

29
988



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

აოაგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 130 том

№ 3

ივნისი 1988 ИЮНЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



524 p. 13
1988 №3
VI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

116

ტომი 130 TOM

№ 3

ივნისი 1988 ИЮНЬ



ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალავაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. ს. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თავბელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სეხნიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჭიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андрионикашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамквелидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуння (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехниашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харაдзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადეცა ასაწყობად 26.5.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 1.8.1988; შეკვ. № 1809; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქალაქის ზომა 70×108¹/₁₆; ფიზიკური ფურცელი 14; საბარათის-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 00617; ტირაჟი 1350; ფასი 1 მან. 90 კპ.

Сдано в набор 26.5.1988; подписано к печати 1.8.1988; зак. № 1809; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108¹/₁₆; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 00617; тираж 1350; цена 1 руб. 90 коп.

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუშოვის ქ., 19
Типография АН Грузинской ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19
გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუშოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*ბ. კო ს ტ ა ვ ა. ორგანოზომილებიანი პუასონის პროცესისათვის გადაგვარების ამოცანა	468
*ი. გუ ბ ე ლ ა ძ ე. მონოიდური ალგებრების „კლასიკური“ ალგებრული K-თეორიის შესახებ	471
*თ. გ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი. ლის ალგებრათა წარმოდგენების პროექტირება	476
*გ. ტ ა ბ ა ტ ა ძ ე. სრული, შემოსაზღვრული სისტემების მიმართ ფურიეს მწკრივების აბსოლუტური კრებადობა	479
*გ. გ ი ო რ გ ო ბ ი ა ნ ი. p-ნორმირებულ სივრცეში პირობით კრებადი მწკრივის ჯამთა სიმრავლის სტრუქტურა	485
*ა. რ ა ბ ი მ ო ვ ი. ერთი სინგულარული სასაზღვრო ამოცანის შესახებ მეორე რიგის არაწრფივ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის	487
*მ. მ ი მ ი ნ ო შ ვ ი ლ ი. ალექსანდროვ — ჩეხის ტიპის პოპოლოგიები რგოლთა კ-ტეგორიაზე	492

მექანიკა

*ზ. შ ა ნ ი ძ ე. ელიფსური კვეთის მქონე ერთგვაროვანე ანიზოტროპული ლეროს გრეზისა და ლუნვის ფუნქციების განსაზღვრა	496
--	-----

მათემატიკური ფიზიკა

*ი. ბ ო ქ ო ლ ი შ ვ ი ლ ი, გ. მ ა ლ ი ნ ე ე კ ი. ტოპოლოგიის მდგრადი ციკლების ცვლილებების შესახებ მახვილი წვეროს მქონე ერთგანზომილებიან ასახვებში	500
*მ. კ ო კ ა ი ა. ზოგიერთი არაწრფივი კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლების უმაღლესი ანალოგების შესახებ	504

დრეპალოგის თეორია

*ლ. დ ო ბ ო რ ჯ გ ი ნ ი ძ ე. დრეკალობის არაწრფივი თეორიის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა ნახევარსიბრტყისათვის	508
*ნ. შ ა ვ ლ ა ყ ა ძ ე. დრეკადი იზოტროპული ნახევარსიბრტყე, რომელიც გამაგრებულია ცვლადი განივკვეთის მქონე სასრული ლეროთი	512

კიბერნეტიკა

*რ. მ ი თ ა ი შ ვ ი ლ ი, ე. კ ე ც ტ ა შ ვ ი ლ ი. საგზაო მოძრაობის ინტენსიურობის მოდელირების შესახებ	516
---	-----

ფიზიკა

*მ. ბ ე გ ი ა შ ვ ი ლ ი, მ. კ ვ ი მ ს ა ძ ე, ო. ჭ ა ვ ჭ ა ნ ი ძ ე. განივი ზედაპირული ტალღები დიელექტრიკისა და ნახევარგამტარის გამყოფ საზღვარზე	519
*გ. ბ ე გ ი ა შ ვ ი ლ ი, ა. გ ა ბ ა შ ვ ი ლ ი, ო. ჭ ა ვ ჭ ა ნ ი ძ ე. ზედაპირული ელექტრომაგნიტური ტალღები იონური დიელექტრიკისა და ნახევარგამტარის გამყოფ საზღვარზე	523

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. წარკ. მარტული
სა. საბ. რესპუბლ.

- *ე. სიხარულიძე, გ. სურმავეა, გ. სიხარულიძე. მყარი ხსნარების ტარებლობის ზონის სტრუქტურის შესახებ 528
- *ე. ქუთელია, ბ. კერვალიშვილი, თ. ძიგრაშვილი, რ. დეკანო-სიძე, ნ. მაისურაძე, რ. იურჩენკო. ამორფული ელემენტარული ბორის ულტრადისპერსული ნაწილაკების აღნაგობისა და კრისტალიზაციის გამოკვლევა 532
- *ბ. ბერულავა, ნ. კეკელიძე, თ. სანაძე, გ. ცინცაძე, მ. ჭუბაბ-რია. Y-Ba-Cu-O სისტემის ნორმალური და ზეგამტარი ფაზების ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსი 535
- *ფ. ბოგდანოვი, გ. ქევეანიშვილი, გ. ქეკელია. H_{10} ტალღის გაბნევა დიექტრიული ღერობის სისტემაზე სწორკუთხა ტალღამტარში 539
- *რ. ქანთარია, ნ. კეკელიძე, ა. ივანიშვილი. ასიმეტრიული ინვერსიული ფენის შემცველ ჰეტეროგენულ სტრუქტურებში დენის არაძირითადი მატარებლების გადატანა 543

გიოფიზიკა

- *კ. თავართქილაძე, ა. კუზენკოვი. კავკასიის ხეობებში ყინულის წარმოქმნის ფენომენოლოგიური მოდელი ზაფხულის პერიოდში 548

ზოგადი და არამრგანული ქიმია

- *ზ. მგალობლიშვილი, ც. ხუხუნია, ე. გვახარია, თ. გვახარია, ი. საბინ-გუსი, რ. გიგაური, ლ. დოლიძე. ტეტრაარტილარსონიუმის ბრომიდების სინთეზი და ოქროს (I) იოდიდთან კომპლექსწარმოქმნა 549
- *რ. გიგაური, ნ. გურგენიძე, ე. ვაჩანაძე, ნ. გიგაური. ზოგიერთ წარმოების ნარჩენში დარიშხანის არსებობის ძირითადი ფორმების შესახებ 555

მრგანული ქიმია

- *ც. კაკულია, ლ. ხანანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ცომაია, ი. ნოვიკოვი. მ. ვოლპინი (სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). სტიროლის პოლიმერიზაცია, ინიცირებული მეტალთა ქლორიდებთან გრაფიტის ფენოვანი ნაერთებით 559
- *რ. გახოკიძე, ლ. ბედუქაძე, მ. ლაბარტყავა. D-გლუკოზის ნაწარმებისა და 5-0-აქტილ-ნ-ბრომ-6-დეზოქსი-L-ასკორბინის შევას კონდენსაცია 563
- *ზ. ჯაფარიძე, მ. ბასილაძე, მ. ლალიაშვილი, შ. სამსონია. ინდოლის შემცველი ახალი 1,3,4-ოქსადიაზოლების სინთეზი და კვლევა 568

ფიზიკური ქიმია

- *დ. ხუროშვილი, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. პელმენოვიჩოვი, გ. ჟიდომიროვი, ა. ხვოლესი, მ. კანდელაკი, ლ. რუდა. ბორალტების ბრენსტედული მეავურობა 572
- *ც. გაბელია, ა. ბაცანაძე, ე. კობახიძე, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). Fe (II)-ფრუქტოზისა და Fe (II)-გლუკურონმეავას აღსორბცია გამდიდრებულ ასკანგელზე 575

ქიმიური ტექნოლოგია

- *ო. მოდეზაძე, რ. ტატულოვი, მ. თალაკვაძე. ვაკუუმურად მედეგი კორბუსი სინათლის ნახევარგამტარული გარდამქმნელებისათვის 580

გიოლოგია

*დ. ვახანია, დ. პაპაევა, ე. ვახანია. საქართველოს ტექტონიკურ განვითარებაში ბათური ოროფაზისის მნიშვნელობის შესახებ 583

ლითოლოგია

*ლ. ჩომახიძე. ცაგერის რაიონის ბაიოსის პორფირიტულ წყებაზე განვითარებული ძველი გამოფიტვის ქერქის მინერალები 588

მეტალოგია

*ა. კოსტაევა, ზ. მიქაძე. პლასტიკურობის პირობების შესახებ ფოლადებისა და შენადნობებისათვის მაღალი წნევების ზემოქმედებისას 592

მანქანათმშობლობა

*ე. გაბეჩაევა. შიგაწვის ძრავას ეკონომიკურობის ამალღების შესაძლებლობათა კვლევა, მისი პარამეტრების ოპტიმალური რეგულირების გზით 596

*ბ. ცირეკიძე, მ. ფერაძე. მაკომპლექტებული ნაკეთობის ტექნიკური რესურსის შეფასება თანმიმდევრობითი ანალიზის მეთოდის საფუძველზე 600

ჰიდროტექნიკა

*ე. ლიატხერი, ნ. გვაზაევა, ი. შპოლიანსკი. ოროთოგონალური ენერგოაგრეგატის მათემატიკური მოდელი 604

ატმოსფერული გარემო და გამომთვლითი ტექნიკა

*ლ. იმნაიშვილი. გამოთვლითი მოწყობილობების სტრუქტურული ინტეგრაციის ხარისხის გაზრდის საკითხისათვის 608

გენეტიკა და სელექცია

*ზ. იაკობაშვილი, პ. ნასყიდაშვილი, ე. მეტაკოვსკი, ა. სოზინოვი. *Triticum macha Dek. et Men.*-ის გლიადინის პოლიმორფიზმის გამოკვლევა 612

ბიოქიმია

*ი. მიქაძე, ც. თურმანიძე, მ. ბენდიანიშვილი, ა. კარსაკევიჩი, გ. კვესიტაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). იმობილიზებული სტაფილოკოკური გიალურონიდაზის თვისებები 616

*ნ. გიუნაშვილი. ლობოს ფესვებისა და ფოთლების ინტაქტური ქსოვილების ნიტრატრედუქტაზას აქტივობის განსაზღვრა ალკოჰოლის შემცველ ბუფერში 619

*მ. გომართელი, ა. შკოლნი, ა. წერეთელი. *Penicillium canescens*-შტამის 20171 β-გალაქტოზიდაზის იმობილიზაცია სილიკატურ მატარებლებზე 624

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

*ნ. ფორაქიშვილი, ნ. კვიციანი, ნ. ამალღობელი, ქ. შელეგია. დონორთა იმუნური სისტემის T_H -B-გოლის პროლიფერატიული აქტიურობის დონისა და დროითი დამოკიდებულება ლაქონოსის მიტოგენის პასუხად 627

ექსპერიმენტული მედიცინა

- *კ. ვირსალაძე, თ. კოდუა, ზ. ბერიშვილი, ხ. ციციშვილი.
 წყლულოვანი დაავადების პათოგენზის საკითხისათვის 632
- *გ. მვალაბლიშვილი. ხანის ათვისებიანი სიმსივნეების სამხარეო გავრცე-
 ლება საქართველოში 636
- *რ. ვეფხვაძე, ა. სეფიაშვილი, ქ. ბარდაძე, დ. ცნობილაძე,
 რ. ხომერჩიკი, გ. კველიშვილი, ჯ. ბენიაშვილი. ინდუცირე-
 ბული რაბდომიობლასტომების განვითარების დინამიკის თერმოვიზიური და-
 ხასიათება 639
- *ო. ხარძეიშვილი. სასიკვდილო სისხლდაკარგვის შემდგომი პოსტრენიმაციული
 ენტეროგენული ტოქსემიის შესახებ ცხოველებში 644
- *ლ. ალადაშვილი, ს. ქუქიშვილი, ე. ლორთქიფანიძე. მონაცემები
 საქართველოში დისლაზიური კოქსართროზის პროგნოზირებისათვის 648
- *ყ. ფალავა, ი. მინევეი, ა. ფალავა, თ. ალაშვილი. ლაზეროთერაპიის
 ზეგავლენა ორგანიზმის ადაპტაციურ-შეგუებლობით შესაძლებლობებზე 652

ფილოლოგია

- ქ. კიკვიძე. „ზიდის“ („დედის ძმისა“ და „მამის ძმის“) აღმნიშვნელი ტერმინები
 სპარსულში 653

ისტორია

- *ე. ასტახიშვილი. bit Qurizati ტერმინის ინტერპრეტაციისათვის ნუზის
 არქივის HSS 16.452 ტექსტის მიხედვით 659

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Б. А. Костава. Задача о разорении для двумерного пуассоновского процесса	465
И. Дж. Губеладзе. О «классической» алгебраической K -теории моноидных алгебр	469
Т. М. Гелашвили. Проектирование представлений алгебр Ли	473
Г. З. Табатадзе. Абсолютная сходимость рядов Фурье по полным ограниченным системам	477
Г. Д. Гноргобиани. Структура множества сумм условно сходящегося ряда в r -нормированном пространстве	481
А. С. Рабимов. Об одной сингулярной краевой задаче для систем нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка	485
М. Р. Миминошвили. Гомологии типа Александра—Чеха коммутативных колец	489

МЕХАНИКА

З. Г. Шанидзе. Определение функций кручения и изгиба однородного анизотропного бруса эллиптического сечения	493
---	-----

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. Об изменении топологии устойчивых циклов в одномерных отображениях с острой вершиной	497
М. В. Кокая. О высших аналогах некоторых нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных	501

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. Доборджгинидзе. Решение некоторых граничных задач нелинейной теории упругости для полуплоскости	505
Н. Н. Шавлакадзе. Упругая изотропная полуплоскость, подкрепленная конечным стержнем переменного сечения	509

КИБЕРНЕТИКА

Р. Л. Митаишвили, Е. Н. Квиташвили. О моделировании интенсивности дорожного движения	513
--	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ФИЗИКА

- М. А. Бегнашвили, М. В. Квимсадзе, О. Н. Чавчапидзе. Поперечные поверхностные волны на границе раздела диэлектрик-полупроводник 517
- Г. А. Бегнашвили, А. А. Габашвили, О. Н. Чавчапидзе. Поверхностные электромагнитные волны на границе раздела ионный диэлектрик-полупроводник 521
- Е. И. Сихарулидзе, Г. Г. Сурмава, Г. А. Сихарулидзе. О структуре зоны проводимости твердых растворов InGaAs 525
- Э. Р. Кутелия, П. Д. Кервалишвили, Т. А. Дзиграшвили, Р. Н. Деканосидзе, Н. И. Майсурадзе, Р. Я. Юречко. Исследование строения и кристаллизации ультрадисперсных частиц аморфного элементарного бора 529
- Б. Г. Берилава, Н. П. Кекелидзе, Т. И. Санадзе (член-корреспондент АН ГССР), Г. А. Цинцадзе, М. Я. Чубабрия. Электронный парамагнитный резонанс нормальной и сверхпроводящей фаз системы Y-Ba-Cu-O 533
- Ф. Г. Богданов, Г. Ш. Кеванишвили, Г. В. Кекелия. Рассеяние волны H_{10} на системе диэлектрических стержней в прямоугольном волноводе 537
- Р. В. Кантария, Н. П. Кекелидзе, А. Н. Иванишвили. Перенос неосновных носителей в асимметричных гетеропереходах с инверсионным слоем 541

ГЕОФИЗИКА

- К. А. Таварткиладзе, А. Ф. Кузенков. Феноменологическая модель образования льда в ущельях Кавказа в летний период 545

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- З. И. Мгалоблишвили, Ц. В. Хухуня, В. Г. Гвахария, Т. А. Гвахария, И. А. Сабин-Гусс, Р. Д. Гигаури, Л. Ш. Долидзе. Синтез бромидов тетраариларсониев и комплексообразование с йодидом золота (I) 549
- Р. Д. Гигаури, Н. И. Гургенидзе, Е. С. Вачнадзе, И. Ш. Гигаури. Об основных формах нахождения мышьяка в некоторых отходах производства 553

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ц. В. Какулия, Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. Цомая, Ю. Н. Новиков, М. Е. Вольпин (член-корреспондент АН СССР). Полимеризация стирола, инициируемая слоистыми соединениями графита с хлоридами металлов 557
- Р. А. Гахокидзе, Л. И. Бедукадзе, М. О. Лабарткава. Конденсация производных D-глюкозы с 5-0-ацетил-6-бром-6-дезоксид-L-аскорбиновой кислотой 561

3. Ш. Джанаридзе, М. Н. Басиладзе, М. Г. Лалишвили, Ш. А. Самсония. Синтез и исследование новых индолсодержащих 1,3,4-оксадиазолов

565

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Д. В. Хурошвили, Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), А. Г. Пельменщиков, Г. М. Жидомиров, А. Р. Хволес, М. Н. Канделаки, Л. Г. Руда. Бренстедовская кислотность боралитов
- Ц. С. Габелиа, А. Л. Бацанадзе, Е. И. Кобахидзе, Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР). Адсорбция Fe(II)-фруктозы и Fe(II)-глюкуроновой кислоты на обогащенном аскангеле

569

573

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- О. Е. Модебадзе, Р. А. Татулов, М. В. Талаквадзе. Вакуумно-плотный корпус для полупроводниковых преобразователей света

577

ГЕОЛОГИЯ

- Д. Е. Вахания, Д. Ю. Папава, Е. К. Вахания. О значении батской орофазы в тектоническом развитии Грузии

581

ЛИТОЛОГИЯ

- Л. И. Чомахидзе. Минералы древней коры выветривания, развитой на байосской порфиритовой свите Цагерского района

585

МЕТАЛЛУРГИЯ

- А. А. Костава, З. А. Микадзе. Об условии пластичности для сталей и сплавов при высоких гидростатических давлениях

589

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Э. Ш. Габечава. Исследование возможностей повышения экономичности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) путем оптимального регулирования их параметров

593

- Г. Г. Цирекидзе, М. А. Перадзе. Оценка технического ресурса комплектующего изделия (КИ) на основе метода последовательного анализа (МПА)

597

ГИДРОТЕХНИКА

- В. М. Лятхер, Н. Г. Гвазава, Ю. Б. Шполянский. Математическая модель ортогональных энергоагрегатов

601

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Л. Ш. Имнашвили. К вопросу увеличения степени структурной интеграции вычислительных устройств

605

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

3. А. Якобашвили, П. П. Наскидашвили, Е. В. Метаковский, А. А. Созинов. Исследование полиморфизма глиадина у *Triticum macha* Dek. et Men. 609

БИОХИМИЯ

- Ю. С. Миканадзе, Ц. С. Турманидзе, М. В. Бендианишвили, А. С. Карсакевич, Г. И. Квеситадзе (член-корреспондент АН ГССР). Свойства иммобилизованной стафилококковой глалуронидазы 613
- Н. Дж. Гиунашвили. Определение активности нитратредуктазы intactных тканей корней и листьев фасоли в буфере, содержащем алкоголь 617
- М. М. Гомартели, А. Т. Школьный, А. К. Церетели. Иммобилизация β -галактозидазы *Penicillium canescens* шт. 20171 на силикатных носителях 621

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Н. З. Поракишвили, Н. Г. Квирквелия, Н. Н. Амаглобели, К. Т. Шелегия. Дозовая и временная зависимость пролиферативной активности T_h -В-звена иммунной системы доноров в ответ на митоген лаконоса 625

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- К. С. Вирсаладзе, Т. Э. Кодуа, З. Л. Беришвили, Х. Ш. Цициашвили. К вопросу патогенеза язвенной болезни 629
- Г. Н. Мгалоблишвили. Краевые особенности распространения злокачественных опухолей глотки в Грузинской ССР 633
- Р. Я. Вепхвадзе, А. О. Сепиашвили, К. И. Бардадзе, Д. Г. Цнобиладзе, Р. В. Хомерики, Г. О. Кевлишвили, Д. Ш. Бенишвили. Тепловизионная характеристика динамики развития индуцированных рабдомиобластом 637
- О. М. Хардзеишвили. О постреанимационной энтерогенной токсемии у животных, оживленных после смертельной кровопотери 641
- Л. Т. Аладашвили, С. А. Кукишвили, Э. Ф. Лордкипанидзе. Данные к прогнозированию диспластического коксартроза в Грузии 645
- К. И. Пагава, И. Ф. Минеев, А. В. Пагава, Т. О. Алашвили. Влияние лазеротерапии на адаптационно-приспособительные возможности организма 649

ФИЛОЛОГИЯ

- * К. И. Киквидзе. Термины, обозначающие «дядю» («брат матери», брат отца) в персидском языке 655

ИСТОРИЯ

- Э. К. Астахшвили. К интерпретации термина *bīd ħurizāti* согласно тексту HSS 16.452 архива Нузи 657

C O N T E N T S

MATHEMATICS

B. A. Kostava. On some limit distributions for the Poisson processes	468
I. J. Gubeladze. On the "classical" algebraic K -theory of monoid algebras	471
T. M. Gelashvili. Projections of the Lie algebras representations	476
G. Z. Tabatadze. On absolute convergence of the Fourier series with respect to complete bounded systems	479
G. D. Giorgobiani. The structure of a set of sums of conditionally convergent series in p -normed space	484
A. S. Rabimov. On a singular boundary value problem for systems of second-order nonlinear ordinary differential equations	488
M. R. Mimoshvili. Alexandroff-Čech-type homologies of commutative rings	492

MECHANICS

Z. G. Shanidze. The definition of torsion and bending functions of a homogeneous anisotropic rod with elliptical cross-section	496
--	-----

MATHEMATICAL PHYSICS

I. B. Bokelishvili, G. G. Malinetsky. On changes of stable cycle topology in one-dimensional mappings with a sharp vertex	500
M. V. Kokaia. On higher analogues of some nonlinear differential equations in partial derivatives	504

THEORY OF ELASTICITY

L. G. Dობორჯინიძე. Solution of some boundary-value problems of the non-linear theory of elasticity for a half-plane	508
N. N. Shavla kadze. Elastic isotropic half-plane strengthened by a finite stringer of variable cross-section	512

CYBERNETICS

R. L. Mitaishvili, E. N. Kvitashvili. On simulating the traffic volume	516
--	-----

PHYSICS

M. A. Begiashvili, M. V. Kvimsadze, O. N. Chavchanidze. Longitudinal surface waves on the dielectric-semiconductor interface	520
G. A. Begiashvili, A. A. Gabashvili, O. N. Chavchanidze. Surface electromagnetic waves on the ionic dielectric-semiconductor interface	524
E. I. Sikharulidze, G. G. Surmava, G. A. Sikharulidze. On the structure of solid solutions conductivity zone of InGaAs	528
E. R. Kutelia, P. D. Kervalishvili, T. A. Dzigrashvili, R. N. Dekanosidze, N. I. Maisuradze, R. Ya. Yurechko. Investigation of morphology and crystallization of small particles of elementary boron	532

- B. G. Berulava, N. P. Kekelidze, T. I. Sanadze, G. A. Tsintsadze, M. Ya. Chubabria. Electron paramagnetic resonance of the normal and superconducting phases of the Y-Ba-Cu-O system 535
- F. G. Bogdanov, G. Sh. Kevanishvili, G. V. Kekelia. Scattering of the electromagnetic wave H_{10} under the dielectric cylinders in the rectangular waveguide 540
- R. V. Kantaria, N. P. Kekelidze, A. N. Ivanishvili. Transfer of minority carriers in asymmetric heterojunctions with inversion layer 544

GEOPHYSICS

- K. A. Tavartkiladze, A. F. Kuzenkov. A phenomenological model of ice formation of some gorges of the Caucasus in summertime 548

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- Z. I. Mgaloblishvili, Ts. V. Khukhunia, V. G. Gvakharia, T. A. Gvakharia, I. A. Sabin-Guss, R. D. Gigauri, L. Sh. Dolidze. Synthesis of tetraarylarsonium bromides and their complexformation with gold (I) iodide 552
- R. D. Gigauri, N. J. Gurgenidze, E. S. Vachnadze, N. Sh. Gigauri. On principal forms of arsenic occurrence in industrial waste 556

ORGANIC CHEMISTRY

- Ts. V. Kakulia, L. M. Khananashvili, N. I. Tsomaya, Yu. N. Novikov, M. E. Vol'pin. Polymerization of styrene in the presence of graphite lamellar compounds with metallic chlorides 559
- R. A. Gakhokidze, L. I. Bedukadze, M. O. Labartkava. The condensation of derivatives, of D-glucose with 5-O-acetyl-6-bromo-6-deoxy-L-ascorbic acid 563
- Z. Sh. Japaridze, M. N. Basiladze, M. G. Laliashvili, Sh. A. Samsonia. Synthesis and study of new indolyl-containing 1, 3, 4-oxadiazoles 568

PHYSICAL CHEMISTRY

- D. V. Khuroshvili, G. V. Tsitsishvili, A. G. Pelmenchikov, G. M. Zhidomirov, A. R. Khvoles, M. N. Kandelaki, L. G. Ruda. Brönsted acidity of borallites 572
- Ts. S. Gabelia, A. L. Batsanadze, E. I. Kobakhidze, T. G. Andronikashvili. Adsorption of Fe (II)-fructose and Fe (II)-glucuronic acid on enriched askangel 576

CHEMICAL TECHNOLOGY

- O. E. Modebadze, R. A. Tatulov, M. V. Talakvadze. Vacuum-tight casing for semiconductor light transformer 580

GEOLOGY

- D. E. Vakhania, D. Yu. Papava, E. K. Vakhania. The significance of the Bathian orophase in tectonic development, of Georgia 584

LITHOLOGY

- L. I. Chomakhidze. Minerals of the old crust of weathering developing on the Bajocian porphyritic suite of the Tsageri district 588

METALLURGY

- A. A. Kostava, Z. K. Mikadze. Control of limiting state plasticity for steel and alloys on exposure to high pressure 592

MACHINE BUILDING SCIENCE

- E. Sh. Gabechava. On the feasibility of increasing the economical operation of internal combustion engine through the optimal adjustment of its parameters 596
- G. G. Tsirekidze, M. A. Peradze. Estimation of a completing product's service life on the basis of the sequential analysis method 600

HYDRAULIC ENGINEERING

- V. M. Lyatkher, N. G. Gvazava, Y. B. Shpolyansky. A mathematical model of orthogonal energosystems 604

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- L. Sh. Imnaishvili. Towards the extension of the structural integration degree of computing devices 608

GENETICS AND SELECTION

- Z. A. Iakobashvili, P. P. Naskidashvili, E. V. Metakovsky, A. A. Sozinov. Investigation of gliadin polymorphism in *Triticum macha* Dek. et Men. 612

BIOCHEMISTRY

- Yu. S. Mikanadze, Ts. S. Turmanidze, M. V. Bendianishvili, A. S. Karsakevich, G. I. Kvesitadze. Properties of immobilized staphylococcal hyaluronidase 616
- N. J. Giunashvili. Estimation of nitrate reductase activity in intact tissues of bean roots and leaves in the alcohol-containing buffer 619
- M. M. Gomarteli, A. T. Shkolny, A. K. Tsereteli. Immobilization of β -galactosidase from the strain *Penicillium canescens* 20171 on silica carriers 624

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- N. Z. Porakishvili, N. G. Kvirkvelia, N. N. Amaglobeli, K. T. Shelegia. Dose and time dependence of T_h -B cellular proliferation in response to the pokeweed mitogen (PWM) in donors 628

EXPERIMENTAL MEDICINE

- K. S. Virsaladze, T. E. Kodua, Z. L. Berishvili, Kh. Sh. Tsitsiaishvili. To the problem of pathogenesis in peptic ulcer 632

- G. N. Mgaloblishvili. Marginal peculiarities of pharynx tumors distribution in the Georgian SSR 636
- R. Ya. Ve'pkhvadze, A. O. Sepiashvili, K. I. Bardadze, D. G. Tsnobiladze, R. V. Khomeriki, G. O. Kevlishvili, D. Sh. Beniashvili. Thermovisual characteristics of induced rhabdomyoblastoma dynamics 639
- O. M. Khardzeishvili. On the problem of postresuscitational enterogenous toxemia in animals reanimated following the fatal hemorrhage 644
- L. T. Aladashvili, S. A. Kukishvili, E. F. Lortkipanidze. Data to predict displastic coxarthrosis in Georgia 648
- K. I. Phaghava, I. F. mineev, A. V. Phaghava, T. O. Alashvili. The effect of laser therapy on adaptational potentialities of the organism 652

PHILOLOGY

- K. Ts. Kikvidze. The term "uncle" (mother's brother, father's brother) in Persian 655

HISTORY

- E. K. Astakhishvili. For the interpretation of the term bit hurizāti according to the Nuzi archive's text HSS 16.452 659

Б. А. КОСТАВА

ЗАДАЧА О РАЗОРЕНИИ ДЛЯ ДВУМЕРНОГО
 ПУАССОНОВСКОГО ПРОЦЕССА

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 13.3.1987)

Пусть (ξ_t, η_t) — однородный двумерный стохастически непрерывный пуассоновский процесс с независимыми приращениями с кумулянтной

$$K(s, p) = \frac{1}{t} \log M e^{s\xi_t + ip\eta_t} =$$

$$= as + ibp + c \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} F(dx_1, dx_2) (e^{sx_1 + ipx_2} - 1),$$

где $\text{Re } s \leq 0, a > 0, c > 0, F(dx_1, dx_2)$ — распределение скачков.

Обозначим $\zeta^T = \inf \{t : \xi_t \notin (0, T)\}$ — момент первого выхода процесса ξ_t из открытого интервала $(0, T)$; M_x — условное математическое ожидание при условии $\xi_0 = x, \eta_0 = 0$;

$$\mu_{\xi} = M(\zeta_1 - \zeta_0) = a + c \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u F(du, dv),$$

$$\sigma_{\xi}^2 = M(\zeta_1 - \zeta_0)^2 = c \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} u^2 F(du, dv),$$

$$\mu_{\eta} = M(\eta_1 - \eta_0) = b + c \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} v F(du, dv),$$

$$\sigma_{\eta}^2 = M(\eta_1 - \eta_0)^2 = c \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} v^2 F(du, dv).$$

В [1] показано, что

$$M_x(e^{-\lambda \zeta^T} e^{ip\eta_{\zeta^T}}, \zeta^T = T) = \frac{R_{\lambda}(x, p)}{R_{\lambda}(T, p)}, \quad (1)$$

где $0 \leq x \leq T, \lambda \geq 0$, а функция $R_{\lambda}(x, p)$ определяется своим преобразованием Лапласа

$$\int_0^{\infty} e^{-sx} R_{\lambda}(x, p) dx = \frac{1}{K(s, p) - \lambda}$$

(для достаточно больших $s > 0$).

Рассмотрим поведение левой части (1) при $T \rightarrow \infty$ в предположении, что $M(\xi_1 - \xi_0) = 0$, $0 < \sigma_{\xi}^2 = M(\xi_1 - \xi_0)^2 < \infty$.

