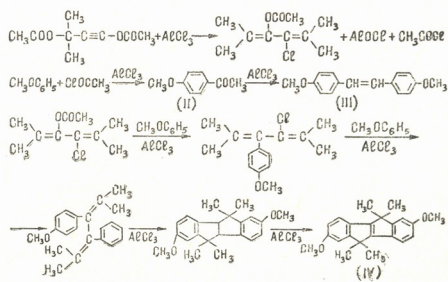
Ш. Д. КУПРАВА, Г. Г. САМСОНИЯ, Р. Ш. КЛДИАШВИЛИ,  
 Н. Р. ЛОЛАДЗЕ, И. Г. АБЕСАДЗЕ, Р. М. ЛАГИДЗЕ

СИНТЕЗ 3,4,7,8-ДИБЕНЗО-3',2''-ДИМЕТОКСИ-2,2,6,6-  
 -ТЕТРАМЕТИЛ-БИЦИКЛО (3,3,0)Δ<sup>4,8</sup>-ОКТАНА

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 26.6.1978)

В работах [1—3] показано, что при алкилировании бензола, анизола и вератрола бут-2-ин-1,4-диолам в присутствии б. AlCl<sub>3</sub> образуются 2-фенилнафталин, 7-метокси-2-(п-метоксифенил)нафталин и 6,7-диметокси-2-(3,4-диметоксифенил)нафталин соответственно. В аналогичных условиях алкилированием бензола и его гомологов различными ацетиленовыми γ-гликолями и их диацетатами получены 5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)инден (I) и его замещенные аналоги, наряду с соединениями типа 2-фенил-1,3-диалкилинданов [4—7].

В данной работе показано, что алкилирование анизола диацетатом 2,5-диметил-гексин-3-диола-2,5 протекает аналогично и образуются п-метоксиацетофенон (II), дианизилэтилен (III), способ получения которого действием б. AlCl<sub>3</sub> на п-метоксиацетофенон описан в работе [8], и 3,4,7,8-дибензо-3',2''-диметокси-2,2,6,6-тетраметил-бицикло (3,3,0)Δ<sup>4,8</sup>-октан (IV) по схеме

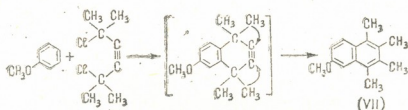


Нам впервые удалось показать также, что алкилирование бензола 2,5-диметил-3,4-дихлор-2,4-гексадиеном (V) в присутствии б. AlCl<sub>3</sub> при их молярном соотношении 1:0,5 протекает более гладко и соединение (I) образуется с выходом 63%. В ходе изучения этих реакций уточнены условия, описанные в работе [9], по получению соединения (V) и его изомера 2,5-дихлор-2,5-диметил-гексина-3 (VI). Установлено, что при охлаждении смеси 2,5-диметил-гексин-3-диола-2,5 и соляной кислоты ледяной водой и непрерывном перемешивании в течение 4 часов они образуются приблизительно в равных количествах; при

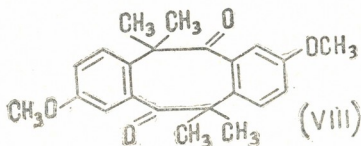


комнатной температуре выход (V) увеличивается до 75% и при нагревании реакционной смеси до 50° достигает 90—95%.

Из продуктов алкилирования анизола диацетатом 2,5-диметилгексин-3-диола-2,5 удалось выделить также в незначительном количестве 6-метокси-1,2,3,4-тетраметилнафталин с т. пл. 112—113° (VII) [10]. Обнаружить его в продуктах конденсации 2,5-диметил-3-хлор-4-ацетоксигексадиена-2,4 и 2,5-дихлор-2,5-диметил-3,4-гексадиена с анизолом не удалось. На основании этих данных предложена схема образования соединения (VII):



Окислением соединения (IV) хромовым ангидридом в ледяной уксусной кислоте получен соответствующий циклический дикетон 3,9-диметокси-6,6,12,12-тетраметил-сим-дibenзоциклооктандион-5, 11 (VIII) с т. пл. 195—6°, выход 56%.



ИК-спектры сняты на приборе UR-20 (ГДР), ПМР-спектры — на приборе ДА-60, JL—«Вариан», внутренний стандарт—ТМС, масс-спектры — на приборе LKB 900 (LKB, Швеция) при ускоряющем напряжении 70 эв; ГЖХ анализ проведен на приборе «Цвет-4—67», колонка 1 м×3 мм, стандартная фаза — 3% анизон-Л на хромосорбе-W, детектор по теплопроводности, газ-носитель—гелий, скорость 50 мл/мин, температура колонки 80° для соединений (V, VI) и 250° для соединений (I, IV, VII). Время удерживания: для соединения (I) 40 сек, для соединения (IV) 120 сек, для соединения (V) 80 сек, для соединения (VI) 28 сек, для соединения (VII) 36 сек.

Получение соединения (IV). К смеси 152 г анизола и 26,7 г б. AlCl<sub>3</sub>, при комнатной температуре и непрерывном перемешивании добавляли по каплям 20 г диацетата 2,5-диметилгексин-3-диола-2,5 в течение 30 мин. Затем колбу постепенно подогрели на водяной бане до 75° и при этой температуре реакцию проводили в течение 6,5 часов. Образовавшийся комплекс разлагали разбавленной соляной кислотой, экстрагировали эфиром (50 мл×4), эфирную вытяжку промывали водой, высушивали над Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и растворитель отгоняли. Вакуум-разгонкой 21 г конденсата получены: I фракция с т. кип. 70—100° (2 мм) — 6,0 г; II фракция с т. кип. 105—135° (2 мм) — 2,5 г; III фракция с т. кип. 140—150° (2 мм) — 2,0 г; IV фракция с т. кип. 160—200° (2 мм) — 10,2 г.

Многokратной разгонкой I фракции получены 3-хлор-4-ацетокси-2,5-диметилгексадиен-2-4—2,1 г, т. кип. 64—65° (3 мм),  $n_D^{20}$  1,4580 [11] и метоксиацетофенон (II) вымораживанием—3,5 г, т. пл. 37—38°; т. пл. се-микрбазона 193—194° [12].

II фракция при комнатной температуре почти полностью закристаллизовалась. Перекристаллизованный из этанола продукт имеет т. пл. 138—139° и отвечает дианизилэтилену (III), выход 2 г; ИК-спектр (КВг,  $\text{см}^{-1}$ ): 840 (1,4-замещенное бензольное кольцо), 1675 ( $>\text{C}=\text{C}<$ ), 2850 ( $\text{CCH}_3$ ). Найдено, %: С 80,04; 79,88; Н 6,62; 6,77;  $m/e$  ( $\text{M}^+$ ) 240.  $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_2$ . Вычислено, %: С 80,00; Н 6,66; М 240.

Вакуум-разгонкой III фракции выделена узкая фракция с т. кип. 126—128° (1 мм),  $n_D^{20}$  1,5370, хроматографированием которой в колонке ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  II степени активности) в системе растворителей гексан, гексан-бензол (9:1) получен продукт с т. пл. 112—113°, отвечающий соединению (VII) [10]. ПМР-спектр ( $\text{CCl}_4$ ,  $\delta$ ): 3,48 (3H,  $\text{CH}_3\text{O}$ ); 2,27; 2,29; 2,24; 2,45 (12H,  $\text{CH}_3 \times 4$ ). Найдено, %: С 84,15; 83,91; Н 8,56; 8,51;  $m/e$  ( $\text{M}^+$ ) 214.  $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}$ . Вычислено, %: С 84,11; Н 8,41; М 214.

При добавлении к IV фракции небольшого количества петролейного эфира она частично закристаллизовалась. Перекристаллизованный из этанола продукт плавится при 232—233° и отвечает соединению (IV). Общее количество его в указанной фракции по ГЖХ составляет 25%. Для выделения его в чистом виде соответствующую фракцию несколько раз обрабатывали хроматографированием в колонке ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  II степени активности) в системе растворителей гексан-бензол (5:1), (5:2), (1:1). ИК-спектр (КВг,  $\text{см}^{-1}$ ): 805 (1, 2, 4-замещенное бензольное кольцо), 1622 (сопряженная двойная связь), 1373, 1383, 1450 (гем. диметильная группа), 2837 ( $\text{OCH}_3$ ), ПМР-спектр ( $\text{CS}_2$ ,  $\delta$ ), 3,72 (6H,  $\text{CH}_3\text{O} \times 2$ ); 1,4 (12H,  $\text{CH}_3 \times 4$ ); 6,47; 7,12 (6H ароматика). Как и следовало ожидать, сигналы одиночных протонов в местах сочленения двух пятичленных колец отсутствуют. Найдено, %: С 82, 22, 82,37; Н 7,32, 7,37;  $m/e$  ( $\text{M}^+$ ) 320.  $\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{O}_2$ . Вычислено, %: С 82, 50; Н 7,50; М 320.

Окисление соединения (IV). К раствору 0,5 г (IV) в 30 мл ледяной уксусной кислоты при слабом подогревании небольшими порциями добавляли 1 г  $\text{CrO}_3$ . Смесь умеренно кипятили приблизительно в течение 15—20 минут. Выпавший осадок отфильтровывали и промывали водой. Затем несколько раз обрабатывали последовательно 5% раствором  $\text{NaOH}$  и водой. Сырой продукт в количестве 0,35 г, перекристаллизованный из этанола, имеет т. пл. 193—194° и отвечает diketону (VIII). ИК-спектр (КВг,  $\text{см}^{-1}$ ): 815, 875 (1, 2, 4-замещенное бензольное кольцо), 1386, 1390, 1455 (гем. диметильная группа), 1705 ( $\text{C}=\text{O}$ ), 2860 ( $\text{OCH}_3$ ). ПМР-спектр ( $\text{DMCO}-d_6$ ,  $\delta$ ): 3,7 (6H,  $\text{OCH}_3 \times 2$ ); 1,3; 1,7 (два синглета,  $\text{CH}_3$ ); 7,0; 6,6 (6H, ароматика).

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и  
органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 23.6.1978)

ზ. კუპრავა, ზ. სამსონია, რ. კლდიავილი, ნ. ლოლადე,  
 ი. აბესაძე, რ. ლაგიძე

3, 4, 7, 8-დიბენზო-3', 2''-დიმეთოქსი-2, 2, 6, 6-ტეტრაბიციკლი-  
 ბიციკლო-(3, 3, 0)Δ<sup>4,8</sup>-ოქტანის სინთეზი

რეზიუმე

ანიზოლის კონდენსაციით 2,5-დიმეთილ-ჰექსინ-3-დიოლ-2,5-ის დიაცეტატ-თან ქლორიანი ალუმინის თანაობისას მიიღება 3-მეტოქსიაცეტოფენონი (II), დიანიზილეთილენი (III), 6-მეტოქსი-1, 2, 3, 4-ტეტრაბიციკლინაფთალინი (VII) და 3, 4, 7, 8-დიბენზო-3', 2''-დიმეთოქსი-2, 2, 6, 6-ტეტრაბიციკლიბიციკლო (3, 3, 0)-Δ<sup>4,8</sup>-ოქტანი.

## ORGANIC CHEMISTRY

Sh. D. KUPRAVA, G. G. SAMSONIA, R. Sh. KLDIASHVILI, N. R. LOLADZE,  
 I. G. ABESADZE, R. M. LAGIDZE

SYNTHESIS OF 3,4,7,8-DIBENZO-3', 2''-DIMETHOXY-2,2,6,6-  
 TETRAMETHYLBICYCLIC (3, 3, 0) Δ<sup>4,8</sup>-OCTANE

### Summary

It is shown that condensation of anisole with 2,5-dimethyl-3-hexyendi-  
 ol-2,5 in the presence of AlCl<sub>3</sub> affords p-methoxyacetophenone, diani-  
 sylethylene, 6-methoxy-1,2,3,4-tetramethylnaphthalene and 3,4,7,8-dibenzo-  
 3',2''-dimethoxy-2,2,6,6-tetramethyl-bicyclic (3,3,0) Δ<sup>4,8</sup>-octane.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе, А. Д. Петров. ДАН СССР, 83, № 2, 1952, 235.
2. Р. М. Лагидзе, Н. Р. Лоладзе, А. Д. Петров. Сообщения АН ГССР, 19, № 3, 1957, 279.
3. Р. М. Лагидзе, Н. Р. Лоладзе, Ш. Д. Куправа, Г. Г. Самсония, Р. Ш. Клдиашвили, Д. Г. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 1, 1977, 89.
4. Р. М. Лагидзе, Н. К. Иремадзе, Ш. Д. Куправа, А. Д. Петров. ДАН СССР, 121, № 3, 1958, 470.
5. Р. М. Лагидзе, Л. П. Чигогидзе, Н. К. Иремадзе, Ш. Д. Куправа, Г. Г. Самсония. Сообщения АН ГССР, 25, № 1, 1960, 19.
6. Р. М. Лагидзе, Д. Г. Чавчанидзе, Н. К. Иремадзе, Л. П. Чигогидзе. Вопросы стереохимии, № 4, Киев, 1974, 92.
7. Р. М. Лагидзе, М. Ш. Вашакидзе, Н. К. Иремадзе, Г. Г. Самсония, Ш. Д. Куправа. ЖОрХ, 8, № 8, 1972, 1591.
8. Ч. Томас. Безводный хлористый алюминий в органической химии. М., 1949, 289.
9. А. И. Захарова, Г. Д. Ильина. ЖОХ, 24, № 12, 1954, 2144.
10. R. P. A. Ineeden, H. H. Zeiss. J. Organometallic Chem. 40, № 1, 1972, 163.
11. Р. М. Лагидзе, Р. Н. Ахвледиани. Сообщения АН ГССР, 31, № 3, 1963, 577.
12. Словарь органических соединений, I. М., 1949, 18.

Р. В. ЧЕДИЯ, С. К. ПЛУЖНОВ,  
В. И. СМЕТАНЮК, В. А. КАБАНОВ (член-корреспондент АН СССР),  
Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР)

## ГЕЛЕОБРАЗНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИМЕРИЗАЦИИ ПРОПИЛЕНА

В последние годы ширится фронт работ, направленных на «гетерогенизацию» гомогенных катализаторов [1]. Это связано в первую очередь с низкой стабильностью последних и сложностью отделения от них продуктов реакции.

При гетерогенизации каталитических комплексов на поверхности твердых носителей увеличивается стабильность и в ряде случаев повышается удельная активность зафиксированных активных центров.

Недавно для полимеризации олефинов были предложены гелеобразные каталитические системы (ГКС), по-видимому, оптимально сочетающие в себе достоинства гомогенных и классических гетерогенных катализаторов [2]. Катализаторы подобного типа оказались исключительно эффективными для процессов димеризации олефинов.

В настоящей работе представлены результаты проведенных в Институте нефтехимического синтеза АН СССР и Институте физической и органической химии АН ГССР исследований процесса димеризации пропилена на ГКС такого типа.

В общем виде такие ГКС представляют собой комплексы переходных металлов, иммобилизованные (закрепленные) в объеме набухших полимерных гелей. Благодаря средству гелеобразных частиц к реакционной среде катализируемая реакция протекает не только на поверхности, но и во всем объеме набухшей полимерной частицы. Поэтому суммарная эффективность использования активных центров, иммобилизованных в геле, может быть столь же высокой, как и в гомогенном катализе. Вместе с тем, наличие отдельной фазы катализатора, представляющего собой прочные эластичные гранулы или мембраны, позволяет просто отделять продифундировавшие из объема геля в реакционную среду продукты реакции димеризации пропилена.

Для фиксации активных центров удобно использовать полярные группы, такие как пиридиновые, способные связывать соединения переходных металлов, однако их включение в носитель не должно существенно ухудшать его способность к набуханию в углеводородах. Последнее условие легче всего удовлетворять, если необходимые функциональные группы присоединять к основе путем привитой сополимеризации, так как происходящая в этом случае микросегрегация разнородных цепей обуславливает сохранение в сополимере свойств составляющих его полимерных компонентов.

В настоящем исследовании в качестве полимерной основы применяли привитой сополимер СКЭПта (синтетический каучук этилен-пропилен-несопряженный диен) и поли-4-винилпиридина (ПВП), содержание фрагментов ПВП до 40 вес.%. Для предотвращения диспергирования частиц носителя в реакционной среде каучуковую основу ши-



вали. Затем гранулы носителя обрабатывали растворами солей никеля, например ацетилацетонатом никеля, и формировали в них активные центры путем обработки алюминийорганическими соединениями.

Полученные таким образом эластичные гранулы обладали всем требуемым комплексом свойств. При введении в реакционный раствор они не разрушались при перемешивании, не слипались и не прилипали к стенкам реактора.

Процесс димеризации пропилена проводили в реакторе периодического действия с мешалкой в среде углеводородного или хлоруглеводородного растворителя. О скорости реакции димеризации пропилена судили по падению давления в термостатированной емкости. Анализ продуктов проводили с помощью газо-жидкостной хроматографии.

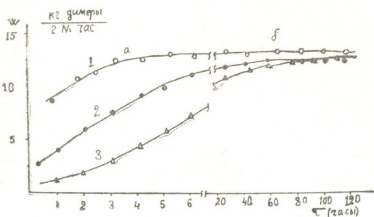
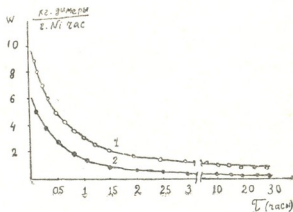


Рис. 1. Кинетические кривые зависимости скорости димеризации пропилена в углеводородных растворителях: 1 — н-гептан, 2 — изооктан, 3 — димеры пропилена. Условия реакции: катализатор СКЭПТ-ПВП (15%)-Ni (ацац)<sub>2</sub> — 0,1 г, сокатализатор (изо-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>2</sub> AlCl — 0,5 мл, 0,5 М раствора в н-гептане, объем растворителя — 10 мл, температура 40°C, давление — 2,5 ат.

Важнейшей особенностью этих катализаторов является их исключительно высокая стабильность действия во времени. На рис. 1 приведены типичные кинетические кривые димеризации пропилена на ГКС.

В то время как гомогенные каталитические системы на основе никеля в этих условиях (40°C, 2 ат) дезактивируются через несколько часов, ГКС сохраняют активность сотни часов и более. Характерно и то, что максимум каталитической активности для ГКС находится в интервале 40—60°C, тогда как аналогичные никелевые гомогенные системы относительно стабильны при температурах не выше 20°C. Это обстоятельство имеет большое значение для практики, так как позволяет разработать непрерывный технологический процесс без применения хладагентов.

Рис. 2. Влияние природы алюминийорганического сокатализатора на скорость димеризации пропилена в толуоле: 1—C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>AlCl<sub>2</sub>, 2—(изо-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>2</sub>AlCl. Условия реакции: катализат. СКЭПТ-ПВП(15%)-Ni (ацац)<sub>2</sub>, соотношение Al/Ni=16, объем растворителя—10 мл, температура 30°C, давление — 2,5 ат



Процесс формирования активных центров на свежеприготовленном катализаторе протекает во времени. Наиболее быстро формируются активные центры в н-углеводородах (н-гептан). При проведении процесса в непредельных углеводородах, в частности продуктах димери-



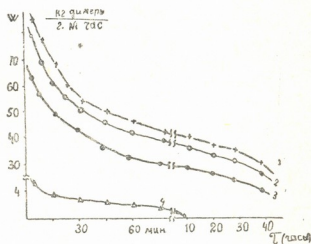
зации пропилена, наблюдается большой индукционный период (рис. 1, участок а). Однако стационарная скорость процесса остается практически одинаковой для всех углеводородных растворителей (н-гептан, изооктан (2,2,4-триметил-пентан), димеры пропилена) (рис. 1, участок б).

Иная картина наблюдается при проведении димеризации пропилена в ароматических углеводородах при температурах выше 20°C (рис. 2).

Из данных, приведенных на рис. 2, следует, что во времени расход пропилена значителен. При этом процесс димеризации пропилена сопровождается алкилированием толуола. Аналогичная картина наблюдалась в работе [3].

Димеризация пропилена в хлорбензоле и 1,2-дихлорэтане протекает с высокой скоростью, превышающей скорость димеризации в н-гептане в 4—5 раз. Однако в этих условиях стабильность ГКС во времени значительно ниже ~ 50 часов (рис. 3, кривые 1—3). В присутствии галондуглеводородов с подвижным атомом галогена дезактивация ГКС наступает за 4—5 часов (рис. 3, кривая 4).

Рис. 3. Кинетические кривые зависимости скорости димеризации пропилена в галондуглеводородных растворителях: 1—дихлорэтан, сокатализатор—(изо- $C_4H_9$ )<sub>2</sub>AlCl; 2—хлорбензол, сокатализатор— $C_2H_5AlCl_2$ ; 3—хлорбензол, сокатализатор—(изо- $C_4H_9$ )<sub>2</sub>AlCl; 4—этил бромистый, сокатализатор—(изо- $C_4H_9$ )<sub>2</sub>AlCl. Условия реакции: катализатор СКЭПТ-ПВП (15%)—Ni (ацац)<sub>2</sub>, соотношение Al/Ni=16, объем растворителя — 10 мл, температура 40°C, давление — 2,5 ат



Следовательно, процесс димеризации на ГКС целесообразно проводить в среде н-углеводородов или в продуктах димеризации пропилена, тем более что в этих условиях не наблюдается образования высших олигомеров.

Стабильность ГКС зависит также от восстанавливающей способности применяемого алюминийорганического соединения. Наиболее стабильны ГКС, работающие в присутствии  $AlCl_3$ . При использовании  $AlR_3$  катализатор быстро дезактивируется.

Изомерный состав димеров пропилена, полученных на ГКС на основе соединения никеля иммобилизованных на звеньях ПВП, практически не зависит от температуры проведения процесса (в интервале 20—70°C), природы использованного растворителя, соединения никеля и алюминийорганического сокатализатора. Катализат имеет следующий состав: ~ 72 % метилпентенов, ~ 26% гексенов и ~ 2% 2,3-диметилбутена-2.

Академия наук СССР  
Институт нефтехимического синтеза  
им. А. В. Топчиева

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и  
органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

რ. ზედიან, ს. კლუშნოვი, ვ. სმეტანიუკი, ვ. კაბანოვი (სსრკ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ძრ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი)

პროპილენის დიმერიზაციის გელისმაგვარი  
 კატალიზური სისტემები

რეზიუმე

შესწავლილია პროპილენის დიმერიზაცია სხვადასხვა გამხსნელში ნიკელის აცეტილაცეტონიტის შემცველი გელისმაგვარი კატალიზატორებისა და ალკილალუმინოჰალოგენიდების თანდასწრებით ზოგიერთ გამხსნელებში (ნ. ჰექსანი, 2, 2, 4-ტრიმეთილპენტანი, პროპილენის დიმერები) გელისმაგვარი კატალიზატორები აქტივობას ასობით საათს ინარჩუნებენ.

გამხსნელებად 1, 2-დიქლორეთანის და ქლორბენზოლის გამოყენებისას დიმერიზაციის სიჩქარე 4—5-ჯერ მეტია, ვიდრე ნ. ჰექსანის შემთხვევაში, მაგრამ აქტივობა შედარებით სწრაფად ეცემა (~50 სთ). პროპილენის დიმერები შეიცავენ: ~72% მეთილპენტენებს, ~26% ნ. ჰექსენებს და ~2% 2, 3-დიმეთილბუტენ-2-ს.

ORGANIC CHEMISTRY

R. V. CHEDIA, S. K. PLUZHNOV, V. I. SMETANYUK, V. A. KABANOV,  
 Kh. I. ARESHIDZE

GEL-LIKE CATALYTIC SYSTEMS FOR PROPYLENE DIMERIZATION

Summary

The dimerization of propylene has been studied in various solvents in the presence of gel-like catalytic systems (GCS) containing nickel acetylacetonate and alkylaluminiumhalides. The activity of GCS in n-heptane, 2, 2, 4-trimethylpentane, propylene dimers remains constant for hundreds of hours.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Cernia, M. Graziani. J. Appl. Polym. Sci., 18, 1974, 2725.
2. В. А. Кабанов, В. И. Сметанюк, В. Г. Попов. ДАН СССР, 225, № 6, 1975, 1377.
3. Д. Б. Фурман, С. С. Жуковский, Т. М. Харитоновна, Б. М. Федоров, В. Г. Липович, О. В. Брагин, И. В. Калечиц, В. Э. Вассерберг. Сб. «Катализаторы, содержащие нанесенные комплексы». Новосибирск, 1977, 152.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Л. К. КВАНТАЛИАНИ,  
Д. С. ЧИПАШВИЛИ

## ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ФУРАНОВЫХ СМОЛ

Перспективными сырьевыми материалами для получения углеродных адсорбентов с развитой микропористой структурой и молекулярно-ситовыми свойствами являются синтетические промышленные полимеры.

Технологический процесс получения углеродных продуктов на основе фурановых смол связан с их превращением в пространственно-сетчатые полимеры под действием кислых катализаторов на холоду или при нагревании с карбонизацией отвержденного полимера в свободной от кислорода среде при различной скорости нагревания и до различных конечных температур.

В ряде работ приводятся отдельные данные, касающиеся исследований способов получения пористой структуры и адсорбционных свойств неактивированных и активированных адсорбентов из полимеров фурилового спирта [1—9].

Пористая структура углей, полученных при различных температурах карбонизации, практически недоступна для молекул изопропилового спирта, неопентана, а сорбция углями воды и метилового спирта зависит от конечной температуры карбонизации. Углеродные остатки, полученные карбонизацией фуриловой смолы до температур 400, 600, 800°, имеют очень незначительный объем пор, доступных молекулам бензола [6, 7].

В работах [1, 6, 8, 9] приведены характеристики пористой структуры неактивированных углей из фуриловой смолы, карбонизованных при 700°C: плотность по ртути 1,44 Г/см<sup>3</sup>, плотность по гелию 1,86 Г/см<sup>3</sup>, объем открытых пор 0,157 см<sup>3</sup>/г, диаметр открытых пор полученных остатков 3,76—4,75 Å.

Как видно из литературы, изучение свойств продуктов карбонизации фурановых смол представляет определенный интерес. В задачу настоящей работы входило термографическое исследование углеродных остатков, полученных карбонизацией некоторых промышленных фурановых смол: фуриловой (ФЛ-2), отвержденной в различных условиях, фурило-фенолформальдегидной (ФФ-1С) и фурфуроло-фенолформальдегидной (ФМ-2).

Фуриловая смола отверждалась в присутствии разных количеств кислого катализатора бензосульфокислоты (1 вес.% БСК, 2,5 вес.% БСК, 5 вес.% БСК). Часть образца (2,5 вес.% БСК) облучалась на радиационно-химической установке МРХ-γ-20 мощностью 200 рад/сек до дозы 3,67 10<sup>8</sup> рад. ФФ-1С и ФМ-2 отверждались без добавления кислого катализатора, фурановые смолы — в условиях, описанных в работе [10].



Термографическое исследование проводилось на дериватографе системы Паулик, Паулик, Эрдей, фирмы МОМ (Венгрия). Прибор этого типа дает возможность при одной навеске синхронно получать четыре кривые, наглядно описывающие процессы, протекающие при нагревании исследуемых веществ.

Проведение эксперимента на одной навеске обеспечивает получение точных данных о термической природе образцов.

Термические кривые записывались при скорости нагревания  $10^\circ/\text{мин}$ , эталоном служила окись алюминия. Эксперименты осуществлялись в атмосфере геля.

Термографические данные углеродных адсорбентов из промышленных фурановых смол

Образец	Температурный интервал дегидратации, $^\circ\text{C}$	Температура максимальной скорости дегидратации, $^\circ\text{C}$	Адсорбционная способность по воде, вес. %	E ккал/мол
Смола ФЛ-2 (1% БСК), прокаленная при $1000^\circ$	50—360	140	16,9	7,8
Смола ФЛ-2 (2,5% БСК), прокаленная при $1000^\circ$	50—370	120	18,2	5,9
Смола ФЛ-2 (5% БСК), прокаленная при $1000^\circ$	50—370	130	17,3	7,3
Смола ФЛ-2 (2,5% БСК), облущенная, прокаленная при $1000^\circ$	50—400	130	15,1	9,2
Смола ФФ-1С, прокаленная при $1000^\circ$	50—340	130	17,1	7,8
Смола ФМ-2, прокаленная при $1000^\circ$	50—360	140	15,4	9,0
Смола ФЛ-2 (2,5% БСК), прокаленная при $600^\circ$	50—250	100	6,7	5,9
Смола ФЛ-2 (2,5% БСК), прокаленная при $800^\circ$	50—370	110	16,6	5,9
Смола ФЛ-2 (2,5% БСК), прокаленная при $1000^\circ$	50—370	120	18,2	5,9

Образцы нагревались в динамических условиях до различных конечных температур ( $600$ ,  $800$ ,  $1000^\circ$ ). При данной температуре образец прокаливался в статических условиях в течение 3 часов, после чего часть навески сразу же подвергалась полному термическому анализу. Другая часть навески помещалась в эксикатор до полного насыщения образца паром воды, после чего и этот образец изучался на дериватографе в динамических условиях.

Термографические кривые адсорбентов наиболее характерны в температурном интервале  $50$ — $400^\circ$ , в котором происходит дегидратация образца.

На дериватограммах, снятых сразу после прокаливания образцов, потеря веса в указанном температурном интервале не замечается и соответственно отсутствуют характерные эффекты на кривых нагревания исследуемых образцов.

На всех дериватограммах, снятых после регидратации образцов, отмечаются типичные для цеолитов эффекты в соответственном интервале температур.

Вода теряется в узком температурном интервале, одноэтапно. Максимумы скорости дегидратации отмечаются приблизительно при температуре  $130^\circ$ .

Из данных термограмм количественно определялся сорбционный объем по воде и температурный интервал процесса дегидратации. Кинетические данные по дегидратации вычислялись по [11].

Экспериментальные данные приведены в таблице. Как видно из таблицы, температура прокаливания существенно влияет на содержание воды в образцах. Образец, прокаленный при  $600^\circ$ , поглощает 6,7% воды, тогда как прокаливание того же образца при  $1000^\circ$  увеличивает эту величину до 18,2%.

Как видно из полученных данных, процентное содержание кислото катализатора БСК мало влияет на адсорбционную способность исследуемых образцов, а радиационное облучение значительно уменьшает сорбционный объем адсорбентов. Из этих данных видно также, что содержание воды в образцах зависит и от природы полимера (ФЛ-2, ФФ-1С, ФМ-2).

Величины энергии активации процесса дегидратации находятся в интервале 6—9 ккал/мол. Такие значения  $E$  указывают, что дегидратация образцов не затруднена.

Исследуемые адсорбенты сохраняют способность к регидратации до конца эндотермического эффекта.

Как следует из приведенных выше результатов по адсорбционной способности, по кинетическим параметрам дегидратации и остальным термическим показателям, углеродные адсорбенты из промышленных фурановых смол сходны с цеолитами.

Полученные данные представляют интерес для разработки физико-химических основ направленного формирования пористой структуры таких углеродных адсорбентов в процессе карбонизации полимеров.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и

органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 30.6.1978)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ტიციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ლ. კვანტალიანი,  
 დ. შივაშვილი

სამრეწველო ფურანული ფისებიდან მიღებული  
 ნახშირბადოვანი ადსორბენტების თერმობრაფიული  
 კვლევა

რ ე ზ ი ე მ ე

ზოგიერთი სამრეწველო ფურანული ფისის კარბონიზაციის პროდუქტების თერმობრაფიულ თვისებებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გამოსავალი პოლიმერის ბუნება, მყავე კატალიზატორის შემცველობა, რადიაციული დამუშავება და კარბონიზაციის ტემპერატურა.



G. V. TSITSISHVILI, L. K. KVANTALIANI, D. S. CHIPASHVILI

A THERMOGRAPHIC STUDY OF CARBON ADSORBENTS  
OBTAINED FROM INDUSTRIAL FURFURAL ALCOHOL RESINS

## Summary

It is shown that the thermographic properties of the carbonization products of some industrial furfural alcohol resins are considerably affected by the nature of the initial polymer, the contents of acidic catalyzer of solidification radiation treatment and the temperature of carbonization.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Плаченнов, В. В. Гурьянов, Л. Б. Севрюгов, В. Ф. Карельская. ЖПХ, 44, 10, 1971.
2. Т. Г. Плаченнов, В. В. Гурьянов, Л. Б. Севрюгов, Г. А. Мусакин. ЖПХ, 44, 11, 1971, 2498.
3. E. Fitzer, W. Schjfer. Carbon, 8, № 3, 1970, 353.
4. N. O'Zanne, I. Amill, L. Bunnetain. Bull. Soc. Chim. France, 6, 1971, 1976.
5. Н. Накамура, Л. Атлас. Сб. «Графит как высокотемпературный материал». М., 1964, 283.
6. E. Fitzer, W. Schjfer, S. Jemada. Carbon, 7, № 6, 1969, 643.
7. P. L. Walker. Proc. of the 2nd Ind. Carbon and Grafite Conf. London, 1966, 405.
8. J. J. Kipling, I. W. Sherwood, P. V. Shooter, W. R. Tompson. Carbon, 2, № 1, 1964, 315.
9. J. J. Kipling, I. W. Scherwood, P. V. Shooter, W. R. Tompson. Carbon, 2, № 1, 1964, 321.
10. Д. С. Чипашвили, Л. Б. Севрюгов, В. Ф. Теплых, Б. П. Плаченнов, В. В. Евсеев. Изв. АН ГССР, сер. хим., 3, № 1, 1977, 29.
11. Г. О. Пилюян, О. С. Новикова. Изв. АН СССР, неорг. матер., 2, 7, 1966, 1298.

П. А. ЯВИЧ

## К ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИТЕРПЕНОВЫЕ САПОНИНЫ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 10.5.1978)

Тритерпеновые сапонины находят все большее применение в качестве лекарственных препаратов [1].

На сегодняшний день технология их выделения и очистки основана на методах форэкстракции и экстракции растительного сырья органическими растворителями с последующей очисткой получаемых веществ переосаждением либо перекристаллизацией [2, 3]. Все это связано со значительными потерями целевого продукта и с определенными затруднениями технологического характера.

В подобных случаях обычно весьма целесообразно применение динамических процессов. Однако в общем потоке информации по методам очистки сапонинов литературные данные по ионообменным методам весьма незначительны [4—7].

Целью настоящего исследования явились изучение вопроса применения ионного обмена в технологии получения сапонинов для освобождения их от сопутствующих красящих веществ и подбор оптимальных условий с использованием отечественных ионитов.

В качестве объектов исследования были взяты плоды конского каштана, корни синюхи обыкновенной, первоцвета Воронова и солодки, клубни цикламена, бобы гледичии [2, 3, 8]. Для большинства серий экспериментов из этих растений готовились извлечения 60%-водным раствором изопропилового спирта. рН полученных при этом извлечений составлял 5,8—6,5, а после пропускания их через катионит КУ-2 2,1—2,9. В качестве сорбентов применялись катионы КУ-1, КУ-2, КБ-4 и аниониты АН-1, АН-2Ф, АН-31, АВ-16, АВ-17, ЭДЭ-10П и ИА-1. Загрузка всех ионитов в колонну составляла 3 г, а анионита ИА-1 1—3 г (абс. сух. вес). Диаметр зерна во всех экспериментах, кроме оговоренных, составлял 0,8—1,0 мм. Скорость подачи раствора поддерживалась на уровне 1,5 мл/мин·см<sup>2</sup>. В большинстве экспериментов использовалась Н<sup>+</sup>-форма катионитов и ОН<sup>-</sup>-форма анионитов. Смолы готовились к работе по стандартной методике. «Тренировка» проводилась в системе «сапонинсодержащее водно-спиртовое извлечение — 5% раствор едкого натра либо соляной кислоты». При получении солевых форм анионита ИА-1 использовалась методика, описанная ранее [9]. Изменение окраски растворов контролировалось фотоколориметрически. Перед изменением оптической плотности сходящего и исходного растворов проводилась их корректировка к одинаковой величине рН.

Сравнение сорбционной активности катионитов показало, что из изученных смол наиболее перспективно применение смолы КУ-2 (Н<sup>+</sup>-форма). При этом следует отметить, что на катионитах сорбция красящих веществ происходит лишь в незначительной мере, а получаемый эффект обесцвечивания связан в основном с так называемым «рН-эффектом». При катионном обмене на Н<sup>+</sup>-форме ионита удаление



основного количества катионов минеральных примесей приводит к снижению рН экстракта до 2,1—2,9. Катионит КУ-2, обладая наибольшей емкостью по минеральным компонентам, проявляет в данном случае наилучший «эффект» обесцвечивания. Подобный вывод подтверждается величинами коэффициентов диффузии фенольных соединений [10], данными, полученными при десорбции с катионитов сорбированных фенольных соединений, а также тем, что изменение скорости подачи раствора на колонны, загруженные катионитом КУ-2, в широком диапазоне скоростей (изменение в 5—6 раз) практически не влияет на эффект обесцвечивания.

Сравнение сорбционной активности анионитов (по оптической плотности сходящего раствора, скорректированного к определенной величине рН) показало, что из всех изученных смол наиболее реальным представляется применение ионита ИА-1 (ОН<sup>-</sup>-форма) (рис. 1). Характерным является тот факт, что для всех анионообменных смол, кроме ИА-1, в первых порциях сходящего и не скорректированного к определенной рН фильтрата наблюдается не снижение, а повышение оптической плотности экстракта, по сравнению с исходным (рис. 2). Указанное действие связано с тем, что при одновременной сорбции красящих веществ и минеральных ионов из экстракта малая сорбционная емкость большинства анионитов по красящим веществам не может компенсировать явление «рН-эффекта», возникающего в результате обмена минеральных анионов на ОН<sup>-</sup>-группы смолы.

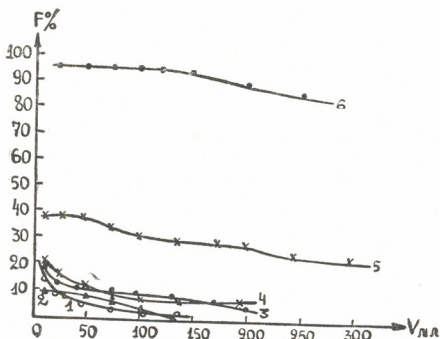


Рис. 1. Степень очистки сапонинсодержащих экстрактов от красящих веществ (экстракт корней первоцвета Воронова) различными анионитами: 1 — АН-31; 2 — ЭДЭ-10П; 3 — АВ-16; 4 — АВ-17; 5 — ИА-1 (1 г); 6 — ИА-1 (3 г)

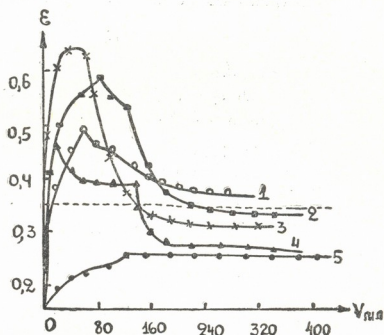
В следующей серии экспериментов исследовалось влияние как формы анионита, так и варьирования рН экстракта на ход процесса. Обобщая результаты цикла, наиболее целесообразным представляется применение анионита ИА-1 в ОН<sup>-</sup>-форме при предварительном подкислении экстракта путем фильтрации его через смолу КУ-2 в Н<sup>+</sup>-форме, что позволяет как максимально обесцветить экстракт, так и снизить в нем количество минеральных примесей.

Не удастся заранее прогнозировать влияние вида лиофильного растворителя и его исходной концентрации на степень очистки, и для



каждого растения эти параметры приходится подбирать эмпирически. Этот факт, по-видимому, связан с разнообразием полифенольных соединений в отдельных растениях. Следует отметить, что в реальном технологическом процессе на стадии ионного обмена не удастся регламентировать вышеуказанные параметры также в силу их связи с оптимальным режимом экстракции растительного сырья.

Рис. 2. Выходные кривые при очистке сапонинсодержащих экстрактов, не корретированных к определенному рН (экстракт плодов конского каштана): 1 — ЭДЭ-10П; 2 — АВ-17; 3 — АВ-16; 4 — АН-31; 5 — ИА-1 (1 г)



Исследование динамических характеристик процесса показало, что в случае использования анионита ИА-1 необходимо работать при скорости подачи раствора в колонны на уровне 0,8—1,5 мл/мин·см<sup>2</sup> и стремиться к работе на фракциях ионита с размером диаметра частиц 0,25—0,5 мм. Применение же катионита КУ-2 возможно в обычном динамическом режиме подобного рода процессов.

Используя рекомендуемую пару смол «катионит КУ-2—анионит ИА-1» в вышеуказанном режиме, возможно в определенной степени обесцветить водно-спиртовые экстракты, содержащие тритерпеновые сапонины. Из очищенных таким образом извлечений в большинстве случаев удается получить сумму сапонинов белого или серовато-белого цвета.

В процессе работы в контрольных опытах выделялась сумма сапонинов и сравнивалась с аналогичной суммой, полученной по стандартной методике. Судя по данным хроматографического контроля ( $R_f$  и величине пятен), в ряде случаев по результатам гидролиза, ИК-спектрам и точке плавления<sup>(1)</sup>, препараты идентичны друг другу. Выход же в случае применения ионного обмена несколько выше [6, 7].

Включение ионитов в схему производства сапонинов является реальным средством ее упрощения, позволяет исключить форэкстракцию сырья органическими растворителями, в ряде случаев избежать процессов пересадки, связанных с применением этилового эфира, ацетона, и т. д.

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

(Поступило 25.5.1978)

<sup>(1)</sup> Данная часть исследований проведена совместно с Г. Е. Деканосидзе, Т. А. Хведелидзе, А. Г. Сарабунович.

## 3. იაჯიჩი

ტრიტერპენული საკონინების შემცველი ხსნარების  
 ზაფხენდისათვის იონიტების გამოყენების შესაძლებლობა

## რეზიუმე

შესწავლილია ტრიტერპენული საკონინების შემცველი სპირტწყლიანი ხსნარების გაწმენდის შესაძლებლობა მღებავი ნივთიერებიდან სამამულო წარმოების იონგაცვლითი ფისებით.

ნაჩვენებია, რომ ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია კატიონიტი KY-2(H<sup>+</sup>-ფორმა) და ანიონიტი UA-1(OH<sup>-</sup>-ფორმა).

გაკეთებულია პერსპექტიული დასკვნა იონგაცვლითი ფისებით წყლიან-სპირტიანი ხსნარების გასუფთავებისათვის.

## CHEMICAL TECHNOLOGY

P. A. YAVICH

THE FEASIBILITY OF USING ION-EXCHANGE RESINS FOR THE  
 PURIFICATION OF SOLUTIONS CONTAINING TRITERPENOID  
 SAPONINS

## Summary

The paper deals with the question of the purification of aqueous alcoholic solutions containing triterpenoid saponins from dye-stuffs on ion-exchange resins of home production.

It is shown that it is more expedient to use the pair: kationite KU-2 (H<sup>+</sup>-form)-anionite IA-1 (OH<sup>-</sup>-form).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Яценко, А. Д. Турова. Сб. «Лекарственные растения», т. 14. М., 1971, 185—189.
2. В. И. Спиридонов, А. П. Прокопенко, Д. Г. Колесников. Мед. пром. СССР, 2, 1963, 17—22.
3. И. А. Муравьев, Н. А. Бурка. Аптечное дело, 5, 1959, 21—24.
4. W. Winkler, P. Patt. Naturwissenschaft 47, № 4, 1964, 83—87.
5. В. Г. Бухаров, Е. П. Щербак, А. П. Бещенков. ХПС, I, 1971, 33—38.
6. П. А. Явич. Республиканская научная конференция молодых химиков Грузинской ССР. Тез. докл. Тбилиси, 1975, 200—201.
7. П. А. Явич, Е. Г. Деканосидзе, А. Г. Сарабунович, П. З. Беридзе. Авт. свид. СССР, № 483982. Бюлл. изобр., № 34, 1974.
8. Е. З. Асоева, А. Ф. Даукша, Е. К. Денисова, Д. А. Муравьева. Уч. зап. Пятигорского фарм. ин-та, 6, № 1. Пятигорск, 1967, 8—10.
9. Т. Т. Суслина, В. Б. Войтович. Сб. «Теория и практика сорбционных процессов», 9. Воронеж, 1974, 19—22.
10. П. А. Явич, А. Г. Сарабунович, П. З. Беридзе. Хим.-фарм. ж., 2, 1976, 83—86.



Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ, Е. А. ЦАГАРЕЛИ

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕГО ЭОЦЕНА ЛЕЧХУМИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 30.5.1978)

Первые сведения о наличии в Лечхуми слоев, относимых в настоящее время к верхнему эоцену, принадлежат С. Е. Симоновичу и его соавторам [1]. Впоследствии верхнеэоценовые образования данного района рассматривались довольно часто [2—10]. Следует заметить, что в работах предыдущих исследователей имеется ряд неточностей в толковании как объема, так и возраста отдельных стратиграфических подразделений. В частности, еще не достигнуто полного единодушия по вопросу о стратиграфическом уровне лиролеписовой свиты. Кроме того, как показали результаты настоящих исследований, трудно согласиться с предположениями некоторых исследователей о взаимоотношении агвских слоев («горизонт агви» Б. Ф. Мефферта) с другими стратиграфическими единицами.

В предлагаемой статье дается биостратиграфия верхнеэоценовых образований по фораминиферам. Использование этой важной группы, наряду с новым материалом, полученным при исследовании ряда разрезов, позволяет, на наш взгляд, более правильно решить некоторые дискуссионные вопросы.

Верхний эоцен нами изучался в полосе Чкуми-Усахело. Здесь в ущелье Сарецкела, на правом берегу р. Цхенисцкали непосредственно выше так называемой нижнефораминиферовой свиты среднего эоцена развиты тонкослоистые, плитчатые коричневато-серые и серые мергели с многочисленными чешуями рыб, среди которых был определен *Lyolepis caucasica* Rom. [4]. В восточном направлении лиролеписовая свита прослеживается в окрестностях сс. Агви, Накуралешы, Цхукушери, Гвириши, Усахело и на левом берегу р. Ладжанури. В строении свиты местами (с. Гвириши и др.), наряду с мергелями, принимают участие также редкие прослои карбонатных песчаников с плохо сохранившимися дискоциклинами. Близ с. Цхукушери мергели данной свиты содержат *Globigerina turkmenica* Chal., *G. linaperta* Fin. и др. (зона *Globigerina turkmenica*). Мощность колеблется в пределах 15—30 м.

Лиролеписовая свита сверху сменяется слоями так называемой верхнефораминиферовой свиты. К последней в ущелье р. Цхенисцкали относится пачка зеленовато-серых мергелей (около 10 м), над которой после перерыва в обнажении (8—9 м) залегает пачка зеленовато-серых плотных мергелей с прослоями глинистых и песчаных известняков (10—12 м). Из нижней пачки были определены *Marginulina fragaria* Gümb., *Clavulina cylostomata* (G. et M.), *Dentalina* sp., *Gyroidina soldanii* d'Orb., *Eponides* aff. *umbonatus* (Reuss), *Cibicides dutemplei* d'Orb., *Epistomina paleogenica* Mjatl., *Glo-*



*bigerapsis index* (Finl.), *Subbotina eocenica* (Terq.), *Bulimina aksuatica* Moz., *Bulimina* sp., *Ellipsoglandulina* sp. (зона *Globigerapsis index*).

Восточнее, между сс. Цхукушери и Гвириши верхнефораминиферовая свита слагается зеленовато-серыми и светло-серыми мергелями и известковистыми мергелями. Местами в верхней части наблюдаются редкие прослойки глинистых известняков. Мощность равна 12—15 м. По дороге Гвириши-Цхукушери в нижних ее слоях найден комплекс мелких фораминифер (зона *Globigerapsis index*): *Nodosaria bacillum* Defr., *Ammodiscus insertus* (d'Orb.), *Valvulina subspinoso* M. Katsch., *Clavulina terterensis* Chal., *Stylostomella* sp., *Syphonodosaria adolphyna* (d'Orb.), *Lenticulina laticostata* (Tutk.), *L. inornata* (d'Orb.), *Gyroidina mardensis* M. Katsch., *Anomalina* cf. *granosa* Hant., *A. umbilicata* (Brotz.), *Brotzenella acuta* (Plumm.) var. *taurica* (Sam.), *Cibicides lobatulus* (W. et J.), *C. ungerianus* (d'Orb.), *Planulina costata* (Hant.), *Alabamina meskethica* M. Katsch., *Pullenia quinqueloba* (Reuss.), *Globigerina corpulenta* Subb., *Gl. bulloides* (d. Orb.), *Globigerapsis index* (Finlay), *Gl. tropicalis* (B. et B.), *Uvigerina jaksonensis* Cushm., *Bulimina sculptilis* Cushm., *Bulimina ovata* d'Orb.