Обозначим $\mu_{\eta} = b + \int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} x_2 F(dx_1, dx_2)$, предполагая, что этот

интеграл существует.

Лемма 1. Пусть $\mu_{\eta} \neq 0$. Тогда

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} R_{\lambda} \left(x, \frac{p}{x^2} \right) = \frac{a}{\sigma} \frac{\exp \left\{ \frac{\sqrt{2} \lambda - i p \mu_{\eta}}{\sigma_{\xi}} \right\} - \exp \left\{ \frac{\sqrt{2} (\lambda - i p \mu_{\eta})}{\sigma_{\xi}} \right\}}{\sqrt{2} (\lambda - i p \mu_{\eta})}.$$

Доказательство. Воспользовавшись представлением [1]

$$R_{\lambda}(x, p) = \int_0^x e^{(x-y)L(\lambda, p)} dH_{\lambda, p}(y), \quad (2)$$

где $L(\lambda, p)$ — единственный корень уравнения $K(L(\lambda, p), p) = \lambda$ с положительной вещественной частью, $H_{\lambda, p}(y)$ — то же, что и в [2]. Там же в [2] отмечено, что для любой монотонной ограниченной интегрируемой функции

$$\int_0^x f(x-y) dH_{\lambda, p}(y) \rightarrow \frac{2a}{\sigma_{\xi}^2} e^{-2a\omega/\sigma_{\xi}^2} \int_0^{\infty} f(y) dy,$$

если x, λ, p изменяются таким образом, что $x \rightarrow \infty$, $\lambda, p \rightarrow 0$, $x \frac{\lambda - K(0, p)}{aL(\lambda, p)} \rightarrow \omega$.

Отсюда легко следует, что в тех же условиях

$$\frac{1}{x} H_{\lambda, p}(x) \rightarrow \frac{1 - e^{-2a\omega/\sigma_{\xi}^2}}{\omega}. \quad (3)$$

Из разложения $K(s, p) \sim \frac{1}{2} \sigma_{\xi}^2 s^2 + i p \mu_{\eta}$, ($s, p \rightarrow 0$) находим

$$xL \left(\frac{\lambda}{x^2}, \frac{p}{x^2} \right) \xrightarrow{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{2} (\lambda - i p \mu_{\eta})}{\sigma_{\xi}} = \frac{2a\omega}{\sigma_{\xi}},$$

$$x \frac{\frac{\lambda}{x^2} - K \left(0, \frac{p}{x^2} \right)}{aL \left(\frac{\lambda}{x^2}, \frac{p}{x^2} \right)} \xrightarrow{x \rightarrow \infty} \frac{\sigma}{a \sqrt{2}} \sqrt{\lambda - i p \mu_{\eta}} = \omega.$$

Отсюда и из (2), (3) после несложных преобразований следует утверждение леммы.

Из леммы 1 и из формулы (1) уже совершенно очевидно вытекает следующее:

Теорема 1. Если $\mu_\eta \neq 0$, то

$$M_x \exp \{ -\lambda \zeta_{T/T^2} e^{i p \eta_{\xi T/T^2}} \} \xi_{\xi T=T} \rightarrow_{x, T \rightarrow \infty} \frac{x}{T} - \alpha$$

$$\rightarrow \frac{\text{sh} \left(\frac{\alpha \sqrt{2\lambda - i\mu_\eta p}}{\sigma_\xi} \right)}{\text{sh} \left(\frac{\sqrt{2\lambda - i\mu_\eta p}}{\sigma_\xi} \right)},$$

где

$$\text{sh } t = \frac{e^t - e^{-t}}{2}.$$

Рассмотрим теперь случай $\mu_\eta = 0$, $0 < \sigma_\eta^2 = M(\eta_1 - \eta_0)^2 < \infty$. Соотношение (3) сохраняет силу и в этой ситуации. Изменяется только асимптотика $L(\lambda, p)$. Действительно, в этом случае

$$K(s, p) \sim \frac{1}{2} \sigma_\xi^2 s^2 - i r \sigma_\xi \sigma_\eta s p - \frac{1}{2} \sigma_\eta^2 p^2 \text{ при } s, p \rightarrow 0,$$

где

$$r = \frac{\int_{-\infty}^0 \int_{-\infty}^{\infty} x_1 x_2 F(dx_1, dx_2)}{\sigma_\xi \sigma_\eta}.$$

Отсюда

$$\lim_{x \rightarrow \infty} xL \left(\frac{\lambda}{x^2}, \frac{p}{x} \right) = i r \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} p + \frac{\sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}{\sigma_\xi},$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} x \frac{\frac{\lambda}{x^2} - K \left(0, \frac{p}{x} \right)}{aL \left(\frac{\lambda}{x^2}, \frac{p}{x} \right)} = \frac{\sigma_\xi^2}{2a} \left[i r \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} p + \frac{\sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}{\sigma_\xi} \right].$$

Вместе с (2), (3) это показывает, что имеет место

Лемма 2. Если $\mu_\eta = 0$, $\sigma_\eta < \infty$, то

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} R \frac{\lambda}{x^2} \left(x, \frac{p}{x} \right) =$$

$$= \frac{a}{\sigma_\xi} \frac{\exp \left\{ i r \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} p + \frac{\sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}{\sigma_\xi} \right\} - \exp \left\{ -i r \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} p - \frac{\sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}{\sigma_\xi} \right\}}{i r \sigma_\eta p + \sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}.$$

Из леммы 2 и формулы (1) вытекает

Ստի. ներ. յ. մարտի
և. Ն. Ն. Բրնչյան
Հ. Կ. Կ. Կ. Կ. Կ.

Теорема 2. Если $\mu_\eta = 0$, $\sigma_\eta < \infty$, то

$$M_x \exp \left\{ -\lambda_{\xi_T}^2 / T^2 \exp i p \eta_{\xi_T} T / T, \xi_{\xi_T} T = T \right\} \xrightarrow[x/T \rightarrow \alpha]{x, T \rightarrow \infty}$$

$$\frac{\operatorname{sh} \left(\alpha \left[i r \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} p + \frac{\sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}{\sigma_\xi} \right] \right)}{\operatorname{sh} \left(i r \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} p + \frac{\sqrt{2\lambda + (1-r^2)\sigma_\eta^2 p^2}}{\sigma_\xi} \right)},$$

Кутанский политехнический институт

(Поступило 12.4.1987)

მათემატიკა

ბ. კოსტავა

ორგანზომილებიანი პუასონის პროცესისათვის გაღვავების
 ამოცანა

რეზიუმე

განხილულია ზღვართი თეორემები ორგანზომილებიანი პუასონის პროცესისათვის.

MATHEMATICS

B. A. KOSTAVA

ON SOME LIMIT DISTRIBUTIONS FOR THE POISSON PROCESSES

Summary

The limit distributions law for the Poisson process is derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Костава. Сб. «Некоторые вопросы теории случайных процессов». Киев, 1984, 44—72.
2. Б. А. Костава. Автореферат канд. дисс. Киев, 1985.

И. Дж. ГУБЕЛАДZE

О «КЛАССИЧЕСКОЙ» АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ K -ТЕОРИИ МОНОИДНЫХ АЛГЕБР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 20.3.1987)

В настоящей статье для моноидных алгебр приводятся некоторые утверждения о поведении низших K -функторов, являющиеся аналогами известных фактов для полиномиальных расширений (т. е. для моноидных алгебр над свободными моноидами).

Все рассматриваемые моноиды и кольца предполагаются коммутативными, причем для моноидов требуется выполнение условия сокращения. Для полугрупповой алгебры $R[M]$ под однородным идеалом будем подразумевать идеал $I \subset R[M]$ порожденный некоторым подмножеством из M . Наши K -теорные обозначения следуют [1].

Теорема 1. *Для любой области главных идеалов R и любого однородного идеала $I \subset R[M]$, где на моноиде M налагается единственное условие отсутствия нетривиального кручения, группа $SK_0(R[M]/I)$ тривиальна, т. е. $\tilde{K}_0(R[M]/I) \approx Pic(R[M]/I)$.*

Доказательство этой теоремы существенным образом использует главную теорему из [2] и делится на следующие последовательные шаги: с начала рассматривается случай конечно порожденного моноида M без ненулевых обратимых элементов и нулевого идеала $I=0$ (этот случай доказывается многократным применением последовательности Майера—Виеториса, как это было сделано в [2] при дополнительном условии целого расширения), после чего идет доказательство теоремы в случае любого однородного идеала I (M — такой же как и выше) и, наконец, рассматривается общий случай, который оказывается прямым пределом направленной диаграммы над уже рассмотренными объектами.

Несмотря на столь общий результат для функтора Гротендика, прямой K_1 -аналог гипотезы Андерсона (несколько неожиданно) оказывается неверным уже для двумерного случая.

Теорема 2. *Существует нормальный (т. е. конечнопорожденный и целозамкнутый) подмоноид $M \subset \mathbb{Z}^2$ ранга 2, для которого естественное отображение $K_1(\mathbb{Z}) \rightarrow K_1(\mathbb{Z}[M])$ не является изоморфизмом (в качестве кольца коэффициентов можно также брать некоторые конечные поля).*

Доказательство этого утверждения основывается на контрпримеры для «вырезания», построенные Суоном в [3]. Следует заметить, что мы не даем эффективное указание на моноид M с вышеуказанным свойством.

Часть следующего результата (пункты а) и с)) для конечно порожденных свободных моноидов был доказан Ворстом в [4].

Теорема 3. *Пусть $R[M]$ — моноидное кольцо без всяких ограничительных условий над R . Тогда для любого однородного идеала $I \subset R[M]$ выполнение каждого из следующих условий для кольца $R[M]$*

влечет за собой справедливость аналогичного утверждения для факторкольца $R[M]/I$:

- а) все r -порожденные (r —натуральное число) проективные модули свободны,
- б) выполняется условие r -эрмитовости,
- с) $SL_r = E_r$.

Напомним, что моноид M называется полунормальным (см. [2]), если для каждого элемента x из группы частных $K_0(M)$ принадлежность $2x$ и $3x$ моноиду M влечет за собой принадлежность элемента x моноиду M .

Теорема 4. Пусть R —любое нетерово кольцо с конечной размерностью Крулля d и M —полунормальный моноид без нетривиальных элементов кручения, причем $\text{rank}(M)=2$. Тогда с индекса $d+2$ имеется сюръективная K_1 -стабилизация для $R[M]$.

Поскольку $\dim R = d+2$, то указанная теорема на единицу усиливает общую оценку Басса—Васерштейна [5] для сюръективной стабилизации. Заметим также, что при свободности моноида M теорема 4 является следствием результатов Суслина о действии группы GL на множестве унимодулярных векторов в случае полиномиальных расширений [6, гл. 3].

Для любого мультипликативного подмножества $S \subset \mathbb{Z}$ через $(S^{-1}\mathbb{Z})_+$ обозначим аддитивный моноид неотрицательных чисел из кольца $S^{-1}\mathbb{Z}$. Рассмотрим подмоноид $M \subset Q_+^d$ (Q —поле рациональных чисел), для которого: а) при каждом $i \in \overline{1, d}$ имеется изоморфизм $M \cap Q_+ e_i \approx (S_i^{-1}\mathbb{Z})_+$, где $\{e_i\}$ —стандартный базис рационального пространства Q^d , а среди мультипликативных множеств $\{S_i\}$ некоторые $d-1$ представители не являются единичными; б) любой элемент из $Q_+^d \setminus (Q_+ e_1 \cup \dots \cup Q_+ e_d)$ принадлежит моноиду M . Ясно, что за исключением Q_+^d , ни один из вышеуказанных моноидов не является целозамкнутым (хотя они полунормальны). Тем не менее справедлива.

Теорема 5. Пусть R — K_2 -регулярное кольцо, для которого $SK_1(R)=0$. Тогда для любого однородного радикального идеала $I \subset R[M]$ естественное отображение $K_2(R) \rightarrow K_2(R[M]/I)$ является изоморфизмом.

Как и при доказательстве теоремы 1, основным частным случаем является случай нулевого идеала $I=0$.

В заключение приведем теорему, подтверждающую наше предположение из [7].

Теорема 6. Пусть $M \subset \mathbb{Z}_+^d$ —любой моноид Крулля, тогда для групп классов дивизоров имеется изоморфизм

$$\text{Cl}(Q_+ \otimes M) \approx \text{Cl}(M) \otimes Q.$$

O. ზუბელაძე

მონოიდური ალგებრების „კლასიკური“ ალგებრული K -თეორიის
შესახებ

რეზიუმე

იგულისხმება, რომ ყველა განხილული მონოიდი კომუტაციურია და შე-
კვეცადი: ნებისმიერი მთავარ იდეალთა R არისათვის და ნებისმიერი გრუნვი-
საგან თავისუფალი M მონოიდისათვის დადგენილია $SK_0(R[M])$ -ის ტრივიალო-
ბა; თავისუფალი მონოიდებიდან ნებისმიერ მონოიდებამდე განზოგადებულია
ვორსტის შედეგები [4]; 2-რანგის ნახევრადნორმალური M -მონოიდისათვის
გუმჯობესებულია $R[M]$ -ის სიურექციული K_1 — სტაბილიზაციის შეფასება
(R ნოეთერის რგოლია); გარკვეული ნახევრადნორმალური M -მონოიდებისათ-
ვის და K_2 -რეგულარული რგოლისათვის დამტკიცებულია ტოლობა $K_2 R = K_2$
($R[M]$).

MATHEMATICS

I. J. GUBELADZE

ON THE “CLASSICAL” ALGEBRAIC K -THEORY OF MONOID ALGEBRAS

Summary

All monoids are assumed to be commutative and cancellative; for any
PID and any torsion-free monoid M the triviality of $SK_0(R[M])$ is obtained;
Vorst's results ([4]) are generalized from free monoids to arbitrary ones; for
the seminormal monoid M of rank 2 the estimate of the surjective K_1 — sta-
bilization for $R[M]$ is improved (R is noetherian); for some seminormal mo-
noids M and the K_2 — regular ring R the equality $K_2(R) = K_2(R[M])$ is
proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. Bass. Алгебраическая K -теория. М., 1973.
2. И. Дж. Губеладзе. Сообщения АН ГССР, 125, № 2, 1987.
3. R. G. Swan. J. Pure & Appl. Algebra, 1, 1971, 221—252.
4. T. Vorst. Zbl. 504, 13008.
5. Л. Н. Васерштейн. Матем. сб., 79, № 3, 1969.
6. T. Y. Lam. Serre's conjecture. Lect. N. Math., 635, 1978.
7. И. Дж. Губеладзе. Сообщения АН ГССР, 122, № 2, 1986.

Т. М. ГЕЛАШВИЛИ

ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ АЛГЕБР ЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 10.4.1987)

Будем рассматривать алгебры Ли над целостными кольцами.

Пусть L и R — алгебры Ли над кольцом Λ . Будем говорить, что имеем представление (L, R) алгебры Ли, если R гомоморфно отображается в алгебру Ли дифференцированных алгебры L .

Действие элемента $r \in R$, как дифференцирования, на элемент $l \in L$, обозначим через lor .

Для любой алгебры L обозначим символом $S(L)$ решетку ее подалгебр.

Пусть имеем представление (L, R) . Допустим, $P \in S(L)$ и $H \in S(R)$. Очевидно, что (P, H) будет представлением, если P замкнуто относительно действий элементов из H , т. е. H — допустимо. В этом случае говорим, что (P, H) — подпредставление (L, R) и пишем: $(P, H) \subseteq (L, R)$.

Определение 1. Решеткой представления (L, R) назовем решетку, состоящую из всех подпредставлений (L, R) . Обозначим ее через $S(L, R)$.

То, что $S(L, R)$ действительно решетка, легко проверить. Операции пересечения и объединения определены равенствами $(P_1, H_1) \cap (P_2, H_2) = (P_1 \cap P_2, H_1 \cap H_2)$ и $(P_1, H_1) \cup (P_2, H_2) = (P, H_1 \cup H_2)$ где P — наименьшая $H_1 \cup H_2$ — допустимая подалгебра из L , содержащая $P_1 \cup P_2$.

Отношение частичной упорядоченности определено правилом: $P_1, H_1 \subseteq P_2, H_2$, если (P_1, H_1) подпредставление (P_2, H_2) .

Каждому представлению (L, R) — можно сопоставить пару решеток $[S(L), S(R)]$.

Определение 2. Пусть имеем представления (L, R) и (L', R') . Будем говорить, что $[S(L), S(R)]$ и $[S(L'), S(R')]$ изоморфны, если существуют изоморфизмы $\varphi_1: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi_2: S(R) \rightarrow S(R')$.

При том выполняется условие $(P, H) \in S(L, R)$ тогда и только тогда, когда $(P^{\varphi_1}, H^{\varphi_2}) \in S(L', R')$.

Определение 3. Будем говорить, что представления (L, R) и (L', R') решеточно изоморфны, если существует изоморфизм $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ такой, что $(L, O)^\varphi = (L', O)$, или $(O, R)^\varphi = (O, R')$. (эти равенства эквивалентны). φ будем называть решеточным изоморфизмом или проектированием. Проектирования групповых представлений рассмотрены в работах [4, 5].

Очевидно, что решетки $S(L)$ и $S(R)$ вставляются в $S(L, R)$.

Предложение 1. Для решеточной изоморфности представлений (L, R) и (L', R') необходима и достаточна изоморфность $[S(L), S(R)]$ и $[S(L'), S(R')]$.



Если $\varphi_1: S(L) \rightarrow S(L')$ $\varphi_2: S(R) \rightarrow S(R')$ определяют изоморфизм пар $[S(L), S(R)]$ и $[S(L'), S(R')]$, то отображение $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$, определенное равенством $(P, H)^\varphi = (P^{\varphi_1}, H^{\varphi_2})$, будет проектированием.

Если $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ — проектирование, его ограничениями получим проектирования $\varphi_1: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi_2: S(R) \rightarrow S(R')$. Для простоты вместо φ_1 и φ_2 будем писать φ . Значит, можем писать: $(P, H)^\varphi = (P^\varphi, H^\varphi)$.

Λ — алгебра L и Λ' — алгебра L' полулинейно изоморфными называются, когда существуют изоморфизмы колец $g: L \rightarrow L'$ и $h: \Lambda \rightarrow \Lambda'$, такие, что для любых $l \in L, \lambda \in \Lambda$ имеем $(\lambda l)^g = \lambda^h l^g$.

Пара полулинейных изоморфизмов $\psi: L \rightarrow L'$ и $f: R \rightarrow R'$ называется полулинейным изоморфизмом представлений (L, R) и (L', R') , если для любых $l \in L, r \in R$ имеем $(lor)^\psi = l^\psi or^f$.

Определение 4. Пару полулинейных изоморфизмов (ψ, f) назовем полулинейными квазиизоморфизмом представлений, если для любых $l \in L, r \in R$ существует обратимый элемент $\lambda' \in \Lambda'$ такой, что

$$(lor)^\psi = \lambda' (l^\psi or^f).$$

Полулинейный квазиизоморфизм (ψ, f) определяет изоморфизм пар $[S(L), S(R)]$ и $[S(L'), S(R')]$, где проектирования $\varphi_1: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi_2: S(R) \rightarrow S(R')$ порождены полулинейными изоморфизмами ψ и f . Со своей стороны φ_1 и φ_2 определяют проектирование φ , представлений (L, R) и (L', R') . Наконец получаем, что полулинейный квазиизоморфизм (ψ, f) порождает проектирование φ , определенное равенством.

$$(P, H)^\varphi = (P^\psi, H^f).$$

Проектирование порождается также полулинейным изоморфизмом.

Определение 5. Представление (L, R) назовем тривиальным, если для любых $l \in L, r \in R$ имеем $lor = 0$.

В противном случае будем говорить, что (L, R) — нетривиальное представление.

Предложение 2. Тривиальное и нетривиальное представления не могут быть полулинейно квазиизоморфными.

Если представления (L, R) и (L', R') тривиальны, их полулинейным изоморфизмом будет любая пара полулинейных изоморфизмов $\psi: L \rightarrow L'$ и $f: R \rightarrow R'$.

Следовательно, если φ проектирование тривиальных представлений (L, R) и (L', R') то φ порождается полулинейным изоморфизмом этих представлений, если проектирования $\varphi: S(L) \rightarrow S(L')$ и $\varphi: S(R) \rightarrow S(R')$ порождаются полулинейными изоморфизмами алгебр.

Предложение 3. Пусть (ψ, f) — полулинейный квазиизоморфизм нетривиальных представлений (L, R) и (L', R') . Если L и L' без кручения, то полулинейным изоморфизмам ψ и f соответствует один и тот же изоморфизм колец $h: \Lambda \rightarrow \Lambda'$.

Представлению (L, R) соответствует полупрямое произведение $L \rtimes R$. Решетка $S(L, R)$ вставляется в решетку $S(L \rtimes R)$, т. е.

$$S(L \rtimes R) \supseteq S(L, R).$$



Теорема 1. Пусть (L, R) и (L', R') — нетривиальные представления, где L и L' — без кручения. Допустим, любое проектирование алгебр $L \times R$ и $L' \times R'$ порождается их полулинейным изоморфизмом. Проектирование $\varphi: S(L, R) \rightarrow S(L', R')$ тогда и только тогда можно продолжить до проектирования $\varphi^*: S(L \times R) \rightarrow S(L' \times R')$, если φ порождено полулинейным изоморфизмом представлений (L, R) и (L', R') .

Условия существования полулинейного изоморфизма алгебр Ли, порождающего данное проектирование этих алгебр, рассмотрены в работе [1].

Определение 6. Пусть дана система $\{(L_\alpha, R_\alpha)\}_{\alpha \in J}$, состоящая из элементов решетки $S(L, R)$, где J — какое-нибудь множество. Эту систему будем называть локальной базой (L, R) , если объединение двух элементов этой системы всегда входит в некоторый элемент этой же системы и для любых $l \in L, r \in R$ существует $\alpha \in J$, что $l \in L_\alpha$ и $r \in R_\alpha$.

Теорема 2 (локальная). Пусть φ — проектирование представлений (L, R) и (L', R') . Допустим, существует локальная база $\{(L_\alpha, R_\alpha)\}_{\alpha \in J}$ представления (L, R) такая, что ограничение φ на каждом (L_α, R_α) порождается полулинейным изоморфизмом.

Если в L' существует конечное количество обратимых элементов, тогда и φ порождается полулинейным изоморфизмом.

В доказательстве этой теоремы использован метод, описанный в [2].

Определение 7. Подпредставление (P, H) представления (L, R) называется его идеалом, если P — R -допустимый идеал из L , а H такой идеал из R , что $L \circ H \subseteq P$.

Если (P, H) идеал (L, R) , то определяется представление $\left(\frac{L}{P}, \frac{R}{H} \right)$,

где для любых элементов $[l] \in \frac{L}{P}, [r] \in \frac{R}{H}$ имеем $[l] \circ [r] = [lor]$.

Лемма 1. Пусть φ — проектирование представлений (L, R) и (L', R') . Если (H, P) и (H^φ, P^φ) идеалы этих представлений, тогда φ определяет проектирование представлений $\left(\frac{L}{P}, \frac{R}{H} \right)$ и $\left(\frac{L'}{P^\varphi}, \frac{R'}{H^\varphi} \right)$.

Определение 8. Пусть дана система $\{(L_\alpha, R_\alpha)\}_{\alpha \in J}$, состоящая из элементов решетки $S(L, R)$, где J — какое-нибудь множество. Эту систему будем называть фильтром (L, R) , если в пересечение двух элементов этой системы всегда входит некоторый элемент этой же системы и для любых $l \in L, r \in R$ существует $\alpha \in J$, что $\langle l \rangle \cap L_\alpha = 0$ и $\langle r \rangle \cap R_\alpha = 0$. Эту систему назовем идеальным фильтром, если каждый элемент фильтра — идеал (L, R) .

Теорема 3 (аппроксимационная). Пусть φ — проектирование представлений (L, R) и (L', R') , где L и L' — без кручения. Допустим, существует идеальный фильтр $\{(L_\alpha, R_\alpha)\}_{\alpha \in J}$, и его образ, $\{(L_\alpha^\varphi, R_\alpha^\varphi)\}_{\alpha \in J}$, тоже является идеальным фильтром. Пусть φ_α проектирование представлений $\left(\frac{L}{L_\alpha}, \frac{R}{R_\alpha} \right)$ и $\left(\frac{L'}{L_\alpha^\varphi}, \frac{R'}{R_\alpha^\varphi} \right)$, определенное проектированием φ . Если для всех $\alpha \in J$ φ_α порождено единственным полулинейным изоморфизмом, тогда и само φ порождено единственным полулинейным изоморфизмом.



В доказательство этой теоремы использован метод, аналогичный методу из [3].

Приведем пример, когда проектирование представлений не порождается никаким полулинейным квазинизоморфизмом. Пусть имеем представления над кольцом Λ , (L, R) и (L', R') , где

$$L = \langle l_1, l_2 \rangle, \quad l_1, l_2 = l_2, \quad R = \langle r \rangle, \quad \begin{cases} l_1 o r = 0 \\ l_2 o r = l_2 \end{cases};$$

$$L' = \langle l'_1, l'_2 \rangle, \quad l'_1 \cdot l'_2 = l'_1, \quad R' = \langle r' \rangle, \quad \begin{cases} l'_1 o r' = l'_1 \\ l'_2 o r' = 0 \end{cases}.$$

В этом примере существует проектирование данных представлений, которое не индуцируется полулинейным квазинизоморфизмом.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.4.1987)

მათემატიკა

თ. გელაშვილი

ლის ალგებრათა წარმოდგენების პროექტირება

რ ე ზ ი უ მ ე

განმარტებულია ლის ალგებრათა წარმოდგენების პროექტირება. დამტკიცებულია ლოკალური და საპროექსიმაციო თეორემები.

MATHEMATICS

T. M. GELASHVILI

PROJECTIONS OF THE LIE ALGEBRAS REPRESENTATIONS

Summary

The aim of the present paper is to study lattice isomorphisms (projections) of the Lie algebras representations. The local and approximation theorems are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Лашхи. ДАН СССР, 228, № 3, 1976.
2. А. И. Мальцев. Учен. зап. Ивановск. пед. ин-та, 1, № 1, 1941.
3. Л. Е. Садовский. ДАН СССР, 161, № 2, 1965.
4. А. С. Пекелис. Изв. АН СССР, 33, № 2, 1969.
5. А. С. Пекелис. Матем. зап. Урал. ун-та, 7, № 3, 1970.

Г. З. ТАБАТАДЗЕ

АБСОЛЮТНАЯ СХОДИМОСТЬ РЯДОВ ФУРЬЕ ПО ПОЛНЫМ
 ОГРАНИЧЕННЫМ СИСТЕМАМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижишвили 15.5.1987)

Абсолютная сходимость рядов Фурье по тригонометрической системе функции класса $\text{lip } \alpha$ и имеющих ограниченную вариацию, изучалась Зигмундом, Сасом, С. В. Бочкаревым и другими авторами [1—3].

Сас [2] доказал, что справедлива теорема: Если функция $f \in \text{lip } \alpha$ ($0 < \alpha \leq 1$) и имеет ограниченную вариацию, то

$$\sum_{n=1}^{\infty} (|a_n|^\beta + |b_n|^\beta) < \infty$$

при $\beta > \frac{2}{2+\alpha}$, но не обязательно при $\beta = \frac{2}{2+\alpha}$, где a_n, b_n тригонометрические коэффициенты Фурье функции f .

Далее, С. В. Бочкарев [3] доказал, что для любой ортонормированной полной ограниченной системы $\varphi_n(t)$ существует абсолютно непрерывная функция

$F \in \text{lip } \alpha$ ($0 < \alpha \leq 1$) такая, что

$$\sum_{n=1}^{\infty} |b_n(F)|^\beta = +\infty$$

при $\beta = \frac{2}{2+\alpha}$, $b_n(F) = \int_0^1 F(t) \varphi_n(t) dt$.

Теоремы, приведенные в настоящей работе, являются многомерными аналогами соответствующих результатов Саса [2] и С. В. Бочкарева [3].

Будем предполагать, что $\varphi_m(x)$, где $m = (m_1, \dots, m_k)$, ($m_i \in N$, $i = \overline{1, k}$), $x = (x_1, \dots, x_k)$, $k \geq 2$, — полная ортонормированная система на $[0, 1]^k$, которая удовлетворяет условию $|\varphi_m(x)| \leq A$. A — положительная константа.

Скажем, что $f \in \text{lip } \alpha$ на $[0, 1]^k$, если

$$\|f(x+h) - f(x)\|_c = O(\|h\|^\alpha),$$

где $\|h\| = \left(\sum_{i=1}^k h_i^2 \right)^{1/2}$, $0 < \alpha \leq 1$.

Через $B_m(f)$ обозначаем коэффициенты Фурье функции $f \in L([0, 1]^k)$ по системе $\varphi_m(x)$.



Далее, пусть $T^k = [-\Pi, \Pi]^k$, $M = \{1, 2, \dots, k\}$ ($k \in \mathbb{N}$, $k \geq 2$) и $B = \{i_1, \dots, i_s\}$ ($i_e < i_s$ при $e < s$) — произвольное множество из M . Пусть $p = (p_1, \dots, p_k)$, $p_i \in \mathbb{N}_0$, $i = \overline{1, k}$. Символом $\lambda(p)$ обозначаем число тех координат p , которые равны нулю. Ряд

$$\sigma_k(f) = \sum_{p \geq 0} 2^{-\lambda(p)} \sum_{B \subset M} a_p^B(f) \prod_{i \in B} \cos p_i x_i \prod_{j \in C_M^B} \sin p_j x_j$$

будем называть (см. и [4 с. 12]) k -кратным тригонометрическим рядом, где

$$a_p^B(f) = \frac{1}{\Pi^k} \int_{T^k} f(x) \prod_{i \in B} \cos p_i x_i \prod_{j \in C_M^B} \sin p_j x_j dx$$

— коэффициенты Фурье функции $f \in L(T^k)$.

Будем предполагать, что

$$\rho_p(f) = \left\{ \sum_{B \subset M} |a_p^B(f)|^2 \right\}^{1/2}.$$

Справедливы следующие теоремы:

Теорема 1. Пусть $f \in \text{lip } \alpha$, $0 < \alpha \leq 1$, на $[-\Pi, \Pi]^k$ и имеет ограниченную вариацию в смысле Харди. Тогда

$$\sum_{p \geq 0} |\rho_p(f)|^\beta < \infty$$

при $\beta > \frac{2k}{2k + \alpha}$.

Теорема 2. Для любого $\alpha \in [0, 1]^k$ существует функция $f_\alpha \in \text{lip } \alpha$ на $[0, 1]^k$, имеющая ограниченную вариацию в смысле Харди, для которого

$$\sum_{m \geq 1} |B_m(f_\alpha)|^\beta = +\infty$$

при $\beta = \frac{2k}{2k + \alpha}$.

З а м е ч а н и е. Основным результатом мы считаем теорему 2. Следует добавить, что абсолютная сходимость и суммируемость кратных тригонометрических рядов Фурье достаточно хорошо исследованы. Из-за ограничения объема мы не смогли привести их в данной работе. Они изложены в работе Л. В. Жижиншвили ([4, с. 24—29]).

ბ. ტაბატაძე

სრული, შემოსაზღვრული სისტემების მიმართ ფურიეს მწკრივების
 აბსოლუტური კრებადობა

რ ე ზ ი უ მ ე

მოყვანილია დებულებები, რომლებიც ეხება სრული, შემოსაზღვრული სისტემების მიმართ ჯერადი ფურიეს მწკრივების აბსოლუტურ კრებადობას ფუნქციებისათვის, რომლებიც ეკუთვნიან $\text{lip } \alpha (0 < \alpha \leq 1)$ კლასს და ამავე დროს აქვთ შემოსაზღვრული ვარიაცია ჰარდის აზრით.

MATHEMATICS

G. Z. TABATADZE

ON ABSOLUTE CONVERGENCE OF THE FOURIER SERIES WITH
 RESPECT TO COMPLETE BOUNDED SYSTEMS

S u m m a r y

The paper presents some results concerning absolute convergence of multiple Fourier series with respect to complete bounded systems for functions which belong to the class $\text{lip } \alpha (0 < \alpha \leq 1)$ and at the same time have bounded variation in the sense of Hardy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. I. М., 1965.
2. O. Szasz. Münchener Sitzungsber, 1922, 135—150.
3. С. В. Бочкарев. УМН, 27, № 2, 1972, 53—76.
4. Л. В. Жижиашвили. Некоторые вопросы многомерного гармонического анализа. Тбилиси, 1983.



Г. Д. ГИОРГОБИАНИ

СТРУКТУРА МНОЖЕСТВА СУММ УСЛОВНО СХОДЯЩЕГОСЯ
 РЯДА В p -НОРМИРОВАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 14.9.1987)

В работах Левн [1] и Штейница [2] была исследована структура множества сумм условно сходящегося ряда в конечномерных пространствах, которая в случае числовой оси есть вся ось по известной теореме Римана. Случай бесконечномерного пространства был исследован в [3—6]. В этих работах изучались различные случаи пространств и находились ограничения на ряд, при которых множество сумм линейно. В настоящей статье дается общее достаточное условие для линейности множества сумм условно сходящегося ряда в p -нормированном пространстве. Результат, в частности, справедлив для нормированных пространств ($p=1$).

Говорят, что линейное пространство X p -нормированно, $0 < p \leq 1$, если каждому $x \in X$ соответствует вещественное число $\|x\|$, называемое p -нормой x , и обладающее следующими свойствами: 1) $\|0\|=0$; $\|x\|>0$ при $x \neq 0$, 2) $\|\alpha x\|=|\alpha| \|x\|$, $\alpha \in \mathbb{R}^1$, $x \in X$, 3) $\|x + y\|^p \leq \|x\|^p + \|y\|^p$, $x, y \in X$, $0 < p \leq 1$.

Пусть $\sigma: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ — взаимнооднозначное отображение, т. е. перестановка натурального ряда. Множество сумм $\sum_{(a_k)}$ ряда $\sum a_k$, $a_k \in X$ есть множество точек пространства X , являющихся пределами всех возможных переставленных сходящихся рядов $\sum a_{\sigma(k)}$. Говорят, что ряд $\sum a_k$ сходится безусловно, если сходится ряд $\sum a_{\sigma(k)}$ при любой перестановке σ . Ряд сходится условно, если он сходится, но не сходится безусловно.

Говорят, что подмножество $M \subset X$ линейно, если оно вместе с любой парой своих точек содержит и всю прямую, проходящую через них.

Сначала приведем основное неравенство, которое в случае нормированных пространств принадлежит С. А. Чобаняну.

Теорема 1. (Основное неравенство). Пусть X — p -нормированное

пространство и $a_k \in X$, $k=1, 2, \dots, n$ — такие элементы, что $\sum_{k=1}^n a_k = 0$

Тогда найдется такая перестановка $\sigma: [1, \dots, n] \rightarrow [1, \dots, n]$, что

$$\max_{1 \leq k < n} \left\| \sum_{i=1}^k a_{\sigma(i)} \right\| \leq C_p \min_{\theta} \max_{1 \leq k < n} \left\| \sum_{i=1}^k \theta_i a_{\sigma(i)} \right\|, \quad (1)$$

где $C_p = (2^p - 1)^{-1/p}$, а минимум берется по всем расстановкам знаков $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$, $\theta_i = \pm 1$, $i=1, 2, \dots, n$.



Доказательство. Обозначим через X^n пространство, элементы которого имеют вид $B=(b_1, \dots, b_n)$, $b_i \in X$, $i=1, 2, \dots, n$. X^n является линейным пространством с обычным определением сложения и умножения

на скаляр. Пусть $\|B\|_n = \max_{1 \leq k \leq n} \left\| \sum_{i=1}^k b_i \right\|$. Легко видеть, что $\|\cdot\|_n$ является p -нормой в X^n .

Пусть σ — любая перестановка элементов a_1, \dots, a_n , а $\theta=(\theta_1, \dots, \theta_n)$, $\theta_i = \pm 1$, $i=1, 2, \dots, n$, — любая расстановка знаков. σ и θ определяют новый элемент $X^n = (a_{\sigma(1)} \theta_1, \dots, a_{\sigma(n)} \theta_n)$. Допустим $\theta_{i_1} = \theta_{i_2} = \dots = \theta_{i_l} = +1$ и $\theta_{j_1} = \theta_{j_2} = \dots = \theta_{j_q} = -1$, $l+q=n$.

Тогда

$$\|(a_{\sigma(1)} \theta_1, \dots, a_{\sigma(n)} \theta_n)\|_n^p \geq 2^p [\max (\|(a_{\sigma(i_1)}, \dots, a_{\sigma(i_l)}, 0, \dots, 0)\|_n, \|(a_{\sigma(j_1)}, \dots, a_{\sigma(j_q)}, 0, \dots, 0)\|_n)^p - \|(a_{\sigma(1)}, \dots, a_{\sigma(n)})\|_n^p]$$

В силу того, что $\sum_{k=1}^n a_k = 0$, легко видеть, что

$$\max_{1 \leq k \leq n} \|a_{\sigma(1)} + a_{\sigma(2)} + \dots + a_{\sigma(k)}\| = \max_{1 \leq l \leq n} \|a_{\sigma(n)} + a_{\sigma(n-1)} + \dots + a_{\sigma(l)}\| = \|(a_{\sigma(1)}, \dots, a_{\sigma(n)})\|_n$$

Следовательно,

$$\max (\|(a_{\sigma(i_1)}, \dots, a_{\sigma(i_l)}, 0, \dots, 0)\|_n, \|(a_{\sigma(j_1)}, \dots, a_{\sigma(j_q)}, 0, \dots, 0)\|_n) = \|(a_{\sigma(i_1)}, \dots, a_{\sigma(i_l)}, a_{\sigma(j_1)}, \dots, a_{\sigma(j_q)})\|_n = \|(a_{\sigma^*(1)}, \dots, a_{\sigma^*(n)})\|_n$$

Здесь σ^* — новая перестановка, зависящая от σ и θ и

$$\sigma^*(1) = \sigma(i_1), \dots, \sigma^*(l) = \sigma(i_l), \sigma^*(l+1) = \sigma(j_1), \dots, \sigma^*(n) = \sigma(j_q)$$

Таким образом получаем

$$\|(a_{\sigma(1)} \theta_1, \dots, a_{\sigma(n)} \theta_n)\|_n^p \geq 2^p \|(a_{\sigma^*(1)}, \dots, a_{\sigma^*(n)})\|_n^p - \|(a_{\sigma(1)}, \dots, a_{\sigma(n)})\|_n^p \quad (2)$$

Выберем σ так, что $\|(a_{\sigma(1)}, \dots, a_{\sigma(n)})\|_n = \min_{\pi} \|(a_{\pi(1)}, \dots, a_{\pi(n)})\|_n$, где

минимум берется по всем перестановкам $\pi = [1, \dots, n] \rightarrow [1, \dots, n]$.

Тогда из (2) вытекает

$$\|(a_{\sigma(1)} \theta_1, \dots, a_{\sigma(n)} \theta_n)\|_n \geq (2^p - 1)^{1/p} \|a_{\sigma(1)}, \dots, a_{\sigma(n)}\|_n$$

для любого $\theta=(\theta_1, \dots, \theta_n)$.

Отсюда получаем (1). Теорема доказана.

Из теоремы 1 можно легко получить

Следствие 1. Для каждого конечного набора a_1, \dots, a_n элементов p -нормированного пространства X существует такая перестановка $\sigma: [1, \dots, n] \rightarrow [1, \dots, n]$, что

$$\max_{1 \leq k \leq n} \left\| \sum_{i=1}^k a_{\sigma(i)} \right\| \leq 2^{1-p/p} C_p \left[\min_{\theta} \max_{1 \leq k \leq n} \left\| \sum_{i=1}^k a_{\sigma(i)} \theta_i \right\| + 2 \left\| \sum_{i=1}^n a_i \right\| \right]$$

Следствие 2. Пусть X — p -нормированное пространство и $a_k \in X$,

$k=1, 2, \dots, n$ — такие элементы, что $\sum_{k=1}^n a_k = 0$. Тогда найдется такая

перестановка $\sigma = [1, \dots, n] \rightarrow [1, \dots, n]$, что

$$\max_{1 \leq k \leq n} \left\| \sum_{i=1}^k a_{\sigma(i)} \right\| \leq K_p E \left\| \sum_{i=1}^n a_i r_i \right\|. \quad (3)$$

Здесь $K_p = 2^{2-p/p} C_p$, E — математическое ожидание, $(r_i)_{i=1}^n$ — последовательность функций Радемахера.

Доказательство следствия 2 можно легко получить, применив (1) и известное неравенство Леви, которое в случае p -нормированного пространства имеет такой вид:

$$E \max_{1 \leq k \leq n} \left\| \sum_{i=1}^k a_i r_i \right\|^p \leq 2^{2-p} E \left\| \sum_{i=1}^n a_i r_i \right\|^p \leq 2^{2-p} \left(E \left\| \sum_{i=1}^n a_i r_i \right\| \right)^p. \quad (4)$$

Доказательство неравенства (4) можно получить, слегка изменив доказательство неравенства Леви в нормированном случае, которое содержится в [7].

Неравенство (3) в нормированном случае было доказано в [6].

Теорема 2. (Основная). Пусть X — p -нормированное пространство, $0 < p \leq 1$, $\sum a_k$ — условно сходящийся ряд в X . Если для любой перестановки σ ряда найдется такая расстановка знаков $(\theta_k)_{k=1}^{\infty}$, $\theta_k = \pm 1$, $k = 1, 2, \dots$, что ряд $\sum a_{\sigma(k)} \theta_k$ сходится, тогда множество сумм $\sum_{(a_k)}$ линейно и замкнуто.

Доказательство теоремы 2 основывается на лемме 1, которая доказывается с помощью следствия 1 теоремы 1.

Лемма 1. Пусть X — p -нормированное пространство и ряд $\sum a_n$ удовлетворяет условиям теоремы 2. Если некоторая подпоследовательность S_{n_k} частичных сумм ряда $\sum a_n$ сходится к некоторому $s \in X$, то существует такая перестановка π , что ряд $\sum a_{\pi(n)}$ сходится к s .

Остальная часть доказательства теоремы 2 проводится по стандартной схеме, использованной в работах [6, 9].

Заметим, что все известные условия линейности множества сумм для бесконечномерных пространств, примененные к случаю $X = R^1$, не дают теоремы Римана. Легко видеть, что для условно сходящегося ряда в R^1 условие теоремы 2 выполнено всегда. Поэтому теорема 2 содержит теорему Римана.

Из теоремы 2 вытекает

Теорема 3. Пусть X — p -нормированное пространство, $0 < p \leq 1$, $\sum a_k$ такой условно сходящийся ряд в X , что ряд $\sum a_k r_k(t)$ сходится почти всюду в норме пространства X , где $(r_k)_{k=1}^{\infty}$ — последовательность функций Радемахера. Тогда множество сумм $\sum_{(a_k)}$ линейно и замкнуто.

Теорема 3 в случае нормированного пространства была доказана в [6].

Из теоремы 2 вытекает также следующее утверждение.

Теорема ([8]). Если X пространство инфратипа q , $1 \leq q \leq 2$ т. е. из сходимости ряда $\sum \|a_k\|^q$ вытекает сходимость ряда $\sum a_k \theta_k$ для некоторой расстановки знаков $(\theta_k)_{k=1}^{\infty}$, то условие $\sum \|a_k\|^q < \infty$ влечет замкнутость и линейность множества сумм $\sum_{(a_k)}$.

გ. ბიორგობიანი

p-ნორმირებულ სივრცეში პირობით კრებადი მწკრივის ჯამთა
 სიმრავლის სტრუქტურა

რეზიუმე

მოცემულია p-ნორმირებულ სივრცეში, $0 < p \leq 1$, პირობით კრებადი მწკრივების ჯამთა სიმრავლის წრფივობისათვის ზოგადი სახის ახალი საკმარისი პირობა. ნაშრომის შედეგები, კერძოდ, სამართლიანია ნორმირებული სივრცისთვის და იმ შემთხვევაში, როცა სივრცე არის R^1 , თეორემა 2 იძლევა რიმანის ცნობილ თეორემას.

ნაშრომის ძირითადი შედეგებიდან გამომდინარეობს რამდენიმე ადრე ცნობილი თეორემა.

MATHEMATICS

G. D. GIORGOBIANI

THE STRUCTURE OF A SET OF SUMS OF CONDITIONALLY
 CONVERGENT SERIES IN p -NORMED SPACE

Summary

A new sufficient condition for linearity of a set of sums of conditionally convergent series in p -normed space $0 < p < 1$, is obtained. In particular, all the results are true for the normed space, and when the space is R^1 theorem 2 yields the well-known Riemann theorem. The paper generalizes some recent results.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Levy. Nouv. Ann. d. Math. v. 5, 1905.
2. E. Steinitz. J. reine und angew. Math. B. 143, 1913, B. 144, 1913, B. 146, 1916.
3. М. И. Кадец. УМН, т. 9, № 1, 1954.
4. Е. М. Никишин. Матем. заметки, т. 14, № 1, 1973.
5. Р. Малеев. Докл. Болгарской АН, т. 32, № 8, 1979.
6. С. А. Чобаниян. Матем сб., т. 128 (170), № 1 (9), 1985.
7. Н. Н. Вахания, В. И. Тариеладзе, С. А. Чобаниян. Вероятностные распределения в банаховых пространствах. М., 1985.
8. В. М. Кадец. Изв. Сев.-Кавказ. науч. центра высш. школы естеств. наук, № 4, 1984.
9. Е. М. Никишин. Матем. заметки, т. 7, № 1, 1970.



А. С. РАБИМОВ

ОБ ОДНОЙ СИНГУЛЯРНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 5.1.1987)

В настоящей статье изучается вопрос о существовании и единственности решения краевой задачи

$$u_i'' = f_i(t, u_1, \dots, u_n, u_1', \dots, u_n') \quad (i=1, \dots, n), \quad (1)$$

$$u_i(a_i) = 0 \quad u_i(b_i) = 0 \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

в случае, когда функции f_1, \dots, f_n имеет неинтерпретируемые сингулярности относительно первого аргумента в точках, несущих краевые данные. При $n=1$ эта задача исследована достаточно подробно [1—4]. Отметим также [5], где рассмотрена сингулярная задача (1), (2) при $n > 1$ и $a_i = a, b_i = b$ ($i=1, \dots, n$).

Приведенные ниже теоремы представляют собой распространение некоторых результатов работы [3] на дифференциальные системы.

Пусть $-\infty < a \leq a_i < b_i \leq b < +\infty$ ($i=1, \dots, n$). Ниже приняты следующие обозначения.

I — множество, полученное из сегмента $[a, b]$ выбрасыванием точек $a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n$.

$L_{loc}(I)$ — множество функций $g: I \rightarrow R$, интегрируемых по Лебегу на каждом сегменте $[\alpha, \beta] \subset I$.

$K_{loc}(I \times R^{2n})$ — множество функций $f: I \times R^{2n} \rightarrow R$ таких, что $(\cdot, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n): I \rightarrow R$ измерима при любых $(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n) \in R^{2n}$, $f(t, \cdot, \dots, \cdot, \cdot, \dots, \cdot): R^{2n} \rightarrow R$ непрерывна при почти всех $t \in I$ и

$$f_{\eta}^*(\cdot) = \max \left\{ |f(\cdot, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n)| : \sum_{i=1}^n (|x_i| + |y_i|) \leq \eta \right\} \in L_{loc}(I)$$

при каждом $r \in]0, +\infty[$.

Всюду в этой статье предполагается, что

$$f_i \in K_{loc}(I \times R^{2n}) \quad (i=1, \dots, n).$$

Под решением задачи (1), (2) понимается абсолютно непрерывная вместе с первой производной вектор-функция $(u_i)_{i=1}^n: [a, b] \rightarrow R_n$, удовлетворяющая почти всюду на $[a, b]$ дифференциальной системе (1) и кривым условиям (2).

Теорема 1. Пусть на множестве $I \times R^{2n}$ соблюдаются неравенства

$$|f_i(t, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n)| \leq \sum_{j=1}^n (l_{ij}(t)|x_j| + \tilde{l}_{ij}(t)|y_j|) + h(t, |x_1|, \dots, |x_n|, |y_1|, \dots, |y_n|) \quad (i=1, \dots, n), \quad (3)$$

где

$$f_{ij} \in L_{loc}(I), \tilde{l}_{ij} \in L([a, b]) \quad (i, j=1, \dots, n) \quad h \in K_{loc}(I \times R^{2n})$$

— неотрицательные функции, причем

$$\int_a^b |t-a_j| |t-b_j| l_{ij}(t) dt < \infty \quad (i, j=1, \dots, n), \quad (4)$$

а функция h не убывает по последним $2n$ аргументам и

$$\lim_{r \rightarrow +\infty} \frac{1}{r} \int_a^b h(t, |t-a_1| |t-b_1| r, \dots, |t-a_n| |t-b_n| r, r, \dots, r) dt = 0. \quad (5)$$

Пусть, кроме того, система дифференциальных неравенств

$$|u_i'(t)| \leq \sum_{j=1}^n (l_{ij}(t)|u_j(t)| + \tilde{l}_{ij}(t)|u_j'(t)|) \quad (i=1, \dots, n) \quad (6)$$

не имеет нетривиального решения, удовлетворяющего краевым условиям (2). Тогда задача (1), (2) разрешима.

Следствие 1. Пусть на множестве $I \times R^{2n}$ соблюдаются неравенства (3), где $l_{ij} \in L_{loc}(I)$, $\tilde{l}_{ij} \in L([a, b])$ ($i, j=1, \dots, n$) и $h \in K_{loc}(I \times R^{2n})$ — неотрицательные функции, причем h не убывает по последним $2n$ аргументам и выполнены условия (4) и (5). Пусть, кроме того, собственные числа матрицы

$$\left(\int_a^b \left[\frac{|t-a_j| |t-b_j|}{b_j - a_j} l_{ij}(t) + \tilde{l}_{ij}(t) \right] dt \right)_{i, j=1}^n \quad (7)$$

по модулю меньше единицы. Тогда задача (1), (2) разрешима.

Теорема 2. Пусть на множестве $I \times R^{2n}$ соблюдаются неравенства

$$|f_j(t, x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_n) - f_i(t, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n, \bar{y}_1, \dots, \bar{y}_n)| \leq \sum_{j=1}^n (l_{ij}(t)|x_j - \bar{x}_j| + \tilde{l}_{ij}(t)|y_j - \bar{y}_j|) \quad (i=1, \dots, n), \quad (8)$$

где $l_{ij} \in L_{loc}(I)$ и $\tilde{l}_{ij} \in L([a, b])$ ($i, j=1, \dots, n$) — неотрицательные функции, причем выполнены условия (4) и система дифференциальных неравенств (6) не имеет нетривиального решения, удовлетворяющего краевым условиям (2). Пусть, кроме того,



$$\int_a^b |f_i(t, 0, \dots, 0)| dt < +\infty \quad (i=1, \dots, n). \quad (9)$$

Тогда задача (1), (2) имеет одно и только одно решение.

Следствие 2. Пусть на множестве $I \times R^{2n}$ соблюдаются неравенства (8), где $l_{ij} \in L_{loc}(I)$ и $\tilde{T}_{ij} \in L([a, b])$ ($i, j=1, \dots, n$) — неотрицательные функции, причем выполнены условия (4), (9). Пусть, кроме того, собственные числа матрицы (7) по модулю меньше единицы. Тогда задача (1), (2) имеет одно и только одно решение.

Доказательства приведенных теорем и следствий опираются на следующие леммы об априорных оценках и об однозначной разрешимости задачи (6), (2).

Лемма 1. Пусть l_{ij}, \tilde{T}_{ij} ($i, j=1, \dots, n$) и h — функции, удовлетворяющие условиям теоремы 1. Тогда существует положительная постоянная ρ такая, что любое решение $(u_i)_{i=1}^n$ системы дифференциальных неравенств

$$\|u_i'(t)\| \leq \sum_{j=1}^n (f_{ij}(t)|u_j(t)| + \tilde{T}_{ij}(t)|u_j'(t)|) +$$

$$+ h(t, |u_1(t)|, \dots, |u_n(t)|, |u_1'(t)|, \dots, |u_n'(t)|) \quad (i=1, \dots, n),$$

удовлетворяющее краевым условиям (2), допускает оценки

$$|u_i(t)| \leq \rho |t - a_i| |t - b_i|, \quad |u_i'(t)| \leq \rho \quad \text{при } a \leq t \leq b \quad (i=1, \dots, n).$$

Лемма 2. Пусть функции $l_{ij} \in L_{loc}(I)$, $\tilde{T}_{ij} \in L([a, b])$ ($i, j=1, \dots, n$) неотрицательны, выполнены условия (4) и собственные числа матрицы (7) по модулю меньше единицы. Тогда задача (6), (2) имеет только нулевое решение.

Самаркандский государственный университет
им. Алишера Навои

(Поступило 7.1.1988)

მათემატიკა

ა. რაბიშვილი

ერთი სინგულარული სასაზღვრო ამოცანის შესახებ მეორე რიგის არაწრფივ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

დადგენილია (1), (2) ამოცანის ამონახსნის არსებობისა და ერთადერთობის საკმარისი პირობები იმ შემთხვევაში, როცა f_i ($i=1, \dots, n$) ფუნქციებს პირველი არგუმენტის მიმართ აქვს არაინტეგრებადი განსაკუთრებულებანი $a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n$ წერტილებში.

A. S. RABIMOV

ON A SINGULAR BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SYSTEMS OF SECOND-ORDER NONLINEAR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

Sufficient conditions for the existence and uniqueness of a solution to the problem (1), (2) are established in the case when functions f_i ($i=1, \dots, n$) have nonintegrable singularities at the points $a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n$.

საზოგადოებრივი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Т. Кигурадзе. Дифф. уравнения, 4, № 19, 1968, 1753—1773.
2. И. Т. Кигурадзе. Дифф. уравнения, 5, № 11, 1969, 2002—2016.
3. И. Т. Кигурадзе. Некоторые сингулярные краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Тбилиси, 1975.
4. И. Т. Кигурадзе, Б. Л. Шехтер. Современные проблемы математики. Новейшие достижения, т. 30 (Итоги науки и техн. ВИНТИ АН СССР) М., 1987, 105—201.
5. Г. Д. Гаприндашвили. Дифф. уравнения, 20, № 9, 1514—1523.

М. Р. МИМИНОШВИЛИ

ГОМОЛОГИИ ТИПА АЛЕКСАНДРОВА—ЧЕХА КОММУТАТИВНЫХ КОЛЕЦ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 18.2.1988)

Рассмотрим категорию \mathbf{R} , объектами которой являются коммутативные кольца R с единицей, а морфизмами — гомоморфизмы $f: R \rightarrow R'$, которые удовлетворяют следующему условию: прообраз любого максимального идеала является максимальным идеалом в R .

В дальнейшем для краткости будем называть объект категории \mathbf{R} кольцом.

Определение 1. Пусть $R \in \mathbf{R}$. Мы скажем, что $b > a$, $a, b \in R$, если $a \in M \Rightarrow b \in M$, где M — произвольный максимальный идеал кольца R .

Определение 2. Систему элементов $\alpha = (a_0, \dots, a_n)$ кольца R назовем покрытием, если она не является подмножеством ни одного максимального идеала.

Во множестве $\Omega_R = \{\alpha\}$ всех покрытий кольца R введем упорядоченность.

Определение 3. Скажем, что $\beta > \alpha$ ($\beta = (b_0, \dots, b_m)$, $\alpha = (a_0, \dots, a_n) \in \Omega_R$), если для каждого $b_i \in \beta$ существует $a_j \in \alpha$ такой, что $b_i > a_j$.

Лемма 1. Множество $\Omega_R = \{\alpha\}$ является направленным.

Обозначим через $\rho(R)$ радикал кольца R , являющийся пересечением всех максимальных идеалов.

Определение 4. Нервом W_α покрытия $\alpha = (a_0, \dots, a_n)$ называется симплициальный комплекс, нульмерными симплексами которого являются элементы покрытия α , не принадлежащие радикалу кольца R , а k -мерным симплексом — подсистема $(a_{i_0}, \dots, a_{i_k})$ покрытия, которая удовлетворяет условию $a_{i_0} \cdot a_{i_1} \cdot \dots \cdot a_{i_k} \notin \rho(R)$.

Лемма 2. Если $\beta > \alpha$, то существует симплициальное отображение $p_{\beta\alpha}: W_\beta \rightarrow W_\alpha$.

Лемма 3. Любые два симплициальные отображения, порожденные вписанностью $\beta > \alpha$, являются смежными.

Определение 5. Для любого покрытия $\alpha \in \Omega_R$ и абелевой группы G положим

$$h_{n, \alpha} = H_n(W_\alpha, G).$$

Для любой пары $\beta > \alpha$ обозначим через

$$p_{\beta\alpha}: h_{n, \beta} \rightarrow h_{n, \alpha}$$

гомоморфизм, индуцированный проекцией $p_{\beta\alpha}: W_\beta \rightarrow W_\alpha$. Рассмотрим обратный спектр $\{H_{n, \alpha}, p_{\beta\alpha}\}$, порожденный системой Ω_R .

Определение 6. Обратный предел $\varprojlim \{H_{n, \alpha}, p_{\beta\alpha}\}$ назовем n -мерной группой гомологии типа Александрова—Чеха кольца R над группой G и обозначим через $\check{h}_n(R, G)$.



Теорема 1. Для любого морфизма $f: R \rightarrow R'$ из категории \mathbf{R} существует индуцированный гомоморфизм

$$f_*: \check{h}_n(R', G) \rightarrow \check{h}_n(R, G).$$

Ясно, что \check{h}_* является контравариантным функтором $\mathbf{R} \rightarrow Ab$.

Рассмотрим категорию $\tilde{\mathbf{R}}$, объектом которой является морфизм $f: R \rightarrow R'$ категории \mathbf{R} , удовлетворяющий следующему условию: $\tilde{f} \Omega_R$ — конфинальное подмножество $\Omega_{R'}$ (где $\tilde{f}: \Omega_R \rightarrow \Omega_{R'}$, отображение, сохраняющее порядок и индуцировано гомоморфизмом f), а морфизмом является пара (g, g') , $g, g' \in \mathbf{R}$, для которой диаграмма

$$\begin{array}{ccc} R & \xrightarrow{f} & R' \\ g \downarrow & & \downarrow g' \\ S & \xrightarrow{\varphi} & S' \end{array} \quad (1)$$

является коммутативной.

Продолжим функтор $\check{h}_*: \mathbf{R} \rightarrow Ab$ на категорию $\tilde{\mathbf{R}}$.

Так как для каждого объекта $f \in \tilde{\mathbf{R}}$ и $\alpha \in \Omega_R$ симплициальное отображение $W_{\tilde{f}\alpha} \rightarrow W_\alpha$ является вложением, то для пары $(W_\alpha, W_{\tilde{f}\alpha})$ определяются гомологии $H_*(W_\alpha, W_{\tilde{f}\alpha}, G)$.

Обозначим через $\check{h}_*(f, G) = \varinjlim \{H_*(W_\alpha, W_{\tilde{f}\alpha}, G) \}_{\alpha \in \Omega_R}$ гомологии объекта $f \in \tilde{\mathbf{R}}$ и назовем их относительными гомологиями типа Александрова — Чеха.

Для каждого морфизма $(g, g') \in \tilde{\mathbf{R}}$, используя коммутативность диаграммы (1), можно определить отображение

$$\check{h}_*(\varphi, G) \rightarrow \check{h}_*(f, G).$$

Легко показать, что \check{h}_* является контравариантным полуточным гомологическим функтором, определенным на категории $\tilde{\mathbf{R}}$.

Определение 7. Пусть $\{R_m, \Pi_m^m\}$ — прямой спектр в категории \mathbf{R} , над направленным множеством $M = \{m\}$.

Мы скажем, что коммутативное кольцо R является ассоциативным пределом спектра $\{R_m, \Pi_m^m\}$, если для каждого $m \in M$ существует морфизм $\Pi_m: R_m \rightarrow R \in \mathbf{R}$ и выполняются следующие условия:

A1. Для каждой пары $m < m'$, $m, m' \in M$ имеет место коммутативная диаграмма

$$\begin{array}{ccc} R_m & \xrightarrow{\Pi_m} & R \\ \Pi_{m'}^{m'} \downarrow & \nearrow \Pi_{m'} & \\ R_{m'} & & \end{array}$$



A2. Система всех покрытий вида $\Pi_m(\alpha)$, где $m \in M$ и $\alpha \in \Omega_{R_m}$, для которых выполняется условие $W_\alpha = W_{\Pi_m(\alpha)}$, является конфинальным подмножеством множества Ω_R .

A3. Для каждого индекса $m \in M$ и покрытия $\alpha \in \Omega_{R_m}$ существует покрытие $\beta \in \Omega_{R_m}$ такое, что $\beta > \alpha$ и индекс $m' > m$ такой, что

$$W_{\Pi_{m'}(\beta)} = W_{\Pi_m(\alpha)}$$

Теорема 2. Пусть $\{R_m, \Pi_m\}$ — прямой спектр коммутативных колец в категории \mathbf{R} над направленным множеством M , а R — ассоциативный предел. Тогда имеет место изоморфизм

$$h_*(R, G) \approx \varprojlim h_*(R_m, G)$$

Пусть A_{CM} — категория компактных метрических пространств. Сопоставлением каждому объекту $X \in A_{CM}$ кольца непрерывных действительных функций $C(X)$, определяется контравариантный функтор $C: A_{CM} \rightarrow \mathbf{R}$.