В восточной части исследованной нами территории, в окрестности с. Усахело верхнефораминиферовая свита, залегающая выше лиролеpisовых мергелей, слагается зеленовато-серыми и светло-серыми мергелями. Мощность обнаженной части последних равна 3,2 м.

В западной части района, в окрестностях сс. Чкуми, Ларчвали, Агви и Накуралеша над верхнефораминиферовой свитой залегают агвские слои, представленные светло-серыми и серыми известняками, глинистыми и песчанистыми известняками и редко известковыми песчаниками и мергелями. Порода местами сильно глауконитовые.

На правом берегу р. Цхенискала в нижней части агвских слоев (мощность 24—25 м) породы нередко переполнены дискоциклинами, встречаются также представители моллюсков и редко нуммулитов. Здесь были определены *Nummulites incrassatus* de la Harpe, *N. budensis* Hant. N. sp., *Discocyclusina sella* (d'Arch.), *D. sp.*

В верхней части отмеченных слоев (мощность 4—5 м) наблюдаются моллюски, встречающиеся в некоторых слоях особенно обильно. Здесь были обнаружены (зона *Bolivina antegressa*) *Rhizamina* sp., *Ammodiscus incertus* (d'Orb.), *Marginulina fragarina* Gumb., *Lenticulina römeri* (Reuss), *L. laticostata* (Tutk.), *Valvulineria subspinoso* M. Katsch., *V. angulata* M. Katsch., *Gyroidina soldanii* d'Orb., *G. girardana* (Reuss), *G. mardensis* M. Katsch., *Eponides subumbonatus* Mjatl., *E. umbonatus* (Reuss), *Asterigerina* sp., *Cibicides condoni* (Cush. et Schen.), *Planulina costata* (Hant.), *Globigerina officinalis* Subb., *Bulimina* sp., *Uvigerina proboscidae* Schw., *Bolivina nobilis* Hant., *B. antegressa* Subb.

Сходными литологическими и палеонтологическими признаками охарактеризованы агвские слои и в других разрезах Рачинско-Лечхумской синклинали. Мощность указанных слоев на участке Чкуми-Ларчвали колеблется в пределах 20—30 м. К востоку их мощность постепенно уменьшается, и восточнее с. Накуралеша они не встречаются.

В полосе Чкуми-Накуралеша на агвских слоях, а в полосе Цхукушери-Усахело на верхнефораминиферовой свите лежит майкоп-

ская серия, представленная темно-серыми и зеленовато-серыми глауконитовыми песчаниками и песчанистыми глинами с желваками фосфоритов (мощность 0,6—7,0 м), переходящими вверх в темно-серые и коричневатые-серые глины с остатками рыб.

Учитывая приведенный выше материал, следует заключить, что в Лечхуми лиролеписовые мергели развиты только в низах верхнего эоцена (зона *Globigerina turkmenica*). Агвские слои и нижележащие зеленовато-серые мергели соответствуют верхнеэоценовым зонам *Bolivina antegressa* и *Globigerapsis index*. Надо отметить, что в соседних районах Западной Грузии (Мегрелия, полоса Чхари-Аджамети и др.) вся эта часть верхнего эоцена (т. е. между лирописовой свитой и майкопской серией) слагается мергелями верхнефораминиферовой свиты. Отсюда напрашивается вывод, что агвские слои замещают лишь верхнюю часть верхнефораминиферовой свиты.

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

(Поступило 2.6.1978)

გეოლოგია

ბ. ხალუკვაძე, ე. ცაგარელი

ახალი მონაცემები ლეჩხუმის ზედა ეოცენის  
 სტრატოგრაფიის შესახებ

რეზიუმე

ახალი სტრატოგრაფიული და პალეონტოლოგიური მონაცემებით ირკვევა, რომ ლეჩხუმში (ჩქუმი-უსახელოს ზოლი) ლიროლეპისიანი წყება (*Globigerina turkmenica*-ს ზონა) მთლიანად განლაგებულია ზედა ეოცენის ქვედა ნაწილში. ზედა ეოცენის ზედა ნაწილი აგებულია ზედა ფორამინიფერებიანი მერგელებით და აღვის შრეებით (*Globigerapsis index*-ის და *Bolivina antegressa*-ს ზონები).

GEOLOGY

N. Sh. SALUKVADZE, E. A. TSAGARELI

A CONTRIBUTION TO THE STRATIGRAPHY OF THE UPPER  
 EOCENE OF LECHKHUMI

S u m m a r y

New stratigraphical and micropaleontological data reveal that in Lechkhumi (Chkumi-Usakhelo strip) the three known members of the Upper Eocene: Lyrolepis suite, Upper foraminiferal suite and Aghvi strata, correspond respectively to the *Globigerina turkmenica*, *Globigerapsis index* and *Bolivina antegressa* zones.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Е. Симонович, А. Ф. Бацевич, А. И. Сорокин. Материалы для геологии Кавказа, сер. I, кн. 5. Петербург, 1875.
2. Б. Ф. Мефферт. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 140. Л., 1930.
3. А. И. Джанелидзе. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхуми. Тбилиси, 1940.
4. И. В. Качаравა. Труды ГИН АН ГССР, сер. геол., т. II (VII), 1944.
5. Е. К. Вахания. Труды ГПИ, горно-геол. сб., № 3 (8), 1955.
6. Е. К. Вахания. Труды ГПИ, № 3 (44), 1956.
7. В. Д. Эпиташвили. Вопросы геологии Грузии (к XXII сессии МГК). Тбилиси, 1964.
8. В. Д. Эпиташвили. Изв. Геол. о-ва Грузии, т. IV, вып. 2, 1965.
9. И. В. Качаравა. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР. М., 1964.
10. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.

М. Т. КЕМАЛАДЗЕ

## ФОРМАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ РАЙОНА МАДНЕУЛЬСКОГО, КВЕМО- БОЛНИССКОГО И ЦИТЕЛСОПЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 6.7.1978)

В районе медных и свинцово-цинковых месторождений Маднеульского группы развиты магматические породы, которые по геологическому положению и возрасту объединяются в три группы [1]:

Первая группа — пирокластиты и лавы пироксеновых порфиритов, туфобрекчии и туфолавы плагноклаз-порфиритового, кварц-порфиритового и кварц-альбитофирового состава (эффузивная фация); силлы и мелкие штоки пироксеновых порфиритов, диабаз-порфиритов, кварцевых порфиритов (субвулканическая фация); неки различные пород и эруптивные брекчии (жерловая фация); силлы, дайки габброидов (гипабиссальная фация); дайки и тела неправильной формы альбитофиров, кварцевых альбитофиров. Перечисленные породы подвергнуты интенсивной альбитизации, деформированы и раздроблены в связи с досреднеэоценовыми орогеническими движениями; их возраст верхнемеловой. Вторая группа — дайки и лакколиты рогообманковых и рогообманково-биотитовых дацитов (гипабиссальная фация) и липарито-дациты субвулканической фации. Дациты в меловой и досреднеэоценовой складчатости не участвуют; они образуют самостоятельные пояса с дайками и лакколитами и приурочены к зонам расколов в фундаменте; новые геологические данные определяют их среднеэоценовый возраст. Третья группа — лавовые покровы верхнеплиоцен-четвертичных долеритов (Цителсопели), стекающих от Кечутского хребта в ущелье р. Машавера. Они залегают полого, несогласно перекрывая породы верхнего мела и палеогена.

Цель данной статьи — выяснение формационной принадлежности магматических образований, распространённых в районе рудных месторождений: Цителсопельского, Маднеульского и Квемо-Болнисского.

С некоторым видоизменением формул для исследований петрохимических особенностей гранитоидов [2] нами построены вариационные диаграммы при фиксированных значениях основности ( $H = R/Al + R \times 100\%$ ) по коэффициентам общей щелочности ( $A = R_2/Al + R_2 \times 100\%$ ), кальциевости ( $C = Ca/R + 2,2Fe^{+3} - Mn \times 100\%$ ) (рис. 1), калиевости ( $K = K/K + Na \times 100\%$ ), железистости ( $Fe = Fe/Fe + Mg \times 100\%$ ), кремнистости ( $Si/Al + Si \times 100\%$ ), а также по коэффициенту кислотности ( $\alpha = 2b/a + 3$ ) и отношению  $R_2O:RO$  [3]. В формулы внесены атомные количества катионов: Al, Si,  $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ , Ca, Mg, Mn, Na, K; в формуле железистости учитывалось и трехвалентное железо.

Для построения вариационных диаграмм использованы химические анализы: а) интрузивных пород и их эффузивных эквивалентов [4] (образцы 1—12); б) интрузивных и эффузивных пород, участвующих в строении Болнисского рудного района и соседних геотектонических зон (образцы 13—24); в) гипабиссальных и эффузивных пород, развитых в пределах месторождений (образцы 24—37).

При рассмотрении линейных моделей (рис. 1 и др.) устанавли-



ваются, что вариационные кривые петрохимических характеристик по усредненным значениям химанализов интрузивных пород различных районов [4] и интрузивных пород Болнисского рудного района являются в общем одинаковыми. По значению основности интрузивные породы можно разделить на девять групп. Значения  $N$  менее 30% имеют граниты (I—IV группы). Гранодиориты имеют значение  $N$  от 30 до 40%, а андезито-дациты — от 40 до 60%. Горные породы с величиной  $N$  более 60% соответствуют габброидам. Интрузивные породы Болнисского рудного района характеризуются более низкими значениями кальциевости и общей щелочности, в связи с чем соответствующие им кривые кальциевости и щелочности на диаграммах расположены ниже (рис. 1).

Группировка пород по  $N$  и по значениям кальциевости, указывающая на кальциевость плагиоклаза, позволяет выделить следующие магматические формации: гранитоидную ( $N=14-40\%$ ,  $C=15-51\%$ ), андезито-дацитовую ( $N=40-56\%$ ,  $C=36-50\%$ ), липарито-дацитовую ( $N=30-45\%$ ,  $C=42-59\%$ ) и габброидную ( $N=60\%$  и выше,  $C=8-38\%$ ). Гранитоидная формация представляет совокупность гранитов, сиенитов и разновидностей, переходных к дацитам. Липарито-дациты расположены несколько в стороне от линейных моделей, что говорит об их эффузивном генезисе. Диориты, по Р. О. Дели [4], занимают переходное от андезитов к габброидам положение (рис. 1).

Подобная группировка пород наблюдается и по вариационным кривым общей щелочности, кремнекислотности и отношению  $R_2O:RO$ , что свидетельствует об их причинном характере (гранитоиды —  $A=40-50$ ,  $\alpha=2,7-4,8$ ,  $R_2O:RO=1,4-4,7$ ; андезито-дациты —  $A=25-38$ ,  $\alpha=2,3-3,52$ ;  $R_2O:RO=0,36-0,86$ ; липарито-дациты —  $A=17-44$ ,  $\alpha=3-4,52$ ,  $R_2O:RO=0,35-0,9$ ; габброиды —  $A=19-37$ ,  $\alpha=1,5-1,9$ ,  $R_2O:RO=0,1-0,34$ ).

Р. О. Дели рассматривает дациты и андезиты в качестве эффузивных аналогов диоритов и кварцевых диоритов. Однако расположение точек, соответствующих андезито-дацитам, непосредственно на вариационных линиях справа от гранодиоритов, совместное нахождение андезитов и дацитов в определенных геотектонических структурах указывают на самостоятельность некоторых андезито-дацитов, позволяющую полагать их мантийное происхождение.

В Болнисском рудном районе и в пределах Маднеульской группы месторождений меди и свинцово-цинковых руд широко развиты альбитофиры и кварцевые альбитофиры [5], имеющие, по мнению некоторых геологов, эффузивное происхождение, хотя часть исследователей считает, что альбит в этих породах является вторичным минералом [1, 6].

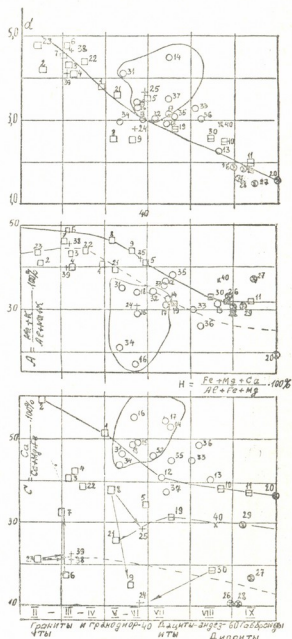
Г. С. Дзоценидзе считал, что альбитофиры и кварцевые альбитофиры первоначально имели дацитовый состав [6], а Г. М. Заридзе материнскими породами альбитофиров и кварцевых альбитофиров считает плагиоклазовые порфириты, кварцевые порфириты и порфириты, содержащие, наряду с основными плагиоклазами, пироксен, преобразованный впоследствии в роговую обманку [1].

Вариационные кривые (рис. 1 и др.) показывают, что исходными породами кварцевых альбитофиров Болнисского района являются эффузивные липаритовые порфиры либо кварцевые кератофиры, представляющие собой эффузивные аналоги кремнекислотных и щелочных гранитов. Альбитофиры, которые встречаются в виде дайковых тел и пластообразных залежей в переслаивании с вулканогенны-



ми породами кислого и среднего состава, видимо, образованы в результате альбитизации плагиоклазовых порфиров, кварцевых порфиров и кварцевых диоритов. В частности, некоторые пластовые тела альбитофиров Маднеульского месторождения представляют альбитизированные кварцевые диориты на следующем основании: 1) сходство минерального состава вкрапленников в альбитофирах и кварцевых диоритах; 2) геологическое положение — залегание под альбитофирами силловых тел кварцевых диоритов; 3) диаграмма числовых характеристик, по А. Н. Заварицкому, — расположение точек, соответствующих альбитофирам в средней полосе, наряду с точками кварцевых диоритов, и, наконец, 4) одинаковый показатель калиево-сти альбитофиров и кварцевых диоритов.

Рис. 1. Вариационные линии соответ-  
ствуют: линия с короткими пунктирами —  
изверженным породам района месторождений  
меди и свинцово-цинковых руд, линия с длин-  
ными пунктирами — Храмского кристалличе-  
ского массива, сплошная линия — магмати-  
ческим породам различных районов; квадраты  
— анализам гранитов, гранодиоритов и их  
эффузивов; кружки — андезитов-дацитов и их  
эффузивов; кружок с диаметром — анализам  
диоритов, а кружок со знаком умножения —  
габброидов и их эффузивов; знак плюс — ана-  
лизам альбитофиров и кварцевых альбитофи-  
ров Болнисского района. Цифровые надписи  
к породам: 1 — гранит всех периодов, 2 —  
липарит, 3 — риолит, по разным авторам,  
4 — кварцевый порфир, 5 — щелочноземель-  
ный гранит, 6 — щелочный гранит, 7 — квар-  
цевый кератофир, 8 — средний щелочный  
сyenит, 9 — кератофир, 10 — кварцевый ди-  
орит, 11 — диорит, 12 — дацит, 13 — все анде-  
зиты (анализы от 1 до 13 взяты у Р. О.  
Дели), 14 — липарит, эоцен, Триалетский  
хребет, Б. П. Беликов, 15 — липарито-дацит,  
в. миоцен-н.плиоцен, Самсарский хребет,  
Д. Г. Джигаури, 16 — липарито-дацит, го-  
дердзская свита, Самсарский хребет, Н. И.  
Схиртладзе, 17 — дацит, лавовый покров, в.  
миоцен-н.плиоцен, Кечутский хребет, Н. И.  
Схиртладзе, 18 — дацит, лавовый покров, в.  
миоцен-н.плиоцен, Болнисская зона, Н. И.  
Схиртладзе, 19 — кварцевый диорит, н.пале-  
озой, Храмский массив, Б. П. Беликов, 20,  
21 — габбро-порфирит и гранодиорит, в.пале-  
озой, Храмский массив, Г. М. Заридзе, 22 —  
гранит, палеозой, Е. К. Устинов, 23 —  
гранит, бат, Локский массив, Р. И. Ма-  
кашвили, 24 — альбитофир, Маднеули, 25 —  
кварцевый альбитофир, Квемо-Болниси, 26 —  
порфириты-мадельштейны, Квемо-Болни-  
си; 27, 28 — авгитовые и авгит плагиоклазовые порфириты, Квемо-Болниси, 29 — пи-  
роксеновый порфирит, Квемо-Болниси, 30 — кварцевый диорит, Маднеули, 31, 32 — ро-  
говообманковый дацит, Баличи, 33, 34, 35, 37 — роговообманковые дациты соответ-  
ственно из даек 1, 2, 3, 4, 5 и скв. 114, Квемо-Болниси (анализы от 24 до 37 взяты по нашим дан-  
ным), 38, 39, 40 — кварцевый альбитофир, альбитофир и пироксеновый кварцевый порфи-  
рит, Болнисский район, О. З. Дудаури



Альбитофиры и кварцевые альбитофиры не следует относить к липарито-дацитам, так как они резко отличаются от последних по меланократовости и отношению  $R_2O:RO$ .



Связь кварцевых кератофиров (альбитофиров), авгитовых и диабазовых порфиритов с турон-сантонским тектоно-магматическим циклом позволяет объединить эти породы в единую кварц-диабаз-кератофировую формацию.

Петрохимическое сходство (рис. 1) позволяет нам в районе Маднеульской группы месторождений различить следующие формации: 1) кварц-диабаз-кератофировую; 2) адезито-дацитовую; 3) липарито-дацитовую и 4) долеритовую ( $H=70$ ,  $C=34$ ,  $A=27$ ,  $\alpha=1,6$ ,  $R_2O:RO=0,17$ ; Цителсопели).

Горные породы кварц-диабаз-кератофировой формации являются явно дорудными, так как они повсеместно нарушаются и смешиваются рудными структурами [7]. В контакте дацитов и вмещающих их пород часто образуются рудные столбы, что, наряду с другими фактами, говорит о наличии тесной временной и структурной связи между дацитами и оруденением.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

(Поступило 7.7.1978)

პეტროლოგია

მ. ტყემალაძე

მადნეულის, ჟემოტო ბოლნისის და წითელი სოფლის

საბადოების რაიონის მაგმურ წარმოქმნილი

ფორმაციული დანაწილება

რეზიუმე

მაგმური ქანების პეტროქიმიური მახასიათებლებისა და  $H$ ,  $A$ ,  $C$ ,  $S$ ,  $K$ ,  $Fe$ ,  $\alpha$ ,  $R_2O:RO$ -ის მიხედვით აგებული ვარიაციული მრუდების ანალიზის საფუძველზე წითელი სოფლის, ჟემოტო ბოლნისის და მადნეულის სპილენძისა და ტყვია-თუთიის საბადოთა რაიონში გამოყოფილია კვარციან-დაბაზ-კერატოფირული, ანდეზიტ-დაციტური, ლიპარიტ-დაციტური და დოლერიტული ფორმაციები.

PETROLOGY

M. T. TKEMALADZE

## ON THE MAGMATIC ROCK FORMATIONS IN THE AREA OF MADNEULI, LOWER BOLNISI AND TSITELI SOPELI DEPOSITS

Summary

An analysis of variation curves built according to the petrochemical characteristics of magmatic rocks as well as of  $H$ ,  $A$ ,  $C$ ,  $S$ ,  $K$ ,  $Fe$ ,  $\alpha$ ,  $R_2O:RO$  has revealed diabase-keratophyre, andesite-dacite, liparite-dacite and dolerite formations in the area of copper and lead-zinc deposits of Tsiteli Sopeli, Lower Bolnisi and Madneuli.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе. Петрография магматических и метаморфических пород Грузии. М., 1961.
2. Петрология, петрохимия магматических и метаморфических пород Дальнего Востока. Владивосток, 1975.
3. Г. М. Саранчина, Н. Ф. Шинкарев. Петрография магматических и метаморфических пород. Л., 1967.
4. Р. О. Дели. Изверженные породы и глубины земли. Л., 1936.
5. О. З. Дудаури. Субвулканические интрузии Болнисского района. Тбилиси, 1961.
6. Г. С. Дзоендзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
7. М. Т. Ткемаладзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.

Г. Г. ДЖИНЧАРАДЗЕ, М. Д. СЕПЕРТЕЛАДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ СУЛЬФИДНОГО РАВНОВЕСИЯ В ГАГРСКОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 29.6.1978)

В комплексе вопросов, входящих в понятие физико-химического исследования вод, значительную роль играет изучение равновесных систем в водах, таких, как карбонатно-бикарбонатная система, окислительно-восстановительные системы и др. Понятно, что в этом плане сульфидные (сероводородные) минеральные воды представляют интересный природный объект для изучения сульфидного равновесия.

Изучение сульфидного равновесия в природных водах в разное время отражено в ряде работ [1—3], однако минеральные воды Грузии в этом отношении на современном уровне и в полном объеме с точки зрения определяемых и рассчитываемых ингредиентов не исследовались.

Нами сделана попытка оценить состояние сульфидного равновесия в гагрской минеральной воде. Минеральная вода Гагра относится к обширной и разнообразной группе сероводородных вод, генетически связанных с толщами осадочных пород морского генезиса [4].

Для расчета сульфидного равновесия экспериментально определяются величины редкспотенциала (Eh), pH,  $\Sigma \text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ , а также концентрации других веществ, которые могут образовывать окислительно-восстановительные системы —  $\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

С использованием полученных экспериментальным путем и измеренных у выходов минеральной воды данных (перечисленные выше, а также температура воды) рассчитываются содержание и активность сероводорода, гидросульфид-иона, сульфид-иона и значение Eh, исходя из выбора определенной потенциалопределяющей системы серы.

Представляет интерес также расчет теоретически возможного содержания  $\text{Fe}^{2+}$  при данной концентрации  $\text{H}_2\text{S}$ , значения Eh по иному варианту потенциалопределяющей системы, а также насыщенности воды сульфатом кальция.

Содержание и активность отдельных форм серы, а также значение Eh рассчитываются по формулам

$$[\text{H}_2\text{S}], \text{ моль/л} = \Sigma \text{H}_2\text{S} \frac{a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{H}^+}^2 + a_{\text{H}^+} K_1'}$$

$$[\text{HS}^-], \text{ моль/л} = \Sigma \text{H}_2\text{S} \frac{a_{\text{H}^+} K_1'}{a_{\text{H}^+}^2 + a_{\text{H}^+} K_1'}, \quad a_{\text{HS}^-} = \Sigma \text{H}_2\text{S} \frac{a_{\text{H}^+} K_1}{a_{\text{H}^+}^2 + a_{\text{H}^+} K_1'}$$



$$[S^{2-}], \text{ моль/л} = \Sigma H_2S \frac{K_1 K_1'}{a_{H^+}^2 + a_{H^+} K_1'}, \quad a_{S^{2-}} = \Sigma H_2S \frac{K_1 K_2}{a_{H^+}^2 + a_{H^+} K_1'}$$

$$\Sigma H_2S, \text{ моль/л} = \frac{\Sigma H_2S_{\text{изм}}, \text{ г/л}}{\Gamma M_{H_2S}}, \quad a_{H^+} = [H^+]; \quad \lg [H^+] = -\text{pH}$$

$\text{p}K_1' = \text{p}K_1 - 0,4 \sqrt{\mu}$ , где  $\text{p}K_1$  по таблице, приведенной в [2], для данной температуры,

$\mu = (0,5 E_{\text{Na}^+ + \text{K}} + E_{\text{Ca}} + E_{\text{Mg}} + 0,5 E_{\text{Cl}} + E_{\text{SO}_4} + 0,5 E_{\text{HCO}_3}) \cdot 10^{-3}$ , где  $E$  — концентрация ионов, мг-экв/л,

$\text{p}K_2' = \text{p}K_2 - 1,5 \sqrt{\mu}$ , где  $\text{p}K_2$  по таблице, приведенной в [2], для данной температуры,

$K_1$  и  $K_2$  по таблице из [2] для данной температуры,

$E_h$  (исходя из системы  $S^{2-} \rightleftharpoons S^0 + 2e$ ) =  $E^0_{S^{2-}/S^0} - 9,92 \cdot 10^{-5}(t+273) \lg a_{S^{2-}}$ , где  $E^0_{S^{2-}/S^0} = -0,475 \text{ v}$ .

$E_h$  (исходя из системы  $S^{2-} + 4H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e$ ) =  $E^0_{S^{2-}/SO_4^{2-}} + \frac{RT \cdot 2,303}{8F} \lg \frac{a_{SO_4^{2-}}}{a_{S^{2-}}} - RT \cdot 2,303 \text{ pH}$ , где  $E^0_{S^{2-}/SO_4^{2-}} = -0,148 \text{ v}$ .

Концентрация  $Fe^{2+}$ , которая может находиться в равновесии с данным содержанием  $\Sigma H_2S$ , определяется по формуле

$$\text{p}Fe^{2+} = \text{p}IP_{FeS} - \text{p}K_1 - \text{p}K_2 + 2\text{pH} - \text{p}H_2S.$$

Здесь и выше для расчетов привлекались сведения о первой и второй термодинамических и кажущихся константах диссоциации сероводородной кислоты с учетом их зависимости от температуры исследуемого раствора, а также его ионной силы.

В таблице сведены полученные (экспериментальные и расчетные) данные по исследованию сульфидного равновесия в гагрской воде.

Найденное непосредственным измерением низкое (отрицательное) значение  $E_h$  свидетельствует о восстановительных условиях, сохраняющихся и при выходе воды на поверхность. Этому способствует, по-видимому, и высокая температура воды, и большой дебит ее. Разница между экспериментально найденным и вычисленным значением  $E_h$  составляет 20 и 22 мв (для буровых № 1 и 2), причем вычисленные значения более низки. Эта разница может означать, во-первых, несовершенство методики и оборудования, в частности платиновых электродов. Во-вторых, она может быть объяснена некоторой условностью принятого значения нормального потенциала системы  $S^{2-} \rightleftharpoons S^0 + 2e$ . В-третьих, это различие должно указывать на некоторое отклонение сульфидной системы от равновесных условий при выходе воды на поверхность. В то же время гораздо большая разница между  $E_h$  экспериментальным и вычисленным для системы  $H_2S - SO_4^{2-}$  (62 и 68 мв) подтверждает, по-видимому, мнение о том, что именно системой  $S^{2-} \rightleftharpoons S^0 + 2e$ , а не  $S^{2-} + 4H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e$  [2], описывается окислительно-восстановительное состояние сероводородных вод.



Экспериментально полученные данные по содержанию  $\text{Fe}^{2+}$  гораздо выше полученной расчетом величины, хотя сама по себе концентрация  $\text{Fe}^{2+}$ , аналитически определенная в воде, мала. Это, вероятно, говорит о высоких буферных свойствах минеральной воды и, в частности, системы  $\text{Fe}^{2+}-\text{H}_2\text{S}$ , т. е. в реальных условиях эти два компонента могут сосуществовать в гораздо больших концентрациях, нежели это предусматривается теорией.

Результаты изучения сульфидного равновесия в гагрской минеральной воде

Показатели	Бурзая № 1	Бурзая № 2
Формула химического состава воды (Курлова)	$\text{SO}^{\pm 80} \text{Cl} 11$	$\text{SO}^{\pm 81} \text{Cl} 11$
	$M_{1,9} \text{Ca} 56 \text{Mg} 33$	$M_{2,7} \text{Ca} 61 \text{Mg} 29$
Температура, °C	46,5	41,0
pH	6,95	7,40
$\Sigma \text{H}_2\text{S}$ , мг/л	25,5	32,2
$\text{SO}_4^{2-}$ , мг/л	1121,0	1609,0
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , мг/л	0,7	1,7
$\text{SO}_3^{2-}$ , мг/л	0,2	0,3
$[\text{H}_2\text{S}]$ , моль/л	$1,86 \cdot 10^{-4}$	$1,05 \cdot 10^{-4}$
$[\text{HS}^-]$ , моль/л	$6,09 \cdot 10^{-4}$	$9,00 \cdot 10^{-4}$
$a_{\text{HS}^-}$ , моль/л	$4,99 \cdot 10^{-4}$	$6,88 \cdot 10^{-4}$
$[\text{S}^{2-}]$ , моль/л	$3,14 \cdot 10^{-9}$	$11,35 \cdot 10^{-9}$
$a_{\text{S}^{2-}}$ , моль/л	$1,45 \cdot 10^{-9}$	$4,43 \cdot 10^{-9}$
Eh эксп., v	-0,175	-0,193
Eh вычисл. по системе $\text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{S}^0 + 2e$ , v	-0,195	-0,215
$\Delta \text{Eh}$ , mv	20,0	22,0
Eh вычисл. по системе $\text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 8e$ , v	-0,237	-0,261
$\Delta \text{Eh}$ , mv	62,0	68,0
$\text{Fe}^{2+}$ эксп., мг/л	$7,70 \cdot 10^{-2}$	
$\text{Fe}^{2+}$ равновесн. (расч. вел.), мг/л	$5,99 \cdot 10^{-5}$	
$[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ эксп.	$6,4 \cdot 10^{-5}$	
ПР $\text{CaSO}_4$ (табл.)	$2,5 \cdot 10^{-5}$	

С подобным же явлением приходится встречаться и при расчетах на пересыщенность природных вод по отношению к карбонату и сульфату кальция.

В воде Гагра подсчет произведения концентраций  $\text{Ca}^{2+}$  и эквивалентного ему  $\text{SO}_4^{2-}$  дал величину, которая больше, хотя и ненамного, значения ПР  $\text{CaSO}_4$ , т. е. вода Гагра в небольшой степени пересыщена по отношению к сульфату кальция.

Таким образом, принятая схема изучения сульфидного равновесия позволила получить ряд новых интересных данных о физико-химической природе гагрской минеральной воды. Понятно, что для обобщений гидрогеохимического характера необходимо провести такое комплексное изучение на других месторождениях сероводородных вод Грузии. Это тем более интересно, если учесть, что сероводородные воды республики имеют различный ионно-солевой состав и физико-химическую природу. Еще более интересно провести исследование



сульфидного равновесия одновременно и параллельно с изучением карбонатной системы.

Научно-исследовательский институт  
курортологии и физиотерапии  
МЗ ГССР

(Поступило 30.6.1978)

გამოქმონი

ბ. ჯინჯარაძე, მ. სეპერთელაძე

სულფიდური წონასწორობის გამოკვლევა  
გაგრის მინერალურ წყალში

რეზიუმე

სულფიდური წონასწორობის შესასწავლად გაგრის თერმულ გოგირდ-წყალბადიან (სულფიდურ) მინერალურ წყალში ექსპერიმენტულად განისაზღვრა Eh, pH,  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . მიღებული მონაცემების გამოყენებით გაანგარიშებულია გოგირდწყალბადის, ჰიდროსულფიდ-იონის, სულფიდ-იონის შემცველობა და აქტივობა, აგრეთვე Eh-ის მნიშვნელობა.

GEOCHEMISTRY

G. G. JINCHARADZE, M. D. SEPERTELADZE

## STUDY OF SULPHIDE EQUILIBRIUM IN THE GAGRA MINERAL WATER

Summary

An experimental determination of Eh, pH,  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  was made with a view to studying the sulphide equilibrium in the Gagra thermal sulphide water. The data obtained, as well as the temperature of the water, were used in calculating the content and activity of sulphoxide- and sulphide ions and Eh values, proceeding from the selected potential-determining system of sulphur. The measured and calculated values of Eh were found to be the closest to each other when  $\text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{S}^0 + 2e$  is assumed to be the potential-determining system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Левченко. Сб. «Физико-химия минеральных вод и лечебных грязей». М., 1937, 38—45.
2. С. С. Заводнов. Карбонатное и сульфидное равновесие в минеральных водах. Л., 1965.
3. Б. А. Скопинцев. Формирование современного химического состава вод Черного моря. Л., 1975.
4. В. Г. Джалишвили, Т. С. Мелива, Т. Е. Чичуа. Труды НИИ курортологии и физиотерапии ГССР, 29, 1967, 209.



УДК 624.04:627.825

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Ан. А. ЛОСАБЕРИДЗЕ, Д. П. ГИОРГАДЗЕ

МАТРИЧНАЯ ФОРМА РАСЧЕТА АРОЧНЫХ ПЛОТИН МЕТОДОМ  
 КОНЕЧНЫХ ПЕРЕКРЕСТНЫХ ПОЛОС

(Представлено академиком К. С. Заврневым 5.6.1978)

Метод конечных перекрестных полос расчета арочных плотин [1] с использованием схемы взаимопересекающихся арок и консолей дает систему линейных алгебраических уравнений неразрывности перемещений в контактных точках выделенных конечных элементов. В произвольной узловой точке  $m$  расчетной схемы уравнение имеет следующий вид (рис. 1):

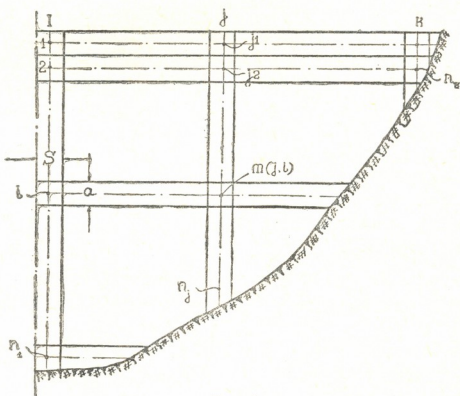


Рис. 1

по тангенциальным перемещениям

$$E_b (\delta_{m,j1}^{tt} z_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{tt} z_m + \dots + \delta_{m,ni}^{tt} z_{ni}) = E_b [-(P_i^x - x_i) u_{m,i}^r + \dots - (P_m^x - x_m) u_{m,m}^r + \dots + (P_i^z - z_i) u_{m,i}^t + \dots + (P_m^z - z_m) u_{m,m}^t + \dots + (\bar{M}_i^y - M_i^y) u_{m,i}^y + \dots + (\bar{M}_m^y - M_m^y) u_{m,m}^y + \dots]; \quad (1)$$

по угловым перемещениям в плоскости  $xz$

$$E_b (\delta_{m,j1}^{yy} M_{j1}^y + \dots + \delta_{m,m}^{yy} M_m^y + \dots + \delta_{m,ni}^{yy} M_{ni}^y) = E_b [-(P_i^x - x_i) \gamma_{m,i}^r + \dots - (P_m^x - x_m) \gamma_{m,m}^r + \dots + (P_i^z - z_i) \gamma_{m,i}^t + \dots + (P_m^z - z_m) \gamma_{m,m}^t + \dots + (\bar{M}_i^y - M_i^y) \gamma_{m,i}^y + \dots + (\bar{M}_m^y - M_m^y) \gamma_{m,m}^y + \dots]; \quad (2)$$



по радиальным перемещениям

$$E_b (\delta_{m,i1}^{rr} x_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{rr} x_m + \dots + \delta_{m,nj}^{rr} x_{nj} + \delta_{m,i1}^{rg} y_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{rg} y_m + \dots + \delta_{m,ni}^{rg} y_{nj} + \delta_{m,i1}^{ra} M_{j1}^z + \dots + \delta_{m,m}^{ra} M_m^z + \dots + \delta_{m,nj}^{ra} M_{nj}^z) = E_b [(P_i^z - x_i) v_{m,i}^r + \dots + (P_m^z - x_m) v_{m,m}^r + \dots - (P_i^z - z_i) v_{m,i}^t + \dots - (P_m^z - z_m) v_{m,m}^t + \dots - (\bar{M}_i^y - M_i^y) v_{m,i}^y + \dots - (\bar{M}_m^y - M_m^y) v_{m,m}^y + \dots -]; \quad (3)$$

по угловым перемещениям в плоскости  $xy$

$$E_b (\delta_{m,i1}^{ar} x_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{ar} x_m + \dots + \delta_{m,nj}^{ar} x_{nj} + \dots + \delta_{m,i1}^{ag} y_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{ag} y_m + \dots + \delta_{m,ni}^{ag} y_{nj} + \dots + \delta_{m,i1}^{aa} M_{j1}^z + \dots + \delta_{m,m}^{aa} M_m^z + \dots + \delta_{m,nj}^{aa} M_{nj}^z) = E_b [-(M_i^z - \bar{M}_i^z) \alpha_{m,i} + \dots - (\bar{M}_m^z - M_m^z) \alpha_{m,m} + \dots -]; \quad (4)$$

по вертикальным перемещениям

$$E_b (\delta_{m,i1}^{gr} x_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{gr} x_m + \dots + \delta_{m,ni}^{gr} x_{nj} + \delta_{m,i1}^{gg} y_{j1} + \dots + \delta_{m,m}^{gg} y_m + \dots + \delta_{m,ni}^{gg} y_{nj} + \delta_{m,i1}^{ga} M_{j1}^z + \dots + \delta_{m,m}^{ga} M_m^z + \dots + \delta_{m,nj}^{ga} M_{nj}^z) = E_b [-(P_i^y - y_i) W_{m,i} + \dots - (P_m^y - y_m) W_{m,m} + \dots -]. \quad (5)$$

Здесь искомыми неизвестными являются  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $z_i$ ,  $M_i^y$ ,  $M_i^z$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), где  $n$ —число контактных точек. Записав уравнения (1)—(5) для указанных точек, получим алгебраическую линейную неоднородную систему. Матрица этой системы будет симметричной, размерностью  $5n$ . При использовании точных методов решения подобных систем (метод Гаусса, и т. д.) можно решить систему уравнений на ЭВМ, порядок которой не превышает 150, т. е.  $n \leq 30$ . Но при решении практических задач  $n$  значительно больше 30.

Задачей настоящей работы является построение алгоритма, который эффективно решит эту систему с применением ЭВМ.

Обозначим:  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ ,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ ,  $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)^T$ ,  $M^y = (M_1^y, M_2^y, \dots, M_n^y)^T$ ,  $M^z = (M_1^z, M_2^z, \dots, M_n^z)^T$ ,  $f_3 = (f_{3,1}, f_{3,2}, \dots, f_{3,n})^T$ ,  $f_4 = (f_{4,1}, f_{4,2}, \dots, f_{4,n})^T$ ,  $f_5 = (f_{5,1}, f_{5,2}, \dots, f_{5,n})^T$ , где  $f_3$ ,  $f_4$ ,  $f_5$  являются свободными членами уравнений (3), (4) и (5).

На основе этих обозначений и структуры можем написать следующую матрично-векторную форму данной системы:

$$\begin{aligned} D_{1,1} z + D_{1,2} M^z + D_{1,3} x &= 0, \\ D_{1,2} z + D_{2,2} M^y + D_{2,3} x &= 0, \\ D_{1,3} z + D_{2,3} M^y + D_{3,3} x + D_{3,4} M^z + D_{3,5} y &= f_3, \\ D_{3,4} x + D_{4,4} M^z + D_{4,5} y &= f_4, \\ D_{3,5} x + D_{4,5} M^z + D_{5,5} y &= f_5, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $D_{1,1}$ ,  $D_{1,2}$ ,  $D_{1,3}$ ,  $D_{2,2}$ ,  $D_{2,3}$ ,  $D_{3,3}$ ,  $D_{3,4}$ ,  $D_{3,5}$ ,  $D_{4,4}$ ,  $D_{4,5}$ ,  $D_{5,5}$  являются матрицами  $n$ -й размерности.

Решим эту систему следующим образом: умножив первое уравнения системы (6) на  $D^{-1}$ , получим

$$z = D_{1,1}^{-1} D_{1,2} + M^y D_{1,1}^{-1} D_{1,3} x,$$



или

$$z = A_1 M^y + B_1 x, \quad (7)$$

где

$$A_1 = -D_{1,1}^{-1} D_{1,2}, \quad B_1 = D_{1,1}^{-1} D_{1,3}.$$

Если внесем (7) во второе уравнение системы (6) и произведем соответствующие преобразования, получим

$$M^y = A_2 x, \quad (8)$$

где

$$A_2 = -(D_{2,2} - D_{1,2} A_1)^{-1} (D_{2,3} - D_{1,2} B_1).$$

Аналогично, если внесем (7), и (8) в третье уравнение системы (6) получим

$$x = A_3 M^z + B_2 y + C_1, \quad (9)$$

где

$$A_3 = -(D_{3,3} + D_{2,3} A_2 + D_{1,3} B_1 + D_{1,3} A_1 A_2)^{-1} D_{3,4},$$

$$B_2 = -(D_{3,3} + D_{2,3} A_2 + D_{1,3} B_1 + D_{1,3} A_1 A_2)^{-1} D_{3,5},$$

$$C_1 = (D_{3,3} + D_{2,3} A_2 + D_{1,3} B_1 + D_{1,3} A_1 A_2)^{-1} f_3.$$

Используя (9), в четвертом уравнении системы (6) получаем

$$M^z = A_4 y + C_2, \quad (10)$$

где

$$A_4 = -(D_{4,4} + D_{3,4} A_3)^{-1} (D_{4,5} - D_{3,4} B_2),$$

$$C_2 = (D_{4,4} + D_{3,4} A_3)^{-1} (f_4 - D_{3,4} C_1).$$

Подставляя (9) и (10) в пятое уравнение системы (6), получаем

$$y = (D_{5,5} + D_{14,5} A_4 + D_{3,5} B_2 + D_{3,5} A_3 A_4)^{-1} (f_5 - D_{4,5} C_2 - D_{3,5} C_1 - D_{3,5} A_3 C_2).$$

Используя выведенные формулы (7), (8), (9) и (10) находим остальные неизвестные  $z$ ,  $M^y$ ,  $x$ ,  $M^z$ .

Отметим, что  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  являются матрицами, а  $C_1$ ,  $C_2$  — векторами размерностью  $n$ .

Применение указанного алгоритма дает возможность решить систему до 600 неизвестных. Исходя из этого, количество контактных точек можем увеличить до 120. Такое количество точек полностью удовлетворяет сегодняшнему уровню решения практических задач, связанных с проектированием арочных плотин.



ან. ლოსაბერიძე, დ. გიორგაძე

სასრულო ურთიერთგადაკვეთი ზოლების მეთოდით  
თაღოვანი კაშხლის გათვლის მატრიცული ფორმა

რეზიუმე

დამუშავებულია თაღოვანი კაშხლის სიმტკიცეზე გაანგარიშების ალგორითმი, რომელიც ჩაწერილია მატრიცულ-ვექტორული სახით. ეს ალგორითმი ეფუძნება სასრულო ურთიერთგადაკვეთი ზოლების მეთოდს [1] და გამოიყენება განტოლებათა სისტემის ებმ-ზე ეფექტური ამოხსნით.

STRUCTURAL MECHANICS

ან. ა. LOSABERIDZE, დ. პ. GIORGADZE

MATRIX FORM OF ARCH DAM DESIGN BY THE FINITE  
BANDS METHOD

Summary

An algorithm, written in the matrix-vector form, has been developed for the structural design of arch dams. The algorithm is based on the method of finite cross bands and its system of algebraic equations is effectively solved on the electronic digital computer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ან. ა. ლოსაბერიძე. Расчет арочных плотин. Тбилиси, 1966.

Т. Д. СИХАРУЛИДZE

МНГОВОВОЛНОВОЕ В ОБОИХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПОКРЫТИЕ С КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 25.5.1978)

Рассмотрим многоволновое в обоих направлениях покрытие, когда средняя оболочка имеет круговое отверстие (рис. 1). Перемещение пологих оболочек двойкой кривизны  $a_0, a, a_1, b_0, b, b_1, c_0, c, c_1$  относительно к осям  $OX$  и  $OY$  обозначим соответственно  $U_0, U, U_1$  и  $V_0, V, V_1$ . Граничные условия смежных и средних пологих оболочек двойкой кривизны, в которых имеется круговое отверстие и все края жестко заземлены, даны на рис. 1.

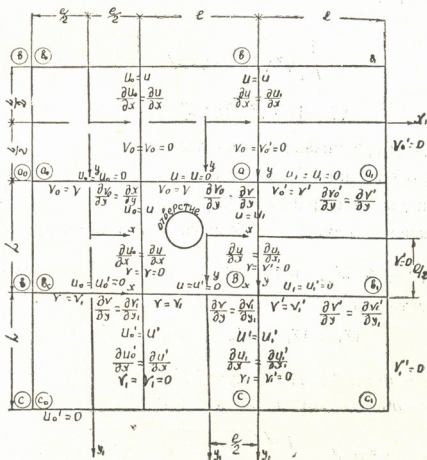


Рис. 1

Рассчитаем среднюю оболочку  $b$  с большим отверстием. Допустим, что на оболочку действует сосредоточенная сила  $P$  (точка приложения силы  $P$  не расположена на контуре отверстия).

Решая задачу изгиба, применим способ [1] и рассмотрим данную пологую оболочку без отверстия как основную, которую назо-



вем «фиктивной» оболочкой (отверстие заполним пространственной поверхностью).

На контуре отверстия «фиктивной» оболочки возьмем ограниченную последовательность точек 1, 2, 3..., (K-1), K, которые назовем узлами (1). К этим узлам приложим неизвестные поперечные силы  $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_{k-1}, \bar{P}_k$  и неизвестные изгибающие моменты  $\bar{M}_1, \bar{M}_2, \dots, \bar{M}_{k-1}, \bar{M}_k$ . Для дискретных точек 1, 2, 3, ..., K граничные условия отверстия записываем [1, 2]:

$$e[e^2 + (2 - \nu)m^2] \frac{\partial^3 W_j}{\partial x_3} + e[3m^2 + (2 - \nu)(e^2 + 2m^2)] \frac{\partial^3 W_j}{\partial x \partial y^2} + m[3e^2 + (2 - \nu)(m^2 + 2e^2)] \frac{\partial^3 W_j}{\partial x^2 \partial y} + m[m^2 + (2 - \nu)e^2] \frac{\partial^3 W_j}{\partial y^3} = 0;$$

$$(e^2 + \nu m^2) \frac{\partial^2 W_j}{\partial x^2} + 2me(1 + \nu) \frac{\partial^2 W_j}{\partial x \partial y} + (m^2 + \nu e^2) \frac{\partial^2 W_j}{\partial y^2} = 0;$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, (k - 1), k.$$

Как известно, расчет пологих оболочек двойкой кривизны сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений [3]:

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0,$$

$$\nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W - Z = 0. \quad (2)$$

где  $\nabla^2$  и  $\nabla_k^2$  — дифференциальные операторы.

Через  $W_0$  обозначим общий интеграл дифференциальных уравнений пологих оболочек двойкой кривизны;  $W_{p^*}$  — прогиб, вызванный нагрузкой, P; прогибы, вызванные силами  $\bar{P}_k$ , обозначим через  $W_{\bar{P}_k}$ ; прогибы, вызванные моментами  $\bar{M}_k$  через  $W_{\bar{M}_k}$  в точках контуре отверстия 1, 2, 3..., K прогибы будут иметь вид

$$W_j = W_0 + W_{p^*} + W_{\bar{P}_k} + W_{\bar{M}_k}. \quad (3)$$

Согласно теории И. Н. Векуа [4], система двух уравнений (2) приводится к одному комплексному уравнению:

$$\nabla^2 \nabla^2 V - \frac{i \sqrt{12(1 - \nu^2)}}{h} \Delta_k^2 V = \frac{1}{D} Z, \quad (4)$$

где

$$V = W + \frac{i \sqrt{12(1 - \nu^2)}}{h} \nabla_k^2 \varphi. \quad (5)$$

Здесь

$$W_0 = \frac{V + \bar{V}}{2}, \quad \varphi = \frac{Eh^2(V - \bar{V})}{2i \sqrt{12(1 - \nu^2)}}.$$

Если мы ищем общий интеграл  $W_0$ , тогда  $Z=0$  и уравнение (4) принимает вид

$$\nabla^2 \nabla^2 V - \frac{i\sqrt{12(1-\nu^2)}}{h} \nabla^2 V = 0. \quad (6)$$

Согласно [1], уравнение (6) запишем в виде

$$\frac{\partial^2}{\partial z \partial \bar{z}} \frac{\partial^2 V}{\partial z \partial \bar{z}} - i\varepsilon \nabla^2 V = 0, \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{8h}. \quad (7)$$

Согласно [1, 4] имеем

$$V(z, \bar{z}) = U^0(z, \bar{z}) + \int_0^z \Gamma_1(z, \bar{z}, t) U_0(t, \bar{z}) dt + \\ + \int_0^{\bar{z}} \Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) U_0(z, \tau) d\tau + \int_0^z dt \int_0^{\bar{z}} \Gamma(z, \bar{z}, t, \tau) U_0(t, \tau) d\tau \quad (8)$$

где

$$\Gamma(z, \bar{z}, t, \tau) = \Gamma_0(z, \bar{z}, t, \tau) + \int_t^z \Gamma_1(z, \bar{z}, t_1) \Gamma_0(t, \bar{z}, t_1, \tau) dt_1 + \\ + \int_\tau^{\bar{z}} \Gamma_2(\bar{z}, z, \tau_1) \Gamma_0(z, \tau_1, t, \tau) d\tau_1.$$

$$\Gamma_1(z, \bar{z}, t) = K_1^{(1)}(z, \bar{z}, t) + K_1^{(2)}(z, \bar{z}, t) + \dots,$$

$$\Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) = K_2^{(1)}(\bar{z}, z, \tau) + K_2^{(2)}(\bar{z}, z, \tau) + \dots,$$

Согласно [2, 4] имеем

$$K_1^{(1)} = K_1^-(k_2 - k_1)(z - t), \quad K_1^{(n)}(z, \bar{z}, t) = \int_t^z K_1(z, \bar{z}, \xi) K_1^{(n-1)}(\xi, \bar{z}, t) d\xi;$$

$$K_2^{(n)} = K_2^-(k_2 - k_1)(\bar{z} - \tau), \quad K_2^{(n)}(\bar{z}, z, \tau) = \int_\tau^{\bar{z}} K_2(\bar{z}, z, \eta) K_2^{(n-1)}(\eta, z, \tau) d\eta.$$

$W_{p^*}$ ,  $W_{\bar{p}}$  и  $W_{\bar{M}}$  вычисляются согласно (1).

Граничные условия оболочки имеют вид

$$U = U_0, \quad V = V_0 = 0$$

$$U = U_1, \quad V = V^1 = 0$$

$$\frac{\partial U_0}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial x}, \quad \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial U_1}{\partial x_1}$$



თ. სიხარულიძე

ორმხრივ მიმართული მრავალტალღიანი, ხვრტიანი  
ბადახურვა

რეზიუმე

განხილულია ორმხრივ მიმართული მრავალტალღიანი, წრიული ხვრტიანი გადახურვის ანგარიში. საანგარიშოდ გამოყენებულია ნ. ბულიას მეთოდი, ხოლო დამრეცი გარსების ზოგადი ინტეგრალი განგარიშებულია აკად. ი. ვეკუას თეორიით.

STRUCTURAL MECHANICS

T. D. SIKHARULIDZE

MULTIWAVE-IN-BOTH-DIRECTIONS ROOFING WITH  
CIRCULAR ORIFICE

Summary

The article presents the design of multiwave-in-both-directions roofing with circular orifice. N. Bulia's method is used for the calculation of the roofing with orifice. The general integral of sloping shells is calculated by I. N. Vekua's theory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 88, № 3, 1977.
2. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977.
3. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
4. И. Н. Веква. Новые методы решения эллиптических уравнений. Л.—М., 1948.



Н. П. БУЛИЯ

ОБЩЕЕ РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПОЛОГИХ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 7.4.1978)

Как известно [1], расчет пологих оболочек двойкой кривизны сводится к интегрированию дифференциальных уравнений

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0, \quad \nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W - Z = 0, \quad (1)$$

где  $\nabla^2$  и  $\nabla_k^2$  — дифференциальные операторы.

Согласно теории И. Н. Векуа, система двух уравнений (1) приводится к одному уравнению [2]:

$$\nabla^2 \nabla^2 V - \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{h} \Delta_k^2 V = \frac{1}{D} Z. \quad (2)$$

Так как мы ищем общий интеграл, поэтому  $Z=0$  и уравнение (2) принимает вид

$$\nabla^2 \nabla^2 V - \frac{i \sqrt{12(1-\nu^2)}}{h} \Delta_k^2 V = 0. \quad (3)$$

Согласно [3], уравнение (3) запишем в виде

$$\frac{\partial^2}{\partial z \partial \bar{z}} \frac{\partial^2 V}{\partial z \partial \bar{z}} - i \varepsilon \Delta_k^2 V = 0; \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{3(1-\nu^2)}}{8h}. \quad (4)$$

Пусть  $D$  — двусвязная область вида  $D=S-C$ , где  $C$  — ограниченный континуум, а  $S$  — основная область дифференциальных уравнений (8). Пусть  $V$  — некоторое решение уравнений (8), регулярное в  $D$ . Соединения границы  $C$  и  $S$  какой-нибудь простой кривой, можно получить односвязную область  $D'$ , внутри которой функция  $V$  будет также регулярным решением дифференциальных уравнений тонких пологих упругих оболочек. Согласно теореме И. Н. Векуа [2], решение  $V$  будет аналитической функцией переменных  $x, y$  в области  $D$ .

Продолжая его аналитически в область комплексных значений переменных  $x, y$ , получаем аналитическую функцию двух комплексных переменных  $x, y$  в области  $(z \in D, \bar{z} \in \bar{D})$ .

Согласно [3], уравнение (4) запишем в виде

$$V(z, \bar{z}) - i \varepsilon \left[ (k_2 - k_1) \int_0^z (z-t) V(t, \bar{z}) dt + (k_2 - k_1) \int_0^{\bar{z}} (\bar{z}-\tau) V(z, \tau) d\tau + \right]$$



$$+ 2(k_2 + k_1) \int_0^z dt \int_0^{\bar{z}} V(t, \tau) d\tau \Big] = U_0(z, \bar{z}), \quad (5)$$

где

$$U_0(z, \bar{z}) = \varphi_1(z) + \varphi_1^*(\bar{z}) + \int_0^z \varphi_0(t) dt + \int_0^{\bar{z}} \varphi_0^*(\tau) d\tau. \quad (6)$$

Функции  $\varphi_0(z)$ ,  $\varphi_1(z)$ ,  $\varphi_0^*(\bar{z})$ ,  $\varphi_1^*(\bar{z})$  голоморфные в  $D$  и  $\bar{D}$  соответственно:  
 $\varphi_0(0) = \varphi_0^*(0)$ ,  $\varphi_1(0) = \varphi_1^*(0)$ . (7)

Уравнение (5) можно решить методом последовательных приближений.

Рассмотрим сперва уравнения частных видов:

$$V_1(z, \bar{z}) - i\varepsilon(k_2 - k_1) \int_0^z (z-t) V_1(t, \bar{z}) dt = U_0(z, \bar{z}), \quad (8)$$

$$V_2(z, \bar{z}) - i\varepsilon(k_2 - k_1) \int_0^{\bar{z}} (\bar{z}-\tau) V_2(z, \tau) d\tau = U_0(z, \bar{z}).$$

Согласно теории И. Н. Векуа [2], доказано, что решение этих уравнений выражаются формулами

$$V_1(z, \bar{z}) = U_0(z, \bar{z}) + i\varepsilon \int_0^z \Gamma(z, \bar{z}, t) U_0(t, \bar{z}) dt,$$

$$V_2(z, \bar{z}) = U_0(z, \bar{z}) + i\varepsilon \int_0^{\bar{z}} \Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) U_0(z, \tau) d\tau, \quad (9)$$

где

$$\Gamma_1(z, \bar{z}, t) = k_1^{(1)}(z, \bar{z}, t) + k_1^{(2)}(z, \bar{z}, t) + \dots,$$

$$\Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) = k_2^{(1)}(\bar{z}, z, \tau) + k_2^{(2)}(\bar{z}, z, \tau) + \dots, \quad (10)$$

причем

$$k_1^{(1)} = k_1 = (k_2 - k_1)(z - t), \quad k_1^{(n)}(z, \bar{z}, t) = \int_i^z k_1(z, \bar{z}, \xi) k_1^{(n-1)}(\xi, \bar{z}, t) d\xi,$$

$$k_2^{(1)} = k_2 = (k_2 - k_1)(\bar{z} - \tau), \quad k_2^{(n)}(\bar{z}, z, \tau) = \int_\tau^{\bar{z}} k_2(\bar{z}, z, \eta) k_2^{(n-1)}(\eta, z, \tau) d\eta.$$

Ищем теперь решение уравнения (5) в виде

$$V(z, \bar{z}) = V_0(z, \bar{z}) + \int_0^z \Gamma_1(z, \bar{z}, t) V_0(t, \bar{z}) dt + \int_0^{\bar{z}} \Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) V_0(z, \tau) d\tau, \quad (11)$$



где  $V_0(z, \bar{z})$  — новая неизвестная функция, аналитическая в области  $(D, \bar{D})$ . Согласно [2] имеем

$$V_0(z, \bar{z}) = U_0(z, \bar{z}) + \int_0^z dt \int_0^{\bar{z}} \Gamma_0(z, \bar{z}, t, \tau) U_0(t, \tau) d\tau, \quad (12)$$

где

$$K_0^{(1)} = K_0, \quad K_0^{(n)} = \int_t^z d\xi \int_\tau^{\bar{z}} K_0(z, \bar{z}, \xi, \eta) K_0^{(n-1)}(\xi, \eta, t, \tau) d\eta. \quad (13)$$

Подставляя выражение (12) в (11), получаем

$$\begin{aligned} V(z, \bar{z}) = & U_0(z, \bar{z}) + \int_0^z \Gamma_1(z, \bar{z}, t) U_0(t, \bar{z}) dt + \\ & + \int_0^{\bar{z}} \Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) u_0(z, \tau) d\tau + \int_0^z dt \int_0^{\bar{z}} \Gamma(z, \bar{z}, t, \tau) u_0(t, \tau) d\tau, \end{aligned} \quad (14)$$

где

$$\begin{aligned} \Gamma(z, \bar{z}, t, \tau) = & \Gamma_0(z, \bar{z}, t, \tau) + \int_t^z \Gamma_1(z, \bar{z}, t_1) \Gamma_0(t_1, \bar{z}, t, \tau) dt_1 + \\ & + \int_\tau^{\bar{z}} \Gamma_2(\bar{z}, z, \tau_1) \Gamma_0(z, \tau_1, t, \tau) d\tau_1, \end{aligned} \quad (15)$$

Функции  $\varphi_0(z)$ ,  $\varphi_0^*(\bar{z})$ ,  $\varphi_1(z)$  и  $\varphi_1^*(\bar{z})$  представим следующим образом:

$$\begin{aligned} \varphi_0(z) &= A \ln(z - z_0) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k Z^k, \\ \varphi_0^*(\bar{z}) &= A \ln(\bar{z} - \bar{z}_0) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k \bar{Z}^k, \\ \varphi_1(z) &= B \ln(z - z_0) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} B_k Z^k, \\ \varphi_1^*(\bar{z}) &= B \ln(\bar{z} - \bar{z}_0) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} B_k \bar{Z}^k, \end{aligned} \quad (16)$$

где точки  $z_0$  и  $\bar{z}_0$  находятся внутри окружности.  $K_0(z, \bar{z}, t, \tau)$ ,  $\Gamma_1(z, \bar{z}, t)$  и  $\Gamma_2(\bar{z}, z, \tau)$  в развернутом виде запишутся следующим образом:

$$\Gamma_1(z, \bar{z}, t) = \alpha(z - t) + \frac{\alpha^2}{6} (z - t)^3 + \frac{\alpha^3}{120} (z^5 - t^5 + 15z^4t + 45zt^4 - 10z^2t^3 - 25z^3t^2),$$



$$\Gamma_2(\bar{z}, z, \tau) = \beta(\bar{z} - \tau) + \frac{\beta^2}{6} (\bar{z} - \tau)^3 + \frac{\beta^3}{120} (\bar{z}^5 - \tau^5 + 15\bar{z}^4\tau + 45\bar{z}\tau^4 - 10\bar{z}^2\tau^3 - 25\bar{z}^3\tau^2),$$

$$K_0(z, \bar{z}, t, \tau) = \alpha(z - t) \left[ \beta(\bar{z} - \tau) + \frac{\beta^2}{6} (\bar{z} - \tau)^3 + \frac{\beta^3}{120} (\bar{z}^5 - \tau^5 + 15\bar{z}^4\tau + 45\bar{z}\tau^4 - 10\bar{z}^2\tau^3 - 25\bar{z}^3\tau^2) \right] + \beta(\bar{z} - \tau) \left[ \alpha(z - t) + \frac{\alpha^2}{6} (z - t)^3 + \frac{\alpha^3}{120} (z^5 - t^5 + 15z^4t + 45zt^4 - 10z^2t^3 - 25z^3t^2) \right] + 2\beta + 2\beta \int_t^z \left[ \alpha(t_1 - t) + \frac{\alpha^2}{6} (t_1 - t)^2 + \frac{\alpha^3}{120} (t_1^5 - t^5 + 15t_1^4t + 45t_1t^4 - 10t_1^2t^3 - 25t_1^3t^2) \right] dt_1 + 2\beta \int_\tau^{\bar{z}} \left[ \beta(\tau_1 - \tau) + \frac{\beta^2}{6} (\tau_1 - \tau)^3 + \frac{\beta^3}{120} (\tau_1^5 - \tau^5 + 15\tau_1^4\tau + 45\tau_1\tau^4 - 10\tau_1^2\tau^3 - 25\tau_1^3\tau^2) \right] d\tau_1,$$

$$K_1(z, \bar{z}, t) = \alpha(z - t), \quad K_2(\bar{z}, z, \tau) = \beta(\bar{z} - \tau),$$

$$K(z, \bar{z}, t, \tau) = 2\beta, \quad \alpha = i\varepsilon(k_2 - k_1), \quad \beta = i\varepsilon(k_2 + k_1).$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.7.1978)

საქართველო მექანიკა

#### ბ. ბულია

ელლიფსური ტიპის დრეკადი დამრეცი გარსების  
დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ამოხსნა

რეზიუმე

მოცემულია ორმაგი სიმრუდის, დრეკადი დამრეცი გარსების დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ამოხსნა, რომელიც დაიყვანება რიცხვით მაგალითებამდე.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

### GENERAL SOLUTION OF DIFFERENTIAL ELLIPTIC-TYPE EQUATIONS OF SLOPING ELASTIC SHELLS

Summary

The general solution of an elliptic type differential equation of double curvature sloping elastic shell is presented in the paper. The solution is reducible to numerical examples.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
2. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. Л.—М., 1948.
3. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 88, № 3, 1977.

РАЗРАБОТКА И БОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А. Г. ДЖВАРШЕИШВИЛИ, А. А. ЦАИ, Д. В. БАКРАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИНТОВОЙ НАВИВКИ НА СТРУКТУРУ ПОТОКА В ТРУБОПРОВОДЕ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 8.7.1978)

Устойчивая работа гидротранспортной системы обеспечивается при рабочих скоростях гидросмеси на 10—20% больше, чем критическая скорость движения. При скоростях меньше критической происходит оседание твердых частиц в горизонтальных и наклонных участках трубопровода, что нередко приводит к забивке и вынужденной остановке гидротранспортной установки (ГТУ).

В существующих трубопроводах промышленных ГТУ критическая скорость обычно больше расчетной скорости движения однородной жидкости (воды). Поэтому энергетические затраты на гидротранспорт гидросмеси значительно превосходят эти затраты на транспорт однородной жидкости.

В связи с этим проблема уменьшения критических скоростей транспортирования твердых частиц имеет важное практическое значение. Величину критической скорости можно уменьшить, если создать в трубопроводе винтовой поток, при котором окружная составляющая скорости будет препятствовать оседанию твердых частиц. Такой поток можно получить с помощью винтовой навивки, располагаемой по внутренней поверхности трубопровода.

Исследования влияния винтовой навивки на структуру потока в трубопроводе были выполнены на аэродинамическом стенде. Метод моделирования при подаче воздуха дает возможность более глубоко проникнуть в сущность изучаемых явлений, так как позволяет более просто производить непосредственные измерения скоростей и давлений во всех точках потока. Для моделирования течения жидкости в трубопроводе при скоростях воздуха до 70 м/с критерием динамического подобия является число Рейнольдса (Re). Так как кинематическая вязкость воздуха в 15 раз меньше кинематической вязкости воды, то для соблюдения условий подобия необходимо в 15 раз увеличить скорость движения воздуха. Скорость движения гидросмеси в промышленных трубопроводах составляет 1—4 м/с. Поэтому в наших исследованиях была принята средняя скорость воздуха, равная 24—25 м/с. При таких высоких скоростях воздуха замеры параметров потока осуществляются с высокой точностью.

Общий вид стенда для исследования структуры потока в трубопроводе представлен на рис. 1. Поток воздуха создается вентилятором высокого давления ВВД № 9 (1), который приводится во вращение через клиноременную передачу двигателем постоянного тока ПН-62 мощностью 14,5 квт. Этот двигатель питается от генератора того же типа. С помощью реостатов частота вращения вентилятора регулируется от 600 до 2000 об/мин. Воздух после вентилятора поступает в прозрачный трубопровод (2), имеющий отверстия (3) для из-



мерения параметров потока в нем. Расход измеряется с помощью короткого сопла Вентура (4) по перепаду давления в микроманометре, подключенному к расходомеру. Спираль (5) упирается в стенки трубы, имея упругость пружины.

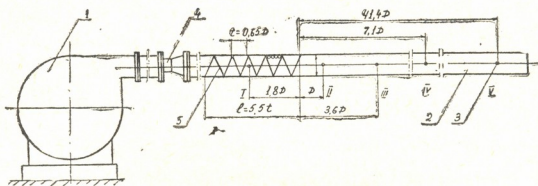


Рис. 1

Измерение полей скоростей в трубопроводе производится при помощи цилиндрического зонда. Цилиндрический зонд представляет собой трубку с тремя отверстиями, расположенными на небольшом расстоянии (13 мм) от ее конца в плоскости, перпендикулярной к оси

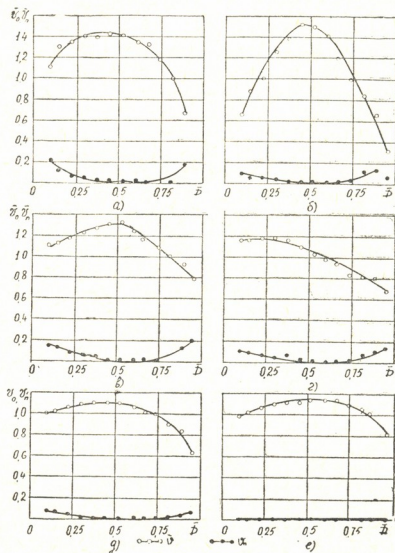


Рис. 2

зонда. Два боковых отверстия расположены симметрично относительно центрального. Отверстия зонда с помощью трубок малого диаметра соединяются с соответствующими выводами, расположенными на другом конце зонда.



На рис. 2 дано распределение осевых и окружных составляющих скорости потока:

а, б, в, г, д — при установленной винтовой навивке с шагом  $t=0,65D$ , длиной 5,5  $t$ ;

е — в обыкновенном трубопроводе;

а — в сечении I, б — в II; в — в III; г — в IV; д — в V (см. рис. 1).

При отсутствии в трубопроводе винтовой навивки эпюра распределения скоростей в потоке (рис. 2,е) имеет следующий вид: окружная составляющая скорости равна нулю, осевая составляющая скорости имеет максимальное значение в центре трубопровода ( $D=0,5$ ) и равна  $1,08 V_{cp}$ . При приближении к стенкам осевая скорость уменьшается, особенно резко в пристеночных областях трубопровода ( $\bar{D}=0 \div 0,125$ ;  $\bar{D}=0,875 \div 1$ ).

При установке винтовой навивки движение жидкости в трубопроводе приобретает винтообразный характер и имеет несимметричный вид. Величина закрутки в самой навивке равняется у стенок трубопровода (рис. 2,а)  $V_{II} = 0,2 V_{cp}$ . После навивки закрутка постепенно уменьшается. Однако даже на расстоянии от навивки, равном  $41,4 D$ , что соответствует 12 длинам навивки, закрутка  $V_{II} = 0,1 V_{cp}$  (рис. 2,д). Толщина закрученного потока равняется примерно  $(0,25 \div 0,30) D$ .

Установка навивки увеличивает на 20%-30% осевую составляющую скорости в центральной части трубопровода, что уменьшает вероятность выпадания из этой части твердых частиц. Наличие значительных окружных скоростей у стенок трубопровода, с одной стороны, способствует подъему этих частиц с нижней части горизонтального трубопровода, а с другой стороны, удерживанию этих частиц в верхней (за счет центробежной силы).

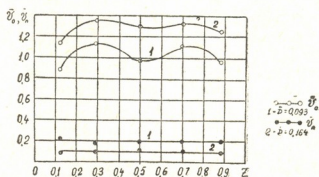


Рис. 3

По длине шага винтовой навивки у стенки трубопровода осевая составляющая скорости  $\bar{V}_0$  потока изменяется от 0,8 до 1,2 (рис. 3), что также способствует подъему твердых частиц. Такой характер изменения осевой составляющей скорости сохраняется и за винтовой навивкой (рис. 2,б, в, г, д).

Таким образом, установка в трубопроводе винтовой навивки создает в нем винтовой поток, который распространяется и за винтовой навивкой на длину не меньше чем  $41,4D$ . Винтовой поток в тру-



ბოპროვოდე препятствует оседанию твердых частиц, благодаря чему можно уменьшить критические скорости транспортирования твердых частиц и износ труб.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. А. Г. Цулукидзе

(Поступило 13.7.1978)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ა. ჯვარშეიშვილი, ა. ცაი, დ. ბაკრაძე

ხრახნისებრივი დახვევის გავლენის შესწავლა ნაკადის  
სტრუქტურაზე მილსადენში

რეზიუმე

გამოკვლეულია სპეციალური დახვევის გავლენა ორფაზოვან ნაკადზე. მილსადენში ჩადგმული სპირალი ქმნის დახვეულ ნაკადს, რომელიც სპირალს იქეთაც ვრცელდება  $41,4D$  სიგრძეზე, ამცირებს მყარი ნაწილაკების დაჯდომას, რითაც მცირდება ჰიდროტრანსპორტირების კრიტიკული სიჩქარე და მილსადენის ცვეთა.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

A. G. JVARSHESHVILI, A. A. TSAI, D. V. BAKRADZE

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SCREW WINDING  
ON THE FLOW STRUCTURE IN A PIPELINE

Summary

The effect of a special winding on two-phase flow is discussed. The spiral, placed in the pipe, results in a winding flow which extends beyond the spiral at the length of at least  $41.4D$ . The winding flow in the pipe prevents sedimentation of solid particles, permitting to lower the critical velocity of hydrotransportation and delay pipeline wear.

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Л. И. МАХАРАДЗЕ

О ВЛИЯНИИ ПЕРЕХОДНЫХ ДРОССЕЛИРУЮЩИХ ПАТРУБКОВ  
 НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ВОЗДУШНО-  
 ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 9.7.1978)

Из средств защиты напорных гидротранспортных систем от гидравлических ударов наиболее простыми являются воздушно-гидравлические аккумуляторы (колонны), а наиболее надежными — гасители с упругими рабочими органами, выполненными в виде шлангов, шаров, торов и т. п., которые заполнены воздухом. Эффективность работы этих гасителей гидравлического удара существенно увеличивается, если их на защищаемой магистрали установить посредством переходных дросселирующих патрубков (насадок) с оптимальными геометрическими параметрами (см. рис. 1).

На полупромышленной установке Института горной механики АН ГССР экспериментально были исследованы влияние на эффективность работы воздушно-гидравлических колонн переходных дросселирующих патрубков, имеющих различные формы: цилиндрические, сходящего и нисходящего конуса, при различных диаметрах соотношений диаметров входного и выходного отверстий.

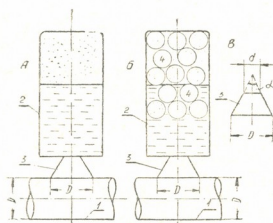


Рис. 1

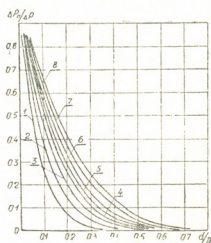


Рис. 2

Эти исследования показали, что максимальной эффективностью обладают патрубки, имеющие форму сходящего конуса при соотношении

диаметров  $\frac{d}{D} = 0,25 \text{--} 0,4$  ( $d$  — диаметр суженной части;  $D$  — диаметр расширенной части, посредством которой примыкается к защищаемому трубопроводу и которая равняется диаметру последнего).

При указанном соотношении диаметров почти той же самой эффективностью обладают и цилиндрические патрубки. Однако при наличии патрубков формы сходящего конуса существенно улучшаются условия



входа рабочей среды в корпус гасителя во время гидравлического удара. Это обстоятельство и увеличивает эффективность в некоторой степени.

На рис. 2 даются кривые изменения относительной величины давления в первой полуфазе гидравлического удара в зависимости от относительного диаметра (конусности) дросселирующего патрубка при различных скоростях движения потока рабочей среды в трубопроводе внутренним диаметром 104 мм. Эти кривые, построенные по экспериментальным данным, можно описать уравнением

$$\frac{\Delta P_n}{\Delta P} = \left(1 - \frac{d}{D}\right)^{8,8 \cdot v_0^{-0,5}} = a \rho v_0 \left(1 - \frac{d}{D}\right)^{8,8 \cdot v_0^{-0,5}}, \quad (1)$$

где  $\Delta P_n$  — превышение давления в трубопроводе в первой полуфазе гидравлического удара, при наличии гасителя с дросселирующим патрубком, Па;  $\Delta P$  — превышение давления в трубопроводе во время прямого гидравлического удара при отсутствии дросселирующего патрубка, Па;  $v_0$  — скорость движения потока рабочей среды при установившемся режиме, м/с;  $a$  — скорость распространения волны гидравлического удара в трубопроводе, м/с;  $\rho$  — плотность транспортирующей среды, кг/м<sup>3</sup>.

Эффективность применения переходных дросселирующих патрубков очевидна лишь в том случае, когда в воздушно-гидравлическом аккумуляторе имеется определенный объем воздуха (демпфирующего элемента), при сжатии которого происходит поступление рабочей среды из магистрального трубопровода через дросселирующий патрубок в аккумулятор (происходит дросселирование — потеря энергии).

С учетом этих соображений и следует определить объем воздуха в воздушно-гидравлическом аккумуляторе с переходным дросселирующим патрубком, необходимый для уменьшения давления в магистральном трубопроводе до допустимой для данной системы величины.

Как было выше сказано, при наличии в системе воздушно-гидравлического аккумулятора с переходным дросселирующим патрубком, во время гидравлического удара максимальное превышение давления в первой полуфазе можно определить по зависимости (1). Соответственно изменяется и скорость транспортирования рабочей среды

в трубопроводе  $\Delta v = \frac{\Delta P_n}{a \rho}$ . Аккумулирование энергии удара должно происходить за промежуток времени  $\frac{2L}{a}$  так, чтобы величина давления в аккумуляторе не превышала значения

$$\Delta P' < P_0 + \Delta P_{тр} + \Delta P_n, \quad (2)$$

где  $P_0$  — предупредительное давление в защищаемом трубопроводе в сечении установки аккумулятора, Па;

$$\Delta P_{тр} = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho \left[ v_0^2 - \left( v_0 - \frac{\Delta P_n}{a \rho} \right)^2 \right]}{2}$$

— часть силы трения, которая восстанавливается при гидравлическом ударе, Па;  $\lambda$  — коэффициент гидравлического сопротивления.

В процессе аккумуляции энергии в корпус аккумулятора поступит (за счет сжатия воздуха, расположенного в нем) рабочая среда в объеме





$$\Delta W = \left( v_0 - \frac{\Delta P_{II}}{a\rho} \right) \omega \frac{2L}{a}, \quad (3)$$

где  $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$  — площадь поперечного сечения защищаемого трубопровода, м<sup>2</sup>.

Соответственно на  $\Delta W$  изменится и объем воздуха. С учетом (2), внутренний объем корпуса воздушно-гидравлического аккумулятора

Соотношение $\frac{d}{D}$	Давление в трубопроводе при наличии воздушно-гидравлического аккумулятора с переходным дросселирующим патрубком		Объем воздуха в корпусе аккумулятора, м <sup>3</sup>		Форма переходного дросселирующего патрубка
	вода $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$	гидросмесь $\rho_{см}=1200 \text{ кг/м}^3$	действительный	расчетный по формуле (7)	
1,0	1,10	1,30	0,0671	0,0695	цилиндрическая $d=100 \text{ мм}$ цилиндрическая сдвоенная $d=100 \text{ мм}$
1,0	1,10	1,30	0,0671	0,0695	
0,7	1,08	1,26	0,0671	0,0655	цилиндрическая $d=76 \text{ мм}$ цилиндрическая $d=50 \text{ мм}$
0,5	1,00	1,27	0,0671	0,0645	
0,333	0,83	0,96	0,0335	0,0342	цилиндрическая $d=30 \text{ мм}$ цилиндрическая $d=25,4 \text{ мм}$
1,0	0,95	1,11	0,0335	0,0333	
1,0	1,67	1,83	0,0118	0,0110	цилиндрическая $d=15 \text{ мм}$ сходящий корпус
0,823	1,05	1,18	0,0671	0,0655	
0,588	1,00	1,16	0,0671	0,0645	" "
0,353	0,80	0,98	0,0335	0,0358	
0,235	1,22	1,42	0,0157	0,0143	" "
0,176	1,53	1,87	0,0118	0,0115	
0,823	1,10	1,33	0,0671	0,0695	нисходящий конус
0,588	1,05	1,23	0,0671	0,0655	
0,353	0,83	0,98	0,0335	0,0349	" "
0,235	1,24	1,51	0,0157	0,0140	
0,176	1,54	1,74	0,0118	0,0115	" "

при атмосферном давлении (допускаем, что сжатие воздуха происходит по изотермическому закону), можно определить из равенства

$$W_0 P_a = W'_0 P_0 = (W'_0 - \Delta W) (P_0 + \Delta P_{TP} + \Delta P_{II}), \quad (4)$$

где  $W_0$  — внутренний объем корпуса аккумулятора при атмосферном давлении, м<sup>3</sup>;  $W'_0$  — объем воздуха в корпусе аккумулятора при давлении  $P_0$ , м<sup>3</sup>;  $P_a$  — атмосферное давление, Па.

Из равенства (4) получаем

$$W_0 = \left( 1 + \frac{P_0}{\Delta P + \Delta P_{TP}} \right) \left( V_0 - \frac{\Delta P_{II}}{a\rho} \right) \omega \frac{2L}{a} \frac{P_0}{P_a}. \quad (5)$$

Зависимость (5) справедлива для случая, когда

$$\Delta P_{II} \geq \frac{1}{2} a \rho V_0. \quad (6)$$

В общем случае объем воздуха, необходимый для уменьшения давления до желаемой величины при наличии воздушно-гидравлического аккумулятора с переходным дросселирующим патрубком, согласно методике, изложенной в работе, определяется по формуле



$$W_0 = \frac{(2\rho a^2)^{-1} \omega L \left[ a^2 \rho^2 \left( v_0 - \frac{\Delta P_n}{a\rho} \right)^2 - (\Delta P - \Delta P_n)^2 \right] P_0 P_a^{-1}}{P_0 \ln \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} + [K(P_{тр} + \Delta P_n) - P_0] \left( 1 - \frac{P_0}{P_0 + \Delta P} \right)} \quad (7)$$

Сопоставительные результаты теоретических и экспериментальных исследований приведены в таблице.

Максимальное превышение давления во время прямого гидравлического удара в трубопроводе без аккумулятора составляло: при движении воды —  $\Delta P = 3, 5$  МПа, при движении гидросмеси плотностью  $\rho_{см} = 1200$  кг/м<sup>3</sup>,  $\Delta P = 4, 2$  МПа.

Как видно из таблицы, эффективность наличия переходных дроселирующих патрубков существенная.

Эксперименты подтвердили также справедливость теоретической зависимости для определения необходимого для гашения давления объема воздуха.

Результаты исследований внедрены в промышленность.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 13.7.1978)

საბაღოთა დამუშავება და გაშრობება

ლ. მახარაძე

საპარო ხუფების მუშაობის ეფექტურობაზე გავლენის

მადროსირებალი მილყელების გავლენის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

საპარო ხუფების მუშაობის ეფექტურობას საგრძნობლად ადიდებს გადამყვანი მადროსირებელი მილყელები. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ამგვარი მილყელის ოპტიმალურ ფორმას წარმოადგენს მოძრაობის მიმართველების თანხედენილი კონუსი შევიწროებული და გაფართოებული ნაწილების დიამეტრების ფარდობით  $\frac{d}{D} = 0,25-0,4$ . მიღებულია მადროსირებელ მილყელში წნევის კარგვის საანგარიშო ემპირული ფორმულა.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

L. I. MAKHARADZE

ON THE EFFECT OF A TRANSITIONAL THROTTLING BRANCH PIPE ON THE OPERATION EFFICIENCY OF AIR-HYDRAULIC ACCUMULATORS

Summary

Transitional throttling branch pipes considerably enlarge the operation efficiency of air-hydraulic accumulators. The optimum form of branch pipes has been experimentally determined to be a convergence cone with the diameter ratio of the narrowed and widened parts  $\frac{d}{D} = 0.25 - 0.4$ . An empirical formula for calculating the head loss in throttling branch pipes has been derived.

А. З. КАНДЕЛАКИ, Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ, В. Г. ЦХИЛАДZE,  
 Т. Д. АБАШИДZE, Г. Г. ГЕГИАДZE, И. Г. ТКАЧЕНКО

### ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ $CoO$ В ДУГЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

(Представлено академиком Ф. Ф. Тавадзе 28.4.1978)

В настоящей статье изложены данные по выращиванию монокристаллов  $CoO$  методом, который основывается на направленном транспорте электродного материала в электрической дуге постоянного тока [1]. Представлены рентгенография выращенных монокристаллов и результаты измерений некоторых электрофизических характеристик.

Сущность данного метода выращивания и установка, на которой проводились эксперименты, подробно описаны в работах [2, 3]. Использовались как металлические ( $Co$ ), так и керамические ( $CoO$ ) электроды.

Из-за положительного значения свободной энергии Гиббса нитридообразования кобальта опыты проводились на воздухе.

Следует отметить специфику выращивания монокристаллов  $CoO$  при использовании металлического катода. В этом случае в ходе процесса наблюдается изменение количества и формы расплава на катоде. Этот факт обуславливает нарушение стабильного температурного режима термического источника и влечет за собой возникновение темпе-

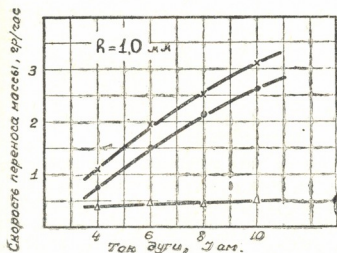


Рис. 1. Зависимость скорости переноса массы от тока дуги при зазоре между электродами 1,0 мм; X — убыль веса катода; ● — прибыль веса на аноде; Δ — потери

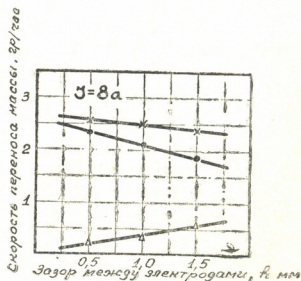


Рис. 2. Зависимость скорости переноса массы от зазора между электродами при силе тока 8 ам: X — убыль веса катода; ● — прибыль веса на аноде; Δ — потери

ратурных флуктуаций на фронте кристаллизации. Следствием этого является кристаллизация слитка, который состоит из нескольких монокристаллических блоков, ориентированных в различных направлениях.

При использовании керамических электродов электрическая дуга отличается высокой стабильностью и способствует выращиванию качественного кристалла.



На рис. 1 и 2 даны зависимости скорости переноса массы с катода на анод от тока дуги и зазора между электродами при использовании керамического катода для одного из режимов выращивания. Видно, что с повышением силы тока дуги увеличивается скорость роста монокристалла, при этом потери практически остаются постоянными. С ростом зазора между электродами уменьшается прибыль веса на аноде (скорость роста монокристалла), тогда как убыль веса катода остается постоянной. В этом случае потери возрастают.

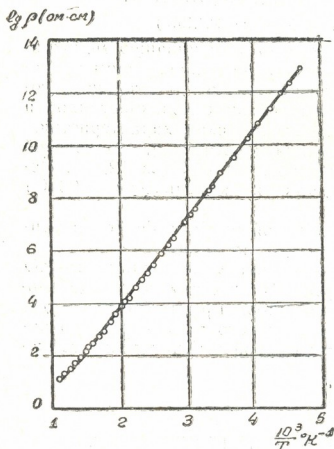


Рис. 3. Зависимость электросопротивления от температуры

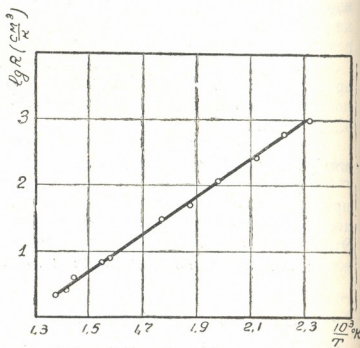


Рис. 4. Зависимость постоянной Холлато температуры

В настоящее время дать какое-либо объяснение механизму процесса весьма затруднительно.

Полученные кристаллы  $CoO$  подвергались рентгеновским исследованиям, которые заключались в определении монокристалличности и совершенства кристаллической структуры. Образцы исследовались фото- (при помощи лауэграмм) и дифрактометрическими методами. Лауэграммы получали на установке УРС-60 с использованием камеры РКСО. Трубка БСВ-4С<sub>4</sub>, экспозиция 2 часа.

Выращенные с использованием керамического катода кристаллы  $CoO$  содержат одно монокристаллическое зерно с незначительными периферийными вкраплениями зерен гораздо меньших размеров. Плоскостью скола является кристаллографическая плоскость (100) на которой отсутствуют линии сдвига. Равномерный рельеф поверхности скола делает возможными измерения параметра кристаллической решетки монокристалла по отражению от плоскости (511), незначительно отклоненной от плоскости скола. Измерения параметра кристаллической решетки проводились на дифрактометре ДРОН-1 с использованием монохроматизированного изогнутого по Иогансону монохроматора  $LiF$  излучения  $CuK_{\alpha}$  в режиме  $V_a=25-30$  кв,  $J_a=10-12$  ма,

с входной щелью счетчика 0,1 мм. Измерения дали значения  $a=4,261(3) \text{ \AA}$  ( $\pm 0,0005 \text{ \AA}$ ).

Дополнительная проверка совершенства кристаллов CoO заключалась в записи вышеупомянутого отражения (511) на дифрактометре и в снятии лауэграмм от плоскости скола. Четкое разделение дублета на дифрактометре, малая полуширина пиков, четкость и точность дифракционных пятен на лауэграмме указывают на удовлетворительное совершенство структуры полученных кристаллов.

Электрофизические свойства выращенных кристаллов CoO исследовались при постоянном токе в постоянном магнитном поле обычным компенсационным методом с использованием потенциометра Р-308 с фотоэлектрическим усилителем Ф-305, обеспечивающим чувствительность по напряжению  $10^{-7}$  в. Установка позволяет проводить одновременные измерения электросопротивления и эффекта Холла в зависимости от температуры. Электросопротивление рассчитывалось по величине падения напряжения между зондовыми электродами, э. д. с. Холла определялась при различных направлениях тока и поля с целью исключения неэквипотенциальности холловских зондов, термо-э.д.с и термогальваномагнитных явлений.

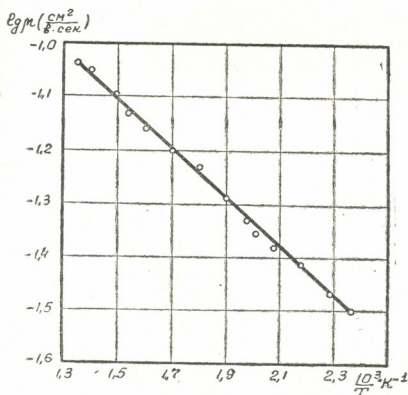


Рис. 5. Зависимость подвижности носителей тока от температуры

Образцы, вырезанные из средней части монокристалла, имели вид параллелепипеда размером  $12 \times 3 \times 0,8 \text{ мм}^3$ . На них наносилась пластиновая паста, позволяющая сводить к минимуму контактные э.д.с. в местах прижима зондов к образцу. Результаты измерений приведены на рис. 3—5. Характер зависимости электросопротивления от температуры указывает на полупроводниковый вид проводимости (рис. 3). Отрицательный температурный коэффициент постоянной Холла свидетельствует о повышении концентрации носителей тока (в данном случае дырок) с температурой (рис. 4). Подвижность носителей тока с ростом температуры увеличивается незначительно (рис. 5).

Полученные результаты подтверждают зонный механизм проводимости монокристаллов CoO шириной запрещенной зоны  $\Delta E \approx 0,65 \text{ эВ}$ ,

высчитанной по формуле  $\Delta E = \frac{2K}{0,43} \operatorname{tg} \varphi$ , где  $K$ —постоянная Больцмана,

а  $\varphi$ —угол наклона прямой на графике  $\lg \frac{1}{\rho} = f\left(\frac{1}{T}\right)$  (рис. 3).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 28.4.1978)

მეტალურგია

ა. კანდელაკი, ბ. ზველესიანი, ვ. რცხილაძე, თ. აბაშიძე, ბ. ზეზინაძე,  
 ი. ტაკაჩენკო

მუდმივი დენის ელექტრულ რკალში  $\text{CoO}$  მონოკრისტალების  
 გაზრდა და მათი კვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია მუდმივი დენის ელექტრულ რკალში მასალის გადატანის მეთოდით კობალტის უანგის მონოკრისტალის მიღების შესაძლებლობა. დადგენილია ზრდის ოპტიმალური პირობები და მოყვანილია ტექნოლოგიური პარამეტრები აღნიშნულის მისაღწევად.

ჩატარებულია რენტგენოსტრუქტურული კვლევა და გამოთვლილია გიოსოსის მუდმივა.

ზოგიერთი ელექტროფიზიკური მახასიათებლის ტემპერატურულ დამოკიდებულებათა გაზომვით დამოკიდებულია  $\text{CoO}$  მონოკრისტალების ელექტროგამტარებლობის ზონური მექანიზმი.

METALLURGY

A. Z. KANDELAKI, G. G. GVELESIANI, V. G. RTSKHILADZE,  
 T. D. ABASHIDZE, G. G. GEGIADZE, I. G. TKACHENKO

## GROWTH OF SINGLE CRYSTALS OF $\text{CoO}$ IN A D. C. ELECTRIC ARC AND THEIR INVESTIGATION

Summary

The possibility of obtaining single crystals of cobalt oxide by the method of material transfer in a d. c. electric arc has been studied.

The optimum condition of growth and technological parameters for solving the problem have been established.

X-ray diffraction study has been carried out and the lattice constant measured.

The values of temperature dependence of some electrophysical characteristics confirms the zonal mechanism of conductivity of single crystals of  $\text{CoO}$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. R. Drable, A. W. Palmer. J. Appl. Phys., vol. 37, № 4, 1966, 1778—1780.
2. В. Г. Рцхილაძე, Г. Г. Гвелესიანი, А. З. Канделаки, В. Ш. Кавтараძე. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971, 641—644.
3. Г. Г. Гвелესიანი, В. Г. Рцхილაძე, А. З. Канделаки. Изв. АН СССР, сер. «Неорганические материалы», т. II, № 10, 1975, 1852—1855.

ა. ვაშალოვიძე

სხვადასხვა ტიპის ტერასების ლითონ- და  
ენამგომეხმცველობის შედარებითი  
მაჩვენებლები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. შვაცაბაიამ 5.6.1978)

ფერდობების ტერასებად ათვისებისათვის ჯერ კიდევ გამოყენებულია საგზაო და მელიორაციული ტიპის შეუსაბამო მანქანები — ბულდოზერები და ტერასირები T-3, T-4 და სხვ. მათი სახელმწიფო გამოცდის შედეგები არა-დამაკმაყოფილებელია, აქვთ უარყოფითი მხარეები, რომელთაგან ძირითადია დიდი წვევითი წინალობა, შესაბამისად დიდი გაბარიტული ზომები და წონა, ცუდი მანევრირება, დაბალი მწარმოებლობა, მართვის სიძნელე, ტექნიკური უსაფრთხოების დაუცველობა.

აღნიშნული მანქანებით შეუძლებელია ნიადაგის ზედა სასარგებლო ჰუმუსოვანი ფენის შენარჩუნება. ის იყრება ფერდობის ქვედა მხარეზე, მცენარისათვის გამოუსადეგარ ადგილზე.

მანქანათა დიდი გაბარიტული ზომების გამო შეუძლებელია ვიწრო ტერასების მოწყობა, რის გამოც იძულებული ვხდებით ვაკეთოთ ფართოვაკისიანი ტერასა ნიადაგის დედაქანების ხარჯზე. ასეთ ტერასებზე საგრძნობლად ფერხდება მცენარის ზრდა-განვითარება. შესრულებული სამუშაოს ხარისხი მეტად დაბალია, შეუძლებელია სასურველი დახრილობის ან სწორი ზედაპირის შექმნა, დამატებითი იარაღების (ტექნოლოგიური პროცესების) გამოყენების გარეშე.

აგრეგატის დიდი წონისა და ზედმეტი წვევითი წინალობის გამო მეტად გადატვირთულია ტრაქტორის ძრავი და სავალი ნაწილი, რის გამოც აგრეგატები მალე ფუჭდება.

აღნიშნულის შედეგად ფერდობის დატერასების ღირებულება მეტად ძვირია.

კ. ამირეჯიბის სახელობის სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში შექმნილია ტერასმოწყობის ახალი ეფექტური ტექნიკური საშუალებანი.

ტერასების ცალკეული სახეები და მისი შესაბამისი აგრეგატის შედგენილობა მოყვანილია ცხრილის პირველ გრაფაში.

ახლად შექმნილი ტექნოლოგიური პროცესების უპირატესობის დადგენის მიზნით გამოანგარიშებულია ცალკეულ ტექნოლოგიურ პროცესებზე მოსული ლითონ- და ენერგომეხმცველობის სიდიდეები.

ლითონმეხმცველობას, კვ/კა-ზე გავიანგარიშებთ ცნობილი ფორმულით

$$M = \frac{G_m \frac{D_1}{D_r} + G_{tp} \frac{D_1}{D_{tp}}}{WK \operatorname{tg} D_1},$$



სადაც  $G_m$  — მანქანის წონა, კგ;  $D_1$  — სამუშაოს შესრულების აგროვადები, დღეები;  $D_r$  — მანქანის წლიური დატვირთვა, დღეები;  $G_{TP}$  — ტრაქტორის წონა, კგ;  $D_{TP}$  — ტრაქტორის წლიური დატვირთვა, დღეები;  $W$  — აგრეგატის მწარმოებლობა სუფთა მუშაობისას, ჰა/სთ;  $K$  — ცვლის გამოყენების კოეფიციენტი;  $t_g$  — მუშაობის ხანგრძლივობა სამუშაო დღეში, სთ.

ენერგოშემცველობა  $\frac{\text{ცხ. d. სთ}}{\text{ჰა-ზე}}$  გაანგარიშებულია ფორმულით

$$F_0 = \frac{N_{\text{აფ}}}{W_0},$$

სადაც  $N_{\text{აფ}}$  არის აგრეგატის ეფექტური სიმძლავრე ცხ. d. სთ;  $W_0$  — აგრეგატის მწარმოებლობა ცვლამი, ჰა/სთ.

აღნიშნული ფორმულებით მიღებული სიდიდეები, ტერასმოწყობის ცალკეული პროცესების შესაბამისად, დაყვანილია ტერასების სახეებამდე.

ცხრილში დამატებით მოყვანილია სიდიდეები, გაანგარიშებული ერთ ჰა ტერასის ვაკისზე, ე. ი. დაყვანილი სასარგებლო ფართზე. ამდენად, სასარგებლო ფართის გამოსავლის შესაბამისად, საშუალება გვქვდა წარმოდგენა ვიქონიოთ დატერასების ამა თუ იმ ტექნოლოგიური პროცესის ეკონომიკურ ეფექტურობაზე.