Пусть H — гомологический функтор Александрова—Чеха [1].

Теорема 3. Имеет место коммутативная диаграмма

$$\begin{array}{ccc} A_{CM} & \xrightarrow{H} & Ab \\ C \downarrow & \nearrow h & \\ \mathbf{R} & & \end{array}$$

Пусть \tilde{A}_{CM} — категория пар компактных метрических пространств.

Определим функтор $\tilde{C}: \tilde{A}_{CM} \rightarrow \tilde{\mathbf{R}}$ следующим образом: для каждой пары $(X, A) \in \tilde{A}_{CM}$ положим $\tilde{C}(X, A) = i_*$, где $i_*: C(X) \rightarrow C(A)$ — гомоморфизм, индуцированный вложением $i: A \hookrightarrow X$. Для каждого морфизма $F: (X, A) \rightarrow (Y, B) \in \tilde{A}_{CM}$ положим $\tilde{C}(F) = (F_*, (F/A)_*)$, где гомоморфизмы $F_*: C(Y) \rightarrow C(X)$ и $(F/A)_*: C(B) \rightarrow C(A)$ индуцированы отображением F .

Теорема 4. Имеет место коммутативная диаграмма

$$\begin{array}{ccc} \tilde{A}_{CM} & \xrightarrow{H} & Ab \\ \tilde{C} \downarrow & \nearrow h & \\ \tilde{\mathbf{R}} & & \end{array}$$

Теорема 5. Если компактное метрическое пространство X является обратным пределом $X = \varprojlim X_m$, где $X_m \in A_{CM}$, то кольцо $C(X)$ является ассоциативным пределом прямого спектра $\{C(X_m)\}$.

B. მიმინოშვილი

ალექსანდროვ — ჩეხის ტიპის ჰომოლოგიები რგოლთა კატეგორიაზე
 რეზიუმე

რგოლთა წყვილების \bar{R} კატეგორიაზე, რომლის მორფიზმები სპეციალური სახის ჰომომორფიზმებია, განმარტებულია ალექსანდროვ—ჩეხის ტიპის ნა-ხევრადზუსტი კონტრავარიანტული ფუნქტორი \check{h}_* .
 დამტკიცებულია, რომ არსებობს იზომორფიზმი

$$\check{h}_*(R, G) \approx \varprojlim \check{h}_*(R_m, G),$$

სადაც R წარმოადგენს $\{R_m, \Pi_m'\}$ პირდაპირი სექტრის ზღვარს. დამტკიცებულია ფუნქტორიალური იზომორფიზმი.

$$\check{H}_*(X, G) \approx \check{h}_*(C(X), G),$$

სადაც X კომპაქტური მეტრული სივრცეა, ხოლო $C(X)$ — ნამდვილ უწყვეტ ფუნქციათა რგოლი.

MATHEMATICS

M. P. MIMINOSHVILI

ALEXANDROFF-CECH-TYPE HOMOLOGIES OF COMMUTATIVE RINGS

Summary

The semi-exact contravariant Alexandroff-Cech-type functor \check{h}_* is defined on the category \mathbf{R} (also on $\bar{\mathbf{R}}$) whose objects are commutative rings with unity (accordingly, pairs), while morphisms are special homomorphisms. It is proved that if the ring R is an associative limit of the direct system $\{R_m, \Pi_m'\}$ (cf. definition 7) then we have the isomorphism

$$\check{h}_*(R, G) \approx \varprojlim \check{h}_*(R_m, G).$$

It is proved that the following isomorphism

$$\check{H}_*(X, G) \approx \check{h}_*(C(X), G),$$

occurs, where X is a compact metric space, and $C(X)$ is the ring of all real continuous functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Стинрод, С. Эйленберг. Основания алгебраической топологии. М., 1968.

З. Г. ШАНИДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ КРУЧЕНИЯ И ИЗГИБА ОДНОРОДНОГО АНИЗОТРОПНОГО БРУСА ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвнигия 21.1.1987)

Функции кручения и изгиба однородного анизотропного бруса эллиптического сечения можно построить «эффективным способом», предложенным в работе М. О. Башалейшвили [1], однако для сокращения вычислений можно «использовать метод неопределенных коэффициентов», предложенный в свое время Сен-Венаном [2, 3].

В данной работе будет использован оригинальный метод решения. Причем только для более наглядного доказательства преимуществ этого метода по сравнению с методами, примененными в [1—3], будут исследованы те же самые задачи, которые приведены в этих работах. Более сложные задачи решены в [4, 5].

1. Определение функций кручения. Задача нахождения функций кручения $\varphi(x, y)$ однородного анизотропного бруса в [2] приводится к решению уравнения

$$\Delta_1 \varphi \equiv M \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + 2N \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} + L \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

внутри эллипса

$$\begin{aligned} x &= a \cos \Theta, \quad y = b \sin \Theta, \quad \cos(n, x) = kb \cos \Theta, \\ \cos(n, y) &= ka \sin \Theta, \quad k = (a^2 \cos^2 \Theta + b^2 \sin^2 \Theta)^{-1/2}, \end{aligned} \quad (2)$$

когда на границе эллипса выполняется условие

$$\begin{aligned} \frac{d_1 \varphi}{dn} &\equiv \left(M \frac{\partial \varphi}{\partial x} + N \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \cos(n, x) + \left(N \frac{\partial \varphi}{\partial x} + L \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) \cos(n, y) = \\ &= (My - Nx) \cos(n, x) + (Ny - Lx) \cos(n, y). \end{aligned} \quad (3)$$

Если в правой части условия (3) будет фигурировать полином высокой степени или аналитическая функция для общего случая, то в качестве общего решения уравнения (1) необходимо использовать полный ряд линейно независимых элементарных частных решений уравнения (1) (см. [4]). Но так как в правой части (3) имеется полином только первой степени, то в качестве общего решения уравнения (1) достаточно брать функцию

$$\varphi(x, y) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y + a_{11} \left(xy - \frac{N}{M} x^2 \right) + a_{20} \left(\frac{L}{M} x^2 - y^2 \right). \quad (4)$$

В связи с тем что ни уравнение (1), ни условие (3) не содержат функцию φ , однозначное определение коэффициента a_{00} не представляется возможным. Кроме того, $a_{10} = a_{01} = 0$, так как условие (3) в правой части не содержит постоянною.



Следовательно, функцию φ достаточно отыскать в виде

$$\varphi(x, y) = a_{11} \left(xy - \frac{N}{M} x^2 \right) + a_{20} \left(\frac{L}{M} x^2 - y^2 \right), \quad (5)$$

где всего два искоемых коэффициента — a_{11} и a_{20} .

Подставляя (5) и (2) в (3) и приравнивая друг другу коэффициенты при равных степенях переменных, получаем

$$a_{11} = \frac{Mb^2 - La^2}{Mb^2 + La^2}, \quad a_{20} = -N \frac{a^2}{Mb^2 + La^2} \quad (6)$$

и соответственно

$$\varphi(x, y) = a_{00} + \frac{N(a^2 y^2 - b^2 x^2) + (Mb^2 - La^2) xy}{Mb^2 + La^2}. \quad (7)$$

II. Определение функции изгиба. Известно, что функция изгиба $\chi(x, y)$ однородного анизотропного бруса эллиптического сечения удовлетворяет уравнению

$$\Delta_1 \chi \equiv M \frac{\partial^2 \chi}{\partial x^2} + 2N \frac{\partial^2 \chi}{\partial x \partial y} + L \frac{\partial^2 \chi}{\partial y^2} = \alpha x - 4Ny, \quad (8)$$

$$\alpha = E - M\sigma_1 - L\sigma_2 - N\sigma_3 - 2L$$

в области S и условию

$$\left(M \frac{\partial \chi}{\partial x} + N \frac{\partial \chi}{\partial y} \right) \cos(n, x) + \left(N \frac{\partial \chi}{\partial x} + L \frac{\partial \chi}{\partial y} \right) \cos(n, y) = - \left\{ \left[\frac{1}{2} (\sigma_1 x^2 - \sigma_2 y^2) + y^2 \right] (M \cos(n, x) + N \cos(n, y)) + \left[(\sigma_2 + 2)xy + \frac{1}{2} \sigma_3 x^2 \right] (N \cos(n, x) + L \cos(n, y)) \right\} \quad (9)$$

на границе области S [2].

В связи с тем что в правой части условия (9) фигурируют полиномы второй степени, функцию изгиба $\chi(x, y)$ достаточно искать в виде

$$\chi(x, y) = a_{00} + a_{10} x + a_{01} y + a_{20} (Lx^2 - My^2) + a_{11} (Mxy - Nx^2) + a_{30} \left(Lx^3 - 3Mxy^2 + 2 \frac{MN}{L} y^3 \right) + a_{21} \left(3Lx^2 y - \frac{2NL}{M} x^3 - My^3 \right) + \frac{\alpha}{M} \cdot \frac{x^3}{6} - \frac{2}{3} \frac{N}{L} y^3. \quad (10)$$

В данной задаче коэффициент a_{00} не определяется однозначно. Кроме того, задача специально построена так, что $a_{20} = a_{11} = 0$.

Остальные коэффициенты a_{10} , a_{01} , a_{30} , a_{21} являются искомыми числами.

Подставляя (10) и (2) в условие (9) и приравнивая друг другу коэффициенты при равных степенях переменных, получаем линейную систему из четырех уравнений для определения четырех искоемых коэффициентов. Как видим, эта система имеет треугольную матрицу:

$$a_{30} h_1 + a_{21} h_2 = h_3,$$

$$a_{30} h_4 + a_{21} h_5 = h_6,$$



$$a_{10} M + a_{01} N + a_{30} h_7 + a_{21} h_8 = h_9,$$

$$a_{10} N + a_{01} L + a_{30} \cdot 3 MNb^2 - a_{21} \cdot 3 MLb^2 = h_{10}.$$

Здесь

$$h_1 = 3 M^2 \frac{b^2}{a^2} - 6 \frac{N^2 M}{L} \cdot \frac{b^2}{a^2} + 9 LM,$$

$$h_2 = 3 N \left(M \frac{b^2}{a^2} - 3 L \right),$$

$$h_3 + M \frac{b^2}{a^2} - \frac{\alpha}{2} - \frac{2 N^2 \cdot b^2}{L \cdot a^2} - \frac{\sigma_1 M}{2} - \frac{\sigma_2 Mb^2}{2 a^2} - \frac{\sigma_3 N}{2} + L(\sigma_2 + 2),$$

$$h_4 = 3 N \left(L - 3 M \frac{b^2}{a^2} \right),$$

$$h_5 = 9 ML \frac{b^2}{a^2} - 6 \frac{LN^2}{M} + 3 L^2,$$

$$h_6 = - \frac{\alpha N}{2 M} - 3 N \left(\frac{1}{2} \sigma_2 + 1 \right) \frac{b^2}{a^2} - \frac{\sigma_1 N}{2} - \frac{\sigma_3 L}{2},$$

$$h_7 = -3 M \left(Mb^2 - 2 N^2 \frac{b^2}{L} - 2 La^2 \right),$$

$$h_8 = 3 N (2 La^2 - Mb^2),$$

$$h_9 = \frac{2}{L} N^2 b^2 + \frac{\sigma_2}{2} M b^2 - Mb^2 - L (\sigma_2 + 2) a^2,$$

$$h_{10} = Nb^2 \left(1 - \frac{\sigma_2}{2} \right).$$

Решая систему (11), получаем

$$m^2 = ML - N^2,$$

$$a_{30} = \frac{a^4 (h_3 h_5 - h_2 h_6)}{9 m^2 [3 (Mb^2 + La^2)^2 + 4 m^2 a^2 b^2]},$$

$$a_{21} = \frac{a^4 (h_6 h_1 - h_3 h_4)}{9 m^2 [3 (Mb^2 + La^2)^2 + 4 m^2 a^2 b^2]},$$

$$a_{10} = \frac{1}{m^2} [(h_9 - a_{30} h_7 - a_{21} h_8) L - N (h_{10} - 3 a_{30} MNb^2 + 3 a_{21} MLb^2)],$$

$$a_{01} = \frac{1}{m^2} [(h_{10} - 3 a_{30} MNb^2 + 3 a_{21} MLb^2) M - N (h_9 - a_{30} h_7 - a_{21} h_8)].$$

Нетрудно убедиться, что предложенный в данной работе метод решения линейных дифференциальных уравнений с частными производными и постоянными коэффициентами обладает большим преимуществом по сравнению с методами решения, предложенными в работах [1—3]. Это преимущество заключается в следующем.

1. Получаем минимальное количество искоемых коэффициентов и соответственно минимальное количество алгебраических уравнений для их определения. В первой задаче «с помощью метода Сен-Венана» получаем три искоемых коэффициента и три линейных алгебраических уравнения для определения искоемых коэффициентов, во второй задаче — шесть искоемых коэффициентов и шесть уравнений для их определения.



С помощью предложенного нами метода получаем два искоемых коэффициента в первой задаче и четыре во второй.

2. В системе алгебраических уравнений, полученной в [2, 3], имеется квадратная матрица коэффициентов. При использовании предложенного нами метода получаем систему алгебраических уравнений с треугольной матрицей коэффициентов, которая позволяет решать эту систему вручную, независимо от ее громоздкости.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 9.4.1987)

შეჯამება

ზ. შანიძე

ელიფსური კვეთის მქონე ერთგვაროვანი ანიზოტროპული ღეროს
ბრუნვისა და ღუნვის ფუნქციების განსაზღვრა

რეზიუმე

მოცემულია ახალი მეთოდი, რომლის საშუალებითაც შეიძლება ზუსტად იქნეს ამოხსნილი ნეკანიკის სასაზღვრო ამოცანები. ნაჩვენებია ამ მეთოდის უპირატესობა ცნობილ მეთოდებთან შედარებით. მოყვანილია მაგალითები.

MECHANICS

Z. G. SHANIDZE

THE DEFINITION OF TORSION AND BENDING FUNCTIONS OF A HOMOGENEOUS ANISOTROPIC ROD WITH ELLIPTICAL CROSS-SECTION

Summary

A new method is presented which enables the boundary value problems of mechanics to be solved exactly. The advantages of this method over the other known ones are shown. Examples are adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. О. Башалейшвили. Труды Ин-та математики АН ГССР, т. 23, 1962.
2. А. К. Рухадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, Механика сплошных сред, № 9 (279), Тбилиси, 1984.
3. А. К. Рухадзе, С. В. Бердзенишвили. Там же.
4. З. Г. Шанидзе. Точные решения корректных задач математической физики. Депон. в ГрузНИИНТИ. Тбилиси, 1984.
5. З. Г. Шанидзе. Сообщения АН ГССР, 122, № 1, 1986.

И. Б. БОКОЛИШВИЛИ, Г. Г. МАЛИНЕЦКИЙ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ТОПОЛОГИИ УСТОЙЧИВЫХ ЦИКЛОВ В ОДНОМЕРНЫХ ОТОБРАЖЕНИЯХ С ОСТРОЙ ВЕРШИНОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 4.12.1987)

При анализе однородного отображения $x_{n+1} = f(x_n, \mu)$, как правило, основной интерес представляет поведение последовательности $\{x_n\}$ при $n \rightarrow \infty$. Это поведение определяется притягивающим множеством или аттрактором [1]. Можно выделить следующие типы аттракторов: 1. Устойчивая неподвижная точка последовательности $\{x_n\}$ при $n \rightarrow \infty$ стремится к точке $x^* = \text{const}$; 2. Устойчивый цикл порядка p — S^p ($\{x_{np+k}\} \rightarrow \{x_k\}$, $n=1, 2, \dots$, $k=1, \dots, p$, причем $x_1 = f(x_p)$); 3. Шумящий цикл порядка p — χ^p (элементы $\{x_n\}$ при $n \rightarrow \infty$ принадлежат набору интервалов $(\tilde{x}_k, \tilde{x}_k)$, $k=1, \dots, p$, причем интервалы посещаются элементами последовательности строго в определенном порядке, но внутри каждого из них точки распределяются хаотично); 4. Аттрактор, обладающий канторовой структурой (он не содержит ни одного интервала и оказывается подобным себе при переходе к меньшим пространственным масштабам [1]).

Одним из наиболее известных сценариев перехода к хаосу является сценарий Фейгенбаума. В соответствии с ним усложнение аттрактора происходит в результате бесконечного каскада бифуркаций удвоения периода $S^n \rightarrow S^{2n}$. Этот сценарий был подробно изучен с помощью одномерных отображений с гладкой вершиной [2].

Однако при анализе ряда систем обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных часто возникают отображения с острой вершиной. Примерами могут служить система Лоренца [3] и системы уравнений в частных производных, возникающие при анализе моделей типа «реакция—диффузия» [4].

Для многих одномерных отображений с острой вершиной типичны циклы одного и того же порядка, но разной топологии. Они отличаются только количеством элементов на правой и левой ветви (см. рис. 1). Поэтому, чтобы отличить их, удобно указывать значения k и m (количеством элементов цикла на левой и правой ветви соответственно) и обозначать цикл S^p как $S^p_{(k,m)}$ ($p = k + m$). k и m характеризуют топологию цикла.

В работах [5, 6] был исследован класс одномерных отображений отрезка в себя с острой вершиной:

$$g(x, \alpha, \mu) = 1 - |x - \mu|^\alpha / (1 + |x - \mu|^2), \quad (1)$$

член $|x - \mu|^\alpha$, $\alpha < 1$ — определяет острую вершину, член $1 + (x - \mu)^2$ — уменьшение производной вдали от нее, $\mu \in [0; 1]$ — бифуркационный параметр. Близкие отображения возникают при анализе моделей типа «реакция—диффузия» [4].

Пример изменения топологии устойчивого цикла S^2 ($S^2_{(0,2)} \Rightarrow S^2_{(1,1)}$) при увеличении параметра μ показан на рис. 1 ($\alpha = 0, 5$). Если с помощью

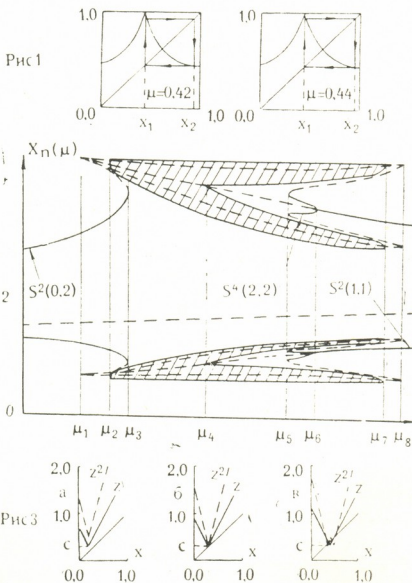


ЭВМ исследовать аттракторы отображения $g(x, 1/2, \mu)$ с достаточно крупным шагом по μ , то в интервале, в котором происходит перестройка цикла S_2 , обычно удается найти только циклы типа $S_{(0,2)}^2$ и $S_{(1,1)}^2$.

Однако можно убедиться, что в случае, когда происходит переход $S_{(0,2)}^2 \Rightarrow S_{(1,1)}^2$, устойчивые двойные циклы есть не при всех значениях μ . В самом деле, можно проверить, что достаточным условием устойчивости цикла S^n является выполнение неравенства

$$|(f^n)'_x| = |f'(x_1) \times f'(x_2) \times \dots \times f'(x_n)| < 1, \quad (2)$$

где x_p —любая точка цикла S^n , а f^n — n -я итерация функции f . В отображении (1), при $\mu \rightarrow \mu^*$, точка x_1 стремится к острому пику и соответственно $g'_x(x_1, 1/2, \mu) \rightarrow \infty$. Следовательно, устойчивый цикл S^2 может существовать при всех промежуточных значениях μ только если выполнено равенство $g'_x(x_2, 1/2, \mu^*) = 0$. В нашем случае это не так. Возникает вопрос, каков механизм изменения топологии устойчивых циклов в отображениях с острой вершиной. Он и будет рассматриваться в данной работе.



Выясним как происходит переход одного из элементов цикла с правой ветви на левую в классе отображений (1) при $\alpha=0.5$. Результаты расчетов показаны на рис. 2.

На рисунке приводится качественная схема расположения аттракторов при переходе $S_{(0,2)}^2 \Rightarrow S_{(1,1)}^2$. На ней обозначены циклы отображения g . Сплошные линии соответствуют устойчивым неподвижным точкам отобра-



жениям g^4 , пунктирные — неустойчивым, заштрихованные области — шумящим циклам.

Как видно из рисунка, при значении параметра $\mu_2 \approx 0,430215$ наблюдается граничный кризис аттрактора $\chi_{(1,1)}^2$ (у отображения появляется участок, переходящий в себя и скачком возникает хаотический аттрактор. В точке перехода наблюдается метастабильный хаос [3,7]); при $\mu_3 \approx 0,43023$ — происходит обратная тангенциальная бифуркация (две неподвижные точки сливаются и исчезают, при этом наблюдается явление перемежаемости [1]); при $\mu_4 \rightarrow 0,43035$ — имеет место переход $\chi_{(1,1)}^2 \rightarrow \chi_{(2,2)}^4$, механизм которого подобно рассмотрен в работе [5]; при $\mu_5 \approx 0,430742$ — тангенциальная бифуркация; при $\mu_6 \approx 0,4308$ — обратная бифуркация удвоения периода $S_{(2,2)}^4 \rightarrow S_{(1,1)}^2$; при $\mu_7 \approx 0,431024$ — граничный кризис аттрактора $\chi_{(2,2)}^4$ (говоря о шумящих циклах χ^2 и χ^4 , и о циклах S^2 и S^4 , мы имеем в виду отображение g , а не g^4).

Необычным представляется одновременное появление нескольких неподвижных точек при значениях μ_1 и μ_8 . На первый взгляд эта ситуация является негрубой, однако для отображений с острой вершиной такое поведение типично. Поясним это на примере простого отображения

$$z(x, \mu) = 2|x - \mu| + c. \quad (3)$$

При значении $\mu < c$ отображение не имеет неподвижных точек (см. рис. 3, а). При увеличении μ оно перемещается вправо и для $\mu = c$ касается прямой $z = x$ (см. рис. 3, б). При дальнейшем увеличении параметра μ у отображения z появляются две неустойчивые неподвижные точки: $x_1 = 2\mu - c$ и $x_2 = (2\mu + c)/3$ (см. рис. 3, в). Легко проверить, что при $\mu \rightarrow c$ $x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow c$.

При значении параметра $\mu = \mu_8 \approx 0,431041$ в качестве отображения z выступает отображение g^4 , так как оно имеет четыре пика, определяющих его поведение, то одновременно рождаются четыре пары неустойчивых точек (см. рис. 2).

Рассмотрим отображение z^2 . При значении $\mu < c$ отображение не имеет неподвижных точек (см. рис. 3, а). При увеличении μ до $\mu = c$ оно касается прямой $z^2 = x$ (см. рис. 3, б). При дальнейшем увеличении параметра μ у отображения z^2 появляются четыре неустойчивые неподвижные точки: $x_1 = 2\mu - c$, $x_2 = (6\mu - c)/5$, $x_3 = (3c + 2\mu)/5$, $x_4 = (2\mu + c)/3$ (см. рис. 3, в). Легко проверить, что при $\mu \rightarrow c$ x_1 , x_2 , x_3 и x_4 стремятся к c .

При значении параметра $\mu = \mu_1 \approx 0,43018$ в качестве отображения z^2 выступает отображение g^4 . Так как у него есть две области, качественно аналогичные показанным на рис. 3, в, то в каждой из них рождаются по четыре неустойчивые точки (см. рис. 2).

В диапазоне $\mu \in (\mu_2, \mu_3)$ у отображении g два аттрактора — $S_{(0,2)}^2$ и $\chi_{(1,1)}^2$, в диапазоне $\mu \in (\mu_5, \mu_6)$ — $\chi_{(2,2)}^4$ и $S_{(1,1)}^2$, а в диапазоне $\mu \in (\mu_6, \mu_7)$ — $\chi_{(2,2)}^4$ и $S_{(1,1)}^2$. То есть при этих значениях параметра имеет место гистерезис.

Можно ожидать, что для ряда семейств отображений с острой вершиной будет характерен тот же механизм изменения топологии циклов. При этом между устойчивыми циклами $S_{(k,m)}^p$ и $S_{(k+1, m-1)}^p$ будут существ-

вовать сложные хаотические режимы, наблюдаться гистерезис и кризисы аттракторов. Большой интерес представлял бы обнаружение описанного выше механизма в системах дифференциальных уравнений и при экспериментальном изучении нелинейных диссипативных систем.

Академия наук СССР
 Институт прикладной математики
 им. М. В. Келдыша

(Поступило 11.12.1987)

მათემატიკური ფიზიკა

ი. ბოკოლიშვილი, გ. მალინცკი

ტოპოლოგიის მდგრადი ციკლების ცვლილებების შესახებ მახვილი
 წვეროს მქონე ერთგანზომილებიან ასახვებში

რეზიუმე

მახვილი წვეროს მქონე ერთგანზომილებიანი ასახვის მაგალითზე განხილულია გადასვლები მოწესრიგებულიდან ქაოსურ რეჟიმებზე. ნაჩვენებია, რომ მდგრადი ციკლების ტოპოლოგიის ცვლილება არის რამდენიმე ბიფურკაციის შედეგი.

MATHEMATICAL PHYSICS

I. B. BOKOLISHVILI, G. G. MALINETSKY

ON CHANGES OF STABLE CYCLE TOPOLOGY IN ONE-DIMENSIONAL MAPPINGS WITH A SHARP VERTEX

Summary

Transitions to chaotic motions are studied, with a onedimensional map having a sharp vertex used as an example. It is shown that the change of stable cycle topology is the result of a number of bifurcations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Collet, J.-P. Eckmann. Iterated maps on the interval as dynamic systems. Basel-Boston-Stuttgart. Birkhäuser, 1980, 248.
2. M. Feigenbaum. Quantitative Universality for a Class of Nonlinear Transformations. J. of Stat. Phys., 1978, v. 19, № 1, 25—52.
3. «Странные аттракторы», М., 1981, 253.
4. «Современные проблемы математики. Новейшие достижения», т. 28, Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР, 1987, 316.
5. И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. Об одном классе одномерных отображений с острой вершиной. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша АН СССР, 1986, № 158.
6. И. Б. Боколишвили, Г. Г. Малинецкий. О сценариях перехода к хаосу в одномерных отображениях с острой вершиной. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша АН СССР, 1987, № 112.
7. C. Grebogi, E. Ott, J. A. Yorke. Crises, Sudden Changes in Chaotic Attractors and Transient Chaos. Physica 7 D, 1983, 181—200.

М. В. КОКАЯ

О ВЫСШИХ АНАЛОГАХ НЕКОТОРЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ
 ПРОИЗВОДНЫХ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 1.10.1987)

При построении решений нелинейных уравнений математической физики, изучении их структурных и качественных свойств, весьма важным оказывается существование высших аналогов исходных уравнений. В этом отношении заслуживает внимания исследованное в [1] квазилинейное уравнение в частных производных n -го порядка

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{(n_1+\dots+n_m=k)} a_{jk}^{(n_1, \dots, n_m)}(x) \times \\
 \times \prod_{i=1}^m \left[\frac{\partial}{\partial x_i} + g(u) \frac{\partial u}{\partial x_i} \right] \frac{\partial u}{\partial x_j} + d(x, u) = 0, \quad (1)$$

которое в результате функционального преобразования [2]

$$u = \Phi(v), \quad v = v(x), \quad (2)$$

где $\Phi(v)$ — дважды непрерывно дифференцируемая функция, удовлетворяющая условию $\Phi' \neq 0$, с учетом равенства

$$v = \int \exp \left(\int g(u) du \right) du, \quad (3)$$

сводится к уравнению с линейной дифференциальной частью

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{(n_1+\dots+n_m=k)} a_{jk}^{(n_1, \dots, n_m)}(x) \times \\
 \times \frac{\partial^{n_1+\dots+n_m+1}}{\partial x_1^{n_1} \dots \partial x_m^{n_m} \partial x_j} + \frac{1}{\Phi'} d(x, \Phi) = 0. \quad (4)$$

Уравнение (1) является высшим аналогом нелинейного уравнения второго порядка, изученного А. В. Бицадзе [3] и при соответствующем образом заданных функциях $a_{jk}(x)$, $g(u)$ и $d(x, u)$ содержит высшие аналоги нелинейных уравнений, имеющих большое прикладное значение. Рассмотрим некоторые из них.

Пусть в (1) $m=2$ (случай двух независимых переменных) и величины $a_{jk}(x_1, x_2)$, $g(u)$ и $d(x_1, x_2, u)$ являются постоянными. Тогда имеем высший аналог уравнения Гольдштейна и (3) сводится к преобразованиям типа Томаса или Коула—Хопфа [3].



Далее, если в двумерном случае $a_{1k}^{(n_1, n_2)} \equiv 0$ ($k=1, 2, \dots, n-1$), то уравнение (1) принимает вид:

$$\sum_{k=0}^{n-1} \sum_{(n_1+n_2=k)} a_{2k}^{(n_1, n_2)}(x_1, x_2) \left[\frac{\partial}{\partial x_1} + g(u) \frac{\partial u}{\partial x_1} \right]^{n_1} \left[\frac{\partial}{\partial x_2} + g(u) \frac{\partial u}{\partial x_2} \right]^{n_2} \frac{\partial u}{\partial x_2} + a_{10}^{(0, 0)}(x_1, x_2) + d(x_1, x_2, u) = 0 \quad (5)$$

и является высшим аналогом нелинейных гиперболических уравнений, в частности, при постоянных $a_{10}^{(0, 0)}$, $a_{2k}^{(n_1, n_2)}$ ($k=0, 1, \dots, n-1$), $g(u)$ и $d(x_1, x_2, u)$ — уравнения Томаса [3,4]

$$u_{x_1 x_2} + a_1 u_{x_1} u_{x_2} + a_2 u_{x_1} + a_3 u_{x_2} + d = 0,$$

а при

$$a_{10}^{(0, 0)} = -2x_1, \quad a_{20}^{(0, 0)} = 2x_2, \quad a_{2k}^{(n_1, n_2)} = x_1^{n_1} x_2^{n_2+1} \quad (n_1 \neq 0),$$

$$a_{2k}^{(0, n_2)} = -x_2^{n_2+1} \quad (k=1, 2, \dots, n-1), \quad g(u) = -\gamma u^{-1}$$

и

$$d(x_1, x_2, u) = \begin{cases} -2u \ln|u|, & \text{при } \gamma = 1 \\ -\frac{2}{1-\gamma} u, & \text{при } \gamma = \text{const} \neq 1 \end{cases}$$

— уравнения Рида и Барта [2]:

$$x_1 x_2 u_{x_1 x_2} - x_2^2 u_{x_2 x_2} - 2x_1 u_{x_1} + 2x_2 u_{x_2} + d(x_1, x_2, u) - \gamma u^{-1} [x_1 x_2 u_{x_1} u_{x_2} - x_2^2 u_{x_2}^2] = 0.$$

Пусть теперь в $a_{j0} = 0$ и

$$a_{jk}^{(n_1, \dots, n_m)} = \begin{cases} 0, & n_j \neq k \\ \text{const}, & n_j = k \end{cases}.$$

Тогда будем иметь высший аналог

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{n-1} \left\{ a_{jk} \left[\frac{\partial}{\partial x_j} + g(u) u_{x_j} \right]^k u_{x_j} \right\} + d(x, u) = 0 \quad (6)$$

многомерного нелинейного эллиптического уравнения

$$\Delta u + g(u) (\nabla n)^2 + d(x, u) = 0,$$

гд ∇ — оператор градиента по переменным x_j и $\Delta = \nabla \nabla$. Следовательно, при $m=4$, $g(u) = \text{const}$ и $d(x, u) \equiv 0$ (6) является высшим аналогом нелинейного уравнения, встречающегося в теории относительности [5], а при $m=3$, $g(u) = \frac{\rho'(u)}{2\rho(u)}$ и $d(x, u) = \alpha \frac{\rho'(u)}{\rho(u)} x_3 + F(u)$ ($\alpha = \text{const}$) — уравнения Дюбрель — Жакотен, для волн в жидкости переменной плотности [2].