სხვადასხვა ტიპის ტერასის მოწყობის ლითონ- და ენერგოშემცველობის მაჩვენებლები

ტერასების სახეები და აგრეგატის შემადგენლობა	ლითონშემცველობა, კგ/ჰა				ენერგოშემცველობა ცხ. d. სთ/ჰა			
	მოსაშენებელ სამუშაოზე	დატერასებაზე	ტერასის ვაკის გაწმენდაზე	ს უ ლ	მოსაშენებელ სამუშაოზე	დატერასებაზე	ტერასის ვაკის გაწმენდაზე	ს უ ლ
ხელი მიკროტერასების მოწყობა გუთან-ტერასიორით (თვლიანი ტრაქტორი T-82 K+გუთანეანი ПН 4-35)	719	35	163	917	10006	796	2053	12855
	1510	73	344	1927	21065	1680	4310	27055
ხელი ტერასების მოწყობა გუთან-ტერასიორით 3 ტ. d. კლასის ტრაქტორზე (ДТ-75 M+გუთანეანი ПН 4-35)	648	22	165	835	10023	388	2625	13036
	1270	43	312	1345	19447	760	5150	25357
საფეხურებიანი ტერასების მოწყობა აქტიურ მუშაორგანოებიანი ტერასიორით 3 ტ. d. კლასის ტრაქტორზე, ტერასის ვაკისზე ჰუმუსოვანი ფენის შენარჩუნებით (კოდზე ვერტიკალურია)	500	101	181	782	7209	1333	2625	11167
	545	109	197	851	7950	1452	2990	12392
საფეხურებიანი ტერასების მოწყობა პასიურ მუშაორგანოებიანი ტერასიორით (ტრაქტორი T-130+უნივერსალური ბულდოზერი Д-492 А)	712	227	267	1206	10006	3792	3069	16867
	1113	360	424	1897	15882	6190	4860	26932

შენიშვნა: პრიცხველში ნაჩვენებია მნიშვნელობები ერთ ჰა ფერდობის დატერასებაზე, მნიშვნელში — შესაბამისად ერთ ჰა ტერასის ვაკისზე.

ცხრილში აღნიშნული მასალების ანალიზიდან შეგვიძლია ზოგადად დავასკვნათ, რომ ენერგო- და ლითონშემცველობის დიდი წილი (ყველა ტიპის ტე-



რასისათვის) მოდის მოსამზადებელ სამუშაოებზე, შედარებით ნაკლებია ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე, ხოლო ყველაზე მცირე — უშუალოდ ტერასის მოწყობაზე.

ლითონშემცველობა ტერასის სახეების შესაბამისად მოსამზადებელ სამუშაოებზე შეადგენს 719; 648; 500 და 712 კგ/ჰა-ზე. იგივე ტერასის ვაკისის სასარგებლო ფართზე გადაანგარიშებით შეადგენს 1510; 1270; 545 და 1113 კგ/ჰა-ზე.

ამდენად, ამ ბოლო მაჩვენებლებიდან შეგვიძლია დარწმუნებით ვთქვათ, რომ ყველაზე მცირე ლითონშემცველობით ხასიათდება აქტიურ მუშაორგანოებიანი ტერასიორით მოწყობილი ტერასები, რომლის ლითონშემცველობა სასარგებლო ფართზე არ აღემატება 545 კგ/ჰა-ზე, მაშინ როცა ეს სიდიდეები შესაბამისად ტოლია 1510; 1210 და 1113 კგ/ჰა-ზე.

უშუალოდ დატერასებაზე ეს სიდიდეები შეადგენს 35; 22; 101 და 227 კგ/ჰა-ზე. ამ შემთხვევაში ლითონშემცველობა აქტიურ მუშაორგანოებიან ტერასიორზე თითქმის გადიდდა სხვებთან შედარებით, მაგრამ აქ მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს დატერასებული ფართობის სასარგებლო ფართი, სადაც ეს მაჩვენებლები ასე გამოიყურება: 73; 43; 109 და 360 კგ/ჰა-ზე.

ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე ლითონშემცველობის შედარებითი მაჩვენებლები ასე გამოიყურება: 163; 165; 181 და 267 კგ/ჰა.

თუ ხნული ტერასების მოწყობა გუთან-ტერასიორით მოსამზადებელ სამუშაოებზე საჭიროებს ლითონშემცველობას 719 კგ/ჰა-ზე, ის დატერასებაზე არ აღემატება 35, ხოლო ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე ის ტოლია 173 კგ/ჰა-ზე.

მაშასადამე, დარწმუნებით შეიძლება ითქვას, რომ ტერასმოწყობა არ მოითხოვს ძნელსა და მძიმე სამუშაოებს, ძირითადია ნაკვეთების დასატერასებლად მოსამზადებელი სამუშაოები და ტერასების ვაკისების გაკულტურების ღონისძიების გატარება.

ასეთივე გზით თუ გვაანალიზებთ ტერასმოწყობის ცალკეულ სახეებს მისთვის საჭირო ენერგოშემცველობის მიხედვით, თანმიმდევრობა თითქმის იგივე იქნება.

შეიძლება ერთი ლოგიკური დასკვნის ვაკეთება: ყველა შემთხვევაში ტერასმოწყობა პასიურ მუშაორგანოებიანი აგრეგატით, უნივერსალური ბულდოზერით ანუ ამჟამად არსებული ტექნოლოგია, როგორც ლითონშემცველობის, ისე ენერგოშემცველობის თვალსაზრისით, საგრძნობლად ნაკლებფექტურია, დიდი ლითონ- და ენერგოშემცველობისა და ამდენად შესრულებული სამუშაოს ღირებულებაც შესაბამისად გაზრდილია.

ფერდობებზე მომუშავე აგრეგატები უნდა იყოს კომპაქტური და მცირე წონისა. როგორც კვლევა გვიჩვენებს, ტერასების მოწყობა უკეთეს აგროფონზე შესაძლებელი ყოფილა მცირე სიმძლავრის აგრეგატებითაც კი.

ძველი ტექნოლოგია და ტექნიკური საშუალებანი (პირველი გრაფის მე-4 პუნქტი) სრულიად ვერ პასუხობს აგრომთხოვნებს და შეიძლება ითქვას, რომ ერთგვარ ზიანს აყენებს ფერდობების რაციონალურად ათვისების საქმეს.

ამდენად, ის უნდა შეიცვალოს უფრო დახვეწილი და მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიური პროცესით.

დარწმუნებით შეიძლება ითქვას, რომ დღეისათვის გაგაჩნია ყოველმხრივ გამოკვლეული და სავსე პირობებში შემოწმებული ტერასმოწყობის რაციონ-



ნალური ტექნოლოგია და შესაბამისი ტექნიკური საშუალებანი, როგორც აქტიური, ისე პასიური მუშაორგანოებით.

მათი ურთიერთშერწყმა და ფართო მასშტაბით გამოყენება დიდ სარგებლობას მოუტანს სამთო მეურნეობის შემდგომ ამაღლებას.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის  
მექანიზაციისა და ელექტროფიკაციის  
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 7.7.1978)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

А. П. ВАШАЛОМИДЗЕ

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛО- И ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ ТЕРРАС РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Резюме

Рассмотрены вопросы технологии сооружения террас, сравнительными показателями которых выявлено, что наилучшим вариантом является сооружение террас террасером с активными рабочими органами, металлоемкость которого 2—3 раза меньше по сравнению с другими агрегатами, предназначенными для сооружения террас.

MACHINE BUILDING SCIENCE

A. P. VASHALOMIDZE

## COMPARATIVE INDICES OF METAL- AND POWER SATURATION OF VARIOUS TYPES OF TERRACES

Summary

The paper presents scientifically substantiated data on the metal- and power saturation of various terrace types involving both passive and active working members.

Four different techniques of terrace making are considered; their comparison has shown that the best variant is one involving a terracer with active working members the metal volume of which is 2 to 3 times less than other tools designed for making terraces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. „Методика определения ценных сельскохозяйственных машин“. М., 1965.
2. Сб. „Экономическая эффективность новых сельскохозяйственных машин“. М., 1965.
3. Н. С. В л а с о в. Методика экономической оценки с/х техники. М., 1968.
4. В/О „Союзсельхозтехника“—Каталог тракторов и с/х машин. М., 1975

М. Д. АСАТИАНИ, З. С. ТАВАРКИЛАДЗЕ, Р. И. ЦЕРЕТЕЛИ

## ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Лоладзе 8.6.1978)

Исследования, а также опыт отечественной и зарубежной практики показывают, что оптимизация режимов обработки на металлорежущих станках вообще, а на фрезерных станках с числовым программным управлением (ЧПУ) в особенности возможна при создании качественных автоматических (адаптивных) систем управления (САУ) процессом резания.

Кафедрой технологии машиностроения Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина совместно с Тбилисским научно-исследовательским институтом средств автоматизации была разработана и внедрена в производство программная адаптивная система предельного регулирования по мощности резания для фрезерных станков с ЧПУ.

В период внедрения адаптивной системы на черновых и получистовых операциях нами была разработана методика определения уставочных значений мощности резания и диапазона регулирования скоростью подачи, обеспечивающая различную степень оптимизации процесса концевое фрезерования сложных деталей. Эта методика заключается в следующем. По конкретным деталям устанавливаются характерные схемы фрезерования концевыми фрезами. Для этих схем по литературным данным или экспериментально (например, планированием экспериментов) устанавливается зависимость между мощностью и элементами режима фрезерования данного обрабатываемого материала:

$$N = C_N \cdot t^{X_N} \cdot S_{ZN}^Y \cdot B^{M_N} \cdot Z^{r_N} \cdot D^{q_N} \cdot V^{p_N}. \quad (1)$$

На конкретной детали обозначаются участки по схемам резания. На этих участках выбираются прямолинейные отрезки, где значительные колебания случайных факторов имеют наименьшую вероятность. Статистическими измерениями на этих отрезках заготовок детали определяется максимально вероятная глубина резания  $t_{пр}$ . Далее, на отрезке сперва устанавливается предельная, так называемая ломающая подача на зуб ( $S_{z\text{лом}}$ ). Эта подача для фрезы данной конструкции может быть рассчитана [1] или определена экспериментально. С нужной гарантией устанавливается максимально допустимая подача на зуб  $S_{z\text{max}} < S_{z\text{лом}}$ . В нормативах находятся соответствующая этой подаче скорость резания и число оборотов шпинделя. По зависимости (1) рассчитываются мощность резания и соответствующие силы резания на данном отрезке. Теоретически или по нормативам в дальнейшем проводится поперечный расчет по жесткости системы станок-приспособление-инструмент-деталь (СПИД) и определяется макси-



мальная стрела прогиба закрепленной в шпинделе консоли концевой фрезы. Если стрела прогиба фрезы значительна и не обеспечивает нужной точности обработки, величина  $S_{z \max}$  снижается до нужного уровня. Таким образом, будут назначены режимы максимальной производительности обработки данного отрезка контура детали. Этим режимам и соответствует уставное значение мощности резания  $N_{уст}$  адаптивной системы. При перегрузках на этом участке вследствие изменения случайных и неслучайных факторов ( глубины резания, твердости, криволинейного перехода, увеличения угла контакта на сопряжениях участка и др.) адаптивная система так будет регулировать скорость подачи, что мощность резания, а следовательно, и точность обработки по всему участку контура будут одинаковыми, причем инструмент будет гарантирован от поломок из-за отсутствия перегрузок.

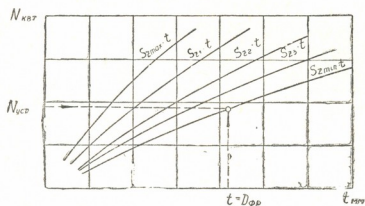


Рис. 1

Для выполнения этого следует правильно определить минимальное значение подачи на зуб  $S_{z \min}$  или нижнее предельное значение диапазона регулирования подачи. Значение  $S_{z \min}$  можно получить аналитически из зависимости (1) при постоянных значениях  $N_{уст}$ ,  $B$ ,  $Z$ ,  $D$  и  $n$  для различных сочетаний  $S_z \cdot t$ . Проиллюстрируем это графически.

На рис. 1 представлено изменение мощности резания от глубины резания при различных значениях подачи на зуб. Например, при фрезеровании только цилиндрической частью концевой фрезы максимально возможная глубина резания, как известно, равняется диаметру фрезы. На оси ординат откладывается рассчитанное  $N_{уст}$ , а на оси абсцисс — максимально возможная глубина  $t=D$ . На пересечении находится  $S_{z \min}$  (см. рис. 1). Может оказаться, что на данном участке максимально возможная глубина резания будет гораздо меньше  $D$ , тогда диапазон регулирования соответственно сузится. Такие этапы назначения режимов следует провести для каждой схемы (по каждому участку) обработки контура детали. Это даст программу ввода уставных значений мощности, максимальных подач на участках и определит общий диапазон регулирования скорости подачи [2].

Анализ ожидаемых результатов по производительности обработки и стойкости режущего инструмента вышеизложенной методикой назначения режимов резания с применением адаптивной системы можно провести по кривой зависимости стойкость-подача.

На рис. 2 представлена характерная, немонотонная зависимость  $T=f(S_z)$ , где различают значения (соответственно и режимы) максимальной производительности, минимального расхода инструмента и экономической стойкости ( $T_{\max}$ ,  $T_{\min}$  и  $T_{эк}$ ). Вышеизложенная методика, как видно из рис. 2, позволяет охватить режимы (и стойкости) с минимальными экономическими затратами. Если обрабатываемая деталь несложная и на контуре этой детали преобладают прямолинейные отрезки, то резание будет осуществляться преимущественно с максимальной производительностью. Известно, что при обработке на станках с ЧПУ режимы минимальных затрат обработки (экономические) близки

к режимам максимальной производительности в связи с дороговизной как самих станков, так и их эксплуатации. Следовательно, при преобладании на контуре детали прямолинейных отрезков он будет обрабатываться приблизительно экономическими режимами (и стойкостью) резания. В случае преобладания на детали сложных, криволинейных участков режимы резания будут меньше экономических. Но экономи-

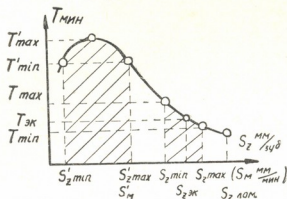


Рис. 2

ческая эффективность применения адаптивной системы все же будет существенной за счет повышения срока службы инструмента (стойкости), возможности достижения высокой точности обработки и исключения последующих уточняющих операций (получистовых или доводочных), а также за счет значительного упрощения программирования и сокращения самих программ.

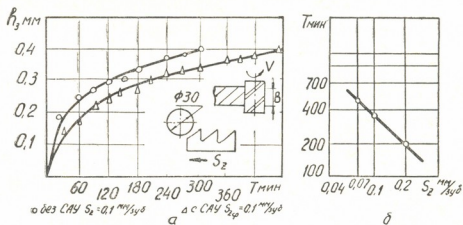


Рис. 3

Последнее заключение было проверено специальными экспериментами в лаборатории, а также в производственных условиях. На рис. 3,а представлена экспериментальная зависимость износ-время при фрезеровании цилиндрической частью концевой фрезы контура, имитирующего значительные колебания припуска. Как видно из рис. 3,а, стойкость инструмента после применения адаптивной системы повысилась в 1,45 раза при существенном улучшении точности обработки. Выяснилось, что при условии одинаковой стойкости фрезы из экспериментально полученной зависимости (рис. 3,б)

$$T = \frac{C_1}{S_2^x} = \frac{72,6}{S_2^{0.8195}}, \quad (2)$$

на данном контуре можно адаптивной системой осуществлять  $S_{2\text{зр}} = 0,16 \text{ мм/зуб}$ , что, со своей стороны, даст повышение производительности обработки на 60%. В производственных условиях при обработке конкретных деталей наличие более сложных схем фрезерования позво-



ливо повысить производительность обработки на 25%, но стойкость инструмента увеличилась на 80%. Кроме того, повысилась точность обработки так, что можно было исключить получистовую операцию, а программа обработки сократилась почти на 1/3. Все это дало экономический эффект более 3 тысяч рублей в год на каждый станок.

Иногда обрабатываемые на фрезерных станках с ЧПУ детали имеют такие габариты, что резание продолжается в течение нескольких часов и инструмент даже на заниженных режимах изнашивается или выкрашивается, теряет необходимую стойкость и может стать причиной брака. В таких случаях назначение режимов нужно провести следующим образом. Сперва надо установить максимально допустимую подачу по выкрашиванию  $S'_{z \max}$  инструмента с соответствующим  $N'_{\text{уст}}$  (рис. 2) и  $n'$  (зависимость (1)). Эти значения следует уточнить по зависимости  $T=f(S_M)$ , которая графически имеет такой же вид, что и кривая зависимости  $T=f(S_z)$ . Уточнение заключается в том, что находится такое произведение стойкости и скорости подачи ( $T'_{\min} \cdot S'_M$ ), которое больше или равно длине обрабатываемого контура (эквидистанты) детали. Это сразу же позволит найти диапазон  $S'_{z \max} = S'_{z \min}$  (если отмеченное произведение близко к экстремуму).

Следовательно, использование несложной и надежной программной адаптивной системы граничного регулирования с применением разработанной методики оптимизации режимов резания на фрезерных станках с ЧПУ эффективно почти во всех случаях равномерной обработки деталей сложной конфигурации.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Поступило 15.6.1978)

მაწავანთმცოდნეობა

ა. ასათიანი, ზ. თავართქილაძე, რ. წერეთელი

შრის რეჟიმების ოპტიმიზაციის შესაძლებლობანი ციფრული

პროგრამული მართვის საფრაჟო ჩარხებზე

რეზიუმე

რთული კონფიგურაციის დეტალების დამუშავებისას ციფრული პროგრამული მართვის საფრაჟო ჩარხებზე შრის რეჟიმების ოპტიმიზაციის საშუალებას იძლევა ზღვრული რეგულირების პროგრამული ადაპტური სისტემა, რომელიც ვ. ი. ლენინის სახელობის საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში შეიქმნა თბილისის ავტომატიზაციის საშუალებათა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტთან ერთად.

MACHINE BUILDING SCIENCE

M. D. ASATIANI, Z. S. TAVARTKILADZE, R. I. TSERETELI  
THE POSSIBILITIES OF OPTIMIZATION OF THE CUTTING  
CONDITIONS ON NC MILLING MACHINES

Summary

The numerical and adaptive control system of constraint regulation developed at the Georgian Polytechnic Institute in collaboration with Tbilisi Scientific Research Institute of the Means of Automation permit optimization of the cutting conditions under machining workpieces of complicated shapes on the NC milling machine.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Развитие науки о резании металлов. М., 1967.
2. Д. С. Гаприндашвили и др. Доклады Всесоюзного научного симпозиума «Проблемы создания и внедрения высокопроизводительного режущего инструмента с пониженным содержанием вольфрама». Тбилиси, 1977.

Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

## НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРА, ИСПОЛЬЗОВАННОГО В СХЕМЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 1.6.1978)

Рассмотрим параметрический источник тока (ПИТ) по двухузловой, трехлучевой схеме и допустим, что стабилизация тока нагрузки происходит в первой ветви, а во вторую и третью ветви включены преобразующие элементы (дроссель и конденсатор) с равными по величине реактивными сопротивлениями  $x_2 = x_3 = x$ . Пусть  $\dot{I}_k$  — комплекс действующего значения тока в ветви  $k$  ( $k = 1; 2; 3$ ), комплексное сопротивление которой равно  $Z_k$ ,  $\dot{E}_k$  — комплекс действующих значений э. д. с., той же ветви.

В [1] показано, что при трехлучевом исполнении можно построить шесть вариантов схемы ПИТ, стоимость которых в основном определяется стоимостью преобразующих элементов.

На основе выражения (1) из [2] можно определить токи в преобразующих элементах, что дает возможность мощности конденсатора  $Q_C$  и дросселя  $Q_L$  представить в следующем виде:

$$Q_C = \frac{E_{23}^2}{x} \cdot \left[ a_1^2 + \left( \frac{z_1}{x} \right)^2 - 2 \cdot \frac{z_1}{x} \cdot a_1 \sin(\varphi_1 - \theta_1) \right], \quad (1)$$

$$Q_L = \frac{E_{23}^2}{x} \cdot \left[ a^2 + \left( \frac{z_1}{x} \right)^2 + 2 \cdot \frac{z_1}{x} \cdot a \cdot \sin(\varphi_1 - \theta) \right]. \quad (2)$$

Из того же уравнения [2] для тока нагрузки имеем

$$I_1 = \frac{E_{23}}{x}. \quad (3)$$

В вышеприведенных выражениях  $Z_1 = z_1 \exp(j\varphi_1)$  — комплекс сопротивления нагрузочной ветви ПИТ.  $\theta$  и  $\theta_1$  — углы опережения векторов  $\dot{E}_{12} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2$  и  $\dot{E}_{31} = \dot{E}_3 - \dot{E}_1$  относительно вектора  $\dot{E}_{23} = \dot{E}_2 - \dot{E}_3$ ;  $a = E_{12}/E_{23}$ ;  $a_1 = E_{31}/E_{23}$ ;  $E_{12} = |\dot{E}_1 - \dot{E}_2|$ ;  $E_{23} = |\dot{E}_2 - \dot{E}_3|$ ;  $E_{31} = |\dot{E}_3 - \dot{E}_1|$ .

Особый интерес представляет поведение схемы ПИТ при включении сопротивления нагрузки через трансформатор напряжения. В данном случае  $z_1$  представляет собой входное сопротивление этого трансформатора.

Обозначим через  $U_H$  и  $S_H$  напряжение первичной обмотки и мощность трансформатора в номинальном режиме его работы. Тогда, согласно (3), трансформатор будет развивать номинальную мощность ( $S_H = U_H I_1$ ), если сопротивление преобразующих элементов будет равным:



$$x = \frac{E_{23}}{S_H} \cdot U_H. \quad (4)$$

Для напряжения первичной обмотки трансформатора при любом режиме его работы имеем

$$U_T = I_1 z_1 = \frac{E_{23}}{x} \cdot z_1,$$

откуда

$$\frac{z_1}{x} = \frac{U_T}{E_{23}} = n \cdot K, \quad (5)$$

где

$$n = \frac{U_T}{U_H} \text{ и } K = \frac{U_H}{E_{23}}. \quad (6)$$

С учетом (5), выражения (1) и (2) можно переписать в виде

$$Q_C = S_H \cdot \left[ \frac{a_1^2}{K} + n^2 \cdot K - 2 \cdot a_1 \cdot n \cdot \sin(\varphi_1 - \theta_1) \right], \quad (7)$$

$$Q_L = S_H \cdot \left[ \frac{a^2}{K} + n^2 \cdot K + 2 \cdot a \cdot n \cdot \sin(\varphi_1 - \theta) \right]. \quad (8)$$

Очевидно, что для всех шести вариантов схемы в качестве расчетного следует принимать номинальный режим ( $n=1$ ) мощности нагрузочной ветви. Поэтому для исключения недоиспользования преобразующих элементов в номинальном режиме сопротивления нагрузки необходимо, чтобы  $Q_{C(n=1)} \geq Q_{C(n)}$  и  $Q_{L(n=1)} \geq Q_{L(n)}$ , которые с учетом (7) и (8) дают соответственно

$$K \geq \frac{2 \cdot a_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \theta_1)}{1 + n}, \quad (9)$$

$$K \geq - \frac{2 \cdot a \cdot \sin(\varphi_1 - \theta)}{1 + n}. \quad (10)$$

Выполнение указанных условий при  $n=n_0 \leq 1$ , обеспечивает их соблюдение при любых больших значениях  $n > n_0$ . Поэтому следует принимать

$$K \geq \frac{2 \cdot a_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \theta_1)}{1 + n_0}, \quad (11)$$

$$K \geq - \frac{2 \cdot a \cdot \sin(\varphi_1 - \theta)}{1 + n_0}, \quad (12)$$

причем, под  $n_0$  понимается отношение напряжения на первичной обмотке трансформатора при минимальном режиме сопротивления нагрузки к номинальному первичному напряжению этого трансформатора.

Полученный результат означает, что в случае, когда

$$a_1 \cdot \sin(\varphi_1 - \theta_1) > - a \cdot \sin(\varphi_1 - \theta), \quad (13)$$

в качестве базисного следует принимать условие (11), в противном случае — условие (12).

Обозначим расчетные величины, входящие в выражения (11) и (12), через  $a_p$  и  $\theta_p$ ; при этом  $a_p = a_1$  и  $\theta_p = \theta_1$ , если при заданном значении  $\varphi_1$  соблюдается условие (13), в противном случае  $a_p = a$  и  $\theta_p = \theta$ . Тогда для расчетного значения  $K$  можно написать



$$K = \frac{2 \cdot a_p \cdot |\sin(\varphi_1 - \theta_p)|}{1 + n_0} + \alpha, \quad (14)$$

где

$$\alpha \geq 0. \quad (15)$$

Относительное значение суммарной установленной мощности преобразующих элементов в расчетном режиме работы преобразователей будет

$$q = \left( \frac{Q_L + Q_C}{S_H} \right)_{n=1}. \quad (16)$$

Исследование выражения (16) на экстремум для значения коэффициента  $\alpha$ , при котором суммарная установленная мощность преобразующих элементов будет минимальной, дает

$$\alpha = \sqrt{\frac{a^2 + a_1^2}{2}} - \frac{2 \cdot a_p \cdot |\sin(\varphi_1 - \theta_p)|}{1 + n_0}. \quad (17)$$

На основе (17) условие (15) принимает вид

$$n_0 \geq \frac{\sqrt{8} \cdot a_p \cdot |\sin(\varphi_1 - \theta_p)|}{\sqrt{a^2 + a_1^2}} - 1. \quad (18)$$

Согласно (15), в выражении (14) значение  $\alpha$  по (17) следует принимать при соблюдении условия (18), в противном случае  $\alpha=0$ . Следовательно, при соблюдении условия (18)

$$K = \sqrt{\frac{a^2 + a_1^2}{2}}$$

и для номинального напряжения первичной обмотки трансформатора имеем

$$U_H = K \cdot E_{23} = E_{23} \cdot \sqrt{\frac{a^2 + a_1^2}{2}}. \quad (19)$$

В противном случае

$$K = \frac{2 \cdot a_p \cdot |\sin(\varphi_1 - \theta_p)|}{1 + n_0}$$

и

$$U_H = 2 \cdot E_{23} \cdot \frac{a_p \cdot |\sin(\varphi_1 - \theta_p)|}{1 + n_0}. \quad (20)$$

Таким образом, приведенные расчетные соотношения позволяют установить номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора при условии, что суммарная установленная мощность преобразующих элементов в схеме ПИТ будет минимальной.

Варианты ПИТ	$a$	$a_1$	$\theta_0$	$\theta_1$	$E_{23}$ [1]
1	1	1	120	240	$E_{23}$
2	$1/\sqrt{3}$	$1/\sqrt{3}$	150	210	$E_{23}$
3	$\sqrt{3}$	1	150	300	$E_2$
4	1	$\sqrt{3}$	60	210	$E_3$
5	1	0	180	—	$E_2$
6	0	1	—	180	$E_3$



Для иллюстрации использования приведенной методики установления номинального напряжения трансформатора предположим, что трехфазная система э. д. с. симметрична. В данном случае основные расчетные величины приведены в таблице.

Рассмотрим пятый вариант схемы ПИГ. В этом случае, с учетом данных таблицы, условие (13) принимает вид  $\sin \varphi_1 < 0$ . Следовательно, для пятого варианта схемы  $a_p = a_1$  и  $\theta_p = \theta_1$ , если  $\sin \varphi_1 < 0$ , в противном случае  $a_p = a$  и  $\theta_p = \theta$ . При этом, если  $a_p = a_1$  и  $\theta_p = \theta_1$ , всегда соблюдается условие (18) и для номинального напряжения первичной обмотки трансформатора, с учетом (19), имеем  $U_{H5} = E_2 / \sqrt{2}$ . Согласно (18), такой же результат получается при  $a_p = a$  и  $\theta_p = \theta$ , если  $n_0 \geq \sqrt{8} \cdot |\sin \varphi_1| - 1$ ; в противном случае, согласно (20)

$$U_{H5} = \frac{2E_2 |\sin \varphi_1|}{1 + n_0}$$

Аналогично можно установить номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора, использованного в других вариантах схемы параметрических источников тока.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 2.6.1978)

ელექტროტექნიკა

ბ. ვადაჩკორია

პარამეტრული დენის წყაროს სქემებში გამოყენებულ  
ტრანსფორმატორის პირველადი გრადენილის  
ნომინალური ძაბვა

რეზიუმე

მოცემულია მეთოდის ტრანსფორმატორის პირველადი გრადენილის ნომინალური ძაბვის დადგენისათვის იმ შემთხვევაში, როცა პარამეტრულ დენის წყაროსა და დატვირთვის შორის შუალედი რგოლის სახით გამოყენებულია აღნიშნული ელემენტი.

ELECTROTECHNICS

G. V. VADACHKORIA

## RATED VOLTAGE OF THE PRIMARY WINDING OF THE TRANSFORMER USED IN PARAMETRIC CURRENT SOURCE CIRCUITS

Summary

The value of rated voltage of primary winding of the transformer used in parametric current sources has been determined, such that the total installed capacity of transforming members in source circuits is minimum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Котия, Г. В. Вадачкорня. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.
2. А. К. Котия, Г. В. Вадачкорня, Г. Л. Чиковани. Труды ГПИ, № 1, 1976, 183.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

К. Ю. КОТЛЯРЕНКО

ОБ УСКОРЕНИИ ПРОЦЕССА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ  
РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 23.5.1978)

Применение ручных методов расчета электронных схем неизбежно связано с рядом серьезных упрощений и допущений. При этом снижается точность получаемых расчетов, а также уменьшается их универсальность в смысле применимости их к расчету сколько-нибудь широкого класса схем, так как каждая новая схема требует создания новой, специфичной для нее расчетной методики.

Машинные методы выгодно отличаются от ручных гораздо большей точностью и универсальностью. При машинном расчете работа инженера с физической моделью-макетом заменяется работой с математической моделью схемы.

Оценку машинных программ следует производить с точки зрения точности, экономичности, универсальности и мощности. Экономичность — это затраты времени на подготовку данных и на решение. Универсальность — это способность программы решать ряд классов задач расчета схем. Под мощностью понимается наибольшая сложность рассчитываемых схем.

Здесь мы коснемся вопросов уменьшения трудоемкости подготовки данных и, как следствие, уменьшения затрат времени на этот этап машинного расчета.

Исходное описание схемы для автоматического расчета с помощью ЭВМ выполняется на специальном, входном языке. Исчерпывающие сведения о конфигурации схемы дает список ветвей, причем каждая строка — предложение списка — включает обозначение природы ветви, номера узлов, между которыми эта ветвь включена, а также номинал данной ветви [1]. То есть

$$\Phi_i = \{KBi, Hi, Y1i, Y2i, HOMi\},$$

где  $KBi = \{E, C, R, L, J\}$  — код природы ветви,  $HOMi$  — номинал элемента,  $Hi$  — номер ветви,  $Y1i, Y2i$  — номера узлов, между которыми включена ветвь.

Здесь  $E$  — источник ЭДС;  $C$  — емкость;  $R$  — резистор;  $L$  — индуктивность;  $J$  — источник тока.

Недостаток программ расчета заключается в том, что они требуют описание схемы, придерживаясь указанного порядка перечисления ветвей [2], что несколько замедляет кодирование данных и, как следствие, влияет на экономичность программы.

Закодированные таким образом данные вместе с номиналами вспомогательных величин (время расчета, точность и т. д.) вводятся в ЭВМ. Условием правильной работы программ является так называемые



«неправильные размещения» [3]. В случае рассмотрения программ, предназначенных для расчета интегральных переключательных схем, которые содержат в основном  $RC$ -элементы, различают емкостные неправильные размещения и резистивные неправильные размещения [2, 3].

Емкостное неправильное размещение устраняется включением в контур емкостной хорды резистивной ветви с сопротивлением, мало влияющим на режим работы схемы [3].

Резистивное неправильное размещение устраняется включением в резисторное сечение дополнительной емкостной ветви величиной, мало влияющей на режим схемы [3].

Процесс устранения неправильных размещений очень трудоемок для пользователя, вероятность появления ошибок резко увеличивается. Существующие программы расчета устраняют простейшие неправильные размещения, но это сильно усложняет программу и увеличивает время расчета за счет появления в системе уравнений математической модели схемы, которая формируется автоматически, дополнительных уравнений [3].

Поэтому, несмотря на возможности программ, стараются устранять неправильные размещения вручную. Ниже приведена блок-схема алгоритма, с помощью которого ЭВМ автоматически устраняет неправильные размещения типов, перечисленных выше. Алгоритм также упорядочивает ветви согласно приоритету, отмеченному ранее.

На рис. 1 обозначены следующие блоки:

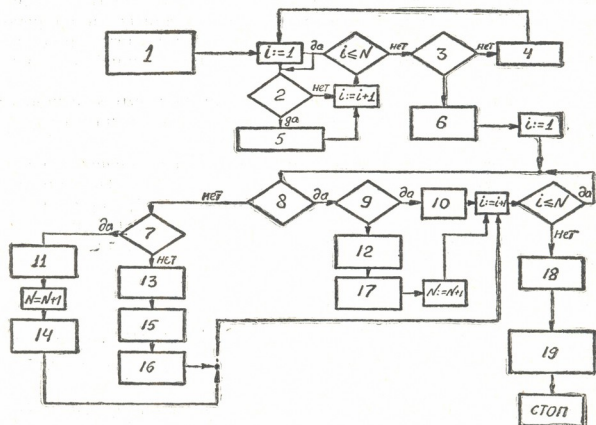


Рис. 1. Блок-схема алгоритма:  $N$  — количество ветвей исходного формуляра,  $i$  — параметр циклов

1. Ввод формуляра.
2. Проверка, соответствует ли код рассматриваемой ветви требуемому по приоритету.
3. Проверка, все ли коды перебраны.
4. Рассматривать следующий по приоритету код.

5. Занесение данной ветви во вновь формируемый формуляр.
6. Поиск максимального номера узла эквивалентной схемы  $NN$ .
- 7 и 9. Проверка, рассматриваемая ветвь резистивная или нет.
8. Проверка, совпадают ли начальный и конечный узлы рассматриваемой ветви.
10. Отнесение данной ветви к списку хорд.
11. Найдено очередное резистивное неправильное размещение.
12. Найдено очередное емкостное неправильное размещение.
13. Отнесение данной ветви к списку ребер.
14. Дополнительно включается емкость параллельно  $i$ -й ветви.
15. Замыкание данной ветви, т. е. конечному узлу ее присваивается значение начального.
16. Замена всех номеров узлов, совпадающих с концом замыкаемой ветви, на номер начала замыкаемой ветви.
17. Дополнительно включается резистор между узлом начала неправильно размещенной ветви и дополнительно порожденным узлом  $NN$ , а неправильно размещенная ветвь — между узлами своего конца и узлом  $NN$ .
18. Выбор номиналов дополнительно включенных элементов.
19. Выбор заново сформированного формулятора на перфокарты или запись на магнитную ленту.

Величины добавочных элементов берутся из инструкций пользователя. При отсутствии последних они принимаются равными 1 пф для емкости и 1 Ом для резисторов.

Работа данного алгоритма заключается в следующем. После ввода формулятора организуется цикл, в котором просматриваются ветви формулятора и переписываются во вновь создаваемый формуляр, придерживаясь приоритета  $E, C, R$  (в случае  $RC$  схем).

Далее, в новом цикле, используя процедуру выделения нормального графа [1], перебираются ветви формулятора и найденные неправильные размещения устраняются способом, описанным выше.

Необходимо отметить, что дополнительное время, требуемое на анализ неправильных размещений, устранение их и расчет схемы с дополнительными элементами несравненно меньше, чем в случае решения дополнительных алгебраических уравнений при наличии неправильных размещений.

Программа, реализующая данный алгоритм и написанная на языке «ФОРТРАН», показала работоспособность и перспективность его использования.

(Поступило 26.5.1978)

ავტორი მარტვა და გამომცემი ბაქსია

პ. კობლიანავო

ელექტრონული სქემების საანგარიშო პროგრამების  
 გამოყენების პროცესის დაჩქარების შესახებ

რეზიუმე

მონაცემების მომზადების ეტაპზე ელექტრონული სქემების საანგარიშო პროგრამების გამოყენების პროცესის ანალიზმა ამ უკანასკნელის დაჩქარების საშუალება მოგვცა სქემების აღწერის ნებისმიერი თანმიმდევრობით შედგენისა და არასწორი განლაგების თავიდან აცილების ავტომატიზაციის გზით.

K. Y. KOTLYARENKO

ON THE ACCELERATION OF THE PROCESS OF THE USE OF  
ELECTRONIC CIRCUIT COMPUTATION PROGRAMMES

## Summary

The paper deals with the problems of accelerated data preparation with the use of computer programmes of electronic circuits. In particular the problem of automatized elimination of incorrect arrangement in RC circuits is discussed. The advantage of the suggested algorithm is demonstrated and a detailed block diagram adduced.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. П. Норенков и др. Машинный расчет элементов ЭВМ. М., 1976.
2. И. П. Норенков. Радиоэлектроника, XVI, 1973.
3. Б. И. Белов, И. П. Норенков. Расчет электронных схем на ЭЦВМ. М., 1971.

Т. Ф. УРУШАДЗЕ, Н. Л. БЕРУЧАШВИЛИ

## ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ КАК КОМПОНЕНТОВ ГОРНО-ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 7.7.1978)

Почве как одному из важных компонентов уделяется особое внимание при изучении лесных биогеоценозов (БГЦ). Существующие программы и методы почвенно-биогеоценотических исследований включают обширный объем исследований морфологического изучения почв, их физических и физико-химических свойств и режимных процессов. Анализ существующего достаточно обширного материала по изучению почв лесных БГЦ показывает, что он достаточно репрезентативен в основном для установления генетической природы исследуемых почв. Подобная подробность и тщательность изучения почв БГЦ, вместе с тем, не обеспечивают «эквивалентную» изученность почв как компонентов БГЦ, т. е. не дают представления о почве как динамичном «блоке» БГЦ. Таким образом, потоки веществ и энергии, входящие и выходящие из почвенного блока и связью своей с другими блоками (в смысле компонентов БГЦ) обеспечивающие функционирование почвы как компонента БГЦ, по сути дела не изучались. Однако известно, что исследование БГЦ подразумевает изучение структуры и функциональной характеристики. Совершенно ясно, что в силу традиционности классических почвенных исследований весь накопленный материал касается структуры БГЦ.

Трудности изучения функциональной характеристики почв БГЦ связаны с необходимостью установления обязательного минимума исследований и уточнения выражения полученных данных в сходных единицах, характеризующих потоки других блоков БГЦ. Постановка этой задачи имеет свои особенности в горно-лесных БГЦ в силу известной специфичности горных почв. Эти почвы являются в основном зеркалом биогеоценотического метаболизма. В горных почвах отмечаются заниженность информативности консервативных признаков и повышенная информативность мобильных признаков. Подобное положение позволяет при сравнительной характеристике отдельных БГЦ поставить вопрос о сокращении объема исследований по изучению структуры, в особенности консервативных показателей, и акцентировать внимание на изучении мобильных свойств. Возникает вопрос о повторностях проведения почвенных исследований и о том, что вообще изучать в почве как компоненте БГЦ.

Как видно, при изучении почв как компонентов БГЦ целесообразнее вести исследования, приуроченные к определенным состояниям БГЦ — так называемым стексам. Такие состояния были детально исследованы на Марткопском стационаре ТГУ. Там в экосистемах лугостепей выделяются 11 стексов: стабилизации летней структуры, создания, усложнения структуры, дождливые, установившегося снежного покрова при отрицательных температурах (снежные мороз-



ные состояния), беснежные безморозные стабилизации зимней структуры и некоторые другие.

При изучении конкретного функционирования и поведения БГЦ наибольший интерес представляют те параметры почвы, которые позволяют сравнить ее с остальными компонентами БГЦ. К этим параметрам относятся те, которые можно «вынести за скобки» при характеристике БГЦ. Каждый компонент БГЦ имеет свои специфические свойства. Этими свойствами он отличается от других компонентов. Что же объединяет эти компоненты? Какими однозначными характеристиками можно, например, описать растительность и почвы?

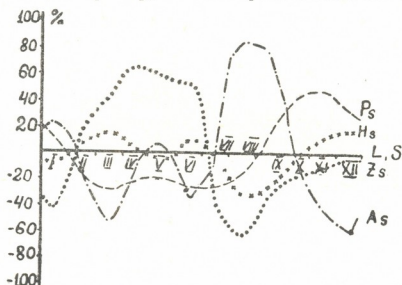


Рис. 1. Среднегодовая динамика основных массовых показателей в почвах БГЦ пологих склонов с лугово-степной растительностью

К общим параметрам в первую очередь относятся ландшафтно-геофизические и ландшафтно-геохимические характеристики. Все компоненты БГЦ без исключения можно охарактеризовать следующими параметрами: 1) метрические характеристики (длина, ширина, высота, площадь, объем); 2) временные характеристики (возраст, характерное время, продолжительность существования, частота); 3) масса и ее круговорот; 4) внутренняя энергия и ее изменение; 5) трансформация солнечной энергии и энергии силы тяжести; 6) параметры структуры (количество и сложность структурных единиц); 7) параметры состояния (температура, влажность и др.); 8) оптические характеристики (цвет, спектральная отражательная способность). Список этих ландшафтно-геофизических параметров можно было бы более детализировать, однако на современном этапе не всегда удается выполнить и эту программу. Поэтому при полустационарных исследованиях (проводимых на Марткопском и стационаре Тбилисского института леса) исследуются лишь метрические характеристики, масса, параметры структуры и состояния. Остальные параметры требуют либо длительных стационарных исследований (трансформация энергии, оборот массы), либо специальных приборных наблюдений (спектральная отражательная способность) или же могут быть рассчитаны на основе других параметров. Как видно из вышеприведенного списка, в эти параметры не включены ландшафтно-геохимические характеристики и специфичные для каждого компонента признаки — рН, гумус, емкость поглощения, видовой состав растений и животных и т. д.



Как же меняются некоторые из этих параметров во времени?

На Марткойском стационаре в БГЦ пологих склонов с лугово-степной растительностью на коричневых почвах были изучены динамика аэромасс (As), гидромасс (Hs), педомасс (S), фитомасс (Ps), зоомасс (Zs) и литомасс (L) в течение нескольких лет в почве. Представление о среднегодовой динамике этих масс дает рисунок, на котором на оси абсцисс приведены месяцы года, а на оси ординат — отклонения от среднеголетних данных масс в %. Лито- и педомассы, естественно, не испытывают сезонной динамики. Наибольшей динамике подвержены аэромассы и зоомассы. Из рисунка ясно видно, что распределение мобильных признаков в вертикальном профиле почвы резко отлично в различные сезоны года. Возникает вопрос, нельзя ли по сочетанию этих мобильных признаков каким-то образом дифференцировать подземную толщу БГЦ, так же как и надземную толщу.

Анализ изучения почв различных БГЦ показывает, что разные БГЦ с резко отличными процессами биогеоценологического метаболизма могут иметь в отдельные стексы практически сходные в функциональном плане подземные части вертикального профиля БГЦ. Таким образом, в почвенном слое БГЦ следует выделять специфические слои — геогоризонты, характеризующиеся определенным соотношением различных геомасс и вообще мобильных признаков. В пределы отдельного геогоризонта почвы попадает почвенная толща с одинаковым соотношением массовых показателей. Геогоризонты отличаются от генетических горизонтов. Последние выделяются на основе консервативных параметров, а геогоризонты — на основе мобильных признаков. Генетические горизонты являются стабильными в течение года, и, таким образом, они не связаны с текущим функционированием БГЦ и почвы как компоненты БГЦ, тогда как геогоризонты меняются в течение года и четко реагируют на различные изменения функционирования. Генетические горизонты почвы невозможно сравнить с остальными компонентами БГЦ, например с растительностью и ее ярусами. В то же время геогоризонты почвы можно сравнить с геогоризонтами надземной части вертикального профиля, которые выделены по той же методике, что и в почве.

Тбилисский институт леса

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.7.1978)

ნიდაგათმცოდნეობა

თ. შრუშაძე, ნ. ბარუჩაშვილი

ნიდაგათმცოდნეობის რეგორც მთა-ტყის ბიოგეოცენოზების  
კომპონენტების შესწავლის თაობაზე

რეზიუმე

ნიდაგათმცოდნეობის რეგორც მთა-ტყის ბიოგეოცენოზების კომპონენტების შესწავლის დროს მობილური თვისებები უნდა განისაზღვროს ბიოგეოცენოზების გარკვეული მდგომარეობის — ე. წ. სტეჟების დროს. ნიდაგათმცოდნეობის პროფილში საჭიროა გამოვეყნოთ გეოპორიზონტები, რომლებიც უმრავლეს შემთხვევებში არ ემთხვევიან გენეტიკურ პორიზონტებს.

T. F. URUSHADZE. N. L. BERUCHASHVILI

CHARACTERISTICS OF THE STUDY OF SOILS AS COMPONENTS  
OF MOUNTAIN-FOREST BIOGEOCOENOSES

## Summary

In dealing with the title problem the mobile features of mountain soils should be determined as components of biogeocoenotic conditions, or so-called 'stacks'. It is advisable to isolate geo- rather than genetic horizons in soil cross-section for the former change throughout the year due to their involvement in processes of biocoenotic metabolism.



В. Х. ГУЛМАГАРАШВИЛИ

## НОВЫЕ ВИДЫ АФИЛЛОФОРОВЫХ ГРИБОВ ДЛЯ МИКОФЛОРЫ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 12.5.1978)

В результате обработки микологического материала, собранного в 1967—1977 гг. на территории Грузии, установлено, что 9 видов и 2 формы являются новыми для микофлоры Грузии. В статье дан их систематический список, где для каждого вида отмечены латинское название, синонимы, субстрат и место нахождения.

*Corticium sublaeve* Bres. — Кинтришский государственный заповедник. Лиственный лес, на валеже в ольшанике (1000 м н. у. м.), 7. IX. 77 г. [1, 2].

*Corticium teutoburgense* Brinkm. — Тбилисский ботанический сад. На коре нудина дерева (450 м н. у. м.), 7.14.77г. [1, 2].

*Thelephora terrestris* (Ehrenb.) Fr. — *Phylacteria terrestris* (Ehrh. ex Fr.) Pat. — Местийский район, ущелье р. Долра. Елово-пихтовый лес, на валеже в ельнике (2000 м н. у. м.), 31. VIII. 1976 г.

*Stereum radiatum* Peck = *Boreostereum radiata* (Peck) Parm. — Местийский район, ущелье р. Местия-Чала. Лиственный лес, на коре ольхи (1800 м н. у. м.), 18. VIII. 76 г.

*Phlebia merulioideae* Parmasto — Чаквское ущелье. Лиственный лес, на коре ольхи (1100 м н. у. м.), 10. IX. 77 г. [3—5].

*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. f. *australe* (Fr.) Pil. — *Ganoderma australe* (Pat.) Bond. et Sing. — Батумский и Сухумский ботанические сады, IX. 77 г. [6].

*Polystictus tomentosus* Fr. = *Polyporus tomentosus* Fr. — Местийский район, Загарский хребет. На почве в елово-пихтовых лесах (2000 м н. у. м.), 15. VII. 76 г. [7].

*Phellinus ribis* (Fr.) Quel. f. *quercus* Bourd. et Galz. — Душетский район, с. Недзихи. Дубово-грабовый лес, на корнях дуба (900 м н. у. м.), 7. II. 77г.

*Clavariadelphus truncatus* (Quel.) Donk = *Clavaria truncata* Quel. — Местийский район. На почве в елово-пихтовых лесах (1800 м н. у. м.), 7. VII. 76 г.



*Clavaria argillaceae* Fr. = *Clavaria subfalcata* Atk.—Цаленджихский район, Худони. Лиственный лес, на валеже в каштановом лесу (600 м н. у. м.), 15. VIII. 77г.

*Cantharellus friessii* Quel.—Цаленджихский район, Худони. На почве в каштановом лесу (600 м н. у. м.), 8. VII. 77г.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 25.5.1978)

ბოტანიკა

### 3. ბულმაგარაშვილი

## აფილოფორასნაირი სოკოების ახალი სახეობები საქართველოს მიკოფლორისათვის

რეზიუმე

საქართველოს სხვადასხვა რაიონში 1976—1977 წლებში შეგროვილი მიკოლოგიური მასალის დამუშავების შედეგად გამოირკვა, რომ აფილოფორასნაირი სოკოს 9 სახეობა და 2 ფორმა ახალია საქართველოს მიკოფლორისათვის. მოცემულია ამ სახეობების სისტემატიკური სია, თითოეული სახეობის ლათინური სახელწოდება, სინონიმი, სუბსტრატის, შეგროვების ადგილი და დრო.

შრომში მოყვანილი სახეობები აღწერილ იქნა როგორც ფოთლოვან, ისე წიწვოვან ტყეში. ფოთლოვან ხეებზე აღნიშნულია 7 სახეობა, წიწვოვანებზე — 1 და ნიადაგზე — 3. აღნიშნულ სახეობებს შორის ყველაზე ხშირად გვხვდება *Ganoderma applanatum* f. *australe*, რომელიც დიდი რაოდენობითაა გავრცელებული შავი ზღვის სანაპიროზე და აავადებს ქაფურის ხეს.

BOTANY

V. Kh. GULMAGARASHVILI

## NEW SPECIES OF APHYLLOPHORALES FOR GEORGIA

### Summary

Nine species and two forms of aphylophorales are described as new ones for the mycoflora of Georgia. The habitat, substratum, and the places and dates of collecting are indicated for each species.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Х. Пармасто. Определитель рогатиковых грибов СССР. М.—Л., 1965.
2. E. Parmasto. Conspectus systematis corticiacearum. Tartu, 1968.
3. А. С. Бондарцев. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М.—Л., 1953.
4. С. Р. Шварцман. Флора споровых растений Казахстана, т. IV. Алма-Ата, 1964.
5. Н. Т. Степанова-Картавенко. Афиллофоровые грибы Урала. Свердловск, 1967.
6. В. Х. Гулмагарашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1977.
7. J. Mazelaitis. The Aphylophorales of the Lithuanian SSR. Vilnius, 1976.



Г. С. КИКАВА, Н. В. ЧИКОВАНИ

## СИНУЗИИ МХОВ В ЗАРОСЛЯХ КAVKAZСКОГО РОДОДЕНДРОНА

(Представлено академиком Н. Н. Кецховели 28.6.1978)

Рододендронники (декиани) представляют собой довольно оригинальные и своеобразные реликтовые ценозы, встречающиеся только на Кавказе и распространенные в основном на влажных склонах северной, западной и северо-западной экспозиций в высокогорной зоне, хотя кавказский рододендрон, как агрессивный эдификатор, встречается и на сухих местообитаниях.

Для рододендронников весьма характерны моховые группировки. В них создаются определенные экологические условия (интенсивный процесс торфонакопления, повышенная кислотность почвы, влажность и притененность), которые значительно содействуют развитию моховых синузий, образуя вместе с рододендроном более или менее сомкнутые ценозы. Как указывает Н. А. Буш [1], в рододендроновых зарослях третий ярус обычно занимают мхи и моховая синузия при сильном развитии оказывается и в первом ярусе, что приводит иногда к сильному изреживанию группировок.

Мхи являются характерными компонентами почти всех типов рододендронников. Как известно, они составляют особые синузии лесных сообществ, где часто выступают в роли доминант, имеющих важное фитоценотическое значение во взаимодействиях между основными компонентами, слагающими древостой и нижние ярусы леса.

Как один из самых распространенных типов рододендронников с мхами И. И. Тумаджанов [2] приводит *Rhododendretum hylocomiosum*. На существование сфагновых рододендронников и их распространение указывают А. И. Лесков [3], Н. А. Буш [1], К. П. Кимеридзе [4] и др.

По нашим исследованиям [5], с типологической точки зрения в формировании *Rhododendreta caucasici* особое место занимает группа ассоциаций *Rhododendreta muscosa*. Из этой группы выделяются следующие ассоциации: *Rhododendretum sphagnosum*, *Rhododendretum hylocomiosum*, *Rhododendretum rhytidiadelphosum*, *Rhododendretum mixtomuscosum*.

Кроме того, как типичные компоненты, мхи участвуют в следующих группировках: *Betuletum rhododendrosum*, *Rhododendretum sorbosum*, *Abietum rhododendrosum*, *Fagetum rhododendrosum*, *Rhododendretum myrtillosum*, *Rhododendretum nudum*, *Rhododendretum oxalidosum*, *Rhododendretum festucosum* и др.

На основе изучения рододендронников с моховым покровом нами была установлена некоторая закономерность распределения мхов по основным ассоциациям рододендронников (см. таблицу).



Большая роль в возобновлении рододендрона принадлежит мхам. Наряду со злаковым покровом, они являются хорошим субстратом для всходов семян рододендрона и его вегетативного возобновления, что, вероятно, привело впоследствии к их тесному фитоценоотическому контакту. Из мхов наиболее содействуют возобновлению виды *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Plagiochila asplenioides* и др.

Соотношение видового состава и общего покрытия растительности в некоторых основных ассоциациях рододендронников с видовым составом и покрытием мхов

Ассоциации	Общее покрытие, %	Покрытие мхов, %	Общее число видов	Число видов мхов
<i>Betuletum rhododendrosom</i>	80—90	10—15	35—40	5—7
<i>Rhododendretum purum</i>	90—100	3—5	5	1—2
<i>Rhododendretum oxalidosom</i>	90—100	7—10	10	2—3
<i>Rhododendretum myrtillosom</i>	80—90	12—15	27—30	5—6
<i>Rhododendretum graminosom</i>	70—80	5—10	30—35	3—4
<i>Rhododendretum mixto-muscosom</i>	80—90	25—30	20—25	6—10
<i>Rhododendretum lapidosum</i>	20—30	5—7	30—35	7—8

Из основного состава мхов, встречающихся в рододендронниках, перечислим следующие виды: *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Eurinchium striatum*, *Plagiochila asplenioides*, *Brachythecium velutinum*, *B. rivulare*, *Mnium medium*, *M. orthorhynchum*, *M. punctatum*, *M. cuspidatum*, *Pohlia cruda*, *Distichium capillaceum*, *Drepanocladus uncinatus*, *Campilium stellatum*, *Phylonotis fontana*, *Pogonatum urnigerum*, *Polytrichum alpinum*, *P. formosum*, *P. proliferum*, *Bartramia ithyphylla*, *Sphagnum girgensohnii*, *S. compactum*, *Barbilophocia hatcheri*, *Lophocolea heterophylla* и др.

Следует иметь в виду, что широкая экологическая амплитуда мохообразных является определяющим моментом в распространении видов в тех или иных условиях местообитания. В частности, синузия лесных мхов, также как и другие синузии растений сходной жизненной формы и сходных потребностей, находятся в тесной связи с окружающими их экологическими условиями, притом сходные синузии встречаются нередко в самых разнообразных фитоценозах.

При исследовании лесов Триалетского хребта с целью простейшего сравнения отдельных формаций с зарослями рододендрона нами были получены некоторые количественные показатели путем подсчета коэффициента общности между сравниваемыми формациями по формуле Жаккара [6]. В результате самый высокий процент общих видов дали березовая формация и рододендронники — 80%, затем еловые леса с рододендронниками — 20%, субальпийские луга с рододендронниками — 10% и буковые с рододендронниками — 15%.

Общий состав видов определяется в основном видами *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Eurinchium striatum*, *Plagiochila asplenioides*, *Dicranum scoparium* и др.

Пользуясь старыми фитоценоотическими понятиями, еще П. П. Курский [7] указывал на видовую общность мохового покрова разных ассоциаций. Он писал, в частности, что «формация мхов», как

и формация высших растений, не являются обособленными одна от другой».

Кроме того, судя по анализу почвы под рододендронниками, кислотность их близко подходит по своему составу к кислотности под пологом ели. Именно это обстоятельство могло содействовать развитию синузии «хилокомиевой формации» в различных ассоциациях рододендронников и еловых формаций. Как известно, аналогичная среда под пологом разных эдификаторов способствует их флористической общности. Смещение синузий широко распространено в природе, хотя смена мохового комплекса при смене основных формаций крайне замедлена.

По А. Н. Криштофовичу [8], в третичном периоде, когда уменьшение тепла сопровождалось уменьшением влажности, многие эрикоидные, сохранив первичную вечнозеленность, из старых лиственных лесов перешли в тайгу, тундру или в высокогорный пояс. Мы считаем, что в данном процессе миграции моховой комплекс лесов, возможно, наряду с другими лесными элементами, такими как *Asperula odorata*, *Circaea lutetiana*, *Listera cordata*, *Oxalis acetosella*, *Ramischia secunda*, *Goodiera repens* и др., сохранился в рододендронниках до настоящего времени, что еще раз подтверждает соображения некоторых авторов [9, 10], считавших предшествующей формой кавказского рододендрона понтийский рододендрон или его какой-нибудь прототип, который должен был представлять в тот период лесной тип.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 7.7.1978)

გოტანიკა

გ. კიკავა, ნ. ჩიქოვანი

ხავსების სინუსიები ლეკიანში

რეზიუმე

ხავსები დეკიანში ფართოდ მონაწილეობენ. დეკიანში იქმნება ისეთი მიკროკლიმატი, რომელიც ხელსაყრელია ხავსების ვაგრცელებისათვის. ტიპოლოგიური თვალსაზრისით მეტად საინტერესო ჯგუფია *Rhododendreta muscosa*, რომელშიც ძირითად სინუსიებს ქმნიან *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Sphagnum girgensohnii*, *S. compactum* და სხვ.

BOTANY

G. S. KIKAVA, N. V. CHIKOVANI

THE MOSS SYNUSIAE IN RHODODENDRON BRUSHES

Summary

The authors have studied the moss synusiae of rhododendron brushes in the Caucasus. Natural distribution of some mosses and its phytocenological role in the rhododendron brushes have been determined.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Буш. Труды Бот. музея АН СССР, вып. XXIII, 1931.
2. И. И. Тумаджанов. Труды Тбил. бот. ин-та, т. V, 1938.
3. А. И. Лесков. Бот. ж. СССР, 17, № 2, 1932.
4. ჯ. ქიჭერიძე. თბ., ბოტ. ინსტ. შრომები, ტ. XXII, 1962.
5. ვ. ქიქიავა. საქ. ბოტ. საზ. მოამბე, V, 1972.
6. P. Jassard. New Phytologist, II, № 1, 1912.
7. П. Курский. Труды Бот. сада и Юрьевского ун-та, I/X, вып. 3—4, 1908.
8. А. Н. Криштофович. Материалы по истории флоры и растительности СССР, т. 2, 1941.
9. Е. Н. Синская. Бот. ж. СССР, т. 18, № 5, ч. 2, 1933.
10. Н. Н. Кузнецов. Вестник русской флоры, вып. I, т. I, 1915.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. П. МИТАГВАРИЯ, Т. Э. АДАМИЯ, К. Д. ЛАТАРИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ МОЗГОВОГО КРОВотоКА ПРИ  
АМИЗИЛОВОЙ И СКОПОЛАМИНОВОЙ АМНЕЗИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 26.4.1978)

В опубликованной нами ранее работе [1] было показано, что процесс обучения решению многоходовой лабиринтовой задачи всегда сопровождается ярко выраженным увеличением кровотока в коре головного мозга у белых крыс. Одновременно с выработкой «автоматизма» в поведении и уменьшением числа совершаемых ошибок выраженность указанной реакции кровотока уменьшается.

К настоящему времени тесная связь между динамикой местного кровотока в различных участках головного мозга и уровнем функциональной или метаболической активности этих участков интенсивно изучается при самых разных экспериментальных условиях, с использованием различных (количественных и качественных) методов регистрации кровотока [2—9]. Согласно этим работам, безусловно, следует считать доказанным, что местный мозговой кровоток является параметром, который весьма четко реагирует на малейшие сдвиги в функционально-метаболической активности нервной ткани (причем успех такого рода исследований во многом зависит от разрешающей способности методики, используемой для регистрации местного кровотока).

В настоящей работе мы попытались изучить динамику местного кровотока в коре у белых крыс в условиях затрудненного обучения прохождению многоходового лабиринта. Конструкция лабиринта и методика регистрации местного кровотока [10, 11] описаны нами в предыдущей работе [1]. Однако, в отличие от нее, здесь мы крысам предварительно вводили внутривенно психотропные вещества (амизил — 15 мг/кг или скополамин — 1 мг/кг). До введения указанных психотропных веществ осуществляли по одному пробному пуску животных по лабиринту, во время которого проверяли реактивность местного кровотока в теменной коре (после завершения серии экспериментов осуществляли морфологический контроль локализации регистрирующего электрода). Целью этого пуска была не только проверка нормального функционирования системы электрохимической генерации водорода (основы метода регистрации местного кровотока) и системы полярографического измерения его парциального давления, но и предварительная констатация локализации электрода. В случае, если кончик последнего попадает не в кору мозга, а, например, в дорсальный гиппокамп, при тех же экспериментальных условиях реакция местного кровотока не наблюдается.

Таким образом, убедившись, что во время поиска пути в ящик-гнездо местный кровоток в теменной коре у крыс реагирует ярко выраженным увеличением, осуществляли инъекцию указанных выше психотропных веществ. Очевидно, что при используемом нами деся-



тимостковом лабиринте при одноразовом пробном пуске крыса никак не успевает обучиться определению оптимального пути в ящик-гнездо.

Процесс обучения оценивали по измерению количества ошибок, совершаемых животными от пуска к пуску при поиске оптимальной

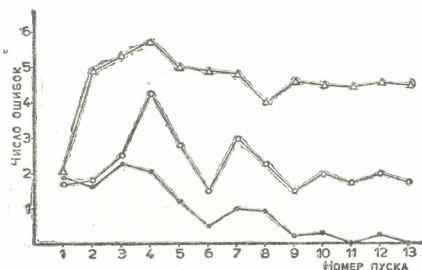


Рис. 1. Динамика процесса обучения в норме (●), при амизиловой (■) и скополаминовой (▲) амнезиях. Каждая серия исследований проводилась на 16 крысах

траектории движения, и строили соответствующие кривые обучения. Приводимые на рис. 1 кривые показывают, что если в норме (т. е. без воздействия психотропных веществ) после 3—4-го пуска животные начинают обучаться достаточно интенсивно и уже после 5—6-го пуска в среднем совершают меньше одной ошибки, то в серии с амизиловой

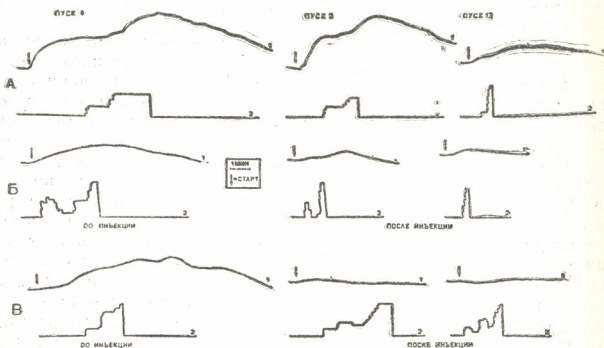


Рис. 2. Динамика местного кровотока в теменной коре у крыс (1) и траектория движения по лабиринту (2): А—в норме, Б—до и после введения амизила, В—до и после введения скополамина

амнезией этот процесс значительно затруднен, а в серии со скополаминовой амнезией вовсе отсутствует. Совпадение количества ошибок, совершаемых животными при первых пусках, вызвано тем, что на

начальном этапе обучения (2—3 пуска) экспериментатор оказывает помощь животному в нахождении оптимальной траектории движения.

В настоящей работе мы не ставили целью анализировать полученные кривые обучения. Этому вопросу посвящено большое количество литературы, и современное состояние по нему можно почерпнуть из фундаментальных исследований профессора Р. Ю. Ильяченка и его сотрудников [12, 13]. Подчеркнем еще раз лишь то, что при амизиловой амнезии животное все-таки обучается и может самостоятельно находить путь в ящик-гнездо, а при скополаминовой амнезии во всех пусках (на рис. 1 их число равно 13) экспериментатор должен был вмешаться и помочь животному найти дорогу, иначе оно могло практически бесконечно «петлять» по мосткам лабиринта.

Анализ данных по динамике местного кровотока в теменной коре мозга у крыс в норме, при амизиловой и скополаминовой амнезиях (рис. 2) показывает, что лишь при инъекции скополамина (рис. 2, В) устраняется типичная реакция местного кровотока, сопровождающая процесс решения лабиринтной задачи. Полученный факт статистически достоверен ( $P < 0,05$ ) но, он, конечно, не позволяет делать каких-либо однозначных выводов о причинно-следственных связях. В настоящее время мы можем лишь констатировать эффект одновременного устранения реакции коркового кровотока и способности животного решать лабиринтную задачу после воздействия скополамином и считать его предметом специальных исследований.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии  
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 23.6.1978)

აღმნიშნისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. მითაგვარია, თ. აღაშია, კ. ლაბარია

თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევის დინამიკის შესწავლა  
 ამიზილითა და სკოპოლამინით გამოწვეული  
 ამენიზიის დროს

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაჩვენებია, რომ ლაბირინთული ამოცანის გადაწყვეტის დროს თეთრი ვირთაგვების თხემის ქერქში ადგილობრივი ნაკადი მკვეთრად იმატებს. ამიზილის ინექციის შემდეგ აღნიშნული რეაქცია არ იცვლება. სკოპოლამინის ინექციის შემდეგ კი მთლიანად ქრება, ამასთან ერთად ცხოველი კარგავს ამოცანის გადაწყვეტის უნარს.



N. P. MITAGVARIYA, T. E. ADAMIA, K. D. LATARIA

## CEREBRAL BLOOD FLOW DYNAMICS UNDER AMNESIA INDUCED BY INJECTION OF AMYZIL AND SCOPOLAMINE

## Summary

The effect of intraabdominal injection of amyzil (15 mg/kg) and scopolamine (1 mg/kg) on the process of training to pass through the multiway maze and on the local blood flow (LBF) in the rat parietal cortex was studied.

In the norm and during amnesia induced by amyzil the local cerebral blood flow dynamics was shown to be strictly correlated with the process of training (number of errors), whereas during scopolamine-induced amnesia the typical behaviour of LBF in the parietal cortex disappears (simultaneously with the loss of ability to solve the maze task).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Адамия, К. Латария, Н. Митагвария. Изв. АН ГССР, сер. биол., 4, № 2, 1978.
2. Е. Д. Хомская. Вопросы психологии, № 5, 1974.
3. Л. Г. Охнянская, Т. Д. Липенецкая, Е. Б. Гиречева, М. А. Никифорова. Бюлл. exper. биол. и мед., 82, II, 1976.
4. М. М. Рыжова. Бюлл. exper. биол. и мед., 73, № 2, 1972.
5. А. Р. Шахнович, А. Е. Разумовский, Л. С. Милованова, В. Т. Бежанов, С. Б. Дурова. ЖВНД, 24, № 2, 1974.
6. J. Risberg, D. H. Ingvar. Exptl. Brain Research., 5, 1968.
7. H. M. Serota, R. W. Gerard. J. Neurophysiol., 1, 1938.
8. J. Olesen. Brain, 94, № 4, 1971.
9. K. A. Hossman, E. Leniger-Follert, D. W. Lubbers. Arzneim.-Forsch. Drug Research, 27, № 7, 1977.
10. K. Stossek, D. W. Lubbers, N. Cottin. Pflugers Arch., 348, 1974.
11. Ю. Е. Москаленко, И. Т. Демченко, С. Б. Буров, В. Ф. Митрофанов. Физиол. ж. СССР, 60, № 4, 1974.
12. Р. Ю. Ильюченко. Фармакология поведения и памяти. Новосибирск, 1972.
13. Р. Ю. Ильюченко. Нейрохимические механизмы мозга и память. Новосибирск, 1977.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Д. С. ДАНЕЛИА, Д. В. ГОГИАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ХОЛИНОМИМЕТИКОВ НА СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА  
УЛИТКИ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 26.6.1978)

В работах, посвященных фармакологии беспозвоночных, указывается, что у моллюсков одним из кардиорегуляторных медиаторов является ацетилхолин (АХ), вызывающий на сердце большинства исследованных видов моллюсков отрицательные ино- и хронотропные эффекты [1, 2]. В настоящей работе исследовалось влияние мускариновых и никотиновых холиномиметиков на сокращения предсердия и желудочка улитки.

Опыты проводились на изолированном препарате сердца осенних бодрствующих улиток *Helix lucorum*. Методика регистрации сокращений сердца подробно описана в работе [3]. Использовались следующие вещества: ацетилхолинхлорид, никотин, тетраметиламмоний (ТМА), метилфурметидйодид (МФ), ареколинбромгидрат, пилокарпин.

Все использованные холиномиметики, за исключением пилокарпина, уменьшали амплитуду сердечных сокращений. Сравнительный анализ влияния АХ и холиномиметиков на предсердие и желудочек показал определенное соответствие. Обычно порог чувствительности предсердия был более низким как к АХ, так и к холиномиметикам. В тех же случаях, когда предсердие было менее чувствительным к АХ, чем желудочек, оно осталось менее чувствительным и к холиномиметикам. Различие между отрицательными инотропными эффектами АХ и холиномиметиков заключалось в скорости проявления максимального эффекта данной концентрации вещества. При применении АХ эффект и восстановление наблюдались сразу же после смены растворов (рис. 1, А, 2, А). В случае же холиномиметиков эффект развивался постепенно и сохранялся до отмывания, а после отмывания исходная амплитуда восстанавливалась также постепенно (рис. 1, А и Б, 2, Б и Г).

Никотиновые холиномиметики, в отличие от мускариновых, вызывали тоническое сокращение миокарда (рис. 2, Б и В). Этот эффект наблюдается и при применении АХ, однако в этом случае требуются дозы, в несколько раз превышающие дозу, прекращающую сердечную деятельность [3]. При применении таких концентраций АХ и никотиномиметиков, которые были равноэффективными в вызове отрицательного инотропного эффекта, тоническое сокращение развивалось только под влиянием никотиномиметиков.

Никотиновые и мускариновые холиномиметики отличались также по производству хронотропных эффектов. Мускариновые холиномиметики, за исключением пилокарпина, вызывали урежение частоты сокращений (рис. 1, А и Б). При применении околопороговых концентраций АХ и мускариномиметиков отрицательный хронотропный эффект последних был выражен слабее хронотропного эффекта АХ. С уве-



личением концентраций веществ эффект мускариномиметиков нарастал в большей степени и становился равным эффекту, вызываемому АХ. Более того, при применении равноэффективных (для вызова инотропного эффекта в пределах 50—80%) концентраций АХ и мускариномиметиков отрицательный хронотропный эффект АХ на желудочке часто был выражен слабее хронотропного эффекта мускариномиметиков.

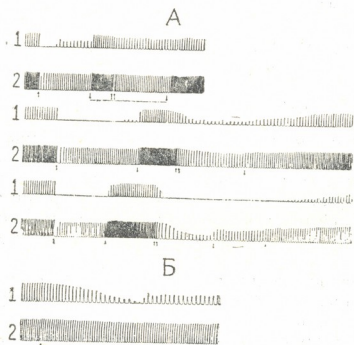
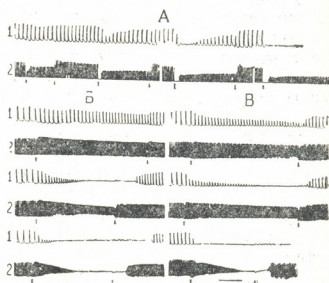


Рис. 1. Влияние мускариновых холиномиметиков на сокращения предсердия (1) и желудочка (2). Стрелка вверх — нанесение вещества, стрелка вниз — раствор Рингера. Горизонтальная линия — 1 мин. А—АХ и МФ (две стрелки). Концентрация веществ (г/мл) возрастает сверху вниз:  $1 \cdot 10^{-6}$ ,  $4 \cdot 10^{-6}$ ,  $8 \cdot 10^{-6}$ . Б—ареколин  $2 \cdot 10^{-7}$

В отличие от описанного действия мускариновых холиномиметиков, никотиновые холиномиметики вызвали положительный хронотропный эффект, возрастающий с увеличением концентрации (рис. 2, Б и В).

Рис. 2. Влияние АХ (А), ТМА (Б) и никотина (В) на сокращения сердца улитки. А — концентрация (г/мл) возрастает слева направо:  $8 \cdot 10^{-7}$ ,  $1 \cdot 10^{-6}$ ,  $2 \cdot 10^{-6}$ ,  $4 \cdot 10^{-6}$ . Б — концентрация возрастает сверху вниз  $1 \cdot 10^{-5}$ ,  $2 \cdot 10^{-5}$ ,  $4 \cdot 10^{-5}$ , В.  $4 \cdot 10^{-5}$ ,  $6 \cdot 10^{-5}$ ,  $1 \cdot 10^{-4}$



На основании косвенных данных — одинакового действия МФ и ареколина, с одной стороны, и ТМА и никотина, с другой, соответствия в разнице чувствительности предсердия и желудочка к АХ и холиномиметикам, более крутого наклона кривой зависимости «логарифм концентрации — эффект» при действии АХ и холиномиметиков на предсердие, по сравнению с аналогичными кривыми для желудочка, мы предполагаем, что как мускариномиметики, так и никотиномиметики оказывают свое влияние через холинорецептивную мембрану миокардиальных клеток. Неэффективность пилокарпина

объясняется более слабыми холиномиметическими свойствами этого вещества, по сравнению с МФ и ареколином.

Таким образом, мы предполагаем существование на сердце улитки как мускариновых (M—XР), так и никотиновых холинорецепторов (N—XР). Отрицательный хронотропный эффект АХ является результатом активации M—XР. Возможно, N—XР обладает более высоким порогом или менее доступен для перфузируемого раствора. Во всяком случае, при нанесении АХ активация N—XР маскируется активацией M—XР. Противоположные влияния мускариновых и никотиновых холиномиметиков на частоту сокращений указывают на то, что эти вещества изменяют проницаемость мембраны для разных ионов.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 29.6.1978)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

დ. დანელია, დ. გოგიაშვილი

ქოლინომიმეტიკურ ნივთიერებათა გავლენა  
ლოკოკინის გულზე

რეზიუმე

შესწავლილია ქოლინომიმეტიკურ ნივთიერებათა მოქმედება ლოკოკინის წინაგულისა და პარკუჭის შეკუმშვაზე. მუსკარინული ნივთიერებები აიშვითებდნენ, ხოლო ნიკოტინური ნივთიერებები ახშირებდნენ გულის შეკუმშვათა რიტმს. ორივე ჯგუფის ნივთიერებები იწვევდნენ უარყოფით ინოტროპულ ეფექტს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

D. S. DANELIA, D. V. GOGIASHVILI

THE EFFECT OF CHOLINOMIMETICS ON THE SNAIL  
HEART CONTRACTIONS

Summary

The effect of muscarinic and nicotinic cholinomimetics on the contraction of the auricle and ventricle of *Helix lucorum* has been studied. Muscarinic cholinomimetics evoked a negative chronotropic effect, while nicotinic ones had a positive chronotropic effect. Both groups of drugs induced a negative inotropic effect.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. A. Cottrell, M. S. Laverack. Ann. Rev. Pharmacol., 8, 1968, 273.
2. M. I. Greenberg. Comp. Biochem. Physiol., 33, 1970, 259.
3. Д. С. Данелиа. Изв. АН ГССР, сер. биол., 3, 1977, 205.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Дж. М. МЕТРЕВЕЛИ

СПОНТАННАЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ  
ЯЙЦЕВОДОВ КРОЛЬЧИХ В ФАЗЕ ПОЛОВОГО ПОКОЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Онiani 26.6.1978)

Как известно, спонтанная сократительная деятельность яйцеводов находится под непосредственным влиянием овариальных гормонов. Несмотря на широкую изученность влияния половых гормонов на сократительную деятельность яйцеводов, все же результаты исследований различных авторов весьма противоречивы и до сего времени по этому вопросу не существует единого мнения. Еще окончательно не установлены характерные типы спонтанных сокращений в соответствии с фазами овариального цикла. Исходя из этого, определение сократительной способности яйцеводов в клинике производится в различные периоды менструального цикла, вследствие чего полученные результаты нередко являются противоположными, а на основе неправильно поставленного диагноза также нередко проводится неправильное лечение женщин, страдающих бесплодием.

Восстановление и регуляция нарушенной сократительной функции яйцеводов немаловажную роль играют и в предупреждении возникновения внематочной беременности.

Все это послужило нам причиной изучить в эксперименте спонтанную биоэлектрическую активность яйцеводов и тем самым установить изменения возбудимости их мускулатуры в зависимости от фаз овариального цикла. Данные исследований по этому вопросу в литературе нами не встречены.

Опыты ставили *in situ* в фазе полового покоя (в диэструсе), которую устанавливали по микроскопической картине яичников животных. Гистоморфологические исследования проводили в лаборатории патморфологии НИИ перинатальной медицины и акушерства-гинекологии МЗ ГССР.

Эксперименты проводили на 11 рожавших и 7 нерожавших половозрелых крольчихах. О половой зрелости судили по общему состоянию, весу животных, развитию сосков и состоянию матки и яичников. В наших случаях подопытные животные были весом больше 2 кг.

Запись в изолированной камере осуществляли чернильно-пишущим устройством с помощью 16-канального электроэнцефалографа «ЭЭГУ16-02» усилителем переменного тока, а биотоки отводили константановыми электродами с фабричной изоляцией диаметром неизолированного кончика 200 мк. Два электрода помещали в мягкую дренажную полихлорвиниловую трубку диаметром 1—1,5 мм, а неизолированные кончики электродов выводили наружу из стенки у дистального конца трубки. Расстояние между кончиками электродов равнялось 5—8 мм. Подобная методика применялась при регистрации биотоков мочеточников [1]. Вводя указанную трубку под наркозом нембутала (0,15 нембутал, разведенный в 5 мл бидистиллированной



воды, в количестве 1,5 мл вводили внутривенно) через разрез брюшной стенки с ампулярного конца в полость яйцеводов, биопотенциалы отводили из различных частей при передвижении дренирующей трубки по всей длине яйцеводов. Неизолированные кончики электродов, помещенных в дренирующей трубке, всегда плотно прилегали к стенкам яйцеводов.

В некоторых опытах биотоки отводили с толщи яйцеводов, также биполярно, вкладыванием константановых электродов.

Ставится вопрос: не искажали ли дыхательные движения животного форму регистрируемых нами потенциалов действия или не отражали ли в данном случае потенциалы действия сокращения яйцеводов. Для выяснения поставленного вопроса в некоторых опытах брюшную полость мы оставляли открытой и визуальным образом наблюдали за движением электродов в такт дыханию. Кроме того, одновременно регистрировали биотоки, механические эффекты дыхания и сокращения яйцеводов по методу Николаева—Субботина. В условиях такого эксперимента мы убедились, что движения электродов в такт дыхательным колебаниям на ЭСГ не регистрируются и не искажают обычной формы биотоков. При наличии в яйцеводах дренирующей трубки также не регистрируются сокращения яйцеводов.

Обычно в течение 1—2 часа регистрировалась фоновая биоэлектрическая активность. После окончания опыта вырезывали яичники для гистоморфологического исследования с целью установления фаз эстрального цикла.

Во всех случаях биопотенциалы отводили одновременно с ампулярных или истмических частей левого и правого яйцеводов (в 10 случаях с ампулярных, а в 8 случаях с истмических частей).

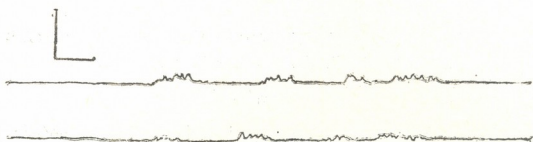
Как показали проведенные эксперименты, в фазе полового покоя, когда в яичниках полностью отсутствовали зреющие и зрелые фолликулы, в 8 случаях ампулярные и в 7 случаях истмические части яйцеводов крольчих проявляли спонтанную биоэлектрическую активность (СБА), а в 2 случаях с ампулярных и в 1 случае с истмической частей в этой же фазе эстрального цикла потенциалы действия не отводились. В этих яйцеводах гистологическим исследованием не было установлено наличие каких-либо морфологических изменений. По нашему мнению, причина неудачи заключалась в технике постановки опыта.

В фазе полового покоя периоды интенсивной биоэлектрической активности продолжались 6—7 сек, после чего наступали периоды полного покоя, длящиеся 38—40 сек. В этой фазе эстрального цикла в периодах интенсивной биоэлектрической активности наблюдались медленные волнообразные колебания низкой амплитуды, на которых местами были наложены также низковольтные пикообразные колебания. Для иллюстрации приводим спонтанные электросальпингограммы (СЭСГ) 1 и 2.

Как показывает верхняя электрограмма СЭСГ 1 медленные волнообразные колебания амплитудой 5—10 мкв и продолжительностью 0,65—1,18 сек возникают нерегулярно в разные промежутки времени (через 0,52—1,18—1,3 сек), на них местами наложены пикообразные осцилляции высотой 5—10—15 мкв и продолжительностью 0,04—0,13 сек.

На нижней электрограмме СЭСГ 1 наблюдаются медленные волнообразные колебания амплитудой 5—7—10 мкв и продолжительностью 0,52—1,18 сек. На фоне этих колебаний на различных расстояниях расположены пикообразные потенциалы действия высотой 5—

10—15 мкв и продолжительностью 0,04—0,13 сек. Медленные потенциалы действия и здесь возникают нерегулярно (через 0,59—1,3—1,43 сек).



СЭСГ 1. СБА ампулярных частей правого (верхняя электрограмма) и левого (нижняя электрограмма) яйцеводов.  
Калибровка: 100 мкв, 1 сек.



СЭСГ 2. СБА истмических частей правого (верхняя электрограмма) и левого (нижняя электрограмма) яйцеводов.  
Калибровка 100 мкв, 1 сек.

При записи потенциалов действия истмической части правого яйцевода (верхняя электрограмма СЭСГ 2) на электрограмме мы наблюдали медленные волнообразные колебания с амплитудой от 5 до 10 мкв и продолжительностью 0,78—1,3 сек, на фоне которых регистрировались пикообразные осцилляции амплитудой от 5 до 15 мкв и продолжительностью от 0,04 до 0,13 сек. Медленные потенциалы действия возникали в различные промежутки времени (через 0,39—1,18—1,43 сек).

С истмической части левого яйцевода (нижняя электрограмма СЭСГ 2) отводились медленные волнообразные колебания высотой 5—10 мкв через разные интервалы времени (0,65—1,3—1,43 сек) и имели продолжительность 0,65—1,3 сек. На фоне медленных волнообразных колебаний наблюдались пикообразные потенциалы действия с высотой 5—10 мкв и продолжительностью 0,04—0,13 сек.

Как показала одновременная регистрация потенциалов действия с правого и левого яйцевода (с одних и тех же частей), почти всегда наблюдалась определенная асинхронность. Биопотенциалы возникали в разные промежутки времени. В 8 случаях биотоки регистрировались только с одного яйцевода и второй яйцевод в течение всего опыта при многочасовой записи потенциалов действия почти не проявлял никакой биоэлектрической активности.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии  
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 29.6.1978)

## ჯ. მეტრელი

 ბოცვერების კვირცხსავალთა სკონტანური ბიოელექტრული  
 აქტივობა სქესობრივი მოსვენების ფაზაში

## რეზიუმე

18 ზრდასრულ ბოცვერზე მწვავე ცდის პირობებში სქესობრივი მოსვენების ფაზაში შევისწავლეთ კვირცხსავლების ბიოელექტრული აქტივობა. საერთოდ ესტრალური ციკლის ფაზებს ვადგენთ საკვირცხეების ჰისტომორფოლოგიური გამოკვლევით.

სქესობრივი მოსვენების ფაზა ხასიათდება პერიოდული ბიოელექტრული აქტივობით. ბიოელექტრული აქტივობის პერიოდი გრძელდებოდა 6—7 წამი, რომელსაც მოჰყვება 38—40-წამიანი ბიოელექტრული სიმშვიდის პერიოდი. ბიოელექტრული აქტივობის პერიოდში აღირიცხება მცირე ამპლიტუდის ნელი ტალღისებური რხევები, რომელთა ფონზეც აღინიშნება ასევე მცირევოლტიანი პიკისებური რხევები.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

J. M. METREVELI

 SPONTANEOUS BIOELECTRIC ACTIVITY OF FEMALE RABBIT  
 OVIDUCTS IN THE PERIOD OF SEXUAL QUIESCENCE

## Summary

A histomorphological study was made of the spontaneous bioelectric activity of the oviducts in the period of sexual quiescence in female rabbits. *In situ* experiments were carried out on 11 parturient and 7 unparturient adult female rabbits. Recordings were made on the ink electroencephalograph «ЭЭГУ 16—02». Biocurrents were registered by means of constantan electrodes with standard insulation except for the exposed tip of 200 mk.

Diestrus was found to be characterized by periodical bioelectric activity lasting 6—7 sec, followed by periods of complete quiescence of 38—40 sec duration. In the periods of intensive bioelectric activity slow wave low amplitude oscillations were observed, with occasional low voltage spikes.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Назаршвили. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1973.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. Д. ГЕДЕВАНИШВИЛИ, Т. И. ИОСЕБИДЗЕ

ОСОБЕННОСТИ И НЕКОТОРЫЕ ЭФФЕКТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ  
ТЕПЛОВОЙ ГИПЕРЕМИИ В ПОСТКАПИЛЛЯРНОМ ОТДЕЛЕ  
КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ УШНОЙ РАКОВИНЫ БЕЛОЙ МЫШИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 11.4.1978)

Процессы физической терморегуляции у гомеотермных организмов играют важную роль в поддержании температурного гомеостаза — одной из важнейших физиологических констант, определяющих постоянство внутренней среды организма. Поэтому изучение тепловой гиперемии, как одной из основных и наиболее эффективных форм проявления физической терморегуляции, имеет теоретическое и определенное практическое значение.

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал по изучению этого сосудистого феномена [1, 2]. Однако при оценке подобных исследований приходится констатировать, что подавляющее большинство работ имеет ограниченную информативную ценность. Так, в доступной литературе отсутствует комплексная и детальная характеристика эффекторной гемодинамической структуры тепловой гиперемии в различных участках кожной сосудистой области. Исходя из этого в нашей лаборатории были проведены исследования, посвященные выяснению особенностей тепловой гиперемии в артериальном отделе ушной раковины белой мыши [1]. В настоящем сообщении излагаются данные о роли посткапиллярного комплекса ушной раковины белой мыши в формировании указанной сосудистой реакции и о некоторых ее эффекторных механизмах.

Опыты ставились на белых мышах. Методика подготовки препарата ушной раковины, особенности биомикроскопии ее сосудов и обработки экспериментальных данных подробно описаны в нашей предшествующей публикации [3].

Для воспроизведения тепловой гиперемии нами использовалась специальная камера нагрева — модификация ранее описанной [1]. Локальное дозированное воздействие на вены рядом физиологически активных веществ осуществлялось путем их микроинтофоретической аппликации в область стенки указанных сосудов (подробное описание методики см. [4]).

В посткапиллярном отделе ушной раковины белой мыши нами выделены три группы сосудов: крупные вены, вены среднего калибра и посткапиллярные венулы [4].

В первой серии экспериментов изучалось состояние просвета этих сосудов при повышении температуры в камере нагрева от 25 до 40°C. Результаты этой серии иллюстрирует приводимая ниже таблица.

Как показывает таблица, существуют определенные градации интенсивности тепловой гиперемии между рассматриваемыми типами сосудов. В порядке убывания относительной величины дилатации эти



группы сосудов можно расположить в следующей последовательности: артерии, вены среднего калибра, крупные вены. Посткапиллярные вены в описываемой реакции участия не принимают. Что касается хода реакции, то здесь четко выявилась закономерность, которую можно определить как значительную «инертность» поведения вен, по сравнению с реакцией артерий. Эта особенность динамики реакции вен находит свое проявление в том, что они включаются в реакцию значительно позже артерий (вначале вены среднего калибра, затем крупные вены), медленнее достигают пика реакции и обнаруживают более длительное последствие, чем артерии. Поэтому можно констатировать, что от характера реакции вен в определенной степени зависит не только величина тепловой гиперемии, но и ее длительность — участие вен в тепловой гиперемии придает этой сосудистой реакции пролонгированный характер.

N	Типы сосудов и достоверность их различий по данному параметру	Параметры реакций			
		Величина максимального эффекта, % от исходного уровня	Латентный период, мин	Время развития до максимума, мин	Продолжительность последствия, мин
10	Крупные вены	10,3±0,8	5,2±0,6	8,7±0,5	10,5±1,1
10	Вены среднего калибра	21,1±2,2	3,0±0,4	8,3±0,5	10,6±0,4
10	Крупные артерии	42,1±0,9	1,4±0,5	6,3±0,6	5,5±0,4
10	Артерии среднего калибра	48,6±7,0	1,2±0,3	5,3±0,3	7,2±0,6
	P <sub>1-2</sub>	<0,01	<0,1	>0,05	>0,05
	P <sub>1-3</sub>	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01
	P <sub>2-4</sub>	<0,01	<0,5	<0,01	<0,01

Вторая серия экспериментов была посвящена выяснению некоторых эффекторных механизмов, лежащих в основе наблюдаемых изменений просвета вен во время тепловой гиперемии. Поскольку в предшествующей нашей работе [3] было обнаружено наличие холинергических механизмов вазодилатации у крупных вен и вен среднего калибра, то известный интерес представляло выявление возможного участия указанных механизмов в дилатации вен в ходе тепловой гиперемии, тем более что подобная роль холинорецепции была описана ранее в отношении артерий данного органа в той же экспериментальной ситуации [1]. В этой серии исследовалась роль холинергических механизмов в реакции вен крупного и среднего калибра в процессе развития тепловой гиперемии в органе. С этой целью на фоне максимального развития сосудистой реакции в область указанных сосудов с помощью микроинтубатора вводился блокатор М-холинорецепторов — атропин (рис. 1).

Как показывает рис. 1, местное применение атропина на высоте развития тепловой гиперемии почти полностью устраняет дилатацию вен крупного и среднего калибра, вызванную повышением температуры в камере нагрева. Степень выключения атропином реакции вен обеих групп порядка 90% от максимальной величины тепловой гиперемии. Незначительная остаточная величина дилатации у вен среднего калибра

რა в ряде случаев, возможно, объясняется некоторым слабым центральным торможением импульсации по симпатическим вазоконструкторам. Что касается природы холинергических механизмов, определяю-

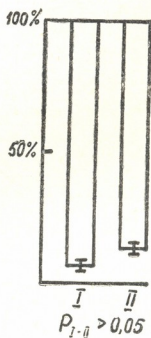


Рис. 1

щих дилатацию вен в процессе тепловой гиперемии, то они, по-видимому, нейрогенного происхождения. Об этом свидетельствует отсутствие эффекта у посткапиллярных венул, лишенных, как известно, иннервации [5].

Тбилисский государственный  
 педагогический институт  
 им. А. С. Пушкина

(Поступило 2.6.1978)

აღაზიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ი. ბეღვაანიშვილი, თ. იოსავიძე

სითბური ჰიპერემიის თავისებურებანი და ზოგიერთი  
 ეფექტორული მექანიზმი თეთრი თაგვის უშრის ნიჟარის  
 პოსტკაპილარულ უბანში

რეზიუმე

თეთრი თაგვის ყურის ნიჟარის პოსტკაპილარული უბნის სითბური ჰიპერემიის ინტენსივობა მეტადა გამოხატული საშუალო ყალიბის ვენებში და გაცილებით სუსტად მსხვილ ვენებში. განხილულ სისხლძარღვთა რეაქციებში ვენულები არ მონაწილეობენ. გაფართობის ხარისხი პერიფერიულ ვენებში ნაკლებია, ვიდრე ერთსახელოვან არტერიებში. სითბური ჰიპერემიის დროს ვენების გაფართობა მნიშვნელოვნად ჩამორჩება დროში ერთსახელოვანი არტერიების რეაქციას. თბობის კამერაში ტემპერატურის გაზრდის დროს კანის პერიფერიული ვენების დილატაცია განისაზღვრება ძირითადად ქოლინერგიული მექანიზმებით.



I. D. GEDEVANISHVILI, T. I. IOSEBIDZE

THE CHARACTERISTICS AND SOME EFFECTOR MECHANISMS OF  
HEAT HYPEREMIA IN THE POSTCAPILLARY SECTION OF THE  
HELIX OF THE WHITE MOUSE

## Summary

The intensity of heat hyperemia in the postcapillary section of the helix of white mouse is most pronounced in medium-calibre veins and much less in large veins; postcapillary venules do not participate in the reaction under study. The dilatation degree of peripheral veins is less than is the case with arteries of the same name. Dilatation of veins during heat hyperemia considerably «lags behind» the reaction of the same name arteries. Dilatation of peripheral veins of the skin with the rise of temperature in the heat chamber is largely due to cholinergic mechanisms.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Д. Гедеванишвили. Периферическое кровообращение и особенности его регуляции. М., 1967.
2. О. П. Минут-Сорохтина. Физиология терморегуляции. М., 1972.
3. Т. И. Иосебидзе. Материалы IV Республиканской научной конференции физиологов высших учебных заведений Грузинской ССР. Тбилиси, 1977.
4. О. А. Заридзе. Там же.
5. Н. В. Деменкова. Труды Ленинградского санитарно-гигиенического медицинского института, т. 93, 1971.





ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Ш. Д. ЧИКВАШВИЛИ, Н. Т. ОНИАНИ, И. Ш. КВАВИЛАШВИЛИ

**ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАНЫ ДЛЯ  
ИОНОВ  $\text{Na}^+$  И  $\text{K}^+$  И МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ  
ЗАРОДЫША ЛЯГУШКИ**

(Представлено членом-корреспондентом А. Н. Бакурадзе 27.7.1978)

Общеизвестна функциональная роль клеточных мембран в таких фундаментальных процессах, как генерирование потенциала покоя, возникновение и проведение нервного импульса. Самым замечательным является тот факт, что на возбудимых клетках удалось не только на качественном, но и на количественном уровне описать величины ионных потоков, проницаемостей мембран и мембранного потенциала (МП) при покое, а также динамику этих характеристик при возбуждении [1—5].

В последние годы ведется интенсивное изучение электрохимических свойств мембран эмбриональных клеток. Цель этих работ состоит в выяснении возможной функциональной роли мембран в процессах раннего развития. Найдены некоторые корреляции между изменениями мембранных характеристик и определенными актами раннего развития [6]. Однако эти работы еще далеки от количественного уровня.

В настоящей работе рассчитана величина МП яйца лягушки *Rana ridibunda* и оценена относительная проницаемость мембраны для  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  ( $b = P_{\text{Na}}/P_{\text{K}}$ ), где  $P_{\text{Na}}$  и  $P_{\text{K}}$ —абсолютные проницаемости для  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  соответственно.

Для расчета таких сравнительно простых характеристик мембран, как величина МП и относительная проницаемость для главных потенциалобразующих ионов, нужно знать внутриклеточные активности этих ионов, а также величины МП в условиях различного ионного состава наружной среды. Для расчетов МП можно использовать известное диффузионное уравнение Гольдмана—Ходжкина—Катца только в том случае, если на мембране нет активного электрогенного транспорта ионов [3].

Недавно нами было показано [7], что МП яйца лягушки *Rana ridibunda* имеет чисто диффузионную природу только до первого деления. Поэтому для расчета величины МП и оценки относительной проницаемости мембраны мы будем пользоваться данными, полученными до начала дробления яиц.

Порядок проведения экспериментов и расчетов следующий. Регистрируем величину МП ( $E_1$ ) яйца в условиях его инкубации в растворе 1 (раствор Гольдфретера, состав в мМ:  $\text{NaCl}$ —60;  $\text{KCl}$ —0,7;  $\text{CaCl}_2$ —1,0). Регистрируемую величину  $E_1$ , а также значения актив-



ностей  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  внутри и вне клетки подставляем в уравнение Гольдмана—Ходжкина—Катца для двух ионов:

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{ki}} + b a_{\text{Na}_1}}{a_{\text{ko}} + b a_{\text{Na}_1}}, \quad (1)$$

где  $a_{\text{Na}_1}$ ,  $a_{\text{ki}}$ ,  $a_{\text{Na}_0}$ ,  $a_{\text{ko}}$ —активности  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  внутри и вне клетки соответственно.