Для получения высшего аналога нелинейного параболического уравнения

$$x_{20}(x, t)u_t + a_{10}(x, t)u_x + a_{11}(x, t)u_{xx} + a_{11}(x, t)g(u)u_x^2 + d(x, t, u) = 0 \quad (7)$$

достаточно принять в (1) $m=2$, $n_2=0$, $a_{2k}^{(n_1, 0)}=0$ ($k=1, 2, \dots, n-1$), $x_1 \equiv x$, $x_2 \equiv t$:

$$a_{20}(x, t)u_t + \sum_{k=0}^{n-1} a_{1k}(x, t) \left[\frac{\partial}{\partial x} + g(u)u_x \right]^k u_x + d(x, t, u) = 0. \quad (8)$$

Отметим, что при постоянных a_{jk} и $g(u)$, и соответствующих значениях функции $d(x, t, u)$ (7) дает различные широко известные в приложениях дифференциальные уравнения. Например, если $d(x, t, u) = \frac{l}{2t}u$, имеем уравнение Бюргера для плоских ($l=0$), цилиндрических ($l=1$) и сферических ($l=2$) волн [6] и при этих значениях функции $d(x, t, u)$ (8) является его высшим аналогом. Если же $d(x, t, u) = \psi(u)$, то получаем высшие аналоги общего модельного уравнения для активных сред, а в частном случае $\psi(u) = \gamma u$ — модифицированного уравнения Бюргера для волн в средах с низкочастотной накачкой или поглощением [7]. Помимо того можно выделить и другие уравнения. Так, при постоянных значениях $a_{1k}(x, t)$ ($k=1, 2, \dots, n-1$), $a_{10}=0$, $g(u) = -\frac{1}{u+1}$ и $d(x, t, u) = (u+1) \ln^\beta(u+1)$ ($\beta > 0$), (8) является высшим аналогом нелинейного параболического уравнения, встречающегося при исследовании образования и взаимодействия тепловых структур в нелинейной среде [8].

Если в (8) положить $a_{jk} = \text{const}$, $d(x, t, u) = 0$ и рассматривать высший аналог третьего порядка ($n=3$), то получим уравнение

$$u_t + b_1 u_x + b_2 u_{xx} + b_2 g(u) u_x^2 + b_3 u_{xxx} + 3b_3 g(u) u_x u_{xx} + b_3 g^2(u) u_x^3 = 0.$$

Последнее, при определенном виде функции $g(u)$ описывает длинные волны в тонком слое несжимаемой неньютоновской жидкости, стекающей по наклонной плоскости [9].

Проведенный анализ показывает, что уравнение (1) является весьма общим, хотя список упомянутых здесь уравнений, встречающихся в приложениях, далеко не полный. Поэтому его дальнейшее изучение для различных видов функций $a_{jk}(x)$, $g(u)$ и $d(x, u)$ представляет значительный интерес.



ა. კოკია

ზოგიერთი არაწრფივი კერძოწარმოებულგანი დიფერენციალური
 განტოლების უმაღლესი ანალიზის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია n -ური რიგის კვაზიწრფივი კერძოწარმოებულგანი განტოლება, რომელიც ფუნქციონალური გარდაქმნით დაიყვანება განტოლებაზე წრფივი დიფერენციალური ნაწილით. ნახვენებია, რომ კერძო შემთხვევებში ვღებულობთ ცნობილი განტოლებების (ბურგერსის, ტომასის, დიუბრეილ-ჟაკოტინის და სხვ.) უმაღლეს ანალოგებს.

MATHEMATICAL PHYSICS

M. V. KOKAIA

ON HIGHER ANALOGUES OF SOME NONLINEAR DIFFERENTIAL
 EQUATIONS IN PARTIAL DERIVATIVES

Summary

The n -th order quasilinear equation in partial derivatives, the differential part of which is linearized by functional transformation is considered. It is shown that in special cases one will obtain the higher analogues of some well-known equations (Burgers, Tomas, Dubreil-Jacotin et. al.).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Жвания, М. В. Кокая, М. З. Максимов. ДАН СССР, 285, № 5, 1985, 1048—1049.
2. А. В. Бицадзе. Некоторые классы уравнений в частных производных. М., 1981.
3. С. О. Голдстейн. Международный математический конгресс в Амстердаме. М., 1961, 75—105.
4. И. А. Жвания, М. В. Кокая, М. З. Максимов. ИФЖ, 42, № 4, 1982, 683—684.
5. В. А. Фок. ЖЭТФ, 9 (4), 1939, 375—410.
6. С. Лейбович, А. Сибасс. Сб. «Нелинейные волны». М., 1977, 113—150.
7. И. Г. Якушкин. Изв. вузов, «Радиофизика», 25, № 1, 1982, 33—39.
8. В. А. Галактионов, С. П. Курдюмов, А. П. Михайлов, А. А. Самарский. Препринт ИПМ АН СССР, № 161, 1979.
9. K. Hutter. ZAMP, 30, 1979, 1017—1022.



Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ПОЛУПЛОСКОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 1.6.1987)

В указанных ниже условиях исследуется первая и вторая граничные задачи для нелинейно-упругой полуплоскости из материала гармонического типа [1]. Получено точное решение указанных задач.

Первая задача. Пусть упругая среда из указанного материала занимает нижнюю полуплоскость S^- плоскости переменной $z=x+iy$. Границу S^- обозначим через L . Предположим, что везде на L заданы внешние напряжения: $Y_y^- = -N(x)$, $X_y^- = T(x)$, удовлетворяющие условию H на L и исчезающие на бесконечности [2]. Принимается, что $X_y = 0$ везде на L . Кроме того, напряжения и вращение на бесконечности отсутствуют. Требуется определить напряженно-деформированное состояние упругой полуплоскости.

Для решения задачи воспользуемся комплексными представлениями полей упругих элементов S^- через две аналитические в той же области функции $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ комплексного аргумента $z=x+iy=re^{i\theta}$ [3]

$$X_x + Y_y + 4\mu = -\frac{\lambda + 2\mu}{\sqrt{J}} q \Omega(q), \quad Y_y - X_x - 2iX_y = -\frac{4(\lambda + 2\mu)}{\sqrt{J}} \frac{\Omega(q)}{q} \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial z^*}{\partial z} = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \varphi'^2(z) + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\varphi'(z)}{\varphi'(z)},$$

$$\frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} = -\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\frac{\varphi(z)\overline{\varphi''(z)}}{\varphi'^2(z)} - \overline{\varphi'(z)} \right], \quad (2)$$

$$u + iv = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \int \varphi'^2(z) dz + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[\frac{\varphi(z)}{\varphi'(z)} + \overline{\varphi(z)} \right] - z, \quad (3)$$

где

$$\sqrt{J} \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial \bar{z}} - \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z}, \quad q = 2 \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|, \quad \Omega(q) = q - \frac{2(\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}, \quad (4)$$

X_x, Y_y, X_y — компоненты тензора напряжений Коши; u, v — упругие перемещения; $z^* = z + u + iv$; λ, μ — упругие постоянные Ламе.

В работе [4] показано, что при больших $|z|$

$$\varphi(z) = -\frac{(\lambda + 2\mu)(X + iY)}{4\pi\mu(\lambda + \mu)} \ln z + z + O(1) + \text{const},$$



$$\psi(z) = \frac{(\lambda + 2\mu)(X - iY)}{2\pi\mu(\lambda + \mu)} \left[\frac{1}{2\varphi'(z)} - 1 \right] \ln z + O(1) + \text{const}, \quad (5)$$

где X, Y — компоненты главного вектора приложенных к границе внешних сил. Кроме того

$$\varphi'(z) \neq 0 \quad \text{для } \forall z \in S^- + L. \quad (6)$$

Из условия отсутствия касательного напряжения на L , с учетом (1) и (2) следует

$$\overline{\varphi(x)} \varphi''(x) - \varphi'^2(x) \psi'(x) = 0 \quad \text{на } L. \quad (7)$$

С использованием этого соотношения из (1) получим

$$Y_y = 2\mu(\lambda + \mu)[|\varphi'^2(x)| - 1]/[\lambda + \mu + \mu|\varphi'^2(x)|] \quad \text{на } L. \quad (8)$$

Согласно (6) введем в рассмотрение аналитическую в S^- функцию

$$\chi(z) = \ln \varphi'^2(z) \quad (9)$$

и выберем ту ветвь этой многозначной функции, для которой

$$\chi(\infty) = 0. \quad (10)$$

Полученную голоморфную функцию обозначим через $\chi(z)$. Тогда, как легко убедиться согласно (8) и граничным условиям задачи, для определения $\chi(z)$ в области S^- получим задачу Дирихле по граничному условию

$$\text{Re } \chi(x) = f(x) \quad \text{на } L, \quad \text{где } f(x) = \ln \left[\frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu - N(x)}{2(\lambda + \mu) + N(x)} \right] \quad (11)$$

— заданная на L действительная функция класса H .

Решение этой задачи, удовлетворяющее условию (10), имеет вид

$$\begin{aligned} \chi(z) &= -\frac{1}{\pi i} \int_L \frac{f(x) dx}{x-z} \quad \text{и, следовательно, } \varphi'(z) = \\ &= \exp \left(-\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{f(x) dx}{x-z} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

После этого другую искомую функцию $\psi(z)$ определяем из (7) известным способом, а поле упругих элементов из (1)–(4). Задача решена.

Пример. Пусть на отрезке $[-a; a]$ оси L действует равномерно распределенное нормальное давление с интенсивностью N , а остальная часть границы свободна от внешних усилий, т. е. $N(x) = N_0$ на $[-a; a]$ и $N(x) = 0$ на $]-\infty^-; a[\cup]a; \infty[$; $T(x) = 0$ на L . Тогда из (12) находим

$$\varphi'(z) = \exp \left[-\frac{1}{2\pi i} \ln \left(\frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu - N_0}{2(\lambda + \mu) + N_0} \right) \cdot \ln \frac{z-a}{z+a} \right] \quad \text{для } \forall z \in S^-. \quad (13)$$

Рассмотрим предельный случай когда $a \rightarrow 0$, т. е. когда участок приложения силы беспрельдно уменьшается и вместе с тем N_0 увеличи-



вается так, что $\lim_{a \rightarrow 0} 2 a N_0 = P_0$, где P_0 — конечное число. Этот случай соответствует действию сосредоточенной силы величины P_0 в точке $x=0$ границы L .

Тогда из (13) получим

$$\varphi'(z) = \exp [(\lambda + 2\mu) N_0 / 4 \pi i \mu (\lambda + \mu) z]. \quad (14)$$

Предположим, что любой элемент, находящийся на расстоянии r от точки приложения силы, испытывает простое радиальное сжатие в радиальном направлении. Тогда из (1) получим в полярных координатах: $\dot{\theta} = 0$, $\dot{r} = 0$,

$$\begin{aligned} r\dot{r} &= 4\mu(\lambda + \mu) \left[\exp \left(-\frac{(\lambda + 2\mu) N_0 \sin \theta}{2\pi\mu(\lambda + \mu)r} \right) - 1 \right] \cdot \\ &\cdot \left[2(\lambda + \mu) - \lambda \exp \left(-\frac{(\lambda + 2\mu) N_0 \sin \theta}{2\pi\mu(\lambda + \mu)r} \right) \right]. \end{aligned} \quad (15)$$

Вторая задача. Пусть теперь на L задаются компоненты $u(x)$, $v(x)$ вектора упругого смещения. Будем считать, что $\{u'(x), v'(x)\} \in H(L)$. Кроме того принимается, что на L соблюдено условие

$$\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} = 0. \quad (16)$$

С использованием (7), (16), из (3) получим

$$u'_x + iv'_x = \left[\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi'^2(x)|} \right] \varphi'^2(x) - 1 \quad \text{на } L. \quad (17)$$

Логарифмируя это равенство и введя обозначения

$$\chi(z) = \ln \varphi'^2(z), \quad g(x) = \operatorname{Im} \ln (1 + u'(x) + iv'(x)), \quad (18)$$

для определения голоморфной в S^- функции $\chi(z)$ получаем задачу

$$\operatorname{Im} \chi(x) = g(x) \quad \text{на } L. \quad (19)$$

Решение этой задачи (исчезающее на бесконечности) имеет вид

$$\chi(z) = -\frac{1}{\pi} \int_L \frac{g(x) dx}{x-z} \quad \text{и} \quad \varphi'(z) = \exp \left(-\frac{1}{2\pi} \int_L \frac{g(x) dx}{x-z} \right) \quad \text{при } z \in S^-. \quad (20)$$

Функцию $\psi(z)$ определяем после этого из (7).

Пример. Пусть на всей границе $u'_x = v'_x = 0$, что соответствует, например, действию сцепленного с осью Ox бесконечного штампа. Как легко убедиться, в этом случае $\varphi'(z) = 1$, $\psi'(z) = 0$ и, следовательно, $X_x = 0$, $Y_y = 0$, $X_y = 0$, $u + iv = 0$ везде в S^- , т. е. в рассматриваемом случае напряжения и деформации в упругой полуплоскости не возникают.

ლ. დობორჯგინიძე

დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ზოგიერთი სასაზღვრო ამოცანის
 ამოხსნა ნახევარსიბრტყისათვის

რ ე ზ ი მ ე

გარკვეულ პირობებში შესწავლილია დრეკადობის არაწრფივი თეორიის
 პირველი და მეორე სასაზღვრო ამოცანები ჰარმონიული ტიპის დრეკადი ნა-
 ხევარსიბრტყისათვის. მიღებულია ამოცანის ეფექტური ამოხსნა.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

SOLUTION OF SOME BOUNDARY-VALUE PROBLEMS OF THE
 NONLINEAR THEORY OF ELASTICITY FOR A HALF-PLANE

S u m m a r y

Under the conditions of specific assumptions the first and the second
 boundary-value problems for a non-linearly elastic half-plane of harmonic type
 are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. Communications on Pure and Applied Mathematics. 13, № 2, 1961, 239—296.
2. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
3. А. И. Лурьё. Нелинейная теория упругости. М., 1980.
4. Л. Г. Доборджинидзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 5 (226), 61—68.

Н. Н. ШАВЛАКАДЗЕ

УПРУГАЯ ИЗОТРОПНАЯ ПОЛУПЛОСКОСТЬ, ПОДКРЕПЛЕННАЯ КОНЕЧНЫМ СТЕРЖНЕМ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 21.7.1987)

Контактные задачи взаимодействия конечного стержня постоянного поперечного сечения с полуплоскостью исследовались в работах [1, 2]. Показано, что контактное напряжение вблизи концов накладки имеет особенность порядка квадратного корня.

Для упругого изотропного клина, подкрепленного на конечном участке стержнем, площадь сечения которого изменяется по линейному закону, построено решение в работе [3], где контактное напряжение вблизи тонкого конца накладки имеет порядок особенности меньше 1/2. Аналогичный результат получается для полубесконечной анизотропной пластинки [4].

В случае, когда поперечное сечение стержня изменяется по эллиптическому закону, порядок особенности касательного напряжения в концах накладки равен 1/2 [5].

Рассмотрим плоскую контактную задачу о передаче нагрузки от конечной накладки, с площадью поперечного сечения $S_0 = h_0 kb(x)$, к упругой изотропной пластинке, занимающей нижнюю полуплоскость, где $b(x) > 0$ при $0 < x < 1$, h_0 — толщина стержня. Накладку будем рассматривать как упругий стержень, лишенный изгибной жесткости. Пластинка на бесконечности подвержена равномерному растяжению с интенсивностью P .

Из условия равновесия любой $(0, x)$ части стрингера, свободной от внешних нагрузок, имеем

$$h_0 kb(x) \sigma_x^{(0)}(x) + h \int_0^x \tau_{xy}^{(0)}(t) dt = 0, \quad 0 < x < 1, \quad (1)$$

где $\sigma_x^{(0)}$ — нормальное напряжение, действующее в поперечном сечении стрингера; $\tau_{xy}^{(0)}$ — касательное напряжение вдоль линий контакта; h — толщина пластинки.

Согласно закону Гука и условиям контакта стержня с полуплоскостью получим

$$h_0 kb(x) h_x(x) - \frac{Fh}{F_0} \int_0^x \tau(t) dt = 0, \quad 0 < x < 1, \quad (2)$$

где учитывается, что

$\tau(x) \equiv \tau_{xy}^{(0)}(x) = \tau_{xy}(x, 0)$ при $0 < x < 1$, $\sigma_y^{(0)} = \sigma_y(x, 0) = 0$; σ_x , σ_y и τ_{xy} — соответственно нормальные и касательные напряжения пластинки; E_0 и E — модули упругости соответственно для материалов накладки и пластинки.



Учитывая, что нормальное напряжение граничных точек плоскости в направлении оси ox через тангенциальные напряжения интенсивности $\tau(x)$ выражается формулой

$$\sigma_x(x) = -\frac{2}{\pi} \int_0^1 \frac{\tau(t) dt}{t-x} + P,$$

из уравнения (2) получается интегро-дифференциальное уравнение

$$\frac{\varphi(x)}{b(x)} - \lambda \int_0^1 \frac{\varphi'(t) dt}{t-x} = -\frac{\lambda R}{2}, \quad 0 < x < 1, \quad (3)$$

где

$$\varphi(x) = \int_0^x \tau(t) dt, \quad \lambda = \frac{2 h_0 k F_0}{E h \pi},$$

$$\varphi(0) = \varphi(1) = 0.$$

Пуст $b(x) = x^2$, $0 < x < 1$. На одном конце стрингера (в точке $x=1$) приложена сосредоточенная сила P_0 .

При таких условиях уравнение (3) принимает вид

$$\varphi(x) - \lambda x^2 \int_0^1 \frac{\varphi'(t) dt}{t-x} = -\frac{R\lambda}{2} x^2, \quad 0 < x < 1. \quad (4)$$

$$\varphi(0) = 0, \quad \varphi(1) = \frac{P_0}{h}.$$

Произведем замену переменных:

$$x = \frac{1}{y+1}, \quad t = \frac{1}{\tau+1}, \quad \varphi(x) = \varphi\left(\frac{1}{y+1}\right) = \varphi_0(y).$$

После элементарных преобразований получим

$$\varphi_0(y) + \lambda \int_0^\infty \frac{\varphi_0'(\tau) d\tau}{y-\tau} = \tilde{P} (y+1)^{-2} - \frac{P_0 \lambda}{h} (y+1)^{-1}, \quad 0 < y < +\infty, \quad (5)$$

$$\varphi_0(0) = \frac{R_0}{h}, \quad \varphi_0(+\infty) = 0, \quad \tilde{P} = -\frac{P\lambda}{2}.$$

Вновь заменяя переменные

$$y = e^{\xi}, \quad \tau = e^{\zeta}, \quad \psi(\xi) = \varphi_0(e^{\xi}),$$

уравнение (5) принимает вид

$$e^{\xi} \psi(\xi) + \lambda \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\psi'(\zeta) d\zeta}{1 - e^{\zeta - \xi}} = \tilde{P} \frac{e^{\xi}}{(1 + e^{\xi})^2} - \frac{P_0 \lambda}{h} \frac{e^{\xi}}{1 + e^{\xi}}, \quad (6)$$

$$-\infty < \xi < +\infty,$$

где функция $\psi(\xi)$ должна удовлетворять условиям

$$\psi(-\infty) = \frac{P_0}{h}, \quad \psi(+\infty) = 0. \quad (7)$$

Произведем преобразование Фурье обеих частей уравнения (6), где в качестве параметра рассмотрим комплексную переменную $s = s_0 - i\varepsilon$. После некоторых преобразований уравнение (6) сводится к условию задачи типа Карлемана для полосы:

$$\Phi(s-i) + \pi\lambda \operatorname{sch} t\pi s \quad \Phi(s) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \tilde{P} \frac{s}{\operatorname{sh}\pi s} - \frac{iP_0\lambda}{h} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\operatorname{sh}\pi s}. \quad (8)$$

Требуется найти функцию $\Phi(z)$, голоморфную в полосе $-1-\varepsilon < \operatorname{Im} z < -\varepsilon$, непрерывную на границе и удовлетворяющую условию (8).

Представим функцию $\operatorname{sch} t\pi s$ в таком виде:

$$\begin{aligned} G(s) = \operatorname{sch} t\pi s &= i \operatorname{sch} t\pi s \cdot \operatorname{th} \frac{\pi}{2} s = \frac{\operatorname{sh} \frac{\pi}{2} (s-i)}{\operatorname{sh} \frac{\pi}{2} s} = \\ &= i s G_0(s) = \frac{\operatorname{sh} \frac{\pi}{2} (s-i)}{\operatorname{sh} \frac{\pi}{2} s}. \end{aligned}$$

Ввиду того что $\operatorname{Im} dG_0(s) = 0$, функция $G_0(s)$ может быть представлена в виде [6]

$$G_0(s) = \frac{X_0(s-i)}{X_0(s)}, \quad (9)$$

где

$$X(z) = \exp \left\{ \frac{1}{2i} \int_{-\infty - i\varepsilon}^{+\infty - i\varepsilon} \ln [G_0(s)] \operatorname{cth} \pi (s-z) ds \right\}.$$

Тогда решение поставленной задачи можно записать в виде

$$\Phi(z) = \frac{X(z)}{2z} \int_{-\infty - i\varepsilon}^{+\infty - i\varepsilon} \frac{F(s)(1+is) ds}{X(s) \operatorname{sh} \pi (s-z)}, \quad -1-\varepsilon < \operatorname{Im} z < -\varepsilon, \quad (10)$$

где

$$X(z) = X_0(z) \operatorname{sh} \frac{\pi}{2} z X_1(z),$$

$$X_1(z) = \exp(iz \ln \lambda\pi) \Gamma(1+iz) \quad F(z) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \tilde{P} \frac{z}{\operatorname{sh}\pi z} - \frac{iP_0 h}{h} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\operatorname{sh}\pi z}.$$

функция $X(z)$ в указанной полосе допускает оценки

$$A_1 |t|^{1/2} < |X(t+i\tau)| \leq A_2 |t|^{3/2}$$

Так как функция $F(z)$ экспоненциально исчезает на бесконечности, то легко доказать, что и функция $\Phi(z)$ обладает указанным свойством. Кроме того, в точке $z = -i$ она имеет полюс первого порядка.

Применяя эти свойства функций $\Phi(z)$, по формуле Коши получаем

$$\begin{aligned} \psi'(\xi) = & \frac{i}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty-i\varepsilon}^{+\infty-i\varepsilon} s\Phi(s) e^{-is\xi} ds = C e^{-\xi} + \\ & + \frac{i e^{-(1+\varepsilon)\xi}}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty-i\varepsilon}^{+\infty-i\varepsilon} (s-i-i\varepsilon) \Phi(s-i-i\varepsilon) e^{-is\xi} ds, \end{aligned}$$

где C — некоторая постоянная.

Следовательно, при достаточно больших y функция $\varphi'_0(y)$ допускает оценку

$$\varphi'_0(y) = O\left(\frac{1}{y^2}\right) \quad \text{при} \quad y \rightarrow +\infty,$$

а для касательного напряжения имеем

$$\tau(x) = \varphi'(x) = C + \tilde{\varphi}(x),$$

где функция $\tilde{\varphi}(x)$ стремится к нулю при $x \rightarrow 0$.

Таким образом, тангенциальное контактное напряжение вблизи тонкого конца накладки не имеет особенности, оно ограничено.

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

(Поступило 10.9.1987)

დრეკადობის თეორია

ბ. შავლაყაძე

დრეკადი იზოტროპული ნახევარსიბრტყე, რომელიც გამაგრებულია ცვლადი განივკვეთის მქონე საზღვართან დაკავშირებული ლეროთი

რეზიუმე

განხილულია დრეკადობის თეორიის ბრტყელი ამოცანა ცვლადი განივკვეთის მქონე სტრინგერის ნახევარსიბრტყის საზღვართან ურთიერთქმედების შესახებ, როდესაც სტრინგერის განივი კვეთის ფართობი იცვლება $b(x) = x^2$, $0 < x < 1$, კანონით. ანალიზურ ფუნქციით თეორიის მეთოდებისა და ფურიეს გარდაქმნის გამოყენებით ამოხსნა აგებულია კვადრატებში.

THEORY OF ELASTICITY

N. N. SHAVLAKADZE

ELASTIC ISOTROPIC HALF-PLANE STRENGTHENED BY A FINITE STRINGER OF VARIABLE CROSS-SECTION

Summary

The plane problem of the theory of elasticity concerning the interaction between a stringer of variable cross-section and the half-plane boundary is studied in the case when the square of a cross-section varies according to the law $b(x) = x^2$, $0 < x < 1$. The solution is constructed in quadratures using methods of the theory of analytical functions and the Fourier transform.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Х. Арутюнян. ГММ, т. 32, вып. 4. 1968.
2. В. М. Александров, С. М. Мхитарян. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. , 1983.
3. Б. М. Нуллер. Изв. АН СССР, МТТ, № 5, 1972.
4. Л. А. Гоголаური. Сообщения АН ГССР, 119, № 3, 1985.
5. Г. А. Морарь, Г. Я. Попов. ПММ, 34, № 3, 1970.
6. Р. Д. Банцури. Сообщения АН ГССР, 73, № 3, 1974.

Р. Л. МИТАНШВИЛИ, Е. Н. КВИТАШВИЛИ

О МОДЕЛИРОВАНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

(Представлено академиком И. И. Джорджадзе 13.5.1987)

Интенсивный рост парка автомобилей обуславливает необходимость быстрого расширения и строительства дорожных сетей. Уже сегодня наблюдается несоответствие объемов дорожного движения пропускным способностям дорог, что вызывает транспортные заторы.

Такой рост парка автомобилей при недостаточных пропускных способностях дорог может привести к парализации дорожного движения в сети и к большому народнохозяйственным потерям.

Для того чтобы осуществить перестройку дорожного строительства в соответствии со спросом, необходимо в первую очередь располагать информацией об объемах дорожного движения и их значениях в перспективе.

Фактические значения объемов дорожного движения устанавливаются различными методами и средствами обследования автомобилей в единицу времени — от визуальных до автоматизированных. Именно в макростатических моделях отображаются взаимосвязи между средней скоростью, плотностью потока и интенсивностью движения. Для определения этой взаимосвязи необходимо располагать данными об интенсивности движения — числом автомобилей, проходящих через данную точку дороги в единицу времени.

Перечисленные выше характеристики макростатической модели имеют вероятностную природу. Исследование транспортных потоков на основе обследования парных корреспонденций пассажиров и грузов получило широкое распространение. Однако известно, что достаточно точное описание моделей даже с помощью статистических методов анализа, отражающих взаимосвязь между количеством отправок (прибытий) подвижного состава и факторами, его определяющими, в основном не удается. Модель получается крайне громоздкой и не обеспечивает приемлемой точности, т. е. описания того, чем мы располагаем.

Поэтому прежде всего следует сформулировать теорию, описывающую статистическую зависимость при разумном ограничении самих требований к теории. Ее задачей должно являться вычисление не точных значений различных потоков, а средних значений величин потоков во времени. Например, в статистической физике количество молекул рассматривается в некотором выделенном газе в достаточно большом макроскопическом объеме. Число таких молекул, как известно, с течением времени меняется, число в объеме носит характер беспорядочных колебаний относительно некоторого среднего значения. При большом числе частиц в объеме эти колебания будут малы по сравнению со средним числом частиц, так что для характеристики макросостояния достаточно узнать это среднее значение.



Проводя параллель с движением характера молекул, можно поставить вопрос: можно ли разработать модель, которая достаточно точно будет описывать количество отправок (прибытий) подвижного состава из пункта в пункт при сравнительно малых отклонениях фактических данных от расчетных, полученных на основе модели.

Фактические значения количества отправок подвижного состава можно представить в следующем виде:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где a_{ij} —количество отправок автомобилей из пункта i в пункт j .

Вместе с тем, каждому a_{ij} соответствует свой b_{ij} , т. е.

$$\begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & \cdots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \cdots & l_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ l_{n1} & l_{n2} & \cdots & l_{nn} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где l_{ij} —расстояние между пунктом i и пунктом j , а каждому l_{ij} , в свою очередь, соответствует определенная пропускная способность r_{ij} .

Кроме того, каждый пункт отправления характеризуется своим парком автомобилей x_1 , уровнем развития производительных сил x_2 , численностью населения x_3 и т. д.

Каждая a_{ij} —величина случайная, изменяется в течение часа, суток, недели, сезона, имеет различные законы распределения [1], и при большом n даже энтропийные методы моделирования сложных систем не дают желаемой точности прогноза. Очевидно, что

$$y_i = \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^n a_{kt}^i + \sum_{j=1}^n (a_{ij} + a_{ji}) > a_{ij}, \quad (3)$$

где y_i —интенсивность движения автомобилей в пункте i (авт/сутки), а a_{kt}^i —количество отправок автомобилей из пункта k в пункт t через пункт i . Поэтому основное внимание следует уделить не прогнозированию величин отправок и прибытий из пункта i в пункт j , а построению моделей, отражающих взаимосвязь суммарной интенсивности дорожного движения от влияющих на нее факторов, т. е. прогнозированию суммарной интенсивности движения транспортных средств тем более что для развития транспортной сети необходима интенсивность дорожного движения.

Искомый макроскопическим объемом может быть левая часть неравенства (3). Тогда для разработки модели, устанавливающей зависимость интенсивности движения от формирующих ее факторов, используем следующее выражение:

$$y_i = a_0 + x_1 x_1 + \cdots + a_m x_m + \varepsilon, \quad (4)$$

где ε —случайная переменная со средней, равной 0, и дисперсией σ^2 ; a_0, a_1, \dots, a_m —параметры регрессии, а x_1, x_2, \dots, x_m —влияющие факторы.