Расчетным путем находим величину  $b$ . Подставляя  $b$  в уравнение (1) в условиях раствора другого ионного состава (раствор 2:  $\text{NaCl}$ —0,7;  $\text{KCl}$ —60;  $\text{CaCl}_2$ —1,0), теоретически рассчитываем значение МП в этом растворе ( $E'_2$ ). Сравнение величин  $E'_2$  и  $E_2$ , регистрируемой в эксперименте в растворе 2, дает возможность судить о достоверности проведенных расчетов.

Внутриклеточные содержания натрия и калия определяли на пламенном фотометре типа ФПЛ-1, как описано в работе [8]. Чтобы рассчитать концентрации этих веществ в клетках, необходимо знать содержание в них воды, которое определяли при помощи разработанного нами ранее метода [9]. МП регистрировали, как было нами описано в работе [10].

Следует отметить, что общее содержание натрия, калия и воды в яйцах варьирует в довольно широких пределах в зависимости от партии икры, но концентрации ионов и величина плотности почти не отличаются в яйцах разных партий (в пределах 2%).

Опыты, проведенные на восьми партиях икры, дали следующие средние значения объема и плотности яиц, а также содержания воды, натрия и калия в них (табл. 1).

Таблица 1

Объем, мм <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Натрий, нмоль	Калий, нмоль	% воды по весу
2,14±0,43	1,08±0,01	80±7	106±8	54±3

Для расчета внутриклеточных активностей  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  воспользуемся данными, полученными на другом представителе класса амфибий—шпорцевой лягушке *Xenopus laevis* [11]. Как следует из этой работы, активности  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  составляют 15 и 75% от их общего содержания соответственно. Если принять эти значения и для нашего объекта, то получим:  $a_{\text{Na}_1}$ —9,7 мМ;  $a_{\text{ki}}$ —64,5 мМ. Активности этих ионов во внешнем растворе принимаются равными примерно 80% от их концентрации [12].

Таблица 2

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	Среднее значение E
	Величина МП, мв								
$E_1$	16	20	15	14	16	20	14	16	16,4±1,8
$E_2$	10	14	11	8	12	14	9	10	11,0±1,6

В табл. 2 приведены результаты измерений  $E_1$  и  $E_2$ , а также их средние значения.

Подставляя величину  $E_1 = -16,4$  мв в уравнение (1), находим, что  $b = 0,77$ . Если это значение  $b$  подставить в уравнение (1) в условиях раствора 2, то получим значение  $E'_2 = -11,6$  мв. Как видно, эта величина всего на 0,6 мв отличается от среднего значения  $E_2$ , регистрируемого в эксперименте (11,0 мв). Такое хорошее совпадение экспериментальной и теоретически рассчитанной величины МП является еще и косвенным указанием на то, что ионы  $Cl^-$ , видимо, не вносят значительного вклада в общий МП яйца.

Обращает на себя внимание высокое значение величины  $b$  по сравнению с возбудимыми мембранами, для которых  $b$  находится в пределах 0,01—0,03 [2]. В связи с этим следует отметить, что мембраны яиц пресноводных животных обладают на два порядка более высоким сопротивлением, чем мембраны большинства соматических клеток. Так, по нашим данным, до первого деления яйца удельное сопротивление мембраны в среднем равно 70 ком·см<sup>2</sup>. Отсюда следует, что мембрана яйца плохо проницаема для ионов. Поэтому можно заключить, что высокое значение  $b$  обусловлено тем, что мембрана яйца *Rana ridibunda* до первого деления имеет одновременно низкую проницаемость как для  $Na^+$ , так и для  $K^+$ .

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

им. И. С. Бериташвили

(Поступило 28.7.1978)

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ზ. ჩიკავაშვილი, ბ. ონანი, ი. ყავილაშვილი

ბაყაყის ჩანასახის მემბრანული პოტენციალი და მემბრანის  
 უარღობითი განვლადობა  $Na^+$  და  $K^+$  იონებისათვის

რეზიუმე

მიკროელექტროდული ტექნიკის გამოყენებით გაიზომა ბაყაყის (*Rana ridibunda*) კვერცხის მემბრანული პოტენციალის (მპ) სიდიდე პირველ გაყოფამდე ორ სხვადასხვა იონური შედგენილობის ხსნარში (პირველი ხსნარი კონცენტრაცია მმ-ში:  $NaCl$ —60;  $KCl$ —0,7;  $CaCl_2$ —1,0; მეორე ხსნარი:  $NaCl$ —0,7;  $KCl$ —60;  $CaCl_2$ —1,0). ალის ფოტომეტრის მეთოდით განისაზღვრა კვერცხებში ნატრიუმისა და კალუმის შემცველობა.

ნაჩვენებია, რომ თეორიულად გამოთვლილი სიდიდე მცირედ (0,6 მვ) განსხვავდება ექსპერიმენტში რეგისტრირებულისაგან.



Sh. D. CHIKVASHVILI, N. T. ONIANI, I. Sh. KVAVILASHVILI

RELATIVE PERMEABILITY OF THE MEMBRANE TO Na<sup>+</sup> AND K<sup>+</sup> IONS AND THE MEMBRANE POTENTIAL ON THE FROG EMBRYO

## Summary

By means of microelectrode technique the membrane potential of the frog (*Rana ridibunda*) embryo was measured in two solutions with different ion concentrations. On the basis of own experimental data and those of other authors on the value of membrane potential and on the water and Na, K concentration in the egg the value of relative permeability of the membrane to Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> was found.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ходжкин. Нервный импульс. М., 1965.
2. Б. Катц. Нерв, мышца и синапс. М., 1968.
3. Л. М. Чайлахян. Сб. «Руководство по физиологии». Л., 1969.
4. П. Г. Костюк. Сб. «Структура и функции биологических мембран». М., 1975.
5. А. А. Веренинов. Транспорт ионов через клеточную мембрану. М., 1978.
6. В. П. Божкова, Л. М. Чайлахян. Сб. «Внешняя среда и развивающийся организм». М., 1977.
7. Ш. Д. Чиквашвили, Н. Т. Ониани, И. Ш. Квавилашвили. Сообщения АН ГССР, 91, № 1, 1978.
8. Д. Р. Бериташвили, И. Ш. Квавилашвили, К. А. Кафиани. Цитология, 11, 1969.
9. И. Ш. Квавилашвили, Ш. Д. Чиквашвили, Н. А. Гелашвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., 2, № 1, 1976.
10. И. Ш. Квавилашвили, Ш. Д. Чиквашвили, Н. А. Гелашвили, Л. Н. Гогиберидзе. Онтогенез, 8, № 2, 1977.
11. Ch. Slack, A. E. Warner. J. Physiol., 232, 1973.
12. И. Т. Гороновский, Ю. П. Назаренко, Е. Ф. Некряч. Краткий справочник по химии. Киев, 1974.

Э. А. ЗААЛИШВИЛИ

## О ЛОКАЛИЗАЦИИ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ В СИНАПТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ

(Представлено академиком П. А. Кометнани 23.6.1978)

Изучение белков синаптических мембран представляет большой интерес, так как, являясь важнейшими компонентами этих структур, они принимают активное участие в осуществлении их функции. Однако до настоящего времени попытки их выделения и фракционирования еще малоуспешны. В особенности это относится к ферментам.

Целью нашего исследования было установление локализации одного из важных ферментов — ацетилхолинэстеразы (АХЭазы) в синаптической мембране. С этой целью, применяя разные растворители, мы избирательно воздействовали на существующие в синаптической мембране силы взаимодействия между ее отдельными компонентами и извлекали таким образом разные фракции белков. Определяя АХЭазную активность последних, судили о локализации этого фермента в мембране.

Объектом исследования был головной мозг белых крыс. Синаптические мембраны получали методом дифференциального центрифугирования по Де Робертису [1]. Белки мембран синаптосом последовательно экстрагировали водой (при 4°C, 3 часа), 5 мМ раствором ЭДТА (при 4°C 1 час) и 1% тритоном-х-100 (при 4°C, 1 час). Фракционирование белков производили электрофорезом на 8% полиакриламидном геле (ПАГ) с использованием буферной системы Смитиса [2] и электрофокусированием на ПАГ с диапазоном амфолинов рН 3,5—9 [3]. Содержание белка в экстрактах определяли методом Лоури [4], АХЭазную активность — по методу Эльмана [5].

Как выясняется, общая АХЭазная активность цельных синаптических мембран составляет  $0,4 \times 10^{-4}$  М/мин, а удельная активность —  $0,2 \times 10^{-4}$  М/мин/мг. Такая низкая активность получается при расчете на общий мембранный белок. На сравнительно низкую удельную АХЭазную активность синаптических мембран указывается и в работе Гудкина [6].

Обнаружено, что в примененных нами условиях вода извлекает только 2,5% мембранных белков, которые при электрофорезе фракционируются на 9 электрофоретических зон (рис. 1, А). Экстракт характеризуется высокой удельной АХЭазной активностью —  $0,5 \times 10^{-4}$  М/мин/мг. Таким образом, при обработке водой происходит повышение удельной активности фермента в 2,3 раза. Однако общая ферментная активность этой фракции очень низка —  $0,015 \times 10^{-4}$  М/мин, так как вода экстрагирует мало белков. Следовательно, в водный экстракт переходит 1/30 часть начальной общей активности синаптических мембраны. Воздействие воды приводит к повышению удельной АХЭазной активности обработанной водой водно-нерастворимой фракции синаптических мембран вдвое. Так, удельная активность вы-



шеуказанной фракции составляет  $0,42 \times 10^{-4}$  М/мин/мг. Этот факт привлекает внимание. Он указывает на снятие какого-то барьера на этой стадии обработки.

5мМ ЭДТА солибилизирует 5% общих мембранных белков. Этот экстракт холинэстеразной активностью уже не обладает. Электрофоретически выявлено, что его спектр несложен (одна главная и несколько минорных фракций, рис. 1,В). Однако применением электрофокусирования на ПАГ в диапазоне амфолинов рН 3,5—9 нам удалось обнаружить весьма гетерогенный состав этого же экстракта синаптических мембран, который с трудом поддается анализу (рис. 1,С).

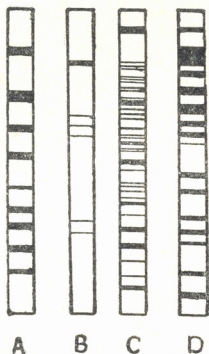


Рис. 1. Электрофореграммы белков водных (А), ЭДТА (В, С) и тритоновых (D) экстрактов синаптических мембран

приводит к экстракции еще 4% белков с весьма незначительной АХЭазной активностью.

Применяя в качестве субстрата бутирилтиохолин вместо ацетилтиохолина, выявить холинэстеразную активность в вышеуказанных экстрактах мы не смогли, что говорит об отсутствии псевдохолинэстеразы в синаптических мембранах. Это находится в согласии с данными других исследователей [6].

Таким образом, суммируя все вышеизложенное, а также принимая во внимание данные, полученные нами ранее о положении белков в синаптической мембране в соответствии с их физико-химическими свойствами [7], можно сделать следующий вывод о возможной локализации АХЭазы в мембране синапсов. Очевидно, АХЭаза в синаптической мембране представлена молекулами двух типов. Определенная, весьма небольшая часть фермента слабо связана с поверхностью синаптической мембраны, о чем свидетельствует наличие этого фермента с высокой удельной активностью в водных экстрактах. Большая часть холинэстеразы погружена в мембрану и прочно связана с ней. Обработка водой активизирует погруженную в мембрану АХЭазу в результате удаления неизвестных соединений, экранирующих ак-

Дальнейшая обработка мембран 1% тритоном-х-100 приводит к солиubilизации 30—35% мембранных белков, электрофоретический спектр которых дается на рис. 1, D. Фракция богата АХЭазой. Общая АХЭазная активность этой фракции, по сравнению с водной фракцией, в 16 раз больше —  $0,25 \times 10^{-4}$  М/мин, т. е. в тритоновый экстракт переходит 2/3 общей ферментной активности. Однако удельная активность фермента в этом экстракте несколько ниже —  $0,4 \times 10^{-4}$  М/мин/мг. Это, быть может, объясняется отрицательным действием детергента на структуру фермента.

Вторичная обработка синаптических мембран 1% тритоном-х-100

тивный центр фермента. Как выясняется, в фиксации АХЭазы в мембране синапсов двухвалентные ионы участия не принимают. Псевдохолинэстераза в синаптических мембранах отсутствует.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 29.6.1978)

ბიოქიმიკა

ე. ჯაალიშვილი

სინაპსურ მემბრანაში აცეტილქოლინესტერაზას  
ლოკალიზაციის შესახებ

რეზიუმე

სინაპსურ მემბრანაში აცეტილქოლინესტერაზას მდებარეობის განსაზღვრის მიზნით შესწავლილია ამ ფერმენტის აქტივობა  $H_2O$ , EDTA და ტრიტონულ ექსტრაქტებში.

ფერმენტის განსაზღვრული ნაწილი ელექტროსტატიკური ძალებით სუსტადაა დაკავშირებული მემბრანის ზედაპირთან, ხოლო მისი დიდი ნაწილი ნაწილობრივადაა ჩაზიდული მემბრანაში და ჰიდროფობურად უკავშირდება მის მატრიცას. წყლით დამუშავება ააქტივებს მემბრანაში ჩაზიდულ აცეტილქოლინესტერაზას. ორვალენტური იონები აცეტილქოლინესტერაზას ფიქსაციაში მემბრანაზე მონაწილეობას არ ღებულობენ. სინაპსური მემბრანები ფსევდოქოლინესტერაზული აქტივობით არ ხასიათდებიან.

BIOCHEMISTRY

E. A. ZAALISHVILI

ON THE LOCALIZATION OF ACETYLCHOLINESTERASE IN  
SYNAPTIC MEMBRANES

Summary

Acetylcholinesterase (ACHE) activity of  $H_2O$ , EDTA and tritone-x-100 extracts of synaptic membrane have been studied in order to determine the localization of this enzyme in the membrane.

A small part of the enzyme was found to be associated electrostatically with the membrane. The greater part of ACHE is partially immersed in the hydrophobic matrix of membrane and firmly linked with it. Treatment of the membrane with  $H_2O$  activated the ACHE immersed in the membrane. Bivalent ions did not take part in the fixation of ACHE in the membrane. No pseudocholinesterase was present in synaptic membranes.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. De Robertis, R. De Lores, G. Arnais. In: A. Lajtha (ed) Handbook of Neurochem., v. II, Plenum Press N. Y., 1969, 365-392.
2. O. Smithies. Biochem. J., 61, 1969, 629-634.
3. A. D. Miner, L. L. Neston. Ann. Biochem., v. 50, 1972, 313-316.
4. O. H. Lowry, N. L. Rosenbrouch, A. K. Farr. J. Biol. Chem., v. 193, 1951, 265.
5. G. L. Ellman, K. D. Courtney, N. A. Andres. Biochem. Pharmac., v. 7, 1961, 88-90.
6. F. Goodkin, B. D. Howard. J. Neurochem., v. 22, 1977, 129-136.
7. Э. А. Заалишвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1977.



ლ. ალექსი-მასნიშვილი

### ფუნგიციდების გამოცდა ხელნაწიერების სარესტავრაციოდ ხმარებულ წიბოში

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ლ. ყანაველმა 27.6.1978)

ცნობილია, რომ უპირველეს ყოვლისა ობდება ხელნაწერის ის ნაწილი, რომელიც წებოთია დაფარული. უკანასკნელი წარმოადგენს ობის სოკოებისათვის კარგ საკვებ არეს. ამიტომაც ხელნაწერთა რესტავრაციის შემთხვევაში აუცილებელია წებოში ანტისეპტიკის შეტანა. ანტისეპტიკის შეტანისას წებოში არ უნდა დაკარგოს თავისი თვისებები: გამჭვირვალობა, უფერულობა, ელასტიურობა, ნეიტრალური რეაქციის თვისება, ჰიგროსკოპულობა, წებოვნება. ანტისეპტიკი უარყოფითად არ უნდა მოქმედებდეს ქაღალდზე, უნდა შეინარჩუნოს ფუნგიციდური თვისებები დიდი ხნის განმავლობაში, არ უნდა იყოს დეფიციტური და ადამიანისათვის მავნე.

ანტისეპტიკად წებოში იხმარება ფორმალინი, თიმოლი, ნატრიუმის პენტაქლორფენოლატი, ნატრიუმის მარილის კარბოქსილმეთილცელულოზა.

ჩვენ გამოვცადეთ შემდეგი ფუნგიციდები: ფიგონი (0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,05%), ტეტრაპეტილითურამდისულფიდი — ტმთდ (0,005; 0,01; 0,02%), დინიტროროდანბენზოლი — ღნრბ — კოლოიდურ გოგირდზე (0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04%), ცინები (0,005; 0,01; 0,02%), ფორმალინი (0,005; 0,01; 0,02; 0,05%). ფუნგიციდებით დამუშავებული წებოს ტოქსიკურობის შესწავლისას წებო (პურის ფქვილი — 30% — 74 გ, უელატინი — 4 გ, შაბი — 1,5 გ, გლიცერინი — 2 ჩაის კოვზი, წყალი — 750 მლ, 50—50 გ რაოდენობით) მოვათავსეთ სტერილურ პეტრის თასებში, სადაც შეგვქონდა ფუნგიციდები თითო მლ რაოდენობით. ფუნგიციდის წებოში შერევის შემდეგ პეტრის თასის ცენტრალურ ნაწილში შეგვქონდა სპოროვანი სუსპენზიის (ორკვირიანი კულტურისაგან დამზადებული) 1 წვეთი, თასი გადაგვქონდა თერმოსტატში 26—28°C t°-ზე. ცდის შედეგებს აღვრიცხავდით პეტრის თასზე სოკოვანი კოლონიის ზრდის გამოვით მმ-ში. თითოეული ცდა ჩატარდა სამი განმეორებით. ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში (იხ. ცხრილი № 1).

ცხრილის მიხედვით, ყველაზე კარგი შედეგი თიმოლით დამუშავებისას მივიღეთ, მის მხოლოდ 0,05% კონცენტრაციაში გაიზარდა *Penicillium luteum*-ის კოლონია (13 მმ სიდიდისა), სოკოს სხვა სახეობის ზრდა სრულად იყო შეფერხებული. წებოში 0,05% ტმთდ შეტანისას *Stemphylium amoenum*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium tardum* არ განვითარებულა. *Aspergillus niger*-მა შეწყვიტა ზრდა 0,01% ტმთდ გამოყენებისას. *Trichoderma lignorum* და *Penicillium luteum* უფრო გამძლენი აღმოჩნდნენ; მათი ზრდა შეწყდა მხოლოდ ფუნგიციდის კონცენტრაციის გაზრდისას 0,02%-მდე. წებოში 0,005% ღნრბ კოლოიდური გოგირდის შერევისას *Penicillium tardum*; *Cladosporium herba-*



rum, *Penicillium luteum*-ის ზრდა მთლიანად შეიზღუდა. *Aspergillus niger*-ის ზრდის შემზღუდველად მოქმედებს 0,03% კოლოიდურ გოგირდზე 0,03% სუსპენზია, ხოლო *Trichoderma lignorum* და *Stemphylium amoenum*-ის შემთხვევაში 0,04% კონცენტრაცია. ფორმალინის 0,005% ხსნარი მთლიანად ზღუდავს *Penicillium luteum*, *Cladosporium herbarum* და *Penicillium tardum*-ის ზრდას. *Trichoderma lignorum*-ზე ზრდის შემზღუდველად მოქმედებს 0,02% ფორმალინის შეტანა წებოში. *Aspergillus niger* და *Stemphylium amoenum*-ის ზრდის შესაზღუდად ფორმალინის 0,05% ხსნარია საჭირო. ფიგონი და ცინები იწვევენ სოკოების ზრდის მხოლოდ ნაწილობრივ შემზღუდავს, საშუალოდ 30—40%-ით, მაგ., 0,05% ფიგონის ხმარებისას *Trichoderma lignorum*-ის კოლონია 31 მმ უდრის, ხოლო *Stemphylium amoenum*-ისა 39 მმ.

მაღალი ტოქსიკური თვისებებით გამოირჩევა ტმთმ (0,005—0,02%), თიმოლი (0,005—0,01%), ფორმალინი (0,005—0,05%), 0,03% კოლოიდურ გოგირდზე (0,005—0,04%). მათი გამოყენებისას მივიღეთ ყველა საცდელი სახეობის ზრდის სრული შეზღუდავა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა  
 ინსტიტუტი

(შემოვიდა 30.6.1978)

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Л. Г. АЛЕКСИ-МЕСХИШВИЛИ

### ИСПЫТАНИЕ ФУНГИЦИДОВ В КЛЕЕ, ПРИМЕНЯЕМОМ ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ РУКОПИСЕЙ

#### Резюме

Проведенными опытами выявлена высокая токсичность тетраметилтиурамдисульфида, тимола, динитророданбензола и формалина. При их использовании получена полная задержка роста всех испытываемых видов грибов.

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L. G. ALEKSI-MESKHISHVILI

### TESTING OF FUNGICIDES IN PASTE USED IN MANUSCRIPT RESTORATION

#### Summary

The author's experiments have shown high toxicity of thymol, tetramethylthiuram disulfide, dinitrorodanebenzene and formalin. Their use caused a complete inhibition of the growth of all the fungus species tested.



М. Ш. ГВИНЕПАДЗЕ, Н. А. ГВАДЖАВА

К ИЗУЧЕНИЮ ХАРАКТЕРА ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ  
 ФУНГИЦИДОВ В ОТНОШЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ УВЯДАНИЯ  
 ПОБЕГОВ ШЕЛКОВИЦЫ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 10.5.1978)

При разработке эффективных мер борьбы против фузариоза шелковицы, наносящего большой урон тутоводству в Грузии, важное значение имеет изучение характера действия фунгицидов в отношении возбудителя заболевания. Литературные данные по этому вопросу отсутствуют. Ниже приводятся результаты токсикологической оценки ряда препаратов к *Fusarium lateritum* Nees методом контактного проращивания спор с фунгицидом на стеклянных пластинках [1] и методом культивирования гриба на питательных средах в присутствии химических [2]. Данные обрабатывались пробитанализом для спор и методом Уилкоксона и Маккелана для мицелия [3, 4].

Сравнительная токсичность фунгицидов в отношении спор гриба приведена в таблице, где препараты расположены по убывающей активности.

Токсичность фунгицидов для спор гриба *F. lateritum*

Препараты	СК-50, %	Пределы отклонений СК-50, %	Наклон линии регрессии
Беномил	0,00010	0,00008—0,00012	1,42
Эупарен	0,00032	0,00028—0,00035	1,26
Каптан	0,00043	0,00035—0,00051	1,28
Цинеб	0,00047	0,00040—0,00055	1,88
Поликарбацин	0,00089	0,00069—0,00116	0,74
Полимарцин	0,00102	0,00085—0,00123	0,77
Хлорокись меди	0,00105	0,00095—0,00115	0,92
Купрозан	0,00119	0,00166—0,00239	0,82

Как видно из таблицы, самой высокой активностью (наименьшей СК-50) обладает системный препарат беномил, самой низкой — купрозан. Разница между препаратами достоверная, так как пределы их не перекрывают друг друга. По наклону кривых препараты беномил, эупарен, каптан и цинеб незначительно отличаются друг от друга, что указывает на возможность одинакового повышения их токсичности при увеличении концентраций.

При действии на споры фунгициды вызывали разрушение их оболочек, модификационную изменчивость — изменение формы и уменьшение величины спор и ростковых трубочек. В случае некоторых препаратов (беномил) в высоких концентрациях вместо ростковых трубочек образовывались лишь их зачатки (рис. 1).



При испытании препаратов на мицелии гриба наилучшие фунгистатические свойства проявили топсин М, беномил, эупарен и БМК, для которых концентрации, сдерживающие на 50% рост гриба в культуре (СК-50), составляли соответственно 0,000016; 0,000018; 0,000022 и

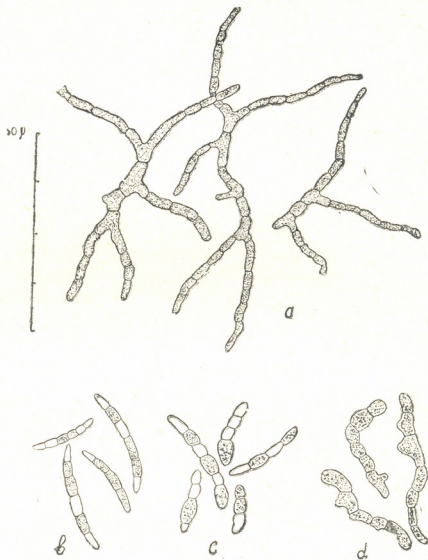


Рис. 1. Действие беномила на прорастание конидий *F. lateritium*: а — прорастание в контроле (дистиллированная вода); б — полное торможение прорастания в концентрации беномила 0,023%; с — набухание отдельных клеток конидий в концентрации 0,0012%; д — образование зачатков ростковых трубочек в концентрации 0,0003%

0,00026%. Хлорокиси меди (СК-50—0,0002%) уступали по значению СК-50 поликарбацин (0,0005%), полимарцин (0,0006%), цинеб (0,0008%), каптан (0,0008%), купрозан (0,0002%).

С приближением к фунгитоксической концентрации постепенно изменялись культуральные признаки гриба — пигментация и характер роста мицелия (рис.2—5).

Многие из испытанных препаратов различались по своей активности в отношении спор и мицелия *F. lateritium*. Фунгициды поликарбацин, полимарцин, хлорокись меди и купрозан проявляли гораздо большую токсичность в отношении мицелия гриба (так, максимальная концентрация поликарбацина, подавляющая на 95—100% рост мицелия, составляла 0,00160%, тогда как для подавления прорастания

спор на 95—100% требуется концентрация 0,00525%). Цинеб и каптан оказались токсичнее для спор (для каптана концентрация, полностью подавляющая рост гриба в культуре, составляла 0,0023%; для подавления же прорастания спор достаточно 0,00128% концентрация препарата). Почти не отличались по своей активности эупарен и беномил (для эупарена упомянутые концентрации составляли 0,00065% для спор и 0,00080% для мицелия).

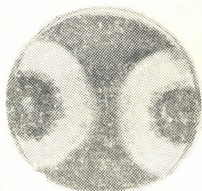


Рис. 2. Угнетение роста мицелия *F. lateritium* под действием эупарена в концентрации 0,000033%

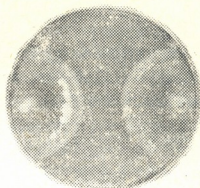


Рис. 3. Угнетение роста мицелия гриба под действием эупарена в концентрации 0,000039%

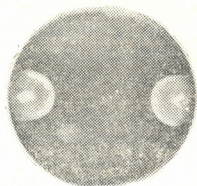


Рис. 4. Угнетение роста мицелия гриба под действием эупарена в концентрации 0,00067%

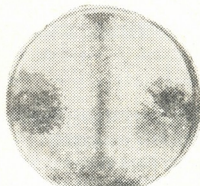


Рис. 5. Рост мицелия гриба в контроле (среда без фунгицида)

Аналогичное явление отмечено и другими авторами [2, 5] при испытании различных фунгицидов на спорах и мицелии многих грибов. Это свидетельствует о необходимости сочетания обоих способов испытаний при оценке фунгицидности.

Итак, высокой активностью по отношению к возбудителю фузариоза шелковицы *F. lateritium* обладают препараты беномил, топсин, БМК, эупарен, каптан, цинеб, поликарбацин и полимарцин, которые подавляют на 50% прорастание спор гриба в концентрациях 1,0—10 мг/л и рост мицелия в концентрациях 0,2—0,8 мг/л.

Научно-исследовательский институт  
защиты растений  
МСХ СССР

(Поступило 12.5.1978)

მ. ლვინეფაძე, ნ. გვაჯავა

ზოგიერთი ფუნგიციდის მოქმედების ხასიათის შესწავლა  
 თუთის ყლორტების ჭკნობის გამომწვევი სოკოს მიმართ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ახალი პრეპარატების — ბენომილის, ტოფსინის, ბმპ-ს, ეუპარენის, კაპტანის, ცინების, პოლიკარბაციინის, პოლიმარცინის შედარებითი ფუნგიციდური აქტივობა თუთის ყლორტების ჭკნობის გამომწვევი სოკოს *F. lateritium* სპორებისა და მიცელიუმის მიმართ. ზემოთ ჩამოთვლილი ფუნგიციდები 50%-ით ზღუდავენ სპორების განვითარებას 1,0—10 მგ/ლ კონცენტრაციებში და აფერხებენ მიცელიუმის ზრდას 0,2—0,8 მგ/ლ კონცენტრაციებში.

PHYTOPATHOLOGY

M. Sh. GVINEPADZE, N. A. GVAJAVA

ON THE STUDY OF THE CHARACTER OF ACTION OF SOME  
 FUNGICIDES AGAINST THE CAUSATIVE AGENT OF MULBERRY  
 TREE SHOOT BLIGHTING

Summary

A high activity of *benomyl*, *topcin*, *BMK*, *euparen*, *captan*, *zineb*, *polycarbacin* and *polymarcin* against the causative agent of mulberry tree shoot blighting *Fusarium lateritium* Nees is demonstrated.

These fungicides cause a 50 per cent suppression of spore germination of the fungus in concentrations 1.0—10 mg/l, and of mycelium growth in concentrations 0.2—0.8 mg/l.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Голышин. Фунгициды в сельском хозяйстве. М., 1970.
2. Е. Ф. Гранин, Н. К. Близнюк, Г. С. Левская, Г. И. Жильцова, Е. И. Матюхина, И. С. Врублевская. Химия в с/х, 3, № 2, 1965, 26—30.
3. Г. В. Гегенава. Труды Груз. ИЗР, т. XIII, 1960, 322—365.
4. П. В. Попов. Химия в с/х, 3, № 10, 1965, 72—78.
5. Н. Н. Чантурия. Труды Груз. ИЗР, XXI, 1969, 441—448.



П. Д. САГДИЕВА, И. В. БОЛОШИНА, Е. Н. СМИРНОВ

## О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ ИКСОДОВОГО КЛЕЩА *HAEMAPHYSALIS JAPONICA DOUGLASI NUTT. ET WARB.* С ПРОКОРМИТЕЛЯМИ В СРЕДНЕМ СИХОТЭ-АЛИНЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 29.6.1978)

К настоящему времени в Приморском крае отмечено 4 вида иксодовых клещей из рода *Haemaphysalis* Koch. Из них наиболее массовым в лесных местообитаниях является *H. japonica douglasi* Nutt. et Warb. [1—3 и др]. Этот клещ более многочислен на юге Приморья, где его удельное участие в населении иксодовых клещей составляет около 58—75 % в широколиственных лесах [3]. Абсолютный учет пастбищных иксодовых клещей, проведенный на восточном макросклоне Южного Сихотэ-Алиня, показал, что *H. japonica* достигает высокой численности и является доминирующим видом в дубняках на склонах вдоль побережья Японского моря [4].

Преимагинальные стадии *H. japonica* обычно питаются на грызунах из семейства беличьих и птицах из отряда куриных, тогда как мышевидные грызуны и землеройки практически не принимают участия в прокармливание личинок и нимф этого вида; взрослые клещи тесно связаны с крупными млекопитающими, на которых зимуют самцы [3, 5—7]. Г. В. Колонин с соавторами [7] обнаружили, что в Центральном и Восточном Сихотэ-Алине промысловые копытные (изюбрь, кабан, косуля) зимой поражены *H. japonica* на 100%.

Почти все имеющиеся литературные данные по экологии *H. japonica* относятся к южной части его ареала в пределах СССР, тогда как данные по экологии этого вида в северной, периферической части ареала практически отсутствуют.

Наш материал собирался на восточном макросклоне Среднего Сихотэ-Алиня, в Сихотэ-Алинском заповеднике и на прилегающих участках. Изучаемая территория отличается большим разнообразием природных условий и чрезвычайно малой хозяйственной освоенностью. Здесь четко выражена вертикальная зональность и по направлению от берега моря к центральному водоразделу Сихотэ-Алиня выделяются следующие пояса растительности: прибрежные дубяки, кедрово-широколиственные, кедровые, кедрово-елово-пихтовые и елово-пихтовые леса, каменноберезняки, кедровый стланник и нагорные тундры [8]. Между дубовыми и кедрово-широколиственными лесами имеется полоса разновозрастных гарей, представленных лугами, кустарниковыми зарослями и вторичными лиственными лесами.

Нами собрано 202 клеща *H. japonica* с растительности, а также осмотрено 4653 животных (4419 мышевидных грызунов, 190 белок и бурундуков, 2 горала и 42 птицы), с которых собрано 879 клещей.





Работа распределилась между авторами следующим образом. В 1970—1973 гг. материал собирался П. Д. Сагдиевой и Е. Н. Смирновым, по горалам и с растительности в 1976—1977 гг. — И. В. Волошиной. Иксодовые клещи белки частично определены В. Г. Беляевым, которому авторы приносят благодарность за помощь в работе. Основная часть материала определена П. Д. Сагдиевой.

Население иксодовых клещей изучаемого региона монодоминантно: здесь резко преобладает *Ixodes persulcatus* Schulze, который составляет 98,6% всех сборов клещей с растительности; *H. japonica* составляет всего 1,08%. Этот клещ достигает наибольшей численности в прибрежных дубняках, где количественное соотношение между *I. persulcatus* и *H. japonica* в сборах с растительности составляет около 2:1. Во вторичных лиственных и кедрово-широколиственных лесах этот вид отмечается единично, а в северном кедровнике за 2 года стационарных работ с растительности собрано всего 3 нимфы *H. japonica*.

Преимагинальные стадии этого клеща обнаружены нами на белке обыкновенной—*Sciurus vulgaris* L., азиатском бурундуке—*Eutamias sibiricus* Laxm., рябчике—*Tetrastes bonasia* (L.), таежной овсянке—*Emberiza tristrami* Swinh., пестром и бледном дроздах—*Oreocinclla dauma* (Pall.) и *Turdus pallidus* Gmel., кедровке—*Nucifraga caryocatactes* (L.), единично—на мышевидных грызунах. Индекс обилия личинок на белке во вторичном лиственном лесу в 1971 г. составил 5,4, а нимф—3,2, на бурундуке—соответственно 3,0 и 1,0, а на рябчике—10,4 и 3,2. В расположенном выше северном кедровнике пораженность прокормителей этим клещем значительно ниже. Индекс обилия личинок на белке здесь в 1971—1973 гг. достигал 2,2, а нимф—0,27, на бурундуке—соответственно 0,6 и 0,3, на рябчике—3,8 и 0,9, а на дроздах индекс обилия и личинок, и нимф составил 0,1.

На основании сборов с растительности и с животных-прокормителей преимагинальных стадий отметим, что численность этого клеща убывает с повышением абсолютной высоты местности и выше 550 м н. у. м. он не обнаружен.

21 марта 1976 г. с молодой самки амурского горала (*Nemorhaedus caudatus* Milne-Edwards), погибшей после снегопада в прибрежной части заповедника (урочище Абрек) было собрано 282 клеща *H. japonica*; из них 268 самцов, которые локализовались на тыльной стороне ушей, морде и дорзальной стороне передних ног, и 11 самок (в различных стадиях насыщения), из которых одна—на ноге, а остальные—в густой шерсти паха и груди; 3 нимфы—на ушах. Труп горала был обнаружен через 1—2 дня после гибели. Очевидно, за этот период расплодилось какое-то количество наиболее активных клещей.

24 декабря 1977 г. с живого полуторагодовалого самца горала, отловленного в 8 км южнее места предыдущей находки, было снято 128 зимовавших самцов *H. japonica*, которые находились исключительно на ушах животного. Такая же локализация отмечена Г. В. Колониным с соавторами [7] для других видов копытных в Приморье.

В доступной нам литературе мы не обнаружили сведений о паразитировании и зимовке *H. japonica* на горале. Но в свете вышеизложенного несколько иначе выглядят данные по эктопаразитам горала, приведенные в работе Г. Ф. Бромлея [9], который утверждает, что зимой на горалах «остаются единичные экземпляры взрослых и личиночных стадий клещей». Однако, как показали наши наблюдения, зимой и весной горал довольно сильно поражен *H. japonica*. 24 апреля 1946 г. Г. Ф. Бромлеем в Судзунском заповеднике была осмотрена взрослая самка амурского горала, у которой *Haemaphysalis* sp. локализовались на ушных раковинах по 5—6 особей на 1 см<sup>2</sup>. Особенности распределения клещей рода *Haemaphysalis* по территории на восточном макросклоне Южного Сихотэ-Алиня таковы [4, 10], что, скорее всего, это были клещи вида *H. japonica*. Хотя горал—редкий вид, занесенный в «Красную книгу» СССР, но в своих типичных местообитаниях—скалистых участках дубняков на побережье Японского моря—он достигает значительной плотности (20—30 особей на 1 км<sup>2</sup> на Абреке). Поэтому следует полагать, что на таких участках как в Среднем, так и в Южном Сихотэ-Алине горал может иметь существенное значение в поддержании популяций *H. japonica*. В равнинных прибрежных дубняках эта роль, очевидно, принадлежит косуле.

Таким образом, на территории изучаемого региона *H. japonica* значительно малочисленнее, чем в Южном Приморье, и в общей массе, по данным сборов с растительности, составляет лишь 1% от населения иксодовых клещей. Наиболее обычен этот вид в прибрежных дубняках, а с удалением от моря к центральному водоразделу Сихотэ-Алиня численность его резко падает. Основными прокормителями преимагинальных стадий *H. japonica* в зооценозах смешанных и лиственных лесов восточного макросклона Среднего Сихоте-Алиня являются белка и рябчик, в меньшей степени—бурундук и птицы нижнего яруса леса из отряда воробьиных. На скалистых участках прибрежных дубняков этот клещ, очевидно, тесно связан с амурским голамом, на котором в значительных количествах зимуют самцы *H. japonica*.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт зоологии

Сихотэ-Алинский заповедник

(Поступило 6.7.1978)

ზოოლოგია

პ. საბლივა, ი. ვოლოზინა, ა. სპირიძე

იქსოდოსების ტიპის *HAEMAPHYSALIS JAPONICA*  
*DOUGLASSI* NUTT. ET WARB. შრტიერთლამოკიდეზულება  
მათ მასპინძლებთან შუა სიხოტე-ალინში

რეზიუმე

შუა სიხოტე-ალინის აღმოსავლეთ მაკროფერლობზე *H. japonica* მცირე-რიცხოვანია და შეადგენს აქ მოპოვებული იქსოდოსებური ტიპების 1%-ს. უფრო ხშირია იგი ზღვისპირეთის მუხნარებში, ხოლო სიხოტე-ალინის ცენტ-

რალური წყალგამყოფისაკენ მისი რაოდენობა მკვეთრად ეცემა. *H. japonica*-ს პრეიმაგინალური სტადიები ძირითადად იკვებებიან ციყვზე და ტყის ქათამზე, უფრო ნაკლებად კი ბურუნდუკზე და ბელურასნაირებზე. ზღვისპირეთის კლდოვანი ადგილების მუხნარებში *H. japonica*, როგორც ჩანს, დაკავშირებულია ამურის გორალთან, რომელზედაც ზამთრობენ მისი მამრები.

ZOOLOGY

P. D. SAGDIEVA · I. V. VOLOSHINA · E. N. SM'RN OV

INTERRELATION OF IXODID TICK *HAEMAPHYSALIS JAPONICA*  
DOUGLASI NUTT. ET WARB. WITH HOSTS IN MIDDLE  
SIKHOTE-ALIN

Summary

On the eastern slopes of middle Sikhote-Alin the number of *H. japonica* is small, accounting for about 1 per cent of the total quantity of the collected ixodid ticks. *H. japonica* is most common in coastal oak woods, and towards the central Sikhote-Alin watershed its number sharply decreases. The main hosts of larvae and nymphs are *Sciurus vulgaris* and *Tetrastes bonasia*, and to a lesser extent, *Eutamias sibiricus* and passerine birds. In rocky places of coastal oak woods this tick is evidently closely connected with the goral *Naemorhaeolus caudatus*, on which the males of *H. japonica* were found to be wintering.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. И. Померанцев. Иксодовые клещи. Фауна СССР, паукообразные, т. IV, вып. 2, 1950.
2. И. М. Гроховская, И. С. Худяков. Труды Владивост. ин-та эпидемиологии, микробиологии и гигиены, 2, 1962.
3. Н. П. Беликова. Автореферат канд. дисс. Владивосток, 1969.
4. Г. В. Колонин, А. Н. Киселев, Е. И. Болотин. Паразитология, 9(5), 1975.
5. Н. П. Беликова. Труды ДВФ АН СССР, сер. зоол., т. 3(4), 1956.
6. А. Д. Гамалеев. Первое акарологическое совещание. Тез. докл. М.—Л., 1966.
7. Г. В. Колонин, Д. Г. Пикунов, В. И. Базыльников, А. Г. Панкратьев, Е. И. Болотин. Зоол. ж., 55(8), 1976.
8. Б. П. Колесников. Труды Сихотэ-Алинского заповедника. I. М.—Л., 1938.
9. Г. Ф. Бромлей. Труды Сихотэ-Алинского заповедника, III. Владивосток, 1963.
10. Г. В. Колонин, Е. И. Болотин. Третье акарологическое совещание. Тез. докл. Ташкент, 1976.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. И. УЗНАДЗЕ-МЧЕДЛИШВИЛИ

ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ, СТРАДАЮЩИХ ХРОНИЧЕСКОЙ  
ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ АРТЕРИИ КОНЕЧНОСТИ  
В СТАДИИ НЕКРОЗА И ГАНГРЕНЫ, КОМПЛЕКСНЫМИ  
МЕРОПРИЯТИЯМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
РЕКОМЕНДОВАННЫХ СМЕСЕЙ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 23.6.1978)

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в лечении хронического облитерирующего заболевания артерий конечностей консервативными или оперативными методами, процент ампутации даже среди общего числа больных, по данным многих авторов [1—8 и др.], все еще держится в пределах 15—35. Особенно велико число неблагоприятных исходов лечения больных в стадии некроза и гангрены.

В течение последних 20 лет под нашим руководством и непосредственным наблюдением лечились 1270 больных, страдающих ишемическим недугом артерии конечности, среди которых 490 (38,6%) находились в стадии некроза и гангрены. Предусматривая все те изменения, которые имеются у этих больных в органах и системах организма, мы [9] составили календарную схему для интенсивного комплексного их лечения, учитывая форму и стадию развития болезни.

В качестве комплексных мероприятий применялись все те известные спазмолитические, антикоагулирующие и блокирующие средства симпатических нервных проводников, которыми лечили многие другие авторы.

Ввиду того что результаты такого лечения не были ободряющими, из опыта некоторых авторов, введивших отдельные или 2—3 ингредиента медикаментов внутривенно, нами была подобрана, составлена и включена в комплекс лечебных мероприятий следующая патогенетическая медикаментозная смесь для внутривенного введения:

- 0,5 раствор новокаина — 250—350 мл (стерильный)
- 0,9% физиологический раствор — 800—1000 мл (стерильный)
- 25% раствор магния сульфата — 10—20 мл
- витамин В<sub>1</sub> — 4—5 мл
- витамин С 10% — 1—2 мл
- гепарин — 10000—12500 единиц

Объем этой медикаментозной смеси превышает 1200—1400 мл и вводится очень медленно (70—80 капель в минуту) из стерильной колбы (на дне которой имеется отверстие для капельницы) больным, находящимся в стадии некроза и гангрены. Смесь вливается всего 3—4 раза с промежутками в 4—5 дней для развития и упреждения коллатеральных сосудов, увеличения артериализации на периферии, улучшения обмена веществ в организме, уменьшения ишемических болей и других целей, что подтвердилось улучшением самочувствия



и объективных данных больных (повышением термометрических данных кожи на периферии и капилляроскопическими показателями).

Для местного лечения язв и ран ишемического происхождения после удаления гангренозного пальца нами рекомендована мазь № 1 (испытанная в трех хирургических клиниках г. Тбилиси) следующего состава:

Pulv. streptocidi albi subtilisme	— 16,0
Pulv. Anesthesini	— 8,0—10,0
Ol. Helianthi (sterilis)	— 200,0
Cera flava	— 10,0—13,0

Способ применения мази № 1: после соответствующего туалета очага язвы она обкладывается двухслойной стерильной марлевой салфеткой, смоченной мазью Вишневского, затем мазь № 1 густо наносится шпателем на поверхность язвы или раны, накрывается трехслойной салфеткой и конечность забинтовывается. В первые дни повязка меняется один или два раза в день, после утихания острой ишемической боли — через день. Надо подчеркнуть, что после перевязки в течение 20 минут в абсолютном большинстве случаев постепенно уменьшаются мучительные боли и переутомленный больной засыпает. При параллельном проведении больным комплексных лечебных мероприятий выжидательная терапия легко переносится ими, отпадает необходимость в частом применении сильных наркотических препаратов, некротические ткани постепенно отделяются и с помощью хирурга удаляются; медленно, но все же начинаются регенеративные процессы в ране, и таким путем в большом проценте случаев конечность даже в старческом возрасте избавляется от неизбежной высокой ампутации. В стадии грануляции ран желательно применять эту мазь без анестезина. В клинике мы убедились в том, что рекомендованную мазь успешно можно использовать для местного лечения язв и ран ишемического происхождения параллельно с другими методами общего лечения больных.

Помимо вышеотмеченного, по методу Н. Н. Еланского и А. А. Бегельмана [10], только без наложения жгута на бедро, применяли введение посредством пункции внутрь бедренной артерии следующей медикаментозной смеси: 1% раствор новокаина (14 мл) + 25% раствор магния сульфата (5 мл) + гепарин (5000 единиц) + витамин В<sub>1</sub> и витамин С 5% (по одной ампуле). Смесь вводили внутрь артерии (под пупертоскую связку) через день на каждой стороне конечности (когда прощупывался пульс на сосуде), всего по 12—15 раз. При влажной гангрене после введения смеси в артерию, не удаляя иглу, другим шприцем туда же вводили те антибиотики, к которым раневая флора была чувствительна. Все вышеперечисленные способы включили в комплекс лечебных мероприятий. Таким методом из 490 больных в стадии некроза и гангрены лечили 455. Среди них облитерирующий эндартериит был у 122, облитерирующий атеросклероз — у 246, бюргеровский тримбангит — у 11 и облитерирующий артериоз у диабетиков — у 76. При выявлении признаков демаркации у 376 больных прежде всего удаляли гангренозные пальцы или омертвевшие ткани в области стопы и продолжали усиленное лечение. В результате такого лечения из 455 больных, находящихся в терминальной стадии болезни, сохранены конечности у 346 (76%), выписанных из клиники в вполне удовлетворительном состоянии; выписаны с ампутацией конечности 43 (9,5%), с незначительным улучшением 56 (12,3%) и умерли 10 (2,2%) больных.

Самый хороший результат лечения получен при эндартериите (82%), а самые низкие положительные показатели — у диабетиков (56,6%), больных тромбангиом Бюргера, а также у тех больных, у которых был облитерирован подвздошно-бедренный сегмент артерий.

Для контроля были изучены данные тех 164 больных, среди которых 64 были в стадии некроза и гангрены. Все они лечились в нашей клинике известными комплексными мероприятиями без применения рекомендованных лечебных средств и методов. Из 164 больных конечность потеряли непосредственно после лечения 23 (14,9%), умерли 27 (17,4%) — среди них 5 больных после ампутации конечности, выписались без улучшения 12 больных (14,9%), а с хорошими и удовлетворительными данными — 92 (59,8%). Результаты такого лечения, подытоженные только у 64 больных, находившихся в стадии некроза и гангрены, могут показаться малоутешительными, однако подобные данные в этой стадии опубликованы и другими авторами [11, 12 и др].

Отдаленные результаты изучали через 2 года — 16 лет анкетным способом на первых 200 больных, выписанных из клиники с ремиссией болезни. Ответили на вопросы или пришли в клинику на проверку 176. Оказалось, что в отдаленном периоде стойкая ремиссия сохранялась у 144 (72%) больных, потеряли конечность 19 (9,5%), временами претерпевали обострения болезни 12 (6,8%) и умерли от разных причин 21 (11,9%). Среди последних 12 умерли от тромбоза-болоческой болезни.