Для нахождения искомых параметров модели (4) обследуется некоторое множество n пунктов. Если одна из независимых переменных при нахождении искомых параметров является гравитационной составляющей, т. е.

$$x_1 = \sum_{j=1}^k \frac{Q_i Q_j}{l_{ij}^2}, \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

где Q_i —количество автомобилей всех марок в пункте i ; Q_j —количество автомобилей всех марок в смежном с пунктом i пункте j ; l_{ij} —расстояние между пунктом i и пунктом j , то, естественно, не все смежные пункты $i \in n$. Тогда расчет всех x_1 для множества n невозможен. Поэтому включаемые в модель наблюдаемые данные содержат d пунктов ($d < n$). Достаточность наблюдаемых данных по d пунктам должна подтверждаться рассчитываемыми статистическими характеристиками. Так, при наличии информации о транспортных потоках для 64 районов Грузинской ССР использованы данные всего лишь для 37 из них.

В качестве независимых переменных апробированы коэффициенты Энгеля—Юдзуру Като и Успенского, характеризующие густоту транспортной сети, численность населения района, доля объема валовой продукции района в валовом общественном продукте, количество автомобилей в районе, протяженность усовершенствованных дорог в районе, численность производственного персонала в районе, гравитационная составляющая района. Однако в модель включены лишь три из них. Разработанная модель имеет следующий вид:

$$y_i = 1,382 + 0,001863 x_1 + 0,70249 x_2 + 0,104329 x_3,$$

где x_2 — количество автомобилей в районе, тыс. автомобилей; x_3 — протяженность усовершенствованных дорог в районе тыс. км. Коэффициент корреляции между интенсивностью движения и гравитационной составляющей равен 0,37. Коэффициент множественной корреляции между интенсивностью движения и первыми двумя факторами равен 0,76, а тремя факторами — 0,824. При трех факторах расчетное значение критерия Фишера равно 26,1, а стандартное отклонение оценки зависимой переменной — 11.

Не очень высокое значение коэффициента множественной корреляции и значительные погрешности стандартного отклонения оценки зависимой переменной, на наш взгляд, обусловлены, во-первых, неточностью исходной информации, во-вторых, в некоторой степени невыявленностью фактора, вклад которого в общую корреляцию достаточно велик.

Таким образом, разработанная модель с указанной выше точностью позволяет прогнозировать интенсивность движения автомобилей в межрайонном автомобильном сообщении, устанавливать соответствие пропускных способностей дорог объемам дорожного движения и тем самым решить задачу оптимального развития транспортных сетей, а предложенный подход построения модели существенно облегчит сбор информации о транспортных потоках.

Научно-исследовательский институт
экономики, планирования и управления
народным хозяйством при
Госплане Грузинской ССР

რ. მითაიშვილი, ე. კვიტაშვილი

საგზაო მოძრაობის ინტენსიურობის მოდელირების შესახებ

რეზიუმე

წარმოდგენილია მიდგომა და დამუშავებულია რაიონთაშორისო საავტომობილო მიმოსვლაში საგზაო მოძრაობის მოცულობის პროგნოზირების მოდელი.

CYBERNETICS

R. L. MITAISHVILI, E. N. KVITASHVILI

ON SIMULATING THE TRAFFIC VOLUME

Summary

An approach has been suggested and a model has been developed for predicting traffic volumes in interregional bus communications.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Пустовалов. Сб. «Методы системного анализа в задачах автомобильного транспорта». М., 1985.



М. А. БЕГИАШВИЛИ, М. В. КВИМСАДЗЕ, О. Н. ЧАВЧАНИДЗЕ

ПОПЕРЕЧНЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ДИЭЛЕКТРИК-ПОЛУПРОВОДНИК

(Представлено академиком И. Г. Гвердцители. 27.2.1986)

В последнее время значительно возрос интерес к изучению поверхностных волн инфракрасного и оптического диапазона, распространяющихся вдоль границы раздела сред. В работах [1, 2] была исследована возможность каналирования поверхностных волн вдоль границы раздела полупроводник-диэлектрик при наличии внешнего магнитного поля. Однако в работе [1] дисперсионное уравнение для поверхностных волн было получено без учета столкновений носителей тока с рассеивающими центрами, и решение проводилось на ЭВМ только для некоторых численных значений параметров задачи. А в работе [2] предполагалось, что проводимость полупроводника вдоль магнитного поля является наибольшей, и исследования ограничивались рассмотрением поверхностного геликона.

В настоящей работе изучается поперечное распространение поверхностных волн, когда внешнее магнитное поле направлено вдоль границы раздела перпендикулярно к направлению распространения волн. Пусть полупространство $z > 0$ заполнено диэлектриком, а полупространство $z < 0$ полупроводником с одним типом носителей. Внешнее магнитное поле направлено по направлению оси y , а волна распространяется вдоль оси x . Предполагаем, что компоненты поверхностной волны пропорциональны $e^{\alpha_1 z} e^{i(k_x x - \omega t)}$ где α_1 и α_2 — постоянные распространения волны для диэлектрика и полупроводника соответственно, и подставив значение этих компонент в уравнения Максвелла, получим выражения, определяющее зависимость α_1 и α_2 от волнового вектора k_x и частоты волны ω .

$$\alpha_1 = - \left(k_x^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \epsilon_1 \right)^{1/2},$$

$$\alpha_2 = \left(k_x^2 - \frac{\omega^2}{c^2} b + \frac{\omega^2}{c^2} \frac{a^2}{b} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

где

$$a = \frac{e}{|e|} \frac{4\pi}{\omega} \sigma_2; \quad b = \epsilon_2 + \frac{4\pi i}{\omega} \sigma_1; \quad (2)$$

ϵ_1 — диэлектрическая проницаемость диэлектрика; ϵ_2 — решеточная диэлектрическая проницаемость полупроводника; c — скорость света в вакууме; e — заряд носителя тока полупроводника;

$$\sigma_1 = \frac{\omega_p^2 \epsilon_2}{4\pi} \frac{\nu - i\omega}{(\nu - i\omega)^2 + \omega_H^2}; \quad \sigma_2 = - \frac{\omega_p^2 \epsilon_2}{4\pi} \frac{e}{|e|} \frac{\omega_H}{(\nu - i\omega)^2 + \omega_H^2}; \quad (3)$$



ω_p — плазменная частота; ω_H — циклотронная частота; ν — частота столкновений носителей тока полупроводника с рассеивающими центрами.

Следует отметить, что знак в выражениях (1) выбран таким образом, что поле электромагнитной волны вдали от границы раздела обращалось в нуль. На границе же раздела должны выполняться граничные условия электродинамики [3]: непрерывность тангенциальных компонентов электрического и магнитного полей волны. Воспользовавшись граничными условиями, нетрудно убедиться, что при наличии поперечного магнитного поля вдоль границы раздела может распространяться только ТМ волна, дисперсионное уравнение которой имеет вид

$$\left(\frac{c^2}{\omega^2} k_x^2 - \epsilon_1\right)^{1/2} \left\{ \frac{e}{|e|} a \frac{c}{\omega} k_x + b \left(\frac{c^2}{\omega^2} k_x^2 - b + \frac{a^2}{b}\right)^{1/2} + \left(\frac{c^2}{\omega^2} k_x^2 - b\right) \epsilon_1 \right\} = 0. \quad (4)$$

После несложных преобразований уравнение (4) можно свести к алгебраическому уравнению, решение которого имеет вид

$$k_x = \text{sign}(\text{Re } k_x) \times \frac{\omega}{c} \left\{ \frac{[(\epsilon_1 - b)^2 - a^2] (b\epsilon_1 - a^2 + b^2) \pm 2\epsilon_1 \sqrt{-(\epsilon_1 - b)^2 - a^2}}{[(\epsilon_1 + b)^2 - a^2] [(\epsilon_1 - b)^2 - a^2]} \right\}^{1/2}. \quad (5)$$

Формула (5) определяет четыре возможных решения исходного уравнения (4). Но простой анализ показывает, что два из них не могут удовлетворять исходному уравнению. Действительно, если для некоторого ω выражения (5) с определенным знаком перед $2\epsilon_1$ и с определенным знаком $\text{sign}(\text{Re } k_x)$ является решением уравнения (4), то выражение (5) с тем же знаком перед $2\epsilon_1$, но с противоположным знаком $\text{sign}(\text{Re } k_x)$ не может быть решением того же уравнения, поскольку оно является решением уравнения, которое получается из уравнения (4) заменой k_x на $-k_x$. Отсюда вытекает, что для любого данного ω вдоль границы раздела могут распространяться максимум две моды поперечных поверхностных волн.

Рассмотрим подробнее распространение низкочастотных поверхностных волн, для которых выполняются неравенства

$$\omega^2, \nu^2 \ll \omega_H^2, \omega_p^2. \quad (6)$$

Учитывая формулы (2), (3) и (6), можно упростить выражение (5), после чего нетрудно сделать выбор тех решений, которые удовлетворяют исходному уравнению (4).

Анализ показывает, что при выполнении неравенства

$$\text{Re} \sqrt{1 + \frac{\omega_p^2}{\omega_H^2} \left(1 + \frac{i\nu}{\omega}\right)} > \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}} \quad (7)$$

зависимость k_x от ω определяется формулой

$$k_x = \frac{\omega}{c} \sqrt{\epsilon_1} \text{sign}(\text{Re } k_x) \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} \frac{\omega^2 \omega_H^2}{\omega_p^2} \left[\sqrt{1 + \frac{\omega_p^2}{\omega_H^2} \left(1 + \frac{i\nu}{\omega}\right)} + \right. \right.$$



$$+ \frac{e}{|e|} \operatorname{sign}(\operatorname{Re} k_x) \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}} \Big] \Big\} , \tag{8}$$

ა დასრულებულია უკუპირი უტოლობა — ფორმული

$$k_x = \frac{e}{|e|} \frac{\omega}{c} \sqrt{\epsilon_1} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{\epsilon_1 \omega^2 \omega_H^2}{\epsilon_2 \omega_p^4} \left[\sqrt{1 + \frac{\omega_p^2}{\omega_H^2} \left(1 + \frac{i\gamma}{\omega}\right)} + \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}} \right] \right\} . \tag{9}$$

კაკ ვიდი აზ ფორმული (8), ვ სლუაე მალეხ ϵ_1 , კოდა ვეფილნიება ნერაენეხე (7), ვდოლე გრანიცი რაზდელა პოლუპროვოდიკ-დიელექტრიკ მოგუტ რასპროსტრანიათა დეე მოდე ნიკოჩასოტოი პოპერეჩნი პოვერხონი ვოლნი. ოდნი აზ ეთიხ მოდ რასპროსტრანიათა პო ნაპრავლენიუ ოსი x , ა დრუგა — ვ პროტივოპოლოჟნიმ ნაპრავლენი. ვ სლუაე ბოლშიხ ϵ_1 , კაკ ვიდი აზ ფორმული (9), მოგეტ რასპროსტრანიათა თოლეკო ოდნი მოდა. ნაპრირე, პრი ნალიჩნი პოლუპროვოდიკი p ტიპა პოვერხონი ვოლნი რასპროსტრანიათა თოლეკო პო ნაპრავლენიუ ოსი x . ოჩევიდი, ქო ესეი ვ თეხ ჯე უსლოვიხ ვეწინეე მაგნიტნიე პოლე ნაპრავიწე ნე პო ნაპრავლენიუ ოსი y , ა ვ პროტივოპოლოჟნიმ ნაპრავლენი, თო ვოლნი პო ნაპრავლენიუ ოსი x უჟე ნე ბუდეტ რასპროსტრანიათა. ტაკიმ ობრავო, რასპროსტრანენი ანე ჯაპირენიე პოვერხონი ვოლნი ვ ფიქსიროვანიმ ნაპრავლენი მოგუტ რეგულიროვანე აზმენენიე ნაპრავლენი ვეწინეე მაგნიტნიე პოლე.

რასპროსტრანენი ანე ჯაპირენიე პოვერხონი ვოლნი ვ დანიმ ნაპრავლენი მოგუტ რეგულიროვანე ტაკჟე ვეწინეე ვეწინეე მაგნიტნიე პოლე. დეიწვინელი, კაკ ბოლე სკაზანო ვეწინეე, პრი ვეფილნიეხე ნერაენეხე (7) ვოლნი რასპროსტრანიათა ვ ობოიხ ნაპრავლენიხ ოსი x . ესეი ჯე უვეწინეე მაგნიტნიე პოლე ტაკ, ქო ვეფილნიეხე ობრავო ნერაენეხე, თო პოვერხონი ვოლნი ვ ოდნიმ აზ ეთიხ ნაპრავლენი უჟე ნე ბუდეტ რასპროსტრანიათა.

(Поступило 20.3.1986)

ფიზიკა

მ. ზაზიზივილი, მ. კვიციანი, ო. ზაზიანიძე

განივი ზედაპირული ტალღები დილაქტრიკისა და ნახევარგამტარის გამყოფ საზღვარზე

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია ზედაპირული ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელება გარეშე მაგნიტური ველის არსებობის შემთხვევაში, როცა იგი მიმართულია ტალღის გავრცელების მართობულად. ნაჩვენებია, რომ გარკვეული მოდის გავრცელება ან არ გავრცელება შეიძლება ემართოდ მაგნიტური ველის მიმართულების ან სიდიდის ცვლილებით.

M. A. BEGIASHVILI, M. V. KVIMSADZE, O. N. CHAVCHANIDZE

LONGITUDINAL SURFACE WAVES ON THE DIELECTRIC-
SEMICONDUCTOR INTERFACE

Summary

The paper deals with the propagation of surface electromagnetic waves in case of an external magnetic field directed normal to the propagation of a wave.

It is shown that propagation or suppression of a definite mode can be regulated via changes in the direction of the magnetic field or its quantity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. F. Wallis, J. J. Brion, E. Burstein, A. Harstein, Phys. Rev., 9, № 8, 1974.
2. N. N. Beletski, V. M. Yakovenko. Sol. State Comm. 34, № 10, 1980.
3. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М., 1957.

Г. А. БЕГИАШВИЛИ, А. А. ГАБАШВИЛИ, О. Н. ЧАВЧАНИДЗЕ

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ИОННЫЙ ДИЭЛЕКТРИК-ПОЛУПРОВОДНИК

(Представлено академиком И. Г. Гвердцители 20.3.1986)

В работе [1] было показано, что при распространении поверхностных волн вдоль границы раздела полупроводник-диэлектрик возникает связь между оптическими фононами диэлектрика и плазмонами полупроводника.

В настоящей работе изучен спектр связанных состояний на границе раздела ионный диэлектрик-полупроводник, возникающих при наличии в полупроводнике экситонной зоны поглощения.

Пусть полупространство $z > 0$ заполнено ионным диэлектриком, а область $z < 0$ — полупроводником. Предположим, что вдоль границы раздела по направлению оси z распространяется поверхностная волна, компоненты полей которой пропорциональны $\exp(\pm z/\delta_{1,2}) \exp i(kx - \omega t)$, где δ_1 и δ_2 — глубины проникновения волны в диэлектрик и полупроводник соответственно, ω — частота волны, k — волновой вектор. Подставляя значения компонент полей в уравнения Максвелла, получаем следующие соотношения:

$$\delta_{1,2} = \left(k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \epsilon_{1,2} \right)^{-1/2}, \quad (1)$$

где ϵ_1 и ϵ_2 — диэлектрические проницаемости диэлектрика и полупроводника соответственно.

Используя граничные условия электродинамики [2] — непрерывность тангенциальных составляющих электрического и магнитного полей волны — получаем дисперсионное уравнение:

$$-\delta_2 \epsilon_2 = \delta_1 \epsilon_1. \quad (2)$$

Возводя обе стороны уравнения (2) в квадрат и используя выражения (1) запишем дисперсионное уравнение в следующем виде:

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = \frac{\omega^2}{c^2} \cdot \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{k^2}. \quad (3)$$

Нетрудно установить, что решение уравнения (3) определяет поверхностную неизлучательную моду только в том случае, если оно удовлетворяет следующей системе неравенств:

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 < 0; \quad \epsilon_1 \epsilon_2 < 0. \quad (4)$$

Как известно [1, 3], выражение для диэлектрической проницаемости ионного диэлектрика имеет вид

$$\epsilon_1 = \epsilon_\infty \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{\omega^2 - \omega_f^2}, \quad (5)$$



где ω_e и ω_l — частоты колебаний продольных и поперечных оптических фононов диэлектрика, соответственно; ϵ_∞ — константа, определяющая диэлектрическую проницаемость диэлектрика при очень высоких частотах, а диэлектрическая проницаемость полупроводника с учетом экситонной полосы поглощения имеет вид [4, 5]

$$\epsilon_2 = \epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega^2} - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}, \quad (6)$$

где ω_3 — экситонная частота поглощения; ω_0 — плазменная частота носителей тока; ϵ_0 — решеточная диэлектрическая проницаемость полупроводника; γ — величина, определяющая структуру экситонных полос. Предполагается, что ϵ_0 не зависит от частоты волны, что справедливо, например, для одноатомных полупроводников.

Подставляя выражения (5) и (6) в систему неравенств (4) получаем:

$$\begin{aligned} \epsilon_\infty \frac{\omega^2 - \omega_e^2}{\omega^2 - \omega_l^2} < 0 < \epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega^2} - \frac{\omega_0^2}{\omega^2} < \epsilon_\infty \frac{\omega_e^2 - \omega^2}{\omega^2 - \omega_l^2}, \\ 0 < \epsilon_\infty \frac{\omega^2 - \omega_e^2}{\omega^2 - \omega_l^2} < \frac{\omega_0^2}{\omega^2} - \epsilon_0 - \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega^2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Для всех ионных диэлектриков $\omega_l < \omega_e$ однако порядок этих частот один и тот же $\omega_l \simeq \omega_e \simeq 10^{13} \div 10^{14}$ сек⁻¹. Плазменная частота же в невырожденных полупроводниках не превышает 10^{13} сек⁻¹, тогда как экситонная частота поглощения $\omega_3 \simeq 10^{14} \div 10^{15}$ сек⁻¹.

Таким образом, для любой пары полупроводника и диэлектрика имеет место соотношение

$$\omega_0 < \omega_l < \omega_e < \omega_3. \quad (8)$$

Учитывая эти соотношения при решении неравенств (7), получаем следующие частотные области для неизлучательных поверхностных мод:

$$\omega^2 < \frac{\omega_0^2}{\epsilon_0 + \epsilon_\infty \frac{\omega_e^2}{\omega_l^2 - \omega_0^2} + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega_0^2}} \equiv \Omega_1^2, \quad (9)$$

$$\omega_l^2 < \omega^2 < \frac{\epsilon_\infty \omega_e^2 + \omega_l^2 \left(\epsilon_0 - \frac{\omega_0^2}{\omega_e^2} + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega_e^2} \right)}{\epsilon_0 + \epsilon_\infty - \frac{\omega_0^2}{\omega_e^2} + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega_e^2}} \equiv \Omega_2^2, \quad (10)$$

$$\max\{\omega_l^2; \omega_3^2\} < \omega^2 < \omega_3^2 + \frac{4\pi\gamma}{\epsilon_0 + \epsilon_\infty}. \quad (11)$$

Подставляя теперь выражения для ϵ_1 и ϵ_2 в дисперсионное уравнение (3) и решая его относительно k^2 получаем

$$k^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \cdot \frac{\epsilon_\infty \frac{\omega^2 - \omega_e^2}{\omega^2 - \omega_l^2} \left(\epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega^2} - \frac{\omega_0^2}{\omega^2} \right)}{\epsilon_\infty \frac{\omega^2 - \omega_e^2}{\omega^2 - \omega_l^2} + \epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_3^2 - \omega^2} - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}}. \quad (12)$$



Формулы (1), (9)—(11) и (12) полностью решают поставленную задачу. Формулы (9)—(11) определяют частотный спектр поверхностных мод. Формула (12) определяет волновой вектор этих мод, а формула (1) дает возможность вычислить глубину проникновения волны. Нетрудно показать, например, что если выполнено условие

$$\epsilon_{\infty} \frac{\omega_e^2}{\omega^2} > \epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_{\Omega}^2}, \quad (13)$$

то в частотной области, определенной формулой (9), δ_2 является монотонно убывающей функцией ω . Если же имеет место обратное неравенство, то δ_2 имеет максимум

$$\delta_{2 \max}^r = \frac{c}{\omega_0} \cdot \frac{\epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_{\Omega}^2} + \frac{\omega_e^2}{\omega_l^2} \epsilon_{\infty}}{\sqrt{\epsilon_{\infty} \frac{\omega_e^2}{\omega_l^2} \left(\epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_{\Omega}^2} \right)}}, \quad (14)$$

который достигается при

$$\omega^2 = \omega_{\Omega}^2 \equiv \omega_0^2 \frac{\epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_{\Omega}^2} - \epsilon_{\infty} \frac{\omega_e^2}{\omega_l^2}}{\left(\epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_{\Omega}^2} \right) \left(\epsilon_0 + \frac{4\pi\gamma}{\omega_{\Omega}^2} + \epsilon_{\infty} \frac{\omega_e^2}{\omega_l^2} \right)}. \quad (15)$$

В частотной области, определенной формулой (10), глубина проникновения в полупроводнике δ_2 является убывающей функцией, а в частотной области (11) δ_2 имеет максимум

$$\delta_{2 \max}^r = \frac{c}{2\omega_{\Omega}} \sqrt{\frac{\omega_{\Omega}^2 - \omega_l^2}{\epsilon_{\infty} (\omega_{\Omega}^2 - \omega_e^2)}}, \quad (16)$$

который достигается при

$$\omega^2 = \omega_{\Omega}^2 + \frac{4\pi\gamma}{\epsilon_0 + 2\epsilon_{\infty} (\omega_{\Omega}^2 - \omega_e^2) / (\omega_{\Omega}^2 - \omega_l^2)}. \quad (17)$$

Оценим ширину полупроводникового слоя, при которой его можно считать бесконечным. Наибольшее значение δ_2 достигает для низкочастотных волн $\omega < \Omega_1$. Предполагая, что $\omega_0 \approx 5 \cdot 10^{12} \text{ сек}^{-1}$ получаем следующую оценку $\delta_2 = c/\omega_0 = 0,6 \text{ мм}$ и полупроводниковый слой можно считать бесконечным, если ширина слоя порядка 2 мм. Для частотных областей, определенных формулами (10) и (11), ширина слоя существенно меньше. Как показывают расчеты для этих частот полупроводниковый слой можно считать бесконечным, даже если ширина слоя не превышает 0,1 мм.

(Поступило 20.3.1986)

ფეიჩიკა

ბ. ბაგვაშვილი, ა. ბაგვაშვილი, ო. ზაზვანიძე

ზედაპირული ელექტრომაგნიტური ტალღები იონური დიელექტრიკისა და ნახევარგამტარის გამყოფ საზღვარზე

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია ზედაპირული ტალღების სპექტრი. ნაჩვენებია, რომ შთანთქმის ექსიტონური ზონის გათვალისწინების შემთხვევაში არსებობს ზედაპირული ტალღების სამი სიხშირული არე, მოქმედნილია ამ არეებისათვის დისპერსიული თანადარობები და ნივთიერებებში ტალღის შეღწევის სიღრმე.

G. A. BEGIASHVILI, A. A. GABASHVILI, O. N. CHAVCHANIDZE

SURFACE ELECTROMAGNETIC WAVES ON THE IONIC DIELECTRIC-
SEMICONDUCTOR INTERFACE

Summary

The paper studies the surface wave spectrum. It is shown that in case of exciton absorption band there exist three frequency areas of surface waves.

The dispersion relations and the depth of wave penetration into a substance have been defined for these areas.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Сатаров. ЖЭТФ, 65, № 6, 1973.
2. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М., 1957.
3. Г. А. Бегнашвили, А. А. Габашвили, О. Н. Чавчанидзе. ФТП, 12, № 5, 1978.
4. Г. А. Бегнашвили, А. А. Габашвили, О. Н. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 98, № 1, 1980.
5. В. М. Агранович, М. И. Каганов. ФТТ, 4, № 6, 1982.
6. М. И. Хейфиц. ФТТ, 7, № 12, 1965.

Е. И. СИХАРУЛИДZE, Г. Г. СУРМАВА, Г. А. СИХАРУЛИДZE

О СТРУКТУРЕ ЗОНЫ ПРОВОДИМОСТИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ
 $In_xGa_{1-x}As$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 10.1.1987)

Удобство и, во многих случаях, необходимость использования твердых растворов соединений A^3B^5 для решения задач полупроводниковой электроники делает необходимым знание энергетического спектра носителей заряда в зависимости от состава твердого раствора. Данная работа посвящена изучению некоторых особенностей структуры зоны проводимости твердых растворов $In_xGa_{1-x}As$.

Исследования спектров оптического поглощения и отражения проводились в диапазоне длин волн 0,8—25 мкм. Методика измерений аналогична описанной нами ранее в работе [1]. Спектральная ширина щели для каждой спектральной области показана на соответствующем графике. Измерения проводились при температурах 295 и 90°K. При низкотемпературных исследованиях, чтобы избежать дополнительных явлений, связанных с возможными термическими напряжениями, тонкие образцы в свободном состоянии помещались в специальные рамки из алюминиевой фольги. Чтобы избежать дополнительного спектра поглощения ледяной пленки на поверхности образца, вакуум в криостате поддерживался не менее $5 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст.

Составы исследуемых твердых растворов и концентрации свободных электронов в них при температурах 90 и 295°K приведены в табл. 1. Составы контролировались микрорентгеноспектральным методом (диаметр электронного зонда микроанализатора был равен 1 мкм; относительная погрешность определения состава по индию не превышала 5%, по галлию — 2%), а концентрации свободных носителей заряда определялись по холловским измерениям на постоянном токе (погрешность не более 6%). В табл. 1 приведены также значения уровней Ферми и эффективных масс электронов, определенные нами по измерениям дифференциальной термо э. д. с. (погрешность ~6%). Величины эффективных масс электронов в образцах с высокой концентрацией носителей заряда были определены нами по спектральной зависимости коэффициента отражения, связанной с электрической восприимчивостью электронной плазмы [2]. (Их значения приведены в скобках в табл. 1).

Как показали эксперименты, спектры поглощения всех образцов n -типа имеют структуру, обусловленную разными механизмами погло-

Таблица 1

№ образца	Состав X	N 295 (см ⁻³)	N 90 (см ⁻³)	$E_{\text{опт.}}^{295}$ (эВ)	$E_{\text{опт.}}^{90}$ (эВ)	$\frac{m_n}{m_0}$	E_F (эВ)
1n01	0,016	6, 0.10 ¹⁶	5, 0.10 ¹⁶	1,377	1,486	0,056	-0,01
2n03	0,03	3, 9.10 ¹⁷	3, 9.10 ¹⁷	1,372	1,480	0,054	+0,036
3n01	0,05	8, 2.10 ¹⁶	8, 0.10 ¹⁶	1,339	1,427	0,051	-0,013
4n02	0,09	3, 8.10 ¹⁷	3, 8.10 ¹⁷	1,315	1,411	0,052	+0,0366
5n02	0,12	1,35.10 ¹⁸	1,35.10 ¹⁸	1,304	1,407	0,052 (0,053)	+0,087
6n03	0,15	1,32.10 ¹⁸	1,32.10 ¹⁸	1,250	1,391	0,051 (0,051)	+0,086
8n02	0,25	1,53.10 ¹⁸	1,53.10 ¹⁸	1,214	—	0,049	+0,099

щения. Между краем основной полосы поглощения и областью, связанной с поглощением на свободных носителях, наблюдается некоторая область при 0,1—1,2 эв, происхождение которой обусловлено дополнительным механизмом поглощения. (В длинноволновой части спектра, при $\lambda > 10$ мкм, строго выполняется степенная зависимость $\alpha \sim \lambda^x$, характерная для свободных носителей.) Этот дополнительный меха-

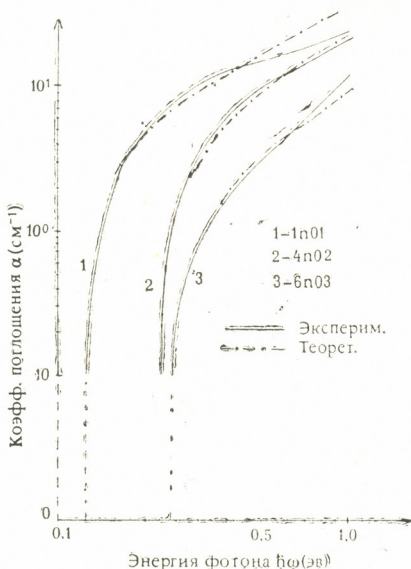


Рис. 1

низм можно связать со сложной структурой зоны проводимости исследуемых твердых растворов.

Чтобы выявить чистую картину внутризонных переходов, надо исключить влияние двух соседних полос поглощения. Особенного внимания требует выявление порога внутризонного поглощения, который должен находиться в коротковолновой стороне от области поглощения на свободных носителях. Как показывает эксперимент, в этом промежутке спектра наблюдается заметное изменение степенной зависимости, свойственной поглощению на свободных носителях, и последую-

Таблица 2

№ образца	$h\nu$ гр. (эв)	ΔE (эв)
1n01	0,124	0,176
2n03	0,200	0,288
3n01	0,224	0,276
4n02	0,224	0,312
5n02	0,212	0,351
6n03	0,240	0,378
8n02	0,255	0,406

щий плавный рост коэффициента поглощения. Появление этого участка надо объяснить особенностями внутризонных переходов.

Предполагаемая подзона зоны проводимости в твердых растворах InGaAs видимо лежит не в центре зоны Бриллюэна, а на границе X, по аналогии с арсенидом галлия (согласно влиянию неаксиального давления на эффект Ганна в GaAs). Исходя из этой модели, можно предположить существование электронных переходов $\Gamma_1 \rightarrow X_3$ с участием виртуальных промежуточных состояний, с последующим взаимодействием с несовершенствами кристалла. А подобного вида переходы, согласно теоретическим представлениям Хага и Кимура [3], могут привести к медленному изменению зависимости вероятности переходов от энергии фотона. Вероятно, свой вклад будет вносить и непараболичность основной зоны проводимости.

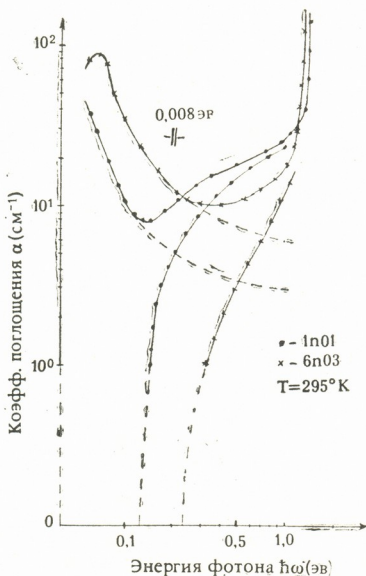


Рис. 2

На основе этих предположений экспериментальный спектр $\Gamma \rightarrow X$ поглощения может иметь вид, показанный на рис. 1. Для наглядности на рисунке приведены спектры только двух крайних по составу образцов. Пороговые значения энергии внутризонных переходов приведены в табл. 2.