Таким образом, непосредственные и отдаленные результаты лечения тяжелокоингентных больных в нашем материале не являются стопроцентными — идеальными, но думаем, что они все же являются определенным достижением. Основываясь на нашем клиническом опыте, мы советуем всем, кто заинтересован судьбой больных, находящихся в стадии некроза и гангрены, принять рекомендованные нами смеси в комплексе других лечебных мероприятий как более патогенетические средства в терминальной стадии ишемической болезни конечности.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 29.6.1978)

მასპირებებში მიღობისა

ბ. უსნაძე-მედიკოსი

კომპლექსურ სამკურნალო ღონისძიებებში რეკომენდებული  
მედიკამენტური ნარევი კიდურთა იზემიური დაავადების  
ნიპროზისა და განზრდის ფაზაში

რეზიუმე

სამკურნალო კომპლექსში მოწოდებული და გამოყენებულია ვენაში წვე-  
თოვანად შესაყვანი მედიკამენტური ნარევი, რომელიც 7 ქიმიურ ინგრედიენტს  
შეიცავს; მისი მოცულობაა 1200—1400 მლ. აღნიშნული მედიკამენტური ნარე-  
ვი, როგორც პათოგენეზური სამკურნალო ფაქტორი, შეგვყავდა ვენაში სულ  
3—4-ჯერ, 4—5 დღის ხანგამოშვებით.

იშემიური წარმოშობის წყლულებს ან ნეკროტიკის შემდგომ ტაკეებს  
ადგილობრივად მკურნალობდნენ რეკომენდებული მალამოთი (№ 1).

ბარძაყის არტერიაში, პუპარტის იოვთან ინექციით, დღეგამოშვებით შე-



გვეყვდა კლინიკაში გამოცდილი მედიკამენტური ნარევი (თითოეულ მხარეზე 12—12 ინექცია).

ზემოაღნიშნული მეთოდით ნამკურნალებია იშემიური დაავადების ნეკროზისა და განგრენის ფაზაში მყოფი 455 ავადმყოფი. ამ მიმე კონტიგენტის პაციენტებზე 76% შემთხვევაში მოხერხდა კიდურის შენარჩუნება და მიღწეულ იქნა დაავადების რემისია.

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

K. I. UZNADZE-MCHEDLISHVILI

### TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC ISCHEMIC DISEASE OF EXTREMITY ARTERIES IN THE NECROSIS AND GANGRENE STAGE BY MEANS OF COMPLEX MEASURES USING RECOMMENDED MIXTURES AND OINTMENTS

#### Summary

Over a 20-year period the author has examined 1070 patients with the chronic obliterating disease of extremity arteries, including 490 cases (45 %) in the necrosis and gangrene stage. 455 patients were treated by means of complex measures. The recommended medicamentous mixture was injected intravenously to improve collateral circulation, to remove spasm, to compensate arterialization in the periphery and to achieve remission of the disease.

The mixture is injected by drops at the volume of 1300 — 1500 ml 3 — 4 times per day, at 4 — 5 day intervals. A specially recommended ointment (№ 1) was applied on the sites of ischemic ulcer or amputation stump during bandaging. A spasmolytic medicamentous mixture, tested in the clinic, was injected into the femoral artery by puncture every other day (12 injections in all): After observing demarcation, gangrenous toes were ablated transmetatarsally, with subsequent intensive treatment.

Treatment of 455 grave cases by the above methods yielded the following results: in 76% of cases the disease was checked and the extremities preserved immediately after treatment, and some positive results were observed after 2—16 years in 72% of patients. The best results were achieved in endarteritis and obliterating atherosclerosis with patients aged 46 — 70. The poorest results were seen in diabetes and in cases of obliteration of the iliofemoral segments of arteries.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Арсланов. Сов. мед., № 4, 1958, 86—96.
2. Г. П. Зайцев, Г. Е. Островерхов, С. А. Гаспарян, В. И. Самбурский. Хирургия, № 12, 1967, 31—36.
3. Н. Е. Лебедев. Нов. хир. архив, № 9, 1961, 46—53.
4. М. Ф. Мазурик. Хирургия, № 11, 1963, 98—102.
5. И. Ф. Перепелица. Нов. хир. архив, № 6, 1957, 38—42.
6. В. М. Ситенко, В. Т. Козмарев, С. А. Семенков. Хирургия, № 12, 1971, 39—43.
7. А. Н. Шабанов, Ц. Я. Гудинская, А. Ф. Макаров. Хирургия, № 2, 1971, 97—103.
8. И. А. Шануренко, А. М. Рябов. Вестн. хир., № 2, 1960, 49—53.
9. К. И. Узнадзе-Мchedlishvili. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1967.
10. Н. Н. Еланский, А. А. Бегельман. Хирургия, № 9, 1950, 43—48.
11. Ю. Б. Кирилов. Хирургия, № 3, 1972, 104—105.
12. М. Д. Рутемберг. Хирургия, № 3, 1971, 136—137

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

АЛЛОТРАСПЛАНТАЦИЯ ФОРМАЛИЗИРОВАННЫХ КОСТЕЙ

(Представлено академиком И. К. Пипия 5.7.1978)

В последнее время ведутся интенсивные экспериментальные и клинические исследования по аллотрансплантации тканей, консервированных в слабых растворах формалина. Это объясняется эффективностью и доступностью данного метода [1—6].

Этой проблемой мы занимаемся с 1961 г. Трупные ткани (кости, сухожилия), заготовленные в нестерильных условиях, стерилизуем 1% раствором формалина и консервируем либо в 1—2% растворе формаль-сахара [7], либо в 50% растворе меда [8].

В наших предыдущих работах были показаны стерилизующие и консервирующие свойства 1% формалина [9] и высокий остеопластический эффект костных аллотрансплантатов [10—12].

В настоящей статье представлен анализ аллотрансплантации костей при различных заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата. Трансплантаты были применены у 470 больных при переломах трубчатых костей (70), ложных суставах и дефектах (110), костных опухолях (100), вывихе, подвывихе и децентрации головки бедра (100), деформации стопы (50), патологиях позвоночника (40). В соответствии с этим костные трансплантаты (штифты, пластинки, цилиндрические, суставные концы) использовались для интра-экстремедюлярной фиксации, замещения больших дефектов, создания навеса, артродеза, спондилодеза. Трансплантаты применялись самостоятельно или же в комбинации с металлоостеосинтезом, компрессионными методами и т. д.

I. Больных с переломами костей было 70: мужского пола — 45, женского — 25, в возрасте до 20 лет — 16, от 21 года до 30 лет — 15, от 31 года до 40 лет — 15, от 41 года до 50 лет — 9, свыше 50 лет — 15.

Таблица 1  
 Распределение больных по локализации повреждения и виду операции

Локализация	Количество больных	Вид операции	Количество больных
Кости предплечья	21	Интрамедулярный остеосинтез аллотрансплантатами	35
Диафиз плеча	19	Интра-экстремедюлярный остеосинтез аллотрансплантатами	11
Кости голени	11	Аллотрансплантация с металлоостеосинтезом	9
Диафиз бедра	8	Аллотрансплантация и серкляж металлической проволокой	7
Шейка бедра	6		
Фаланги кисти	5		
Всего	70	Всего	70





II. Больных с ложными суставами и дефектами было 110: мужского пола — 74, женского—36, в возрасте от 1 года до 15 лет—16, от 31 года до 40 лет—29, от 41 года до 50 лет—16, от 51 года до 60 лет—14, свыше 60 лет — 3.

По происхождению ложные суставы были посттравматическими—(73), поствоспалительными (33), врожденными (4). По клинко-рентгенологическими признакам — тугие-фиброзные (79), болтающиеся (16), дефекты (5).

Таблица 2

Распределение больных по локализации и методу лечения

Локализация	Количество больных	Метод операции	Количество больных
Кости голени	59	Аллотрансплантация костей	46
Плечевая кость	17	Аллотрансплантация с компрес- сией по Грайфенштайнеру	17
Кости предплечья	16	Аллотрансплантация и металло- остеосинтез	17
Шейка бедра	12	Аллотрансплантация и серкляж проволокой	15
Бедренная кость	4	Ауто-аллотрансплантация	14
Ключица	2	Аллотрансплантация и компрес- сия аппаратом Гудушаури	
Всего	110	Всего	110

III. Больных с костными опухолями было 100: мужского пола — 56, женского—44, возраст их колеблется от 1 года до 65 лет, в основном от 1 года до 15 лет.

Таблица 3

Распределение больных по виду заболевания и операции

Диагноз	Количество больных	Вид операции	Количество операций
Остеобластокластома	80	Экскохлеация и пломбировка костных полостей	28
Хондрома	8	Частичная резекция и интра- экстремедулярная костная пластика	36
Фиброзная дисплазия	5	Обширная резекция с замеще- нием дефекта массивными кортикальными транспланта- тами	26
Остеонд-остеома	3	Обширная резекция с замеще- нием трубчатými аллотран- сплантатами	4
Остеома	1	Резекция суставного конца с замещением полусуставом	8
Гигантоклеточная синовиома	1		
Абсцесс Броди	1		
Эхинококк	1		
Всего	100	Всего	102

IV. Больных с вывихом, подвывихом и децентрацией головки бедра было 100 (26 мальчиков и 74 девочки)—в возрасте от 3 до 18 лет. Этим больным произведены операции создания навеса с применением аллогенных костей (119) (см. табл. 4).

Таблица 4

Д и а г н о з	Односторонний	Двусторонний	Всего
Вывих бедра	48	20	68
Подвывих бедра	26	—	26
Децентрация головки бедра	6	—	6
Всего	80	20	100

V. Больных с деформациями стопы было 50: женского пола — 36, мужского — 14, в возрасте от 4 до 10 лет — 8, от 11 до 15 лет — 33, от 16 до 20 лет — 6, от 25 до 30 лет — 3, с плоско-вальгусной стопой — 21, пяточно-вальгусной — 11, конско-варусной — 10, вальгусной — 3, разболтанной — 3, высокосводно-вальгусной — 2. Артродез с применением костных аллотрансплантатов произведен у 31 больного, артродез в сочетании с сухожильной пластикой — у 19.

VI. Больных с заболеваниями и повреждениями позвоночника было 40: мужского пола — 13, женского — 27, в возрасте до 15 лет — 13, от 16 до 20 лет — 14, от 21 года до 30 лет — 6, от 31 года до 40 лет — 7, со сколиозом — 19, туберкулезным спондилитом — 12, остеохондрозом — 5, компрессионным переломом позвонка — 3, травматическим спондилитом — 1. Этим больным произведены спондилодез кортикальными аллотрансплантатами (24) и спондилодез аллотрансплантатами в сочетании с металлческими фиксаторами (16).

Изучение непосредственных результатов аллотрансплантации формализованных костей у 470 больных показало, что они не вызывают стойкого повышения температуры и значительных изменений в картине крови. При изучении отдаленных результатов в срок от 1 года до 20 лет у 360 больных положительные исходы отмечены у 340 (94,2%), неудовлетворительные — у 20 (5,8%), из них осложнения, связанные с трансплантатами, — у 9 (2,5%), у 11 (3,3%) с рецидивом заболевания и техническими погрешностями.

Результаты операции различны в зависимости от характера и тяжести патологии. Аллотрансплантация при свежих переломах, доброкачественных костных опухолях, односторонних подвывихах и децентрации головки бедра, деформациях стопы более эффективна, чем при остеомиелитах, врожденных ложных суставах и тяжелых формах сколиоза.

Согласно анализу серийных рентгенограмм, формализованные костные аллотрансплантаты подчиняются единому закону приживления, перестройки и замещения новой костной тканью, причем фазы репаративной регенерации отличаются равномерным чередованием и преемственностью. По всей вероятности, это и есть гарантия успеха аллотрансплантации формализованных костей.

Наши экспериментальные и клинические исследования, а также литературные данные [13—15] позволяют заключить, что формализованные костные аллотрансплантаты представляют собой высококачественный биологический материал, заслуживающий широкого внедрения в клиническую практику.



## ა. მუშვიობაძე

## ფორმალინიზებული ძვლების ალოტრანსპლანტაცია

## რეზიუმე

შესწავლილია 1%-იანი ფორმალინის ხსნარში გასტერილებული და 2%-იანი ფორმალ-შაქრისა და 50%-იანი თაფლის ხსნარში დაკონსერვებული ძვლების ალოტრანსპლანტაციის შედეგები 470 ავადმყოფზე საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის დაზიანებებისა და დაავადებათა დროს. ნაჩვენებია ფორმალინიზებული ალოგენური ძვლების პრაქტიკაში ფართოდ დანერგვის მიზანშეწონილობა.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

M. V. MSHVIDOBADZE

## ALLOTRANSPLANTATION OF FORMALINIZED BONES

## Summary

The author analyzes the use of allogenic bone transplants sterilized in 1% formalin solution and preserved in 2% formaldehyde-sugar solution and 50% honey solution in 470 patients with injuries and diseases of the support motive apparatus. The advisability of implementing formalinized bone transplants is indicated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Епифанов. Автореферат канд. дисс., М., 1969.
2. В. В. Кованов, В. Д. Разводовский. Эксп. хир., 2, 4, 1974.
3. М. W. M s c h w i d o b a d z e. Beitr. Orthop. Traumatol. 22, 6, 323, 1975.
4. Ю. А. С п а с с к и й. Автореферат канд. дисс. Кишинев, 1972.
5. И. Н. Ш и р ш о в. Автореферат канд. дисс. М., 1970.
6. П. П. Ц а п у. Автореферат канд. дисс. М., 1977.
7. М. В. М ш в и д о б ა დ ზ ე. Сб. трудов ТНИИТО, X, 1970, 172.
8. И. А. А к о б и я. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1964.
9. Н. Д. Э р и к а ш в и л ი, М. В. М ш ვ ი დ ბ ა დ ზ ე, Р. А. Р е ხ ვ ი ა შ ვ ი ლ ი, Р. З. С т е п ა ნ ი ა ნ. Сб. трудов ТНИИТО МЗ ГССР, XII, 1974, 237.
10. М. В. М ш ვ ი დ ბ ა დ ზ ე. Сообщения АН ГССР, 88, № 1, 1977, 721.
11. М. В. М ш ვ ი დ ბ ა დ ზ ე. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977, 217.
12. М. В. М ш ვ ი დ ბ ა დ ზ ე. Сообщения АН ГССР, 91, № 2, 1978.
13. В. Д. Р а з в о д о в с к и й. Автореферат докт. дисс. М., 1971.
14. В. Ф. Т р у б н и к о в, Д. Д. Б а т ч у к. Ортопед., травмат., протез., 10, 1977, 48.
15. В. И. Д м и т р и е н к о. Автореферат канд. дисс. Кишинев, 1968.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

С. Н. ХЕЧИНАШВИЛИ, Ш. В. ДЖАПАРИДZE

СЛУХОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ПУТЕМ ЭКРАНИРОВКИ ОКНА  
УЛИТКИ ПОРИСТЫМ ЭЛАСТОМЕРОМ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ  
ВКЛЮЧЕНИЕМ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 10.7.1978)

Несмотря на успехи, достигнутые в области пластической реконструкции звукопроводящей системы среднего уха при кондуктивной тугоухости, при ряде форм хронического гнойного среднего отита не удается достичь улучшения слуха путем тимпанопластики. Объясняется это обычно эпидермизацией медиальной стенки барабанной полости и непроходимостью слуховой трубы для воздуха. В таких случаях, если позволяет «кохлеарный резерв», можно попытаться улучшить слух при помощи механических протезов. Эти протезы обладают рядом достоинств, по сравнению с электронными слуховыми аппаратами: они незаметны для окружающих, меньше искажают звуки и создают меньше шума. Поэтому при умеренно выраженной тугоухости они успешно заменяют электронные слуховые протезы.

Существуют два принципа механического слухопротезирования: 1—экранировка окна улитки, 2 — восстановление трансформационного эффекта среднего уха.

Для экранировки окна улитки предложены ватные шарики, пропитанные маслом [1], или пористые эластомеры [2, 3]. С целью создания трансформационного эффекта используются механические протезы различной сложности [4—8].

В настоящей статье приводятся результаты наблюдений над механическими протезами первого типа. Для изготовления экранирующих протезов использовался отечественный пористый эластомер типа «топен». В процессе наблюдения было установлено, что у больных слух восстанавливался главным образом на высоких частотах. В диапазоне средних и низких частот слух или вообще не восстанавливался, или восстанавливался незначительно. При использовании механических протезов первого типа степень восстановления слуха у больных с кондуктивной тугоухостью зависит от звуковой изоляции окна улитки. Эластические пористые вещества, полученные путем полимеризации жидкого полисилоксана [2, 3], обладают значительным акустическим сопротивлением (импедансом) на высоких частотах. Между тем, для улучшения разборчивости речи особое значение имеет восстановление слуха в частотном диапазоне от 100 гц до 3 кГц.

С целью улучшения акустического сопротивления экранирующих протезов мы во время протезирования начали употреблять металлические (серебряные) пластинки диаметром 4,5 мм и весом 70 мг. Приводим технику установки протеза нашей конструкции: под операционным микроскопом в сидячем положении больного, с головой, слегка откинутой назад, в область окна улитки вводим шприцем смесь жидкого полисилоксана в количестве, необходимом для полно-



го закрытия окна улитки, с соответствующим количеством катализатора. После этого в период полимеризации микропинцетом в центр полученной массы помещаем серебряную пластинку, расположенную перед окном улитки перпендикулярно к оси наружного слухового прохода. В процессе полимеризации объем массы контролируем и излишек удаляем, чтобы не допустить перекрытия окна преддверия и контакта ее с передней стенкой гипотимпанума. Последнее важно для того, чтобы в случае необходимости легко и безболезненно удалить протез. Целесообразно брать серебряную пластинку, как малоокисляющуюся при возможном контакте ее с экссудатом. Помещение пластинки в центр полисилоксана исключает возможность механического раздражения тканей среднего уха. Серебряную пластинку необходимо помещать перпендикулярно к оси наружного слухового прохода, так как только при таком ее расположении выражен значительный экранирующий эффект.

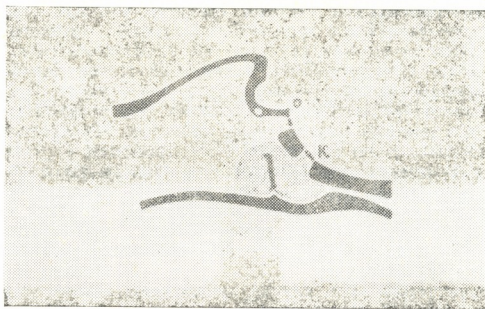


Рис. 1. Схема экранирующего протеза собственной конструкции (отопен с серебряной пластинкой): О — окно преддверия, К — окно улитки

На рис. 1 дано схематическое изображение экранирующего протеза из пористого полисилоксана с металлической пластинкой.

Для протезирования выбирались больные с двусторонним понижением слуха. Количество протезированных ушей составило 45. Из них в 28 случаях производилось протезирование при наличии тотальных дефектов барабанной перепонки, в 17 — после общеполостной операции уха. В 38 наблюдениях отмечался хороший результат — прирост слуха в диапазоне речевых частот — порядка 20—30 дб. В 7 случаях из 45 не было достигнуто заметного улучшения слуха, в 6 из них имелись послеоперационные полости с эпидермизацией и с ограничением подвижности лабиринтных окон.

На рис. 2 показана тональная пороговая аудиограмма больного Р. И. И. с диагнозом: двусторонний гнойный перфоративный средний отит. Проведено протезирование правого уха только отопеном, прирост слуха на главных речевых частотах — в среднем 10 дб. Спустя несколько месяцев у этого же больного произведено протезирование того же уха отопеном с серебряной пластинкой. Слух значительно улучшился, по сравнению с первым результатом, — прирост слуха на

главных речевых частотах — в среднем 25—30 дБ. Полученный результат можно объяснить акустическим импендансом сложной акустической системы, когда пористый эластомер содержит металлические включения в виде серебряной пластинки. Изменение частотного

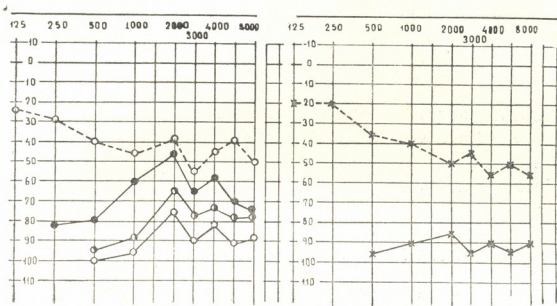


Рис. 2. Сравнение результатов протезирования правого уха с помощью пористого эластомера и экранирующего протеза нашей конструкции: пунктир с открытыми кружками—порог костной проводимости; линии с открытыми кружками — порог воздушной проводимости до протезирования; линии с частично заштрихованными кружками — порог воздушной проводимости после экранировки окна улитки отопеном; линии с полностью заштрихованными кружками — порог воздушной проводимости после экранировки отопеном с серебряной пластинкой

диапазона, в котором происходит снижение порогов воздушной проводимости, имеет важное значение для восприятия речевых сигналов и расширяет возможность практического использования протезов данного типа.

Тбилисский государственный институт  
 усовершенствования врачей

(Поступило 27.7.1978)

მასპარეზობს მადონა

ს. ხაჩინაშვილი, შ. ჯაფარიძე

სმენის პროთეზირება მრავალი სარკმლის ეკრანირებისათვის ფოროვანი ელასტომერის და მეტალის ფირფიტის გამოყენებით

რ ე ზ ი უ მ ე

სმენის აღდგენის მეტი ეფექტიანობა, ადრე გამოყენებული ეკრანირების ცნობილი მეთოდისაგან განსხვავებით, განხორციელებულია მრავალი სარკმლის ეკრანის შემქმნელი ფოროვანი ელასტომერის სისტემაში მეტალის, კერძოდ, ვერცხლის ფირფიტის მოთავსებით, რაც განაპირობებს ბგერითი რხევებისაგან მრავალი სარკმლის უკეთეს იზოლიაციას, აფართოებს სმენის გაუმჯობესების სიხშირის დიაპაზონს და ამით ქმნის მეტყველების აღქმის უკეთეს პირობებს.

S. N. KHECHINASHVILI, Sh. V. JAPARIDZE

## HEARING AID CONSISTING OF POROUS ELASTOMER WITH METALLIC INSERT FOR SCREENING THE ROUND WINDOW

## Summary

In cases of chronic otitis media, when no tympanoplasty can be performed, some gain in hearing may be achieved by screening the round window. The effect can be substantially increased by placing a metallic (silver) insert in the porous elastomer, which is used for screening the round window.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Yearsley. Deafness, Practically Illustrated. London, 1863.
2. E. Gaudin. Arch. klin. exp. Ohr-Nas-und-Kehlk. Heilk., 192, 1968, 351.
3. Э. П. Гаудин. Материалы III научной конференции оториноларингологов Прибалтики. Рига, 1969, 28.
4. A. G. Rohlman. Ann. Otol. Rhinol., 45, 1936, 351.
5. C. P. Lebo, A. L. Palermo. Ann. Otol. Rhinol., 57, 1948, 1027.
6. П. В. Гриб. Методическое письмо. М., 1965.
7. K. Sedláček. Revue de Laryngologie, 7-8, 1965.
8. K. Sedláček. Acta Otolaryngologica, 63, 1967, 290.



А. К. ВЕКУА, М. К. ГАБУНИЯ, Н. Б. КЛОПОТОВСКАЯ

## К ВОПРОСУ О ДАТИРОВКЕ ПЕТРОГЛИФОВ ПАТАРА ХРАМИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 12.7.1978)

Археологические изыскания последних лет в Триалети привели к замечательному открытию — в ущелье Патара Храми впервые на территории Грузии выявлены наскальные изображения, преимущественно анималистического характера, несомненно представляющие образцы искусства древних людей. Более или менее точная датировка этих рисунков затрудняется. По технике, манере исполнения и композиции выделяются две, возможно три, хронологические группы: наиболее древняя предположительно датируется поздней стадией каменной эпохи, а поздняя — раннехристианским временем [1].

В настоящей заметке предпринимается попытка использования для определения возраста наскальных изображений Патара Храми палеонтологических остатков, собранных в разведочных шурфах, заложённых у подножья скал с петроглифами.

Раскопками добыто свыше 1000 единиц каменного инвентаря, в основном орудий труда и остатков производства из вулканического стекла, охватывающих остатки нескольких цивилизаций в рамках каменного века. Особенно четко выделяются мустьерские орудия. Остальные же с одинаковым успехом могут быть отнесены к любому этапу каменного века — от мустье до неолита. Ущелье Патара Храми небогато остатками ископаемых позвоночных. Из 218 костей млекопитающих, добытых раскопками М. Г. Габуния, определению поддаются лишь 37, отнесенных к дикой лошади, быку, барану, охотоне, хохлатому чернету и серой куропатке<sup>(1)</sup>. Среди перечисленных форм особого внимания заслуживают остатки лошади и охотоны.

Лошадь из Патара Храми представлена в основном изолированными зубами и незначительными фрагментами костей посткраниального скелета. Верхние коренные зубы описываемой лошади мезогипсодонтные, средних размеров (длина  $P^3$  31 мм, ширина 26 мм). Протокон относительно короткий — индекс его длины равен 45,1. Такой короткий протокон обычно свойствен плеистоценовым лошадям, узкопалой лошади из Сагварджиле и ослам. Форма протокона саложковидная, с плоской или незначительно выпуклой внутренней верхнезадней стенкой. Гипокон сравнительно маленький, узкий, далеко вынесен наружу и назад. Мезостиль пригупленный, иногда с тенденцией к раздвоению. Обращает на себя внимание строение задней части третьего или четвертого премоляра: от задней эмалевой стенки задней марки отходят навстречу друг к другу два эмалевых выступа в виде шпорц. Ясно, что с увеличением степени стирания зуба оба выступа соединяются и образуют изолированный эмалевый островок. Этот признак в свое время был отмечен на коренных зубах лошади

<sup>(1)</sup> Остатки птиц определены Н. И. Бурчак-Абрамовичем.





из ориньякской стоянки Сюрень I [2], а также на третьем моляре лошади из Сагварджиле [3]. М. Ницше [4] считал наличие на верхнекоренных зубах эмалевого островка характерным признаком для четвертичных лошадей Западной Европы, но последующие исследования показали, что он изредка встречается и на зубах плейстоценовых лошадей Восточной Европы.

Нижние коренные зубы с кабаллоидными признаками строения. Двойная петля асимметричная, иногда с острой выемкой между лопастями. Наружная долинка далеко заходит в шейку двойной петли ( $M_1$ ), но не достигает ее дна. Энтоконид относительно маленький, округлых очертаний, чаще с клювовидным отростком.

В коллекции имеется лишь два дистальных конца метаподиев. По размерам они могут принадлежать, скорее всего, к относительно мелким кабаллоидным лошадям. Интересно, что ширина (50,6 мм) в надсуставных буграх метатарсальной кости незначительно больше ширины (50,0 мм) в суставах, что, по-видимому, свидетельствует о некоторой архаичности этой формы.

Копытная фаланга крайне узкая (наибольшая ширина фаланги 78,5 мм, ширина суставной поверхности 4:5 мм), чем рассматриваемая форма напоминает узкопалую лошадь из Сагварджиле. Наличие у описываемой лошади, наряду с кабаллоидными особенностями, таких признаков, как относительно короткий протокон и его сапожковидная форма, притупленный мезостиль на премолярах, тенденция задней марки к образованию изолированного эмалевого островка, глубокое проникновение наружной долинки в шейку двойной петли и клювовидный отросток энтоконида на нижнекоренных зубах, а также крайне узкая копытная фаланга, указывает на ее явную близость к тонкопалой лошади из Сагварджиле.

Л. К. Габуния [3] впервые описал тонкопалую лошадь *Equus caballus* L. var. *strictipes* Gab. на материале из верхнепалеолитических слоев Сагварджиле. Несколько позже остатки этой лошади были обнаружены в мустьерских слоях Цопи [5]. Нам кажется, что лошадь из мезолитической стоянки Зуртакети [6] также может быть отнесена к тонкопалой лошади из Сагварджиле.

Таким образом, имеется основание думать, что эта форма широко была представлена в фаунистических комплексах Грузии в конце плейстоцена и, вероятно, в начале голоцена.

Не менее интересной представляется нам находка остатков охотны. Ископаемые пищухи весьма редки на территории Закавказья. Первое упоминание о находке голоценовой пищухи из Армении мы находим у С. К. Даля [7]. Затем довольно богатый материал, принадлежащий крупной пищухе, был собран в мустьерской стоянке Цопи [8]. Чуть позже остатки крупной пищухи были описаны также из нижнепалеолитической пещеры Азых [9]. Новой находкой остатков этого животного в ущелье Патара Храми подтверждается ранее высказанная нами мысль о продолжительности существования настоящих пищух в Закавказье, по-видимому, начиная с нижнечетвертичного времени и вплоть до нашей эры [10].

Известно, что пищухи в основном обитают в гористых открытых местностях, отдавая предпочтение скалистому грунту, покрытому травянистыми растениями. Обе рассмотренные находки указывают на широкое развитие открытого, горно-скалистого ландшафта в конце плейстоцена — начале голоцена в районе Цалка.

Существование в это время в исследуемом районе открытых ландшафтов следует и из палинологических данных. Содержание

пыльцы травянистых растений в общем составе спектра составляет 87%. Среди пыльцы травянистых 85% приходится на пыльцу сложноцветных, представленную разными формами, что исключает допущение о дезакватности спектра.

Присутствие спор папоротниковых в количестве 11% от общего количества встреченных пыльцы и спор может быть объяснено двояко: либо это свидетельство бывшего распространения лесов и доказательство вторичного происхождения травянистых фитоценозов в эпоху, соответствующую времени формирования спектра, либо эти споры принесены из зоны развития лесов, притом лесов несомненно широколиственных, так как в случае распространения в районе Патара Храми хвойных лесов, даже в удалении от места формирования спектра, содержание пыльцы хвойных пород было бы значительным, намного большим, чем спор папоротников.

Учитывая чрезвычайную сложность вопроса о датировке наскальных рисунков вообще и в Патара Храми, в частности, естественно, мы не можем не принять во внимание при определении возраста этих петроглифов остатки костей животных, раскопанные у подножья расписанных стен. Здесь имеются контурные изображения оленя, безоарового козла, осла, лошади, двугорбого верблюда, льва, по-видимому пещерного, и других животных. Несмотря на многочисленность рисунков лошади и верблюда, нет ни одного изображения всадника верхом на лошади, оседланной лошади или навьюченного верблюда. Это очень важный факт, по-видимому указывающий на то, что мы имеем дело с изображениями исключительно диких животных.

Известно, что, за редким исключением, наскальные изображения отражают животный мир тех мест, где они обитают [11]. К сожалению, мы не располагаем палеонтологическими данными, подтверждающими наличие дикого верблюда в юго-восточной части Грузии, но нельзя не учитывать того, что фаунистический комплекс, состоящий из ископаемого осла, дикой лошади, безоарового козла и пещерного льва, был здесь довольно обычным в конце верхнего палеолита и в мезолите.

Об относительной древности, по крайней мере части наскальных рисунков Патара Храми говорят, кроме того, отсутствие среди них изображений предметов домашнего обихода и картин земледельческой деятельности, а также наличие ассоциации лев-лошадь, особенно характерной для палеолитической живописи Западной Европы.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило 13.7.1978)

კალეოგრაფიკა

ა. შავაშვილი, მ. ბაბუნია, ნ. კლოკოტოვსკაია

პატარა ხრამის პეტროგლიფების დათარიღების

საკითხისათვის

რეზიუმე

პატარა ხრამის ხეობაში აღმოჩენილი ანიმალისტური ხასიათის პეტროგლიფების გარკვეული ნაწილი, გათხრების შედეგად იქვე მოპოვებული ქვის იარაღისა და ნამარხი ცხოველების ნაშთების, ასევე პეტროგლიფების შესრულების მანერის, ტექნიკისა და კომპოზიციის მიხედვით შესაძლებელია ქვის ხანის გვიან საფეხურს მიეკუთვნოს.



A. K. VEKUA, M. K. GABUNIA, N. B. KLOPOTOVSKAYA

## ON THE DATING OF THE PETROGLYPHS OF PATARA KHRAMI

### Summary

Rock carvings of predominantly animalistic character have been discovered in the Patara Khrami gorge. Remains of stone tools and bones of fossil animals have also been found at the site. The technique, style of drawing and composition, as well as the mammalian fauna and stone industry allow a tentative dating of some of the rock carvings to the late Stone Age.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. К. Габуния. Сб. «Археологические открытия 1976 г». М., 1977.
2. В. И. Громова. Труды Палеонт. ин-та, т. XVII, вып. I, 1949.
3. Л. К. Габуния. Сб. трудов Геол. ин-та АН ГССР. Тбилиси, 1959.
4. M. Nietzsche. Ztschr. f. ind. Abst. u. Vererlungslehre, 51, 1929.
5. А. К. Векуа, Г. К. Григолия. Сб. Спелеологической комиссии, т. I, 1963.
6. Н. И. Бурчак-Абрамович, О. Г. Бендукидзе. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1963.
7. С. К. Даль. Зоол. сб. Ереван, 1957.
8. А. К. Векуа. Сообщения АН ГССР, 45, № 1, 1967.
9. С. Д. Алиев. Автореферат канд. дисс. Баку, 1969.
10. А. К. Векуа, М. В. Шидловский. Сообщения АН ГССР, т. XXI, № 3, 1958.
11. В. Е. Соколов. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. 69 (1), 1964.

М. А. ЦИСКАРИДЗЕ, Н. Т. ЗАКАРАЯ

## ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА ИСПЫТУЕМЫХ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 29.5.1978)

Несмотря на многочисленность исследований, посвященных изучению фиксированной установки, такие вопросы, как возрастные особенности установки и ее особенности в зависимости от пола испытуемых, до настоящего времени мало изучены. Имеющиеся в исследованиях Д. Н. Узнадзе данные о возрастных особенностях установки сам он считал не точными и не окончательными. Что касается особенностей установки в зависимости от пола испытуемых, мы не нашли соответствующих данных в доступной нам литературе.

Обычно при исследовании фиксированной установки вначале испытуемым 15 раз предъявляются два шара разных диаметров (в одну руку большой, в другую маленький). Затем следуют критические опыты, в которых 30 раз подряд предъявляются два равных шара. Как правило, вначале имеет место контрастная иллюзия, т. е. переоценка размеров шара в той руке, в которую в установочных опытах подавался меньший шар. Однако из литературных данных известно, что существует «естественная асимметрия» — характерная для некоторых субъектов переоценка величины воспринимаемых объектов в одном направлении. Такая «асимметрия» может повлиять на результаты критических опытов и исказить картину при классификации типов установки. Поэтому, прежде чем исследовать типы установки в зависимости от возраста и пола испытуемых, мы провели исследование «асимметрии» для всех участвующих в опытах испытуемых.

При исследовании «асимметрии» оценок размеров объектов в оптической сфере Д. Ш. Квავилашвили обнаружил асимметрию (большую переоценку объекта слева) при одном предъявлении равных шаров [1]. Однако, поскольку в реальных опытах равные шары предъявляются несколько раз подряд, нас интересовало, каково будет распределение ответов («слева больше», «справа больше», «равные») в случае нескольких предъявлений. Для этого мы провели специальные проверочные опыты, в которых предъявляли гаптически равные шары пять раз подряд. Были исследованы четыре возрастные группы: учащиеся 4 классов (10 лет), учащиеся 7 классов (13 лет), учащиеся 10 классов (16 лет) и взрослые испытуемые от 25 до 40 лет. В каждой исследованной группе было по 50 человек (25 мужского пола и 25 женского пола). Исследование начиналось с проверочных опытов, в которых испытуемым (глаза у них были закрыты) пять раз подряд предъявляли гаптически два равных шара диаметром 60 мм и просили оценить их размеры. Основные опыты проводили с теми же испытуемыми на следующий день. С каждым испытуемым было проведено 15 установочных и 30 критических опытов. Установку классифицировали согласно установленным Д. Н. Узнадзе типам.



Оказалось, что асимметрия в оценке равных шаров имеет место во всех возрастных группах и в обоих случаях: как при одном предъявлении, так и при пяти предъявлениях. Однако распределение ответов различно в зависимости от числа предъявлений и от возраста испытуемых. Число адекватных оценок равенства шаров увеличивается с возрастом независимо от числа предъявлений. Поскольку при увеличении числа предъявлений некоторые испытуемые в своих ответах, наряду с переоценкой слева или справа, дают и адекватные оценки, то общее число испытуемых, способных констатировать равенство хотя бы раз из пяти предъявлений, растет. Оно равно 48% для учащихся 4 классов, 64% для учащихся 7 классов, 68% для учащихся 10 классов и 80% для взрослых испытуемых, т. е. число адекватных оценок растет с возрастом. При детальном анализе факта асимметрии мы выделили четыре возможных случая:

I. Испытуемые не в состоянии констатировать равенства ни в проверочных опытах, ни в критических (27; 27; 30; 14% для учащихся 4, 7, 10 классов и взрослых испытуемых соответственно).

II. Испытуемые не в состоянии констатировать равенства в проверочных опытах, но переходят к адекватной оценке шаров в критических опытах (19; 27; 20; 12% для учащихся 4, 7, 10 классов и взрослых испытуемых соответственно).

III. Испытуемые констатируют равенство в проверочных опытах, но не переходят к адекватной оценке в критических опытах (13; 4; 13; 6% для учащихся 4, 7, 10 классов и взрослых испытуемых соответственно).

IV. Испытуемые констатируют равенство и в проверочных, и в критических опытах (таких испытуемых большинство — 41; 42; 37; 68% для учащихся 4, 7, 10 классов и взрослых испытуемых).

Типы установки	Учащиеся 4 классов			Учащиеся 7 классов			Учащиеся 10 классов			Взрослые		
	Муж.	Жен.	Общ.	Муж.	Жен.	Общ.	Муж.	Жен.	Общ.	Муж.	Жен.	Общ.
Грубо-статический	13	12,5	13	16	12	14	12	8	10	16	20	18
Грубо-динамический	25	12,5	19	44	4	24	40	58	50	60	56	58
Пластико-статический	33	58	46	24	54	39	44	23	33	16	4	10
Пластико-динамический	29	17	22	16	30	23	4	11	7	8	20	14

Сравнение испытуемых по указанным четырем случаям в зависимости от пола испытуемых не выявило четких различий для всех возрастных групп, кроме группы учащихся 7 классов. Здесь оказалось, что испытуемые мужского пола хуже оценивают равные шары и в проверочных, и в критических опытах. Так, из 14 испытуемых, которые не могли констатировать равенства, было 9 мальчиков и 5 девочек. Из 21 испытуемого, которые констатировали равенство и в проверочных, и в критических опытах, было 7 мальчиков и 14 девочек.

Для того, чтобы факт неправильной оценки равенства шаров не сказывался на типе установки, мы подавали в установочных опытах больший шар в ту руку, в которой один из равных шаров казался

больше. Это могло лишь несколько увеличить число контрастных иллюзий в критических опытах и не должно было сказаться на общих результатах классификации по типам установки.

Результаты классификации по типам установки в зависимости от возраста и пола испытуемых в процентах представлены в таблице. Из таблицы видно, что во всех возрастных группах выявились все четыре установленных Д. Н. Узнадзе типа установки, однако соотношение количества испытуемых (в процентах) с различным типом установки различалось как для разных возрастных групп, так и для испытуемых разного пола.

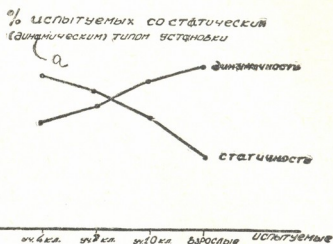


Рис. 1. Процент испытуемых с динамическим (статическим) типом установки в зависимости от возраста

В группах учащихся 4 и 7 классов преобладают испытуемые с пластико-статическим типом установки, в то время как для учащихся 10 классов и взрослых испытуемых наиболее характерен грубо-динамический тип. Эти результаты хорошо согласуются с данными Д. Н. Узнадзе [2].

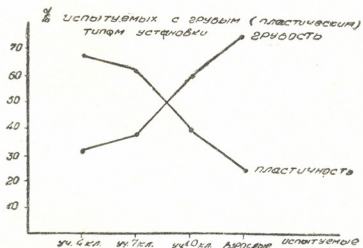


Рис. 2. Процент испытуемых с грубым (пластическим) типом установки в зависимости от возраста

Наряду с классификацией по общим типам, мы провели также классификацию по отдельным свойствам установки: статичность-динамичность и грубость-пластичность. Соответствующие данные представлены на рис. 1 и 2. Отсюда ясно видно, что свойство статичности все меньше проявляется с увеличением возраста и соответственно возрастает динамичность (рис. 1). Сравнение групп по свойству пластичности-грубости показало, что с увеличением возраста растет процент испытуемых с грубым типом установки и соответственно уменьшается процент испытуемых с пластическим типом (рис. 2).

Сравнением по этим свойствам в зависимости от пола испытуемых выявлено, что в группах учащихся 4 и 7 классов выше процент испытуемых женского пола с динамическим типом установки, в то время



как в группах учащихся 10 классов и взрослых испытуемых выше процент испытуемых мужского пола с динамическим типом установки. При сравнении по параметру грубости пластичности оказалось, что в группах учащихся 4 и 7 классов выше процент испытуемых мужского пола с пластическим типом установки, в группе учащихся 10 классов выше процент испытуемых женского пола с пластическим типом, а в группе взрослых испытуемых по этому параметру различий между мужчинами и женщинами нет.

Таким образом, наши исследования выявили различия как между испытуемыми разного возраста, так и между испытуемыми разного пола и позволили произвести их классификацию по типам установки.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 1.6.1978)

ფსიქოლოგია

ა. ცისკარიძე, ნ. ჯაჰარაია

### ბანწყობის ტაზინებუშრების ღამოკიდებულება ცდისპირთა ასაკზე და სქმსზე

რეზიუმე

ექსპერიმენტის საშუალებით დადგინდა, რომ ასაკის ზრდასთან ერთად იზრდება განწყობის დინამიკური და ტლანჭი ტიპის მქონე ცდისპირთა რაოდენობა. დაბალი ასაკის გოგონებისათვის (10—13 წწ.) და მაღალი ასაკის ბიჭებისათვის (16—17 წწ. და მოზრდილები) დამახასიათებელია განწყობის დინამიკური ტიპი. შესაბამისად დაბალი ასაკის ბიჭებისათვის და მაღალი ასაკის გოგონებისათვის (16—17 წწ.) დამახასიათებელია განწყობის პლასტიკური ტიპი.

PSYCHOLOGY

M. A. TSISKARIDZE, N. T. ZAKARIAIA

### CHARACTERISTICS OF SET DEPENDING ON AGE AND SEX

Summary

As a result of an experimental study classification is made according to the types of set, depending on the age and sex of subjects. The percentage of subjects with dynamic and coarse types of set was found to increase with age. The dynamic type of set proved to be characteristic of 10-13 year-old girls and 17 year-old boys. The coarse type was characteristic of 10-13 year-old boys and 17 year-old girls. Adults of either sex showed no difference with regard to the parameter of coarseness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Ш. Квავилашвили. Труды Тбилисского государственного университета, Право, психология, педагогика, № 161, 1978.
2. Д. Узнадзе. Экспериментальные исследования по психологии установки. Тбилиси, 1961.

Л. Г. НУЦУБИДZE

## РАЗНИЦА В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО УПОТРЕБЛЕНИЯ ГЛАГОЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ TO HAVE A TALK И ПРОСТОГО ГЛАГОЛА TO TALK

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 1.7.1978)

Основной задачей новых описаний плана содержания является точность семантических определений. Для этого исследователь должен прежде всего установить, достаточно ли однозначно сформулирована информация, которая приписывается изучаемой единице. Введение принципа эксперимента доказало путь проверки истинности семантического описания [1]. Построив на основании собранного материала гипотезу о значении языковой единицы, исследователь начинает проверять ее истинность через установление зависимости между этой гипотезой и возможностью употребления описываемой языковой единицы в речи. Указанный принцип лег в основу использованной нами методики исследования, которая предполагает работу с информантами.

Объектом исследования данной работы является глагольное сочетание *to have a talk*. Для анализа нами выбрана группа глагольного сочетания, именной компонент которой выражен существительным, образованным от глаголов речи; представляет интерес изучение глагольных сочетаний, расклассифицированных по отдельным группам в зависимости от семантического значения его именного компонента: анализ отдельных групп глагольного сочетания позволит сравнить и глубже изучить поведение этих языковых единиц в речи.

Данное глагольное сочетание неоднократно исследовалось как отечественными, так и зарубежными лингвистами. До настоящего времени известно, что общим значением конструкции является «кратность» действия при противопоставлении соответствующих его значений — «однократность» при конвертированном существительном в единственном числе и «многократность» при конвертированном существительном во множественном числе.

Как будет показано ниже, «кратность» действия — это не та основная информация, которая может быть приписана изучаемой нами единице, а один из компонентов значения исследуемого глагольного сочетания.

В книге О. Н. Селиверстовой «Компонентный анализ многозначных слов» говорится о том, что глаголы типа «иметь», «брать» сообщают о наличии или включении  $Y$  ( $X$  берет  $Y$ ,  $X$  имеет  $Y$ ) в некоторое «пространство», связанное тем или иным отношением с  $X$ . Под словом «пространство» имеется в виду что-то, что может включать, помещать в себя что-то другое, а для этого нужно иметь известную протяженность и тогда всякое пространство можно представить себе или изобразить графически в виде некоторого множества точек (в том числе и множества точек временной оси). Точно





так же можно представить себе и множество, например, свойств некоторого лица, элементов его собственности (точки в данном случае не будут сливаться) [2]. Подобно этому все мельчайшие события можно представить в виде точек некоторой линии  $t_1 \dots t_n$  (под словом «событие» мы понимаем действие, которое происходит с некоторым лицом в некотором временном отрезке  $t_1 - t_n$ ).

Имея в виду такое графическое изображение пространства, можно выразить информацию таких предложений, как *I had a talk yesterday*. Мы полагаем, что данное предложение сообщает о наличии точки, соответствующей событию *to have a talk* в некотором временном отрезке существования *X*. Здесь действие *have a talk* получает признак предметности, т. е. представлено в качестве отдельного самостоятельного элемента действительности (ср. красивая женщина и красота женщины). Отсюда, как и всякий предмет, оно предполагает какие-то границы, т. е. оно занимает определенные и может быть пространственные границы.

Напротив, соответствующий глагольному сочетанию простой глагол *to talk* сообщает, что за событие производит *X*. Например, в предложении *They talked a lot about French coffee* [3] акцентируется само действие говорения.

Попытаемся показать, что выделенная информация объясняет множество особенностей употребления глагольного сочетания *to have a talk* и предсказывает различные случаи их сочетаемости.

Так, в соответствии с предложенным определением, если действие, выраженное глагольным сочетанием, получает признак предметности, то отсюда, как и всякий предмет, оно предполагает какие-то границы, т. е. оно занимает определенные временные и может быть пространственные границы. А раз действие можно поставить в какие-то границы, т. е. представить его в виде цельного элемента, с таким действием, естественно, связывается идея кратности. Идея временного и пространственного ограничения описываемого действия, в свою очередь, связана с представлением о перфектном, завершенном действии. Следует также отметить, что однократное действие подразумевает какой-то конкретный случай или множество таких случаев—*talks, walks*. Так, например, в предложении... *just before Laura went away we had a talk. I wanted to say something to help her* [4] глагольное сочетание *had a talk* вносит информацию об однократном, конкретном, завершенном действии. В предложении „*Let's have a song*“, *I said*. „*Music, Teddy, please. The Foggy Foggy dew*“. *Teddy struck the first keys on the cottage piano in the corner and I started to sing. Soon everyone was singing* [5] автор речи сообщает о том, что он желает спеть конкретную песню, а именно „*The Foggy, Foggy dew*“. В последнем предложении глагол *sing (was singing)* вносит информацию о том, что каждый начал петь, пели все. Если даже указать, какую именно песню пели, внимание автора речи будет акцентировано на том, что делали все, например: *Soon everyone was singing „Foggy, Foggy dew“*.

Далее, ввиду того что действие, выраженное глагольным сочетанием, носит предметный характер, а предметность предполагает определенную конкретность действия, оказывается естественной невстречаемость глаголь-



ного сочетания to have a talk в тех случаях, в которых глагол to talk употреблен в общем смысле. Например: 1) Don't talk like a fool. [6] (общий смысл); 2) Why don't you want to talk to her (общий смысл).

По утверждению информантов, в предложении I can't talk to you in the study because the child is sleeping there нельзя употребить have a talk. Действительно, to have a talk, передавая информацию о наличии действия в некотором временном отрезке существования X, не может быть употреблено в приведенном предложении, так как в данных условиях речи осуществление действия зависит именно от места (от пространства в обычном смысле этого слова) и не связано с временным отрезком существования X. Предложение We can't have a talk when the child is asleep будет также неправильным, если говорящий хочет сказать, что нельзя иметь беседу в тот временной период и в том пространстве, когда и где спит ребенок. Однако можно сказать We can't have a talk when (while) the child is asleep, если мы хотим сообщить, что в тот момент нашего существования, который по времени совпадает с временем сна ребенка, мы не сможем поговорить; в этом случае невозможность поговорить связана не с ребенком, а с тем, что мы будем заняты чем-то другим, не успеем поговорить и т. д.

Далее, следует также отметить, что, поскольку в глагольном сочетании действие опредмечено, оно не употребляется с обстоятельством образа действия и времени, указывающим на длительный период. Так, в следующих предложениях можно употребить только глагол to talk: 1) The first time he talked in that way, he said something, I've never forgotten, because it horrified me. [7]; 2) We've talked it over very thoroughly [8]; 3) ...they were standing round it and Mrs. Sunbury was talking volubly [9]; 4) During the week they talked about the kite but they also talked about Betty [10].

Однако возможно употребление глагольного сочетания с обстоятельствами, указывающими на короткий отрезок времени совершения действия (что является характерным для конкретного действия): 1) We had a talk at 2 o'clock in the afternoon; 2) We had a talk from 5 till 7 o'clock.

Таким образом, рассмотренные нами некоторые условия речи, в которых может или не может быть употреблено исследуемое глагольное сочетание, подтверждают правильность выделенной нами информации: данное глагольное сочетание характеризуется не только тем, что оно обозначает кратность действия, как это считалось до сих пор. Это глагольное сочетание сообщает о наличии события (talk) в некотором временном отрезке существования X. Вследствие того, что действие, обозначенное этим сочетанием опредмечено, оно характеризуется кратностью, конкретностью, завершенностью. Выделенные в работе условия речи, в которых употребляются (не употребляются) данные глагольные сочетания, помогут изучающим английский язык правильно использовать данное глагольное сочетание в речи.

Тбилисский государственный  
педагогический институт  
иностранных языков  
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 6.7.1978)



## ლ. ნუცუბიძე

სხვაობა ზმნური შესიტყვების to have a talk და მარტივი ზმნის to talk რეალური გამოყენების პირობებში

რეზიუმე

განხილულია ზმნური შესიტყვების მნიშვნელობის ზუსტი აღწერის საკითხი.

ზმნური შესიტყვების to have a talk ანალიზმა გამოავლინა, რომ ეს შესიტყვება გადმოსცემს ინფორმაციას ისეთი წერტილის არსებაზე, რომელიც შეესაბამება მოქმედებას to talk იმ დროს მონაკვეთში, რომელშიც არსებობს ამ მოქმედების აგენტი.

ამ ზმნური შესიტყვებით გამოხატული მოქმედება გაარსებითებულია: როგორც ყოველ საგანს, მას აქვს სივრცითი და დროითი საზღვრები. ასეთი მოქმედება დაკავშირებულია დასრულებული, კონკრეტული, ჭრადი მოქმედების წარმოდგენასთან.

LINGUISTICS

L. G. NUTSUBIDZE

CONDITIONS FOR THE ACTUAL USE OF THE VERBAL COLLOCATION «TO HAVE A TALK» AS COMPARED TO THE CORRESPONDING SIMPLE VERB «TO TALK»

Summary

A study of the verbal collocation «to have a talk» has revealed that it carries information about the presence of a point corresponding to the event (talk) at a certain time span of the existence of the agent of the event. The action expressed by this verbal collocation is nominalized: similarly to any object it has spatial and temporal limits. Hence, such an action is connected with the idea of a completed, concrete and iterative action.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Щерб а. О т р о я к о м а с п е к т е я з ы к о в ы х я в л е н и й и о б э к с п е р и м е н т е в я з ы к о з н а н и и . И с т о р и я я з ы к о з н а н и я 19—20 в в . , ч . 2 . М . , 1965, 361
2. О . Н . С е л и в е р с т о в а . К о м п о н е н т н ы й а н а л и з м н о г о з н а ч н ы х с л о в . М . , 1965, 39, 40.
3. J. B r a i n e . R o o m a t t h e T o p . , M . , 1961, 75.
4. S. M a u g h a m . T h e R a z o r ' s E d g e . L . , 221.
5. J. B r a i n e . R o o m a t t h e T o p . M . , 131.
6. J. B r a i n e . R o o m a t t h e T o p . M . , 101.
7. S. M a u g h a m . T h e R a i z e r ' s E d g e . L . , 108.
8. S. M a u g h a m . H u s b a n d s a n d W i v e s . N . Y . , 80.
9. S. M a u g h a m . H u s b a n d s a n d W i v e s . N . Y . , 30.
10. S. M a u g h a m . H u s b a n d s a n d W i v e s . N . Y . , 34.



М. Т. ГУДАВА

## ОБ ОДНОЙ ГРАММАТИКЕ АРАБСКОГО ЯЗЫКА ИЗ ДАГЕСТАНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. Г. Церетели 2.7.1978)

Арабоязычные памятники Северного Кавказа неоднократно привлекали внимание исследователей [1—5]. Однако до настоящего времени объектом изучения были в основном памятники исторического характера. Другие арабоязычные произведения, в частности грамматическая литература дагестанского происхождения, ранее не являлись предметом исследования.

Одним из интересных примеров деятельности дагестанских ученых в области арабской грамматики является грамматический труд известного дагестанского писателя и общественного деятеля, автора хроники «Блеск дагестанских шаек в некоторых шамилевских битвах» Мухаммеда Тахира ал-Карахи.

Этот трактат был широко распространен в Дагестане и на протяжении многих лет использовался при обучении арабской морфологии.

Трактат был обнаружен нами в Дагестане в 1976 г. в одной из частных коллекций и впервые вводится в научный обиход.

Рукопись выполнена дагестанским насхом черными чернилами на желтоватой лощеной бумаге фабричного производства. Названия глав выделены красными чернилами, стихотворные строки и цитаты в тексте также подчеркнуты красными чернилами. В тексте наблюдается смена пера, текст отчасти огласован.

Размер листа 17×22, текста — 11,5×16. На каждой странице 15 строк, исключение составляют 21 и 79 страницы, на которых по 16 строк. Конец листа отмечен кустосом. Рукопись содержит 40 листов, без переплета, на углах страниц многочисленные следы пальцев. На полях глоссы. Рукопись труда Мухаммеда Тахира находится в конце сборника. Дата переписки и переписчик не указаны.

В конце текста трактата имеется фраза: «Закончен в ден'арафа 1293 (1876) года». Так как в тексте больше никаких указаний на дату нет, то можно было бы предположить, что 1876 г. является годом переписки рассматриваемой рукописи. Однако не исключено, что дата, указанная здесь, может быть годом написания автором самого произведения и скопирована переписчиком с оригинала. В начале трактата автор сообщает: «Это... «Морфология... ал-'Иззи»... Составил ее.. старец, т. е. вступивший в седьмой десяток (лет) Мухаммед Тахир ал-Джабали ал-Карахи ац-Цулди».

Если учесть, что Мухаммед Тахир родился в 1809 г., то в 1876 г. ему было 67 лет и, следовательно, он мог сказать о себе «старец... вступивший в седьмой десяток (лет)». Кроме того, у известного знатока дагестанской арабоязычной литературы Магомеда Инквачилова имеется сведение, что известный алим Мухаммед Тахир ал-Карахи написал в 1876 г. грамматику в стихах для своего внука.



На основании вышесказанного мы предполагаем, что указанный в конце текста трактата 1876 год является годом создания автором этого произведения.

Трактат состоит из стихотворных строф и комментариев прозой. Каждую мысль автор сначала передает в предельно лаконичной форме стихами, а затем пространно поясняет ее прозой, иллюстрируя примерами.

По сведениям знатоков дагестанской арабоязычной литературы М. Нурмагомедова, М.-С. Саидова, Ш. Шавдагова, трактат был вначале написан целиком стихами и содержал 250 бейтов. Однако до настоящего времени не имеется ни одной рукописи трактата в чистом стихотворном виде. Из сообщений источников можно сделать вывод, что из-за значительной сложности понимания стихотворный трактат не смог приобрести популярность и автор добавил к нему прозаические комментарии и примеры. Новая редакция трактата получила большее распространение и, видимо, вытеснила первую.

Сложность понимания стихотворного текста была вызвана крайней сжатостью изложения, а зачастую просто пропуском слова в угоду стихотворному размеру.

В основу грамматического трактата Мухаммеда Тахира ал-Карахи положен морфологический труд арабского грамматиста XIII в. 'Изз ад-Дина Абд ал-Ваххаба ибн Ибрахима аз-Занджани «Мабади фи-т-тасриф» («Начала морфологии»), написанный прозой.

Название труда Мухаммеда Тахира в различных рукописях разное. Наиболее часто встречается название «Шарх ат-тасриф ал-максуд» («Толкование искомой морфологии»), однако нередко и «Шарх ат-тасриф ал-ма'куд» («Толкование неясной морфологии»).

Стихи в трактате написаны размером раджаз. В целом в тексте 251 бейт, а в каждом отдельном случае их количество колеблется от 1 до 8 бейтов. Каждая стихотворная вставка начинается словом «сказал», а прозаическая часть словом «говорит».

Комментарий построен следующим образом: автор берет отдельные слова или синтагмы в той последовательности, в какой они расположены в стихах, и пространно раскрывает их смысл и смысл выраженного всем стихом грамматического явления.

Труд Мухаммеда Тахира ал-Карахи состоит из 20 глав, следующих вслед за басмалой и хамдалой. Вот эти главы:

- 1) Глава о словообразовании и его определении.
- 2.) Глава о морфологии и ее предпосылках.
- 3) Глава о масдарах трехбуквенного первообразного глагола.
- 4) Глава о трехбуквенном расширенном.
- 5.) Глава о четырехбуквенном первообразном и расширенном.
- 6) Глава о переходном и непереходном глаголах.
- Раздел о производных от масдара.
- 7) Глава о прошедшем времени.
- 8) Глава о настояще-будущем времени.
- 9) Глава об усеченном и сослагательном наклонениях настоящего-будущего времени.
- 10) Глава о действии I повелительного наклонения и lā запрещения и повелительного наклонения в этих формах.
- 11) Глава о понятии, когда собирается два t в начале настоящего-будущего времени.
- 12) Глава об изменении t формы ifta'ala на ṭ или d.
- 13) Глава о встрече п усиления.

- 14) Глава о действительном и страдательном причастиях.  
 15) Глава об имени превосходства, отглагольном прилагательном и глаголе удивления.  
 16) Глава о геминированных глаголах.  
 17) Глава о слабых глаголах.  
 I разновидность со слабым f.  
 II разновидность со слабым ' .  
 III разновидность со слабым l.  
 IV разновидность со слабым ' и l.  
 V разновидность со слабым f и l.  
 18) Глава о хамзованных глаголах.  
 19) Глава об имени времени и места.  
 20) Глава об имени орудия, однократности действия и вида.

При сравнении труда Мухаммеда Тахира с его первоисточником, произведением аз-Занджани, бросается в глаза значительно большее количество глав в первом (в книге аз-Занджани 5 глав). Дело тут не только в более дробном делении материала по главам, но и в том, что Мухаммед Тахир затрагивает ряд вопросов, не рассмотренных у аз-Занджани. Расхождения подчас столь значительны, что дают основание считать труд Мухаммеда Тахира независимым произведением.

В рукописи встречаются так называемые пояснительные значки «замир ишара», специфичные для дагестанских рукописей. Они указывают на синтаксическую связь слов в предложении. Среди них имеется ряд значков, не отмеченных ранее в специальной литературе.

Помимо пояснительных значков, в рукописи встречаются также значки для указания ссылки. Формы и употребление их были произвольными. Некоторые из этих знаков по форме похожи на пояснительные значки.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт востоковедения  
 им. акад. Г. В. Церетели

(Поступило 7.7.1978)

აღმოსავლეთმცოდნეობა

ა. ბუღავა

არაბული ენის ერთი გრამატიკის შესახებ დადესტინდას

რ ე ზ ი უ მ ე

არაბული ენის გრამატიკა „შარხ ათ-თასრიფ ალ-მაკსუდ“ ეკუთვნის ცნობილ დადესტნელ მწერალს და შამილის დროის საზოგადო მოღვაწეს მუჰამად ტაპირ ალ-ყარახის.

ამ გრამატიკულ ტრაქტატს, რომელიც დაწერილია ნაწილობრივ ლექსად, საფუძვლად უდევს XIII ს. არაბი გრამატიკოსის 'იზუ ად-დინ აბდ ალ-ვაჰჰაბ იბნ იბრაჰიმ აზ-ზანჯანის ნაშრომი „მაბადი ჭი-თ-თასრიფ“.

დადესტნელი ავტორის ტრაქტატი მნიშვნელოვნად განსხვავდება თავისი პირველწყაროსაგან. ალ-ყარახი ეხება მრავალ საკითხს, რომელიც არა აქვს განხილული აზ-ზანჯანის და მისი ნაშრომი, ფაქტიურად, წარმოადგენს დამოუკიდებელ ნაწარმოებს.



M. T. GUDAVA

## A GRAMMAR OF THE ARABIC LANGUAGE FROM DAGHESTAN

## Summary

The Arabic Grammar *Sharh at-tasrif al-maqsud* belongs to Muhammad Tahir al-Qarakhi, a well known writer and public figure of Shamil's time.

The Grammar, partly written in verse, is based on *Mabadi fi-t-tasrif*, a work of the Arab grammarian 'Izz ad-Din Abd al-Wahhab ibn Ibrahim az-Zanjani (13th century).

The treatise of the Daghestanian author substantially differs from its original source, for he considers many problems not dealt with in az-Zanjani's work. This gives ground to consider al-Qarakhi's grammar an independent work.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ю. Крачковский. Арабская рукопись воспоминаний о Шамиле. Избр. соч., т. VI, М.—Л., 1960.
2. И. Ю. Крачковский. Арабская литература на Северном Кавказе. Избр. соч., т. VI, М.—Л., 1960.
3. Г. В. Церетели. Вестник Государственного музея Грузии, т. IX, В (1), Тбилиси, 1936.
4. Т. С. Маргвелашвили. Труды Ин-та языкознания, сер. восточных языков, I, Тбилиси, 1954.
5. Н. Г. Канчавели. Изв. Ин-та рукописей им. К. С. Кекелидзе АН ГССР, V, Тбилиси, 1963.

91-0 ტომის ავტორთა საძიებელი

აბაშიძე ზ. 431  
 აბაშიძე ლ. 128  
 აბაშმაძე მ. 604  
 აბესაძე ი. 616  
 აღამია თ. 695  
 აღადაშვილი ნ. 439  
 ალექსი-მესხიშვილი ლ. 717  
 ალექსიძე მ. 64  
 ანდრონიკაშვილი გ. 351  
 არეშიძე ქრ. 72, 360, 620  
 არუთინოვი ა. 32  
 ასათიანი მ. 112, 672  
 ახვლედიანი რ. 375

ბანცური რ. 572  
 ბანძელაძე ბ. 386  
 ბარაბაძე შ. 72  
 ბაქრაძე დ. 656  
 ბაშალეიშვილი დ. 576  
 ბენაშვილი ჯ. 483  
 ბერუჩაშვილი ნ. 683  
 ბიჩინაშვილი ა. 332  
 ბოკუჩავა ი. 308  
 ბრაგო ე. 428  
 ბროძელი მ. 608  
 ბულია ნ. 652  
 ბურჭულაძე გ. 209

გაბრიჩიძე თ. 67  
 გაბუნია მ. 743  
 გაჩეჩილაძე თ. 52  
 გაჩივიძე მ. 72  
 გეგეჭკორი თ. 336  
 გედევანიშვილი ი. 707  
 გვარამაძე შ. 202  
 გვარამია ა. 530  
 გვაჯავა ნ. 724  
 გვერდწითელი ი. 363, 612  
 გიორგაძე დ. 644  
 გოგიაშვილი დ. 699  
 გოგიაშვილი ჯ. 64  
 გოგინაძე გ. 476  
 გოლეითიანი ზ. 192  
 გოლოვინი ვ. 23  
 გოცაძე თ. 64  
 გრივალაშვილი ნ. 447  
 გუდავა მ. 755

გულმაგარაშვილი ვ. 686  
 გურიელი თ. 160, 468  
 დავითაშვილი ნ. 408  
 დანელია დ. 699  
 დახუნდარიძე თ. 100  
 დეკანოზიშვილი გ. 608  
 დემურია ე. 464  
 დიხაშინჯია რ. 568  
 დოლიძე ე. 447  
 დოჭვირი ჯ. 424  
 დობტურიშვილი ნ. 351  
 დუდუჩავა რ. 296  
 დუმბაძე ა. 312  
 დურმიშიძე ნ. 154  
 დურმიშიძე ს. 451

ეიჩისი ლ. 596  
 ელიგულაშვილი ი. 608  
 ელოშვილი ს. 300

ვალაქკორია გ. 419, 676  
 ვარსიმაშვილი ე. 87, 368  
 ვარძელაშვილი ნ. 340  
 ვაშაკიძე რ. 344  
 ვაშალოშიძე ა. 665  
 ვეკუა ა. 743  
 ვეფხვაძე ლ. 480  
 ვინიკოვი ი. 200  
 ვინტაიკინი ე. 332  
 ვოლოშინა ი. 727

ზაალიშვილი ე. 715  
 ზამთარაძე გ. 129  
 ზაუტაშვილი მ. 175  
 ზაქარაია ნ. 748  
 ზელენკოვი ვ. 148  
 ზენკოვიჩი ვ. 79  
 ზვიადაური ვ. 116, 416  
 ზვიადაძე გ. 104, 400  
 ზურაბაშვილი ზურ. 192  
 ზურებიანი ბ. 123

თავართქილაძე ზ. 672  
 თაქთაქიშვილი ი. 195, 500  
 თელიაშვილი ს. 375  
 თევზაძე გ. 40  
 თვალჭრელიძე ა. 380

თოიძე შ. 180  
 თულაშვილი ე. 328  
 თხელიძე პ. 151, 455  
 იაკივი პ. 628

იზრელაშვილი მ. 180  
 იოსელიძე თ. 443, 707  
 იოსელიანი დ. 360  
 ისახანოვი რ. 304

კაბანოვი ვ. 620  
 კანდელაკი ვ. 79  
 კანდელაკი მ. 608  
 კაუციჩი მ. 288  
 კეკუა მ. 404  
 კერვალიშვილი თ. 424  
 კეშელავა ნ. 108  
 კეცხოველი დ. 96  
 კვანტალიანი ი. 372  
 კვანტალიანი ლ. 623  
 კვეზერელი ე. 348  
 კვერნაძე მ. 600  
 კიკვიძე შ. 192  
 კიკნაძე ა. 79  
 კილაძე რ. 324  
 კიმელფელდი ბ. 544  
 კირთაძე გ. 52

კლდიაშვილი რ. 616  
 კლემანოვი ლ. 539  
 კლიბკერი ი. 556  
 კლოპოტოვსკაია ნ. 743  
 კოზლოვა ნ. 464  
 კოკიაშვილი ვ. 27  
 კონდრატევი თ. 596  
 კორელოვი ე. 44  
 კორთიარენკო კ. 679  
 კუდრია ა. 592  
 კუბრავა შ. 616  
 კურტანიძე რ. 148

ლაბარტაქავა ე. 332  
 ლანდია ნ. 76  
 ლატარია კ. 695  
 ლალიძე რ. 616  
 ლევადა ა. 348  
 ლიევიცი მ. 284  
 ლოლაძე ნ. 616  
 ლოსაბერიძე ან. 644



- მაისაძე ფ. 84  
 მაისურაძე ნ. 351  
 მამფორია დ. 48  
 მანავაძე გ. 592  
 მანჯგალაძე პ. 336  
 მანჯგალაძე ქ. 548  
 მარსაგიშვილი გ. 135  
 მატინოვა მ. 328  
 მაჩალაძე თ. 76  
 მაჩხოშვილი რ. 344, 600, 604  
 მაჭავარიანი მ. 154  
 მახარაძე ლ. 660  
 მეგრელიშვილი რ. 583  
 მელამედი ი. 539  
 მეტრეველი ჯ. 704  
 მითავარიანი ნ. 695  
 მირზაშვილი გ. 560  
 მიქაძე ო. 108  
 მიხელაშვილი ბ. 328  
 მოღებაძე ო. 608  
 მოსიძე ე. 135  
 მოწონელიძე ა. 120  
 მოწონელიძე მ. 120  
 მშვიდლობაძე მ. 488, 736
- ნადირაშვილი ზ. 59, 588  
 ნადარეიშვილი კ. 135  
 ნათაძე მ. 207  
 ნარიშანიძე ა. 148  
 ნარშანია ე. 291  
 ნაროზაული ი. 380  
 ნატროშვილი ე. 439  
 ნიკოლაიშვილი ნ. 391  
 ნოღაიძელი ა. 356  
 ნუტუბიძე ლ. 752
- ოდინცოვა ი. 160, 468  
 ომანაძე რ. 552  
 ონიანი ნ. 143, 711  
 ონიანი ო. 395
- პაატაშვილი ე. 27  
 პაპავა გ. 351  
 პატარაია დ. 154  
 პირადოვი ა. 100  
 პლუჟნოვი ს. 620
- ქორდანია ს. 216  
 ქორეოლაძე თ. 139  
 ქუკოვინი ვ. 44
- რაზმაძე რ. 104, 400  
 რაკიცკო ა. 108  
 რიგინაშვილი რ. 135  
 რუბინშტიეინი მ. 340
- საგდეივა თ. 727  
 სალუქვაძე ნ. 631  
 სამსონია გ. 616  
 სამსონია შ. 363, 612  
 საყვარელიძე ა. 431  
 სეფერთელაძე მ. 640  
 სიხარულიძე დ. 336  
 სიხარულიძე თ. 648  
 სკურვიგინა ნ. 160, 468  
 სმეტინაშვილი ვ. 620  
 სმირნოვი ე. 727  
 სობოტოვიჩი ე. 340  
 სუფოროვი ნ. 363, 612  
 სულაბერიძე თ. 316
- ტაბატაძე დ. 384  
 ტაბატაძე ე. 400  
 ტინიანსკი ნ. 32  
 ტრაპიძე მ. 363  
 ტყემალაძე მ. 636  
 ტყეშელაშვილი რ. 356
- უზნაძე-მჭედლიშვილი ქ. 731  
 ურუშაძე თ. 683
- ფაჩულია ლ. 183  
 ფირანაშვილი ზ. 316  
 ფირცხალავა თ. 395, 600, 604
- ქარქუშაშვილი ყ. 439  
 ქისტაური ე. 320, 579  
 ქიქავა გ. 691  
 ქოიავა ნ. 356  
 ქუთათელაძე გ. 67  
 ქუთათელაძე ე. 419
- ლეინფაძე მ. 724  
 ლლონტი ვ. 592  
 ლონდაძე დ. 332
- ყვავილაშვილი ი. 143, 711  
 ყიფიანი თ. 564  
 ყორიაული ი. 411
- შავინიანი ე. 139
- შანიძე ო. 472  
 შალაშვილი ა. 451  
 შალინი რ. 52  
 შანგუა ა. 20  
 შარიქაძე მ. 372  
 შენგელია დ. 96  
 შენგელია ო. 104, 400  
 შერვაშიძე თ. 536  
 შეყლაშვილი მ. 476  
 შველაშვილი ა. 344  
 შილაკაძე ე. 148  
 შურღაია ი. 428
- ჩაჩავა მ. 491  
 ჩაჩანიძე გ. 76  
 ჩიგოვიძე ა. 275  
 ჩივაძე გ. 360  
 ჩიკვაძე ი. 612  
 ჩიკვაშვილი შ. 143, 711  
 ჩიქოვანი ნ. 691  
 ჩიქოვანი რ. 328  
 ჩიქოვანი ხ. 436  
 ჩოხანიანი ლ. 55  
 ჩოხანიანი ნ. 353  
 ჩოხანიძე რ. 436  
 ჩუბინიძე ვ. 457  
 ჩხაიძე ზ. 167, 496  
 ჩხარტიშვილი თ. 91  
 ჩხეიძე ჯ. 167  
 ჩხიკვაძე ნ. 104, 400
- ცაგარელი ე. 631  
 ცაგარელი ზ. 180  
 ციო ა. 650  
 ცინცაძე გ. 148  
 ცისკარიძე მ. 748  
 ციციშვილი გ. 623
- ძნელაძე ა. 163
- წაქაძე ჯ. 59, 588  
 წერეთელი რ. 672  
 წილოსანი ზ. 431
- ჭელია რ. 620  
 ჭიპაშვილი დ. 623  
 ჭიჭინაძე ა. 447  
 ჭკადუა ა. 505
- ხარაზიშვილი ა. 36  
 ხარბტონოვი ი. 604

ხაჩიძე ო. 455  
ხეჩინაშვილი ს. 739  
ხეინგია მ. 116, 416  
ხეიჩია კ. 419  
ხუდაიდატოვი ბ. 139

ხუნდაძე მ. 76  
ხუროძე თ. 279  
ჯავახიშვილი ა. 447  
ჯამბაზიშვილი ი. 171

ჯაფარიძე შ. 739  
ჯვარშვილი ა. 656  
ჯინჯარაძე გ. 640  
ჯინჯარაძე მ. 192  
ჯორბენაძე ბ. 501

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 91-го ТОМА

- Абашидзе З. С. 429  
 Абашидзе Л. Я. 125  
 Абашидзе Т. Д. 661  
 Абашмадзе М. Ш. 601  
 Абесадзе И. Г. 613  
 Адамия Т. Э. 693  
 Аладашвили Н. Н. 437  
 Алексидзе М. А. 61  
 Алекси-Месхишвили Л. Г. 719  
 Андроникашвили Г. Г. 349  
 Арешидзе Х. И. 69, 357, 617  
 Арутюнов А. В. 29  
 Асатиани М. Д. 109, 669  
 Ахведиани Р. А. 373  
 Бакрадзе Д. В. 653  
 Бандзеладзе Б. Р. 385  
 Банцури Р. Д. 569  
 Барабадзе Ш. Ш. 69  
 Башаленшвили Д. И. 573  
 Бениашвили Д. Ш. 481  
 Беручашвили Н. Л. 681  
 Бичинашвили А. И. 329  
 Бокучава И. В. 305  
 Браго Е. Н. 425  
 Бродзели М. М. 605  
 Булия Н. П. 649  
 Бурчуладзе Г. Т. 212  
 Вадачкория Г. В. 417, 673  
 Вардзелашвили Н. С. 337  
 Варсимашвили Э. В. 85, 366  
 Вашакидзе Р. М. 341  
 Вашаломидзе А. П. 668  
 Векуа А. К. 741  
 Вепхვაдзе Л. К. 477  
 Винников И. Л. 197  
 Винтайкин Е. З. 329  
 Волошина И. В. 725  
 Габричидзе О. А. 65  
 Габуния М. К. 741  
 Гаджиев М. К. 69  
 Гачечиладзе Т. Г. 49  
 Гваджава Н. А. 721  
 Гварамадзе Ш. А. 201  
 Гварамия А. А. 529  
 Гвелеснани Г. Г. 661  
 Гвердцители И. М. 361, 609  
 Гвинепадзе М. Ш. 721  
 Гегечкори Т. Ш. 333  
 Гегиадзе Г. Г. 661  
 Гедеванишвили И. Д. 705  
 Гиоргадзе Д. П. 641  
 Глонти В. К. 589  
 Гогияшвили Д. В. 61, 697  
 Гогичадзе Г. К. 473  
 Голетиани З. А. 189  
 Головин В. Д. 21  
 Гонгадзе Д. Н. 329  
 Гопадзе О. Д. 61  
 Григалашвили Н. А. 445  
 Гудава М. Т. 753  
 Гулмагарашвили В. Х. 685  
 Гуриели О. А. 157, 465  
 Давиташвили Н. С. 405  
 Данелия Д. С. 697  
 Дахундаридзе Т. Ш. 97  
 Деканоцишвили Г. Г. 605  
 Демурия Е. Л. 461  
 Джавахишвили А. А. 445  
 Джамбазишвили Я. С. 169  
 Джапаридзе Ш. В. 737  
 Джваршеишвили А. Г. 653  
 Джинчарадзе Г. Г. 637  
 Джинчарадзе М. М. 189  
 Джорбенадзе Б. А. 504  
 Дзnelадзе А. А. 161  
 Дихаминджия Р. Г. 565  
 Долидзе Е. И. 445  
 Дохтуришвили Н. С. 349  
 Дочвири Дж. Н. 421  
 Дудучава Р. В. 293  
 Думбадзе А. А. 309  
 Дурмишидзе Н. В. 153  
 Дурмишидзе С. В. 449  
 Елигулашвили И. А. 605  
 Жордания С. Д. 213  
 Жоржоладзе Т. К. 137  
 Жуковин В. Е. 41  
 Заалишвили Э. А. 713  
 Закарая Н. Т. 745  
 Замтарадзе Г. К. 132  
 Зауташвили М. И. 173  
 Звиададзе Г. Н. 101, 397  
 Звиадаური В. С. 113, 413  
 Зеленцов В. В. 145  
 Зенкович В. П. 77  
 Зурабашвили Зур. А. 189  
 Зуребиани Б. Г. 121  
 Израелашвили М. Ш. 177  
 Иосебидзе Т. И. 441, 705  
 Иоселиани Д. К. 357  
 Исаханов Р. С. 301  
 Кабанов В. А. 617  
 Канделаки А. З. 661  
 Канделаки В. В. 77  
 Канделаки М. Д. 605  
 Каркузашвили К. Н. 437  
 Каукич М. В. 285



- Квавилашвили И. Ш. 141, 709  
 Кванталиани И. В. 369  
 Кванталиани Л. К. 621  
 Квезерели Э. А. 345  
 Квернадзе М. С. 597  
 Кекуа М. Г. 401  
 Кервалишвили О. Г. 421  
 Кецохели Д. Н. 93  
 Кешелава Н. П. 105  
 Кикава Г. С. 689  
 Киквадзе М. П. 189  
 Киквадзе А. Г. 77  
 Киладзе Р. М. 321  
 Кимерфельд Б. Н. 541  
 Кициани Т. Г. 561  
 Киртадзе Г. Ш. 49  
 Кистаури Э. И. 317, 577  
 Клдидашвили Р. Ш. 613  
 Клебанов Л. Б. 537  
 Клипкер И. А. 553  
 Клопотовская Н. Б. 741  
 Козлова Н. В. 461  
 Кокилашвили В. М. 25  
 Кондратьев О. К. 593  
 Корелов Э. С. 41  
 Кориаули И. П. 409  
 Котляренко К. Ю. 671  
 Коява Н. А. 353  
 Кудря А. В. 589  
 Куправа Ш. Д. 613  
 Куртанидзе Р. Ш. 145  
 Кутателадзе Г. Ш. 65  
 Кутателадзе Э. Ш. 417  
  
 Лабарткава Э. К. 329  
 Лагидзе Н. А. 73  
 Лагидзе Р. М. 613  
 Латария К. Д. 693  
 Лежава А. П. 345  
 Лившиц М. С. 281  
 Лоладзе Н. Р. 613  
 Лосаберидзе Ан. А. 641  
  
 Майсадзе Ф. Д. 81  
 Мампория Д. М. 45  
 Манагадзе Г. Д. 589  
 Манджгаладзе К. В. 545  
 Манджгаладзе П. В. 333  
 Марсагишвили Г. А. 133  
 Матинова М. С. 325  
 Махарадзе Л. И. 657  
 Мачавариани М. З. 153  
 Мачаладзе Т. Е. 73  
  
 Мачошвили Р. И. 597, 601  
 Мегрелишвили Р. П. 581  
 Меламед И. А. 537  
 Метревели Дж. М. 703  
 Микадзе О. И. 105  
 Мирзашвили Г. И. 557  
 Митагвария Н. П. 693  
 Михелашвили В. П. 325  
 Модебадзе О. Е. 605  
 Мосидзе В. М. 133  
 Моцонелидзе А. Н. 117  
 Моцонелидзе Н. С. 117  
 Мшвидобадзе М. В. 485, 733  
  
 Надарейшвили К. Ш. 133  
 Надирашвили З. Ш. 57, 585  
 Нариманидзе А. П. 145  
 Нармания В. Г. 289  
 Нарозаули И. Г. 377  
 Натадзе М. Р. 205  
 Натрошвили Э. И. 437  
 Николаишвили Н. С. 389  
 Ногайдели А. И. 353  
 Нуцубидзе Л. Г. 749  
  
 Одишова И. Г. 157, 465  
 Оманадзе Р. Ш. 549  
 Оннани Н. Т. 141, 709  
 Оннани Ш. И. 393  
  
 Пааташвили В. А. 25  
 Папава Г. Ш. 349  
 Патарая Д. Т. 153  
 Пачулия Л. С. 181  
 Пирадов А. Б. 97  
 Пиранишвили З. А. 313  
 Пирцхалава Н. И. 597, 601  
 Пирцхалава Т. Г. 393  
 Плужнов С. К. 617  
  
 Размадзе Р. С. 101, 397  
 Ракицкий А. Н. 105  
 Рижинашвили Р. С. 133  
 Рубинштейн М. М. 337  
 Рцхиладзе В. Г. 661  
  
 Сагдиева П. Д. 725  
 Сакварелидзе А. В. 429  
 Салуквадзе Н. Ш. 629  
  
 Самсония Г. Г. 615  
 Самсония Ш. А. 361, 609  
 Сепертеладзе М. Д. 637  
 Сихарулидзе Д. И. 333  
 Сихарулидзе Т. Д. 645  
 Скургина Н. А. 157, 465  
 Сметанюк В. И. 617  
 Смирнов Е. Н. 725  
 Соботович Э. В. 337  
 Суворов Н. Н. 361, 609  
 Сулаберидзе Т. Г. 313  
  
 Табатадзе Д. В. 381  
 Табатадзе Е. С. 397  
 Таварткиладзе З. С. 669  
 Тактакишвили И. Г. 193, 497  
 Твалчрелидзе А. Г. 377  
 Тедиашвили Х. А. 373  
 Ткаченко И. Г. 661  
 Ткемаладзе М. Т. 633  
 Ткешелашвили Р. Ш. 353  
 Тондзе Ш. С. 177  
 Трапаидзе М. В. 361  
 Тухашвили Э. В. 325  
 Тхелидзе П. А. 149, 453  
 Тынянский Н. Т. 29  
  
 Узнадзе-Мчедлишвили К. И. 729  
 Урушадзе Т. Ф. 681  
  
 Харазишвили А. Б. 35  
 Харитонов Ю. Я. 601  
 Хачилде О. Т. 453  
 Хвингия М. В. 113, 413  
 Хвичия К. Л. 417  
 Хечинашвили С. Н. 737  
 Худайдатов Б. Р. 137  
 Хундадзе М. Г. 73  
 Хуродзе Т. А. 277  
  
 Цагарели Е. А. 629  
 Цагарели З. Г. 177  
 Цай А. А. 653  
 Цакадзе Дж. С. 57, 585  
 Церетели Р. И. 669  
 Цицосани З. Н. 429  
 Цинцадзе Г. В. 145  
 Цискаридзе М. А. 745  
 Цицишвили Г. В. 621

- Чачава М. К. 489  
 Чачанидзе Г. Д. 73  
 Чедия Р. В. 617  
 Чивадзе Г. О. 357  
 Чигогидзе А. Ч. 273  
 Чикваидзе И. Ш. 609  
 Чиквашвили Ш. Д. 141,  
 709  
 Чиковани Н. В. 689  
 Чиковани Р. И. 325  
 Чиковани Х. С. 433  
 Чипашвили Д. С. 621  
 Чичинадзе А. Д. 445  
 Чкадуа А. А. 508  
 Чобаниани Н. И. 353  
 Чобанян Л. А. 53  
 Чомахидзе Р. О. 433  
 Чубинидзе В. В. 459  
 Чхандзе З. К. 185, 493  
 Чхартிшвили Т. А. 89  
 Чхендзе Д. В. 165  
 Чхиквадзе Н. В. 101, 397  
 Шагинян В. С. 137  
 Шанидзе О. Т. 469  
 Шалашвили А. Г. 449  
 Шалин Р. Е. 49  
 Шангуа А. Г. 17  
 Шарикадзе М. З. 369  
 Швелашвили А. Е. 341  
 Шеклашвили М. Ш. 473  
 Шенгелия Д. М. 93  
 Шенгелия О. В. 101, 397  
 Шервашидзе Т. Л. 533  
 Шилакадзе Е. М. 145  
 Шургая И. Б. 425  
 Эйчис Л. М. 593  
 Элошвили С. А. 297  
 Явич П. А. 625

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 91

- Abashidze L. I. 128  
 Abashidze T. D. 664  
 Abashidze Z. S. 432  
 Abashmadze M. Sh. 604  
 Abesadze I. G. 616  
 Adamia T. E. 696  
 Aladashvili D. N. 439  
 Aichis L. M. 596  
 Akhvlediani R. A. 376  
 Aleks-Me khishvili L. G.  
 719  
 Aleksidze M. A. 64  
 Andronikashvili G. G. 352  
 Arestidze Kh. I. 72, 360,  
 620  
 Arutyunov A. V. 32  
 Asatiani M. D. 112, 672  
 Bakradze D. V. 656  
 Bandzeladze B. R. 387  
 Bantsuri R. D. 572  
 Barabade S. S. 72  
 Bashaleishvili D. I. 576  
 Beniashvili D. Sh. 484  
 Beruchashvili N. L. 684  
 Bichinashvili A. I. 332  
 Bokuchava I. V. 308  
 Brodze'i M. I. 608  
 Brago E. N. 428  
 Bulia N. P. 652  
 Burchuladze G. T. 212  
 Chachava M. K. 491  
 Chachanidze G. D. 76  
 Chedia R. V. 620  
 Chichinadze A. D. 447  
 Chigo\_idze A. Ch. 275  
 Chikovani Kh. S. 436  
 Chikovani N. V. 691  
 Chikovani R. I. 328  
 Chikvaidze I. Sh. 612  
 Chikvashvili Sh. N. 143,  
 712  
 Chipashvili D. S. 624  
 Chivadze G. O. 360  
 Chkadua A. A. 508  
 Chkaidze Z. K. 188, 496  
 Chkhartishvili T. A. 92  
 Chkheidze D. V. 167  
 Chkhikvadze N. V. 104,  
 400  
 Chobanyan L. A. 56  
 Chomakhidze R. O. 436  
 Chu'inidze V. V. 459  
 Dakhundaridze T. Sh. 100  
 Dalakishvili G. G. 608  
 Danelia D. S. 699  
 Davitashvili N. S. 408  
 Demuria E. L. 404  
 Dikhaminjia R. G. 568  
 Dochviri J. N. 424  
 Dokhturi hvili N. S. 352  
 Dolidze E. I. 447  
 Duduchava R. V. 296  
 Dumbadze A. A. 312  
 Durmishidze N. V. 155  
 Durmishidze S. V. 451  
 Dzneldadze A. A. 164  
 Eligulashvili I. A. 608  
 Eloshvili S. A. 300  
 Gabrichidze O. A. 68  
 Gabunia M. K. 744  
 Gachechiladze Th. G. 52  
 Gajiev M. K. 72  
 Gedevanishvili I. D. 708  
 Gegechkori T. Sh. 336  
 Gegiadze G. G. 664  
 Giorgadze D. P. 644  
 Glonti V. K. 592  
 Gogiashvili D. V. 64, 699  
 Gogichadze G. K. 476  
 Golovin V. D. 24  
 Coletiani Z. A. 192  
 Gongadze D. N. 332  
 Gotsadze O. D. 64  
 Grigalashvili N. A. 447  
 Gvajava N. A. 724  
 Gvaramia A. A. 531  
 Gvaramadze Sh. A. 203  
 Gvelesiani G. G. 664  
 Gverdtsite'li M. 363,  
 612  
 Gvinepadze M. Sh. 724  
 Gudava M. T. 756  
 Gulmagarashvili V. Kh. 686  
 Gurieli O. A. 160, 468  
 Isakhanov R. S. 304  
 Iosebidge T. I. 443, 708  
 Ioseliani D. K. 360  
 Israelashvili M. Sh. 180



- Jambazishvili J. S. 171  
 Japaridze Sh. V. 740  
 Javakhishvili A. A. 447  
 Jincharadze G. G. 640  
 Jincharadze M. M. 192  
 Jorbenadze B. A. 504  
 Jvarsheishvili A. G. 656  
  
 Kandelaki A. Z. 664  
 Kandelaki M. D. 608  
 Kabanov V. A. 620  
 Kandelaki V. V. 79  
 Karkuzashvili K. N. 439  
 Kaucik M. V. 288  
 Kekua M. G. 404  
 Kervalishvili O. G. 424  
 Keshelava N. P. 108  
 Ketskhoveli D. N. 96  
 Khachidze E. T. 456  
 Kharazishvili A. B. 36  
 Kharitonov I. I. 604  
 Khechinashvili S. N. 740  
 Khudaibatov B. P. 140  
 Khundadze M. G. 76  
 Khurodze T. A. 280  
 Khvichia K. L. 420  
 Khvingia M. V. 116, 416  
 Kikava G. S. 691  
 Kiknadze A. G. 79  
 Kikvidze M. P. 192  
 Kiladze R. M. 324  
 Kimelfeld B. N. 544  
 Kipiani T. G. 564  
 Kirtadze G. Sh. 52  
 Kistauri E. I. 320 579  
 Kediashvili R. Sh. 616  
 Klebanov L. B. 539  
 Klipker I. A. 556  
 Klopotovskaya N. B. 744  
 Kokilashvili V. M. 27  
 Kondratiev O. K. 596  
 Koriauli I. P. 416  
 Korelov E. S. 44  
 Kotlyarenko K. Y. 680  
 Kozlova N. V. 464  
 Kuprava Sh. D. 616  
 Kudria A. V. 592  
 Kutateladze E. Sh. 420  
 Kutateladze G. Sh. 68  
 Kvantaliani I. V. 372  
 Kvantaliani L. K. 624  
 Kvavilashvili I. Sh. 143, 712  
 Kvernadze M. S. 600  
 Kvezereli E. A. 348  
  
 Labartkava E. K. 332  
 Lagidze R. M. 616  
 Landia N. A. 76  
 Lataria K. D. 696  
 Lezhava A. P. 348  
 Livshic M. S. 284  
 Loladze N. R. 616  
 Losaberidze An. A. 644  
  
 Machaladze T. E. 76  
 Machavariani M. Z. 155  
 Machkhoshvili R. I. 344, 600, 604  
 Maisadze F. D. 84  
 Maisuradze N. A. 352  
 Makharadze L. I. 660  
 Mamporia D. M. 48  
 Managadze G. D. 592  
 Manjgaladze K. V. 548  
 Manjgaladze P. V. 336  
 Marsagishvili G. A. 135  
 Matinova M. S. 328  
 Megrelishvili R. P. 583  
 Melamed I. A. 539  
 Metreveli J. M. 704  
 Mikadze O. I. 108  
 Mikhelashvili V. M. 328  
 Mirzashvili G. I. 560  
 Mitagvaria N. P. 696  
 Modebadze O. E. 608  
 Mosidze V. M. 135  
 Motsonelidze N. S. 120  
 Motsonelidze A. N. 120  
 Mshviobadze M. V. 488, 736  
  
 Nadareishvili K. Sh. 135  
 Nadirashvili Z. Sh. 59, 588  
 Narimanidze A. P. 148  
 Narmania V. G. 291  
 Narozauli I. G. 380  
 Natroshvili E. I. 439  
 Natadze M. R. 208  
 Nikolaishvili N. S. 392  
Nogaideli A. I. 356  
 Nutsubidze L. G. 752  
  
 Odintsova I. G. 160, 468  
 Omanadze R. Sh. 552  
 Oniani N. T. 143, 712  
 Oniani Sh. I. 396  
  
 Paatashvili V. A. 27  
  
 Pachulia L. S. 183  
 Papava G. Sh. 352  
 Pataria D. T. 155  
 Piradov A. B. 100  
 Piranashvili Z. A. 316  
 Pirtskhalava N. I. 600, 604  
 Pirtskhalava T. G. 396  
 Pluzhonov S. K. 620  
  
 Rakitski A. N. 108  
 Razmadze R. S. 104, 400  
 Rizhinashvili R. S. 135  
 Rtskhaladze V. G. 664  
Rubinstein M. M. 340  
  
 Saggiava P. D. 728  
 Sakvarelidze A. V. 432  
 Salukvadze N. Sh. 631  
 Samsonia G. G. 616  
 Samsonia Sh. A. 363, 612  
 Shaginyan V. S. 140  
 Shainidze O. T. 472  
 Shalashvili A. G. 451  
 Shalin R. E. 52  
 Shangua A. G. 20  
 Sharikadze M. Z. 372  
 Sheklashvili M. Sh. 476  
 Shengelia O. V. 104, 400  
 Shengelia D. M. 96  
 Shilakadze E. M. 148  
 Shervashidze T. L. 536  
 Shurqaia I. B. 428  
 Shvelashvili A. E. 344  
 Seperteladze M. P. 640  
 Sikharulidze D. I. 336  
 Sikharulidze T. D. 648  
 Skurigina I. A. 468  
 Skurigina N. A. 160  
 Smetanyuk V. I. 620  
 Smirnov E. N. 728  
 Sobotovich E. V. 340  
 Sulaberidze T. G. 316  
 Suvorov N. N. 363, 612  
  
 Tabatadze P. V. 384  
 Tabatadze E. S. 400  
 Taktakishvili I. G. 195, 500  
 Tavartkiladze Z. S. 672  
 Tediashvili Kh. A. 376  
 Tevzadze G. D. 40  
 Tkachenko I. G. 664  
 Tkemaladze M. T. 636  
 Tkhelidze P. A. 152, 456

- Toidze Sh. S. 180  
Trapaidze M. V. 363  
Tsagareli E. A. 631  
Tsagareli Z. G. 180  
Tsai A. A. 656  
Tsakadze J. S. 59, 588  
Tsereteli R. I. 672  
Tsilosani Z. N. 432  
Tsintsadze G. V. 148  
Tsiskaridze M. A. 748  
Tsitsishvili G. V. 624  
Tulashvili E. V. 328  
Tvalchrelidze A. G. 380  
Tynianski N. T. 32  
Urushadze T. F. 684
- Uznadze-Mchedlishvili K.I.  
732
- Vadachkoria G. V. 420, 676  
Vardzelashvili N. S. 340  
Varsimashvili E. V. 88,  
368  
Vasha'omidze A. P. 668  
Vashakidze R. M. 344  
Vekua A. K. 744  
Vepkhvadze L. K. 460  
Vinnikov I. L. 200  
Vintaikin E. Z. 332  
Voloshina I. V. 728
- Yavich P. A. 628
- Zaalishvili E. A. 715  
Zakaraia N. T. 748  
Zamtaradze G. K. 132  
Zautashvili M. I. 176  
Zelentsov V. V. 148  
Zenkovich V. P. 79  
Zhordania S. D. 216  
Zhorzholadze T. K. 140  
Zhukovin V. E. 44  
Zurabashvili Zur. A. 192  
Zurebiani B. G. 124  
Zviadadze G. N. 104, 400  
Zviadauri V. S. 116, 416

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других учёных, 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 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. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном



листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут 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 печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.



## ა ბ ტ ო რ თ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ 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. როცა ავტორი წესი, აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. 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“ გამოქვეყნდეს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცხები მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სისტემაში 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 დებულობს 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 წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წინადატის 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწვებულებას 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 გაუყუთდეს კალგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემკირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და



ხაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეღნიშნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებზე (ინდექსები და ზარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მეღნიშნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენეთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს საღ მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წაასეთხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არა უმეტეს 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, კუტუზოვის 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.