С целью проверки предполагаемого механизма переходов была предпринята попытка теоретически рассчитать спектры поглощения, связанные с внутризонными переходами, и результаты были сопоставлены с экспериментальными данными. Коэффициент поглощения должен быть пропорциональным вероятности перехода при данной энергии фотона и его значение принималось равным $\alpha = c(\hbar\omega)^{1/2} F(\hbar\omega)$, где c — некий поправочный параметр. Вероятность перехода, зависящая от энергии фотона, согласно Думке и Лоренца [4], можно представить в виде

$$F(\hbar\omega) = \int f(E) E^{1/2} h(E) (E + \hbar\omega - \Delta E) dE,$$

где $h(E) = (1 + E/Eg)^{1/2} (1 + 2E/Eg)$ — отношение плотностей состояний в подзонах, а $f(E)$ — функция Ферми.

Основываясь на экспериментально определенных значениях параметров исследуемых твердых растворов, вычисления были произведены на ЭВМ. В расчетах учтены степень заполнения основного минимума зоны проводимости образцов и размытие функции Ферми при данной температуре.

Экспериментально полученные спектры поглощения, связанные с внутризонными переходами, и теоретически рассчитанные кривые, описывающие предполагаемый механизм поглощения, приведены на рис. 2. Как видно из рисунка, совпадение экспериментальных кривых с теоретическими вполне удовлетворительное. На основе проведенного анализа были оценены энергетические зазоры между основным минимумом и второй подзоны зоны проводимости для твердых растворов с разными составами. Их значения приведены в табл. 2. Тенденция зависимости ΔE от состава твердого раствора очевидна.

Как показали исследования спектров поглощения внутризонных переходов с понижением температуры до 90°K, энергетический зазор между основным и дополнительным минимумом зоны проводимости уменьшается. Однако это изменение мало и без точного анализа фононного вклада невозможно сделать выводы о характере смещения подзоны.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 9.1.1987)

ფიზიკა

მ. სიხარულიძე, გ. სურმავა, გ. სიხარულიძე

მყარი ხსნარების გამტარებლობის ზონის სტრუქტურის შესახებ

რეზიუმე

ოპტიკური შთანთქმის სპექტრების ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა გამტარებლობის ზონაში მეორე ქვეზონის არსებობა ბრილუენის ზონის X კიდულზე. განსაზღვრულია ენერგეტიკული მანძილი გამტარებლობის ზონის ძირითად მინიმუმსა და ქვეზონის მინიმუმს შორის და მისი დამოკიდებულება $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ მყარი ხსნარების შემადგენლობაზე.

PHYSICS

E. I. SIKHARULIDZE, G. G. SURMAVA, G. A. SIKHARULIDZE

ON THE STRUCTURE OF SOLID SOLUTIONS CONDUCTIVITY ZONE OF InGaAs

Summary

The paper deals with a study of a structure of solid solutions conductivity zone of InGaAs .

Based on the analysis of optical adsorption spectra, the second subzone has been established at the boundary of the Brillouin zone. Energetic distance between the main minimum of the conductivity zone and the minimum of the second subzone as well as its dependence on the composition of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ solid solutions has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Сихарулидзе, Л. Сакварелидзе и др. ФТИ, 5, 1488, 1971.
2. W. G. Spitzer, H. Y. Fan. Phys. Rev., 106, 882, 1957.
3. E. Haga, H. Kimure, J. Phys. Soc. Japan, 19, 1596, 1964.
4. W. P. Dumke, M. R. Lorenz, G. D. Pettit, Phys. Rev., I, 4668, 1970.

Э. Р. КУТЕЛИЯ, П. Д. КЕРВАЛИШВИЛИ, Т. А. ДЗИГРАШВИЛИ,
Р. Н. ДЕКАНОСИДЗЕ, Н. И. МАЙСУРАДЗЕ, Р. Я. ЮРЕЧКО

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И КРИСТАЛЛИЗАЦИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ АМОРФНОГО ЭЛЕМЕНТАРНОГО БОРА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 20.2.1987)

Исключительный интерес представляет выяснение строения частиц свободнонасыпного ультрадисперсного порошка аморфного бора, полученного способом плазмохимического восстановления трихлорида бора водородом [1].

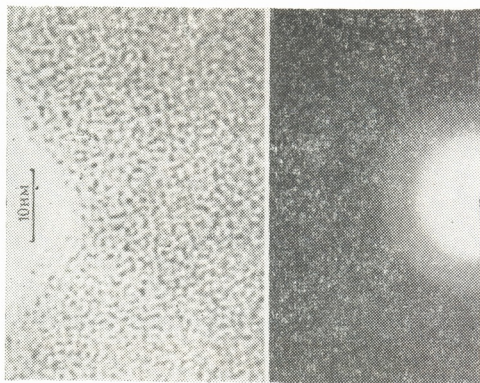


Рис. 1. а) Микрофотография фрагмента частицы порошка ультрадисперсного аморфного бора; б) микродифракционная картина этой частицы

Существенной особенностью свободно растущих частиц ультрадисперсного бора является их округлая эллиптическая форма, имеющая двумерное строение с отношением диаметра к толщине 20:1.

На рисунке 1,а приведен фрагмент изображения частицы порошка ультрадисперсного аморфного бора до его термической обработки. Изображение получено при прохождении через диафрагму первичного электронного пучка и всех диффузных отражений первого кольца (рис. 1,б). Видно, что исследуемая частица имеет аморфную структуру, икосаэдры бора располагаются в габитусной плоскости частицы неупорядоченно и коррелируют только с ближайшими соседями. Анализ микродифракционной картины и соответствующие расчеты межплоскостных расстояний дали величины, близкие к значениям для плоскостей икосаэдра V_{12} (см. рис. 1,б).

Для исследования ближнего порядка аморфного бора был применен метод интегрального анализа, позволяющий с помощью фурье-преобразования интенсивности когерентного рассеяния электронов

рассчитать радиальную функцию распределения атомной плотности (РФР).

На рис. 2 приведена кривая РФР аморфного бора. Как видно из рисунка, координационные максимумы размещены при $R_1=1,8 \text{ \AA}$, $R_2=3 \text{ \AA}$, $R_3=3,76 \text{ \AA}$, $R_4=4,4 \text{ \AA}$ и $R_5=5,76 \text{ \AA}$. Площади, соответствующие пикам, т. е. координационные числа равны соответственно $Z_1=6,44$, $Z_2=16,8$, $Z_3=10,6$, $Z_4=23$ и $Z_5=35$.

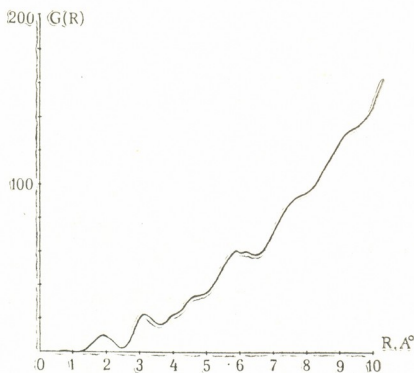


Рис. 2. Кривая радиального распределения атомов аморфного бора

Сравнение с соответствующими максимумами для известных модификаций кристаллического бора показывает, что для первых трех максимумов наблюдается приблизительно совпадение с таковыми для аморфного, β -ромбоэдрического и тетрагонального бора. Остальные максимумы ближе максимумам β -ромбоэдрического бора.

Вакуумная термическая обработка изучаемых частиц порошка бора до температуры (750—800°C) не дала изменения электронно-дифракционной картины их строения. При термообработке частиц в течении 30 мин при температуре 800°C их размеры увеличиваются в 2—3 раза с сохранением соотношения диаметра частицы к ее толщине такого же порядка, как у исходных частиц.

На рис. 3,а приведена соответствующая микрофотография и микродифракционная картина, рис. 3,б). Как видно, произошла частичная кристаллизация внутренних областей частиц (полосчатый контраст, характерный для кристаллического строения) при сохранении вокруг этих областей аморфной структуры, что является важной характерной чертой ультрадисперсных частиц. Из этой картины ясно, что увеличение диаметра частиц при термической обработке происходит путем соединения пластинчатых коагуляторов икосаэдров диаметром 20—50 \AA , обладающих «монокосаэдральной» толщиной, а также их наплавления (на рис. 3,а отмечено стрелками).

Если сравнить эту электронно-дифракционную картину с картиной исходного состояния частиц элементарного бора (рис. 1,б), то, видно, что в термически обработанном материале наряду с диффузным гало появились точечные рефлексы и их ряды, соответствующие отражениям от кристаллографических плоскостей решетки бора β -ромбоэдрической модификации.

Расстояние между этими полосами равно $\approx 8 \text{ \AA}$, что очень близко к межплоскостному расстоянию плоскостей (III) кристаллической решетки β -ромбоэдрического бора ($d_{III}=7,962 \text{ \AA}$) и совпадает с вычисленным значением по данным из расстояний между рефlekсами в их цепочке.

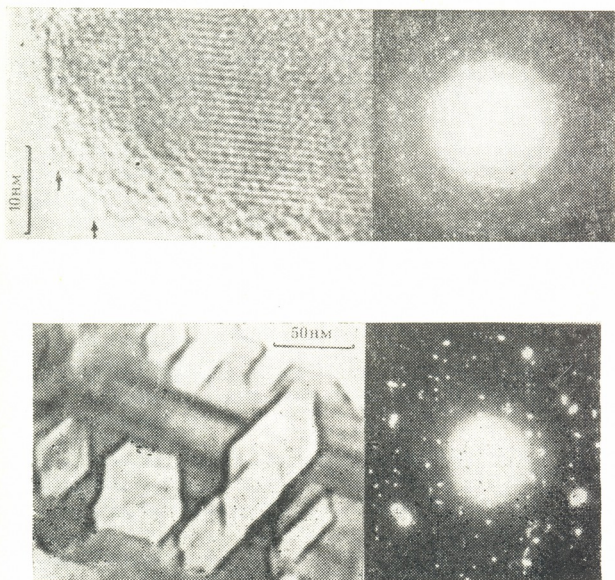


Рис. 3. а) Микрофотография частицы аморфного бора, термически обработанного при $T=800^\circ\text{C}$ и $t=30$ мин с закристаллизовавшейся областью; б) соответствующая микродифракционная картина; в) Микрофотография частиц, закристаллизовавшихся при их нагреве пучком электронов непосредственно в колонне электронного микроскопа; г) микродифракционная картина с закристаллизовавшихся частиц

Нагрев частиц элементарного бора, предварительно прошедших термическую обработку при $T=800^\circ\text{C}$ и $t=30$ мин, происходил непосредственно в колонне электронного микроскопа при удалении конденсорной диафрагмы. В наслоенных областях частиц появились ограниченные объемные кристаллы, рис. 3,в). Все эти изменения однозначно отобразились на соответствующих микродифракционных картинах. Диффузные гало исчезли: появились интенсивные точечные рефlekсы с проходящими через них тяжами (рис. 3,г).

Как видно из приведенных экспериментов, ультрадисперсный порошок элементарного бора характеризуется аморфным строением частиц, состоящих из статистически распределенных икосаэдров и их плоских коагуляторов. Нагрев исходных свободонасыпных частиц в вакууме $1 \cdot 10^{-2}$ Па в течении 30 мин при температуре $T=800^\circ\text{C}$ не приводит к изменению сверхтонкого пластинчатого габитуса частиц. Вместе с тем происходит увеличение диаметра дисков в среднем в два раза.



Строение частиц в основном остается аморфным, однако в локальных областях внутри отдельных частиц в центре наблюдаются участки, обладающие кристаллической структурой бора β -ромбоэдрической модификации. Повышение температуры термической обработки выше 800°C при тех же временах выдержки приводит практически к полной кристаллизации аморфных частиц бора.

Определенные в настоящей работе характерные особенности строения малых частиц бора и его структуры дают основание считать кластеры атомов бора — икосаэдры — простейшими структурными элементами, из которых в дальнейшем происходит образование стабильных плоских аморфных агрегатов, а при повышении температуры и достижении определенного размера, возникновение топологического порядка формированием β -ромбоэдрической модификации бора.

Республиканский центр
электронной микроскопии
ГПИ им. В. И. Ленина

(Поступило 6.3.1987)

ფიზიკა

მ. ჭუთელია, პ. კერვალიშვილი, თ. ძიგრაშვილი, რ. დეკანოსიძე,
ნ. მაისურაძე, რ. იურეჩკო

ამორფული ელემენტარული ბორის ულტრადისკრუსული ნაწილაკების
აღნაგობისა და კრისტალიზაციის გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია ამორფული ელემენტარული ბორის ულტრადისკრუსული ფხენილის ნაწილაკების სტრუქტურა და აღნაგობა. დადგენილია, რომ ულტრადისკრუსული ნაწილაკების სტრუქტურულ ელემენტებს შეადგენენ რამდენიმე იკოსაედრისაგან შემდგარი კონფიგურაციები. კრისტალიზაციის პროცესი ასეთი ნაწილაკებისა გვაძლევს β -რომბოედრული ბორის შესაბამის კრისტალურ მესტრს.

PHYSICS

E. R. KUTELIA, P. D. KERVALISHVILI, T. A. DZIGRASHVILI, R. N. DEKANOSIDZE
N. I. MAISURADZE, R. Ya. YURECHKO

INVESTIGATION OF MORPHOLOGY AND CRYSTALLIZATION OF SMALL PARTICLES OF ELEMENTARY BORON

Summary

Morphology and structure of powder particles of elementary amorphous boron in $\sim 10^{-2}$ Pa vacuum before and following thermal treatment at $\sim 800^\circ\text{C}$ for 30 min. have been investigated by the method of high resolution electron microscopy. Configurations consisting of several icosahedrons are found to represent the structural elements of powder particles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Кервалишвили, Э. Р. Кутелия, Т. А. Дзиграшвили, Р. Н. Деканосидзе, В. И. Петров. ФТТ, 27, вып. 5, 1985.



Б. Г. БЕРУЛАВА, Н. П. КЕКЕЛИДЗЕ, Т. И. САНАДЗЕ (чл.-корр.
АН ГССР), Г. А. ЦИЦАДЗЕ, М. Я. ЧУБАБРИЯ

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС НОРМАЛЬНОЙ И СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ФАЗ СИСТЕМЫ $Y-Ba-Cu-O$

Одним из основных факторов, определяющих возникновение сверхпроводимости ниже T_k как в системе $Y-Ba-Cu-O$, так и в родственной системе $La-Ba-Cu-O$, является участие ионов меди в образовании электронной подсистемы.

По современным представлениям [1] ионы меди данной керамической системы находятся в состоянии переменной валентности.

С другой стороны, степень дефицита кислорода в керамике определяет существование нормальной или сверхпроводящей фазы.

В данной работе исследуются свойства иона меди в керамике $Y-Ba-Cu-O$, которая могла находиться как в нормальной, так и в сверхпроводящей фазе, различающиеся степенью дефицита кислорода.

Естественным методом исследования является электронный парамагнитный резонанс ионов меди, находящихся в октаэдрическом окружении ионов кислорода, при разной степени дефицита последнего.

Твердофазный синтез исследуемой керамики был проведен стандартным методом [2].

Для получения керамики (1, 2, 3) в нормальной, т. е. несверхпроводящей фазе применялся способ быстрой закалки (охлаждения) синтезированного вещества. Скорость охлаждения была не менее 50—60°C/мин.

Наоборот, керамика того же состава, являющаяся сверхпроводящей ниже T_k , была получена способом медленного охлаждения со скоростью не менее 1,1+1,2°C/мин. Таким образом, керамика одного и того же состава, но разной стехиометрии по кислороду, отличалась лишь степенью дефицита последнего. В обоих случаях охлаждение осуществлялось в атмосфере воздуха.

Наличие или отсутствие сверхпроводящих свойств, полученных двумя способами образцов, определялось методом диамагнитного выталкивания при 77 К и контролировалось измерением температурной зависимости сопротивления в диапазоне 300—77 К.

Процедура приготовления образцов из нормальной и сверхпроводящей керамики для ЭПР-измерений состояла в следующем: мелко-растертый порошок состава (1, 2, 3) с линейными размерами порядка 5÷10 мк вводился в парафин двумя порциями: 25 и 50% от веса матрицы. Следовательно, спектры ЭПР могли быть измерены в парафинизированных образцах четырех типов: 25 и 50÷ нормальной фазы и таких же пропорций сверхпроводящей фазы.

Измерения проводились на стандартном радиоспектрометре с $\lambda=3,2$ см при двух фиксированных температурах ($T=300$ и 77 К) с записью первой производной линии поглощения.



Обнаружена резко асимметричная линия ЭПР с g -фактором, характерным для иона двухвалентной меди в порошке ($g_{\text{ср.}} = 2,1$) при $T = 300 \text{ К}$. Наблюдения линии поглощения с данным g -фактором при комнатной температуре, а также соотношение интенсивностей ЭПР от образцов с разным содержанием (25 и 50%) керамики в парафине также свидетельствует о том, что за наблюдаемый спектр ответственны ионы Cu^{2+} , что согласуется с ранее проведенной идентификацией [3].

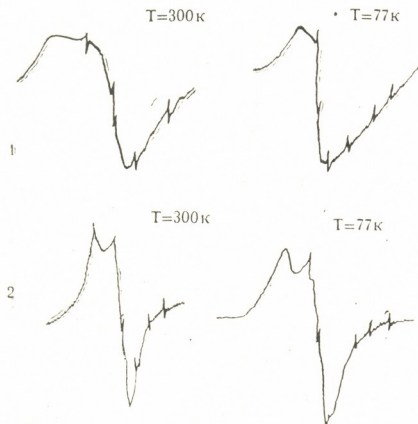


Рис. 1. Спектр ЭПР с 25%-ным содержанием керамики в парафине: 1 — нормальная фаза ($T = 300$ и $T \text{ К}$); 2 — сверхпроводящая фаза ($T = 300$ и 77 К)

При измерении спектров ЭПР наибольшее отличие обнаружено уже при $T = 300 \text{ К}$ для образцов, находящихся в разных фазах: образец, содержащий нормальную фазу, обнаруживает одиночную линию, в то время как образец сверхпроводящей фазы имеет двойную линию, с расстоянием между линиями по магнитному полю около 150 эрстед.

Наблюдение спектра для данных образцов при температуре $T = 77 \text{ К}$ приводит к аналогичным результатам.

Спектры ЭПР для нормальной и сверхпроводящей фаз приведены на рис. 1.

Таким образом выявлена возможность обнаружения и идентификации по спектру ЭПР как нормальной, так и сверхпроводящей фазы в керамике, содержащей ион двухвалентной меди, по наличию одиночной или двойной линии ЭПР, а по соотношению интенсивностей линий определять качество сверхпроводящей керамики.

ბ. ბერულავა, ნ. კეკელიძე, თ. სანაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-
კორესპონდენტი), ბ. ცინცაძე, მ. ჭუბაბრია

Y-Ba-Cu-O სისტემის ნორმალური და ზეგამტარი ფაზების
ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსი

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ნორმალური ფაზა ხასიათდება ორვალენტური სპილენ-
ძის ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის (ეპრ) ერთჯერადი ხაზით,
ხოლო ზეგამტარი ფაზა ხასიათდება შთანთქმის ორმაგი ხაზით.

გამოვლენილია, კერამიკაში ეპრ-სპექტრების მიხედვით, როგორც ნორ-
მალური, ისე ზეგამტარი ფაზების აღმოჩენისა და იდენტიფიკაციის შესაძლებ-
ლობა.

PHYSICS

B. G. BERULAVA, N. P. KEKELIDZE, T. I. SANADZE, G. A. TSINTSADZE,
M. Ya. CHUBABRIA

ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE OF THE NORMAL AND
SUPERCONDUCTING PHASES OF THE Y-Ba-Cu-O SYSTEM

Summary

It is shown that the normal phase is characterized by a single EPR line
of the bivalent copper and the superconducting phase is characterized by a do-
uble absorption line.

The feasibility of finding and identifying the normal and superconducting
phases in ceramics according to the EPR spectrum is revealed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. G. Bednorz, K. A. Muller, Z. Phys., B64, 189, 1986.
2. Y. Maeno, M. Kato, T. Fujita, Jpn. Appl. Phys., 26, L329, 1987.
3. Н. Е. Алексеевский. Письма в ЖЭТФ, 1987, 46, 292.

Ф. Г. БОГДАНОВ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ, Г. В. КЕКЕЛИЯ

РАССЕЯНИЕ ВОЛНЫ H_{10} НА СИСТЕМЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТЕРЖНЕЙ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 23.3.1988)

В линиях передач СВЧ широко применяются согласующие неоднородности различного вида [1]. Значительный интерес представляют исследования прямоугольных волноводов с диэлектрическими неоднородностями различной формы [2]. В настоящей работе предложена строгая теория таких волноводов с системой из 2 диэлектрических цилиндров кругового сечения, параллельных узкой стенке волновода (рис. 1).

Пусть со стороны $X < 0$ падает волна H_{10} с составляющей

$$E_z = \sin \left[\frac{\pi}{a} (y + \Delta) \right] e^{-jkx}, \quad (1)$$

$j = \sqrt{-1}$, $k = k_0 \sqrt{1 - (\lambda_0/2a)^2}$, $k_0 = 2\pi/\lambda_0$, λ_0 — длина волны в пустоте. С помощью метода зеркальных изображений исходная структура преобразу-

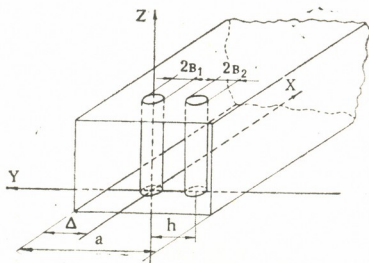


Рис. 1

ется в 4-элементную периодическую решетку с периодом d , и рассеяное поле будет иметь вид

$$E_{z1} = \sum_{i=1}^2 \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} [H_m^{(2)}(k_0 r_{\nu i}) e^{jm\varphi_{\nu i}} - H_m^{(2)}(k_0 \rho_{\nu i}) e^{-jm\psi_{\nu i}}] X_m (r_{0i} \geq b_i), \quad (2)$$

где $H_m^{(2)}(x)$ — функции Ханкеля 2-го рода, $r_{\nu i}$ и $\varphi_{\nu i}$ — цилиндрические координаты точки наблюдения в координатах ν -го цилиндра i -й решетки, $\rho_{\nu i}$ и $\psi_{\nu i}$ — аналогичные величины для цилиндров изображений, X_m — последовательность неизвестных коэффициентов мультипольного спектра рассеяний волны.



Поля внутри стержней представляются в виде

$$E_{z2i} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} Y_{mi} J_m(k_i r_{0i}) e^{jm\varphi_{0i}} \quad (r_i < b_i, i=1, 2), \quad (3)$$

где $J_m(x)$ — функция Бесселя, $k_i = \omega \sqrt{\epsilon_i \mu_0}$, ϵ_0 — диэлектрические проницаемости стержней, Y_{mi} — неизвестные коэффициенты.

Используя условия непрерывности гладкости поля и теорему сложения для цилиндрических функций [3], приходим к дуальной бесконечной системе линейных алгебраических уравнений:

$$a_{ni} = -X_{ni} + \sum_{m=-\infty}^{\infty} (P_{nmi} X_{m1} + Q_{nmi} X_{m2}), \quad (4)$$

где

$$a_{ni} = \frac{C_{ni}}{D_{ni}} j^{-n} \sin \left[\sigma_i + \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{D^2 - n^2}} \right],$$

$$P_{nmi} = \frac{C_{ni}}{D_{ni}} \{ j^{n-m} H_{n,m}^{(2)}(2k_0 \Delta + \delta_{i2} k_0 h) + \delta_{i2} j^{n-m} H_{n,m}^{(2)}(k_0 h) + (-1)^m Z_{n+m}[k_0 d; k_0(2\Delta + \delta_{i2} h)] - Z_{n-m}(k_0 d; \delta_{i2} k_0 h) \},$$

$$Q_{nmi} = \frac{C_{ni}}{D_{ni}} [j^{n-m} H_{n,m}^{(2)}[2k_0 \Delta + k_0(h + \delta_{i2} h)] + (-1)^m Z_{n+m}[k_0 d; k_0(2\Delta + h + \delta_{i2} h)] - \delta_{i1} j^{m-n} H_{m-n}^{(2)}(k_0 h) - [\delta_{i1} (-1)^{n-m} + \delta_{i2}] Z_{n-m}(k_0 d; \delta_{i1} k_0 h) \},$$

$$Z_p(u; v) = i^p \sum_{\nu=1}^{\infty} H_p^{(2)}(\nu u + v) + i^{-p} \sum_{\nu=1}^{\infty} H_p^{(2)}(\nu u - v),$$

$$C_{ni} = J'_n(\alpha_i) J_n(\alpha^{(i)}) - \frac{W_i}{W} J'_n(\alpha^{(i)}) J_n(\alpha_i),$$

$$D_{ni} = H_n^{(2)}(\alpha^{(i)}) J'_n(\alpha_i) - \frac{W_i}{W} H_n^{(2)}(\alpha^{(i)}) J'_n(\alpha_i),$$

$$\alpha^{(i)} = k_0 b_i, \quad \alpha_i = k_i b_i, \quad W = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}, \quad W_i = \sqrt{\mu_0 \epsilon_i}, \quad \sigma_i = 2\pi(\Delta + \delta_{i2} h)/d.$$

Система (4) является фредгольмовой и может исследоваться методами редукции [4].

Особый интерес представляют дифракционные характеристики системы, для которых получаем выражения

$$A_p^{\pm} = \frac{8}{h_p d} \sum_{i=1}^2 \sum_{m=-\infty}^{\infty} j^{\pm m} \sin(p \delta_i + m \xi_p) \chi_{mi},$$

где

$$\xi_p = \operatorname{arctg}(2\pi p / h_p d).$$

На рис. 2 представлены зависимости модуля коэффициента отражения (A_{-1}) от некоторых параметров волновода.

Из рис. 2 следует, что рассматриваемая система проявляет резонансные свойства полного отражения и полного прохождения падающей волны. Эти эффекты, по-видимому, связаны с возникновением в диэлектрических цилиндрах поля «шепчущей галереи». Наряду с резонансными свойствами, система в определенных условиях проявляет свойства широкополосности, когда в довольно широком диапазоне

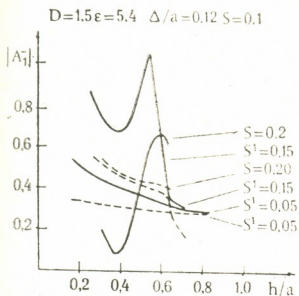


Рис. 2

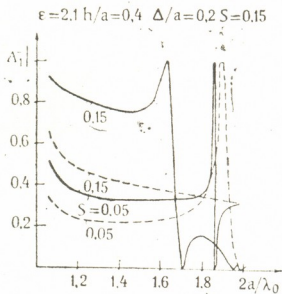


Рис. 3

не изменения частного параметра $2a/\lambda_0$ коэффициент отражения почти не меняется. Наличие нисходящих и восходящих ветвей на рис. 2 указывает на то, что диэлектрические цилиндры представляют для падающей волны комплексное сопротивление.

Таким образом, наличие диэлектрических неоднородностей в волноводе приводит к качественно новым эффектам, интересным для приложений.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.4.1988)

ფიზიკა

ფ. ბოგაწოვი, ზ. ჭიჭინაშვილი, ზ. კაკალია

H_{10} ტალღის გაბნევა დიელექტრიკული ღეროების სისტემაზე
სწორკუთხა ტალღამატარში

რეზიუმე

მიღებულია სწორკუთხა ტალღამატარის ძირითადი ტალღის ვიწრო კედლის პარალელურ დიელექტრიკულ ცილინდრებზე დიფრაქციის ამოცანის მკაცრი ამოხსნა. აღმოჩენილია, რომ განხილული სტრუქტურა განსაზღვრულ პირობებში ამჟღავნებს ფართოზოლოვანობისა და სრული გატარებისა და არეკვლის რეზონანსულ თვისებებს.

F. G. BOGDANOV, G. Sh. KEVANISHVILI, G. V. KEKELIA

SCATTERING OF THE ELECTROMAGNETIC WAVE H_{10} UNDER THE DIELECTRIC CYLINDERS IN THE RECTANGULAR WAVEGUIDE

Summary

The paper solves the problem of diffraction of the electromagnetic wave under the system of cylindrical dielectrical heterogeneities in the rectangular waveguide. It is found that the observed structure under definite conditions shows the wide-band and resonance characteristics of full passage and reflection.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Мошинский. IX Всесоюзный симпозиум по дифракции и распространению волн (тез. докл.). Телави, 1985.
2. Ю. В. Егоров. Частично заполненные прямоугольные волноводы. М., 1967.
3. Н. С. Градштейн, Н. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., 1971.
4. В. П. Шестопалов, Л. Н. Литвиненко, С. А. Масалов, В. Г. Сологуб. Дифракция волн на решетках. Харьков, 1973.

Р. В. КАНТАРИЯ, Н. П. КЕКЕЛИДZE, А. Н. ИВАНИШВИЛИ

ПЕРЕНОС НЕОСНОВНЫХ НОСИТЕЛЕЙ В АСИММЕТРИЧНЫХ ГЕТЕРОПЕРЕХОДАХ С ИНВЕРСИОННЫМ СЛОЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 5.1.1987)

В настоящей работе впервые обращается внимание на неоднородность переноса электронов и дырок через металлургическую и физическую границу раздела (М и ФГР) в солнечных элементах (СЭ) на основе резкоасимметричных гетеропереходов (ГП) [1—3]. При этом, в отличие от ныне существующих представлений [4—6], для правильной интерпретации фотоэлектрических свойств ГП подчеркивается необходимость учета инверсионной проводимости в фотоактивном (ФА) полупроводнике (П). Такая постановка задачи представляется важной не только для рассматриваемого типа ГП, но и для целого класса систем со структурами металл-полупроводник (МП), металл-диэлектрик-полупроводник (МДП), полупроводник-диэлектрик-полупроводник (ПДП), поскольку в ряде из них по аналогии с резкоасимметричными ГП также реализуется инверсия проводимости [7, 8].

Для качественного анализа поставленной задачи воспользуемся типичными обозначениями и на основе ряда предположений и допущений сконструируем систему нового типа, вернее, выделим в совокупности некоторые характерные свойства уже известной структуры вырожденный полупроводник-фотоактивный полупроводник (ВП-ФАП) [9, 10]. В частности, допустим, что: а) ширины запрещенных зон контактирующих полупроводников удовлетворяют условия: $1,0 \div 1,8 \approx \approx E_{g_2} \ll E_{g_1} \approx 3,1 \div 3,5$ эВ, когда настолько минимизирована $G(x)$ -функция генерации в ВП, что фототоковая чувствительность системы почти полностью определена процессом генерации электронно-дырочных пар в ФАП; б) система ВП-ФАП является резкоасимметричной — $N_a \gg N_d$ или же $N_d \gg N_a$ и ВП глубина экранирования потенциала не намного больше постоянной решетки, когда ОПЗ квантомеханически прозрачна для обоих типов носителей — $L_d \approx W_1 \ll 100 \text{ \AA}$; в) контактная разность потенциалов в системе ВП-ФАП удовлетворяет неравенство $E_{g_2}/2 \leq e\varphi_k \leq E_{g_1}$, когда в ФАП-составляющем реализована инверсия проводимости; г) технологический режим изготовления ГП ВП-ФАП исключает возможность значительных процессов перекрестного легирования прилегающих к МГР районов атомами контактирующих материалов, т. е. минимальная толщина d_0 переходной области от ВП к ФАП и т. д.

На рис. 1 представлена удовлетворяющая все вышеперечисленные требования идеальная зонная энергетическая диаграмма резко-



асимметричного ГП при слабом освещении, когда в системе еще реализуется инверсия проводимости. Для качественной оценки характера механизма токопрохождения возбужденных излучением неравновесных неосновных носителей заряда запишем известное уравнение фототоковой чувствительности системы $I_{\Phi}(\lambda) = eN(\lambda) T(\lambda) q_p Q_{\lambda}$, в которой N_{λ} — плотность падающего излучения; T_{λ} — пропускание ВП; q_p — коэффициент передачи неосновных носителей заряда через МГР; Q_{λ} — коэффициент собирания фотодырок в ФАП. Последний характеризует только процесс фотогенерации в ФАП-составляющем ГП и для вполне определенных длин волн независимо от свойств ВП постоянен: $Q_{\lambda} = \text{Const}$. В таком случае, согласно классическим представлениям, в отсутствии зависимости рекомбинационных процессов на

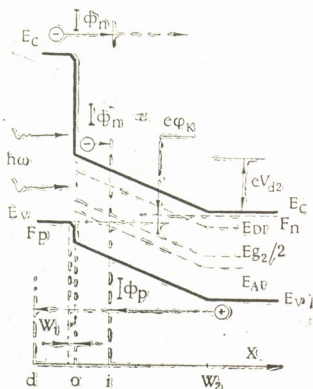


Рис. 1. Схема энергетических уровней между сильнолегированным широкозонным полупроводником и слаболегированным полупроводником с умеренной шириной запрещенной зоны

МГР от длины волны падающего излучения, не только фототоковая чувствительность, но и все остальные параметры, включая КПД системы, фактически определяются качеством МГР [11].

Однако вернемся к энергетической схеме. Поскольку в ОПЗ существует координатная зависимость концентрации носителей заряда, находим, что $n = N_d^* \exp(-eV_{d_2}/kT)$, где N_d^* — приведенная концентрация всех ионизированных примесных атомов, включая глубокие донорные и акцепторные уровни [12]; V_{d_2} — диффузионный потенциал системы, причем $eV_{d_2} \gg E_{g_2}/2$. В таком случае часть n -полупроводника с толщиной $0 \leq x \leq l$, а также p^+ -ВП, видимо, можно представить в качестве изотипного ГП со структурой $p^+ = p-i$. Причем сделанный нами знак равенства обозначает местонахождение металлургической границы раздела. Тогда, исходя из вышесказанного, структура $i-n-n^+$ представляет собой сток для фотоэлектронов, генерируемых в изотипном ГП, а ВП — предэлектродную сильнолегированную прослойку. При этом учитывается, что ОПЗ в ВП прозрачна для носителей заряда.

Нам представляется, что в любом классе полупроводниковых приборов, в частности в резкоасимметричных системах при наличии инверсионной проводимости, только запись типа $p^+ = p-i-n-n^+$ позволяет правильно интерпретировать электрофизические и фотоэлектрические свойства изучаемого ГП.

Действительно, обратимся к энергетической схеме. В инверсионной области с толщиной $0 \leq x \leq l$ неравновесными носителями фототока являются не фотодырки, как это и считалось до настоящего времени, а фотоэлектроны. Именно электроны, генерируемые в изотипном ГП p^+ , пересекая i -плоскость, во-первых, становятся основными носителями и, во-вторых, совершают акт токопереноса. При этом разделение электронно-дырочных пар происходит в основном в i -плоскости ГП, что значительным образом меняет роль МГР системы. В частности, рекомбинационные процессы на МГР оказываются не связанными с коэффициентами передачи неосновных носителей заряда, т. е. с качеством МГР, поскольку в рекомбинации участвуют разделенные полем электроны и дырки. Следовательно, в системе реализована близкая к идеальной ситуация, когда, вопреки классическим представлениям, $I_{\Phi} \neq j(q_p)$.

Полученные выше результаты, приведенные без уточнения области существующего эффекта, в отличие от классических затруднений, позволяют объяснить нетривиально высокую эффективность целого ряда неидеальных СЭ на основе окисел (SnO , In_2O_3 , ITO и др.) -ФАП [12, 4, 7, 8], а также систем типа сильно вырожденный сульфид меди -ФАП [3, 5, 6, 9, 10], в которых реализуется инверсия проводимости в ФАП.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.1.1987)

ფიზიკა

რ. ჰანთარია, ნ. კაკელიძე, ა. ჯვანფიცი

ასიმეტრიული ინვერსიული ფენის უმცველ
 ჰეტეროგადსასვლელეზში დენის არამირითადი მატარებლების
 გადატანა

რეზიუმე

წინამდებარე სამუშაოში პირველადაა წამოყენებული პირობები, რომელთა რეალიზაცია ასიმეტრიულ ჰეტეროგადსასვლელეზში, საშუალებას გვაძლევს გამოვრიცხოთ მეტალურგიული გამყოფი ზედაპირი, როგორც რეკომბინაციის უმნიშვნელოვანესი უბანი გადატანის მოვლენებში. დადგენილია, რომ ჰეტეროგადსასვლელეზში, რომლებშიც ინვერსიული ფენა მოთავსებულია ფოტოაქტიურ ნახევარგამტარში, ელექტრონ-ხვრელების გაყოფა ხდება არა მეტალურგიულ გამყოფ ზედაპირზე, როგორც ეს მიაჩნდათ დღემდე, არამედ სივრცული მუხტის სიბრტყეში.

R. V. KANTARIA, N. P. KEKELIDZE, A. N. IVANISHVILI

TRANSFER OF MINORITY CARRIERS IN ASYMMETRIC HETEROJUNCTIONS WITH INVERSION LAYER

Summary

The paper describes principle conditions the realization of which makes it possible to eliminate the influence of the metallurgical boundary in asymmetric heterojunctions as the main recombination zone in transfer processes. It is found that the separation of electron-hole pairs in those heterojunctions where the inversion layer lies in the photoactive semiconductor takes place not on the metallurgical boundary, as it has been believed up to now, but in the *i*-plane of the space charge region (SCR).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Актуальные вопросы материаловедения. Под ред. Э. Кандиса. М., 1982.
2. А. И. Малик. Новые методы получения энергии, 2, 8, 1980, 59.
3. С. Ю. Павелец. Гелиотехника, 4, 1982, 3.
4. R. J. Stirn; Y. C. Yeh. Appl. Phys. Lett. 27, 1975, 95.
5. Г. И. Годердзინшвили, Р. В. Кантария, С. Ю. Павелец. Оптоэлектроника и полупроводниковая техника, 12, 1987, 51.
6. Р. В. Кантария, Р. О. Кикодзе. Гелиотехника, 1, 1987, 14.
7. О. Агнихорти, Б. Гупта. Селективные поверхности солнечных установок. М., 1982, 64—85.
8. С. Зи. Физика полупроводниковых приборов. 1, М., 1984, 304.
9. С. Ю. Павелец, И. В. Папидзе. ЖТФ, 11, 1981, 2388.
10. О. Ю. Барковская и др. Письма в ЖЭТФ, 6, 24, 1980, 1490.
11. А. Милнс, Д. Фойх. Гетеропереходы и переходы металл-полупроводник. М., 1975, 76.
12. Л. С. Берман, А. А. Лебедев. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках. Л., 1987, 26.



К. А. ТАВАРКИЛАДЗЕ, А. Ф. КУЗЕНКОВ

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА В УЩЕЛЬЯХ КАВКАЗА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 13.3.1987)

Известный грузинский географ Вахушти Багратиони около 250 лет тому назад описал [1] природное явление, которое относит к разряду необычных: под открытым небом в летнее время и солнечную погоду у ручья в ущелье кавказских гор образуется и нарастает лед. И в дальнейшем различными авторами сообщалось о наблюдении на территории Грузии таких естественных холодильников [2, 3]. Лед исчезал, если устанавливалась пасмурная погода.

Эти факты противоречат сложившимся представлениям о льдообразовании, что побудило нас осмотреть ущелья с такого рода аномалиями льда и сделать некоторые обобщения. Отмечена, в частности, общность в расположении ущелий по отношению к солнцу. Нами предложена модель физического процесса, при котором за счет солнечной энергии может происходить локальное охлаждение в определенных географических условиях. Рассматриваемый механизм именуем далее естественным солнечным холодильником (ЕСХ).

Принцип охлаждения в ЕСХ заключается в следующем.

Вдоль горного ручья имеются мелкие каменистые заводи, которые как сосуды, сосредоточивают некоторое количество воды. При испарении вблизи поверхности воды образуется слой с концентрацией водяных паров, близкой к насыщению. Горно-долинный ветер уносит водяной пар из пограничного слоя, поддерживая более интенсивное испарение, чем при штилевых условиях. Если водообмен в заводи слаб и приток тепла из почвы и атмосферы ограничен, то температура воды падает и может достигнуть уровня фазового перехода с последующим образованием льда. Ветер в ущелье усиливается при резко неравномерном нагреве в солнечный день склонов, расположенных вдоль географической параллели [4].

Основываясь на сказанном выше, сформулируем те географические и физические условия, которые необходимы для функционирования механизма ЕСХ.

Географические условия: ущелье вытянуто вдоль параллели; наклон обращенного к солнцу склона $\sim 20^\circ$ (что соответствует нормальному к склону падению солнечных лучей в период летнего солнцестояния на широте Кавказа); наклон обращенного к северу склона $\sim 70^\circ$; склон, обращенный к северу, частично покрыт льдом и обладает максимальным альбедо; покрытие склона, обращенного к солнцу, обладает минимальным альбедо (влажный чернозем, паровое поле и др.); ясное небо в течение всего дня; поверхность водоема находится в тени.

Физические условия: парциальное давление E (мб) пара над поверхностью воды близко к упругости насыщения; парциальное давление e (мб) водяного пара в приземном слое постоянно; теплообмен слоя воды с окружающей средой затруднен; температура воды T_0 ($^\circ\text{K}$), площадь поверхности S , толщина слоя h (м); в приземном слое температура воздуха T , скорость ветра u (мс^{-1}).



Сделаем некоторые оценки параметров ЕСХ на основе следующей математической модели процесса охлаждения: испарение осуществляется за счет энергии, выделяемой при охлаждении воды, образовании льда и притока тепла из атмосферы. Рассмотрим соотношение источников и стоков тепла. В одномерной стационарной модели процесса эффективный поток тепла с поверхности воды можно выразить соотношением

$$Q = -k\rho \left[L \frac{\partial q}{\partial z} + c_p \frac{\partial \theta}{\partial z} \right], \quad (1)$$

где $\frac{\partial q}{\partial z}$, $\frac{\partial \theta}{\partial z}$ — соответственно, градиенты удельной влажности и температуры; L — теплота парообразования; c_p , ρ , k — теплоемкость, плотность воздуха и коэффициент турбулентного обмена в приземном слое.

Первый член в (1) характеризует интенсивность охлаждения воды при испарении, а второй — турбулентный приток тепла из атмосферы. Теплосъем с поверхности S воды за время τ равен $QS\tau$.

Энергия, которую должна потерять вода (в объеме, ограниченном поверхностью S и глубиной h) при охлаждении на ΔT градусов составит величину $c_B (Sh\rho_B)\Delta T$, где c_B и ρ_B — теплоемкость и плотность воды. При последующем образовании поверхностного слоя льда толщиной d_n (м) потери энергии должны составить $B(Sd_n\rho_n)$, где B — теплота плавления; ρ_n — плотность льда.

Динамическое равновесие в охлаждающейся системе вода-атмосфера установится при условии теплового баланса

$$QS\tau = c_B (Sh\rho_B) \Delta T + B(Sd_n\rho_n), \quad (2)$$

которое после простых преобразований (с учетом $\rho_B = \rho_n$) можно записать в виде

$$k \frac{\rho}{\rho_B} \left[c_p \frac{\partial \theta}{\partial z} + L \frac{\partial q}{\partial z} \right] \frac{\tau}{B} + \frac{c_B}{B} h \Delta T + d_n = 0. \quad (3)$$

Таким образом, получена аппроксимация зависимости толщины льда d_n и времени τ , необходимого для его образования в зависимости от градиентов температуры, влажности воздуха и коэффициента турбулентного обмена. Модель тем точнее описывает механизм ЕСХ, чем ближе ситуация к оговоренным физическим и географическим условиям.

Уравнение (3) можно привести к виду, удобному для практического применения, если дополнительно использовать соотношения, связывающие величины q и k с оперативно измеряемыми значениями относительной влажности f (%) и скорости ветра u . Согласно эмпирическим данным [5] величина коэффициента турбулентного обмена ($\text{м}^2 \text{с}^{-1}$)

$$k = 5 \cdot 10^{-2} uz, \quad (4)$$

где u — скорость ветра на высоте z (м) от поверхности. Для оценок скорости образования льда по уравнению (3) можно использовать полученное на основании [4] соотношение вида

$$q = \frac{0,217e}{T} = \frac{217 \cdot 10^{-5} fE}{T}, \quad (5)$$

а также характерные для нормальных условий физические постоянные ($c_B = 4,2 \cdot 10^3$ Дж кг⁻¹·К⁻¹; $c_p = 10^3$ Дж·кг⁻¹·К⁻¹; $L = 2260 \cdot 10^3$ Дж·кг⁻¹; $B = 336 \cdot 10^3$ Дж кг⁻¹; $\rho = 1$ кг·м⁻³; $\rho_B = 10^3$ кг·м⁻³).

С учетом (4) и (5) из (3) получим выражение

$$1,5 \cdot 10^{-7} u z \left[\frac{d\theta}{dz} + 2 \cdot 10^{-2} E \frac{df}{dz} \right] \tau + 1,2 \cdot 10^{-2} h \Delta T + d_1 = 0. \quad (6)$$

От указанных в (6) производных можно перейти к конечным разностям значений температуры и влажности (определяемым на некоторой высоте z относительно поверхности воды) в предположении, что потоки водяного пара и тепла не изменяются с высотой. В последующих оценках применительно к реализации натуральных измерений примем $z = 1$ м. Для учета тепловых потерь введем параметр η , характеризующий коэффициент полезного действия естественного холодильника, и в дальнейшем положим $\eta \sim 0,1$. Тогда (6) можно записать в виде

$$1,5 \cdot 10^{-7} u \left[(T_1 - T_0) + 2E \left(\frac{f}{100} - 1 \right) \right] \tau \cdot \eta + 1,2 \cdot 10^{-2} h \Delta T + d_1 = 0. \quad (7)$$

Из анализа соотношения (7) следует, что необходимым является условие

$$2E \left(1 - \frac{f}{100} \right) > (T_1 - T_0). \quad (8)$$

В модели ЕСХ естественно выбрать рабочую точку процесса вблизи 0°C. Тогда, принимая в оценках $E \sim 6$ мб $u f \sim 50\%$, получим $(T_1 - T_0) < 5$. Т. е. для поддержания процесса выхолаживания воздух в обдуваемом потоке должен быть холоднее воды или превышать ее температуру только на несколько градусов.

Такого рода режимы естественны для горных районов. Согласно экспериментальным данным [4] скорость горно-долинного ветра имеет амплитуду до десятка мс⁻¹. Днем в долину опускается сухой и холодный воздух с ледника. Ледниковый ветер имеет достаточно тонкий слой, толщина которого измеряется метрами. Температура воздуха растет с высотой. В солнечный день такие условия воспринимаются как теплая погода. Вода в долине — ледникового происхождения. Поток в долине растекается, теряет скорость и может застаиваться в каменных ложах заводей. В условиях разреженной атмосферы в горах роль испарения в охлаждении воды возрастает. Образовавшийся лед не тает ночью по причине радиационного выхолаживания за счет эффективного теплового излучения его поверхности. Днем в тени лед подо-

Таблица 1

Вариант, №	Условия	Температура, °С			Влажность, %	Толщина слоя воды d , см	Толщина слоя льда d_l , см	Скорость ветра u , м·с ⁻¹	Время образования льда, τ сутки
		воздуха T_1	воды T_0	ΔT					
1	Дневные	3	0	0	50	10	1	3	0,7
2	"	5	0	0	50	10	1	3	2
3	"	5	0	0	50	10	1	1,5	4
4	"	5	0	5	50	10	1	3	3,5
5	"	5	0	5	50	10	1	5	2,1
6	Ночные	-5	0	0	80	10	1	1	1
7	"	-5	0	0	80	10	3	1	2,7
8	"	-5	0	0	50	10	1	3	0,2



гревается слабо в силу высокой отражающей способности его поверхности по отношению к рассеянному солнечному свету.

На основе соотношения (7) нами для ЕСХ определены интервалы времени τ , необходимые для охлаждения воды до 0°C и последующего образования слоя льда различной толщины при различных сочетаниях метеорологических параметров, измерение которых осуществляется на высоте 1 м над поверхностью воды. Полученные данные сведены в табл. 1.

Если учесть, что приведенные в табл. 1 примеры близки к природным условиям, становится ясным, что для образования льда при благоприятных естественных условиях достаточно суток. Поскольку в любом регионе можно найти подходящую к вышеуказанной географической модели местность, можно использовать ЕСХ для построения ледниковых хранилищ в долине.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии
им. Вахушти Багратиони

Центральная аэрологическая
лаборатория

(Поступило 13.3.1987)

გეოფიზიკა

ბ. თავართკილაძე, ა. კუზენკოვი

კავკასიის ხეობებში ყინულის წარმოქმნის ფენომენოლოგიური
მოდელი ზაფხულის პერიოდში

რ ე ზ ი უ მ ე

ზაფხულის პერიოდში უდრუბლო ცის ქვეშ, როცა ჰაერის ტემპერატურა საკმაოდ მაღალია, გარკვეულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში კავკასიის ზოგიერთ ხეობაში ჩდება ყინულის ზოდები. ნაშრომში ახსნილია ეს პროცესი და აგებულია მისი ფენომენოლოგიური მოდელი.

GEOPHYSICS

K. A. TAVARTKILADZE, A. F. KUZENKOV

A PHENOMENOLOGICAL MODEL OF ICE FORMATION OF SOME
GORGES OF THE CAUCASUS IN SUMMERTIME

Summary

In summer, under cloudless sky, when the ambient temperature is rather high, in some gorges of the Caucasus falling under specific physical and geographical conditions there occurs an interesting phenomenon—the formation of ice blocks.

The paper offers an explanation to this process and presents its phenomenological model.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Царевич Вахушти. География Грузии. Записи Кавказского отдела имп. Русского геогр. о-ва, кн. XXIV, вып. 5, 1904.
2. Д. Б. Укლება. Природа Грузии, № 6, 1963.
3. Л. И. Маруашвили. Физическая география Кавказа, часть III. Тбилиси, 1986.
4. А. Х. Хргиანი. Физика атмосферы. Л., 1969.
5. П. Н. Матвеев. Курс метеорологии. Л., 1962.

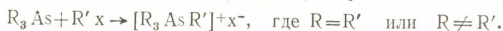
З. И. МГАЛОБЛИШВИЛИ, Ц. В. ХУХУНИЯ, В. Г. ГВАХАРИЯ,
Т. А. ГВАХАРИЯ, И. А. САБИН-ГУСС, Р. Д. ГИГАУРИ, Л. Ш. ДОЛИДЗЕ

СИНТЕЗ БРОМИДОВ ТЕТРААРИЛАРСОНИЕВ И КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ С ЙОДИДОМ ЗОЛОТА (I)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицшадзе 24.1.1987)

Соли арсониев типа $[Ar_4As]x$, где Ar—арил, а x—галонд или другие анионные формы часто используются как реагенты для получения катионно-анионных комплексов с разными металлами.

До настоящего времени было разработано несколько способов получения галогенидов тетраалкил(арил)арсониев [1]. Из них в практике наиболее широко применяется так называемая кватернизация третичных арсинов с люисовскими кислотами [2]. Четвертая связь при этом осуществляется посредством координации несвязывающих 4S-электронов атома трехвалентного мышьяка, в результате чего ион арсония получает положительный заряд [1—3]:



Настоящая работа ставит целью синтезировать соли тетраариларсониев и исследовать их взаимодействие с йодидом золота (I). Мышьак и золото в природе обычно сопутствуют друг другу и разработка способа их совместного извлечения-выделения имеет важное практическое значение.

Как оказалось, бромиды тетраариларсониев получаются взаимодействием арилмагнийбромида с соответствующими оксидами триариларсинов, если продукты взаимодействия разлагать избытком концентрированной бромистоводородной кислоты. Образование целых продуктов объясняется протеканием следующих последовательных реакций:



В отличие от способа Блайка и Монро [4], эту реакцию проводят в среде диэтилового эфира при охлаждении с постепенным добавлением к реактиву Гриньяра порошкообразных оксидов триариларсинов. Последние заранее были синтезированы по методике [5]:



Синтезированные бромиды тетраариларсониев, выходы и некоторые свойства которых приведены в табл. 1, представляют собой бесцветные кристаллические вещества, нерастворимые в диэтиловом эфире, бензоле и циклогексане, сравнительно хорошо растворимые в спирте и ацетоне, мало — в воде. При идентификации полосы поглощения, соответствующей C—As-связи, пользовались данными, приведенными в [6]. В спектрах всех соединений наблюдаются полосы поглощения, обусловленные колебаниями C—As-связи в области $605-620 \text{ см}^{-1}$, фенольных групп в области $1580, 700, 740 \text{ см}^{-1}$, а также $3000-3080 \text{ см}^{-1}$.

Реакцию между синтезированными нами солями арсониев и йодидом золота (I) проводили в водном растворе йодида калия при различных концентрациях и соотношениях исходных реагентов. Выясни-



лось, что изменение количественного соотношения между ними в довольно широких пределах, как правило, не влияет на состав целевых продуктов: во всех случаях образовывалось одно и то же по элементному составу вещество. Об идентичности образующихся продуктов можно судить и по тому, что смещение проб, полученных при различных количественных соотношениях, не изменяет температуру плавления целевых продуктов. На состав конечного продукта и, следовательно, на ход реакции почти не влияет также повышение температуры раствора: во всех случаях получают катионно-анионные комплексы золота (I), образование которых объясняется протеканием следующих последовательных реакций:



Все синтезированные динодоаураты (I) тетраариларсониев, выходы и некоторые физико-химические свойства которых приведены в табл. 2, представляют собой кристаллические вещества серо-желтого цвета, устойчивые на воздухе и при хранении. Как видно из данных этой таблицы, выход целевых продуктов почти количественный.

Динодоаураты (I) тетраариларсониев не растворяются в эфире, четыреххлористом углероде, гексане и воде, сравнительно растворимы в ацетоне и этиловом спирте.

С целью установления строения синтезированных катионно-анионных комплексов были сняты их ИК-спектры поглощения. Оказалось, что во всех спектрах наблюдаются полосы поглощения в области $605\text{--}620 \text{ см}^{-1}$, характерные для $\text{As} - \text{C}_{\text{аром}}$ -связям. Следует, однако, отметить, что характер этих спектров в основном идентичен с ИК-спектрами катионов исходных солей арсониев.

Таким образом, нами показано, что взаимодействием арилмагнийбромидов с оксидами триариларсинов с последующей обработкой концентрированной бромистоводородной кислотой получают соответствующие бромиды тетраариларсониев; продуктами взаимодействия последних с йодидом золота (I) в водном растворе йодида калия являются катионно-анионные комплексы — динодоаураты (I) тетраариларсониев.

Бромистый тетраариларсоний. К реактиву Гриньяра, приготовленному из 12,0 г магния, 85,5 г бромбензола и 300 мл сухого диэтилового эфира, при постоянном перемешивании быстро добавляли 100 г оксида трифениларсина. Реакционную смесь перемешивали 4 часа при температуре кипения раствора, а затем разлагали при охлаждении (ледяная вода) избытком постоянной кипящей бромистоводородной кислоты. На другой день из водно-кислого слоя выкристаллизовывался бесцветный осадок, который отделяли фильтрацией, промывали бензолом и перекристаллизовывали из воды. Получали 119,5 г (83,1%) бромистого тетрафениларсония с т. пл. $274\text{--}275^\circ\text{C}$. По литературным данным [1], т. пл. $273\text{--}275^\circ\text{C}$. Найдено, %: As 15,93; Br 17,00; $\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{AsBr}$. Вычислено, %: As 16,20; Br 17,28.

Таким же путем получены и остальные бромиды тетраариларсония (табл. 1).

Динодоаурат (I) тетрафениларсония. 1,0 г йодида золота (I) растворяли в концентрированном водном растворе 1,1 г йодида калия. В полученном раствору добавляли насыщенный ацетоновый раствор 1,5 г бромидов тетрафениларсония. Сразу же образовывался осадок, который через 2,0 часа отфильтровывали, промывали водой и сушили в вакуум-эксикаторе над пентаоксидом фосфора и парафином до постоянной массы. Получили 2,67 г (99,9%) динодоаурата (I) тет-

Таблица 1

Бромистые тетраариларсонии

Ag	Выход, %	Т. пл., °C	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
			As	Br		As	Br
C_6H_5	83,1	274—275	15,93	17,00	$C_{24}H_{20}AsBr$	16,20	17,28
$m-CH_3C_6H_4$	78,8	157—158	14,08	15,88	$m-C_{28}H_{28}AsBr$	14,45	15,41
$n-CH_3C_6H_4$	80,0	167—168	14,19	15,87	$n-C_{28}H_{28}AsBr$	14,45	15,41
$n-C_2H_5OC_6H_4$	77,5	136—137	12,21	12,73	$n-C_{32}H_{36}AsBrO_4$	11,73	12,52
$\alpha-C_{10}H_7$	73,3	154—155	11,64	11,85	$\alpha-C_{40}H_{28}AsBr$	11,31	12,05

Таблица 2

Дидооураты (I) тетраариларсониев

Ag	Выход, %	Т. пл., °C	Найдено, №		Формула	Вычислено, %	
			As	Au		As	Au
C_6H_5	99,0	204—205	8,71	23,58	$C_{24}H_{20}AsAuJ_2$	9,02	23,62
$n-CH_3C_6H_4$	98,9	307—308	8,08	22,04	$n-C_{28}H_{28}AsAuJ_2$	8,42	22,13
$n-C_2H_5OC_6H_4$	98,3	198—199	7,22	19,39	$n-C_{32}H_{36}AsO_4AuJ_2$	7,42	19,50
$\alpha-C_{10}H_7$	97,7	267—268	7,01	18,91	$\alpha-C_{40}H_{28}AsAuJ_2$	7,25	19,05



рафениларсония с т. пл. 204—205°C. Найдено, %: As 8,71; Au 23,58; C₂₄H₂₀AsAuI₂. Вычислено, %: As 9,02; Au 23,63.

Таким же путем были синтезированы и другие диодоаураты (I) тетраариларсониев, приведенные в табл. 2.

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

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 29.1.1987)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ზ. მგალობლიშვილი, ც. ხუხუნია, ვ. გვახარია, თ. გვახარია, ი. საბინ-გუსი, რ. გიგაური, ლ. დოლიძე

ტეტრაარლილარსონიუმის ბრომიდების სინთეზი და ოქროს (I) იოდიდთან კომპლექსფორმირება

რ ე ზ ი მ ე

დადგენილია, რომ ტეტრაარლილარსონიუმის ბრომიდები ზოგადი ფორმულით $[Ar_4As]Br$ კარგი გამოსავლიანობით მიიღებიან ტრიარლილარსონის ოქსიდებზე შესაბამისი გრინიარის რეაქტივის მოქმედებით, თუ ურთიერთქმედების პროდუქტებს დაშლიან კარბი ბრომწყალბადმყავით. ნაჩვენებია, რომ ტეტრაარლილარსონიუმის ბრომიდები ოქროს (I) იოდიდთან აცეტონ-წყალ-ხსნარებში კალიუმის იოდიდის თანაობისას წარმოქმნიან $[Ar_4As][AuI_2]$ ტიპის კათიონურ-ანიონურ კომპლექსებს.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

Z. I. MGALOBlishVILI, Ts. V. KHUKHUNIA, V. G. GVAKHARIA, T. A. GVAKHARIA
I. A. SABIN-GUSS, R. D. GIGAURI, L. Sh. DOLIDZE

SYNTHESIS OF TETRAARYLARSONIUM BROMIDES AND THEIR
COMPLEXFORMATION WITH GOLD (I) IODIDE

Summary

It is stated that good efficiency tetraarylarsonium bromides with generalized formula $(Ar_4As) Br$ are obtained on interaction of triarylarsonic oxides with the Grignard reagent if the interaction products are disintegrated with the excess bromide hydrogen acid. It is shown that in aqueous solutions in the presence of potassium iodide tetraarylarsonium bromides with gold (I) iodide form $(Ar_4As) (AuI_2)$ type cation-anionic complexes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Х. Фрейдлина. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. М.—Л., 1945, 77—86.
2. А. Кирби, С. Уоррен. Органическая химия фосфора. М., 1971, 13—14.
3. W. H. Dehn, B. V. Wilox. Am. Chem. J., 40. 1908, 121. 7yl. 1908, II 852.
4. F. F. Blicke, E. Монрое. J. Am. Soc., 57, 1935, 720.
5. Р. Д. Гигаური, Б. Д. Чернокальский, Л. И. Годердзишвили, Т. Н. Шатакишвили. Сообщения АН ГССР, 88, № 3, 1977, 601—604.
6. Р. Д. Гигаური, М. А. Инджия, Б. Д. Чернокальский, М. М. Угулава. Изв. АН ГССР, сер. хим., 2, № 2, 1976, 115.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. Д. ГИГАУРИ, Н. И. ГУРГЕНИДЗЕ, Е. С. ВАЧНАДЗЕ,
 Н. Ш. ГИГАУРИ

ОБ ОСНОВНЫХ ФОРМАХ НАХОЖДЕНИЯ МЫШЬЯКА
 В НЕКОТОРЫХ ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионкашвили 20.1.1987)

Необходимость получения в больших количествах и с высокой степенью чистоты мышьяка и его соединений, которым в последнее время уделяется большое внимание [1], обусловила ускоренное развитие некоторых областей химической технологии, привела к широкому применению разных методов их выделения из природных смесей. Очевидно, что без предварительного знания основных форм нахождения мышьяка в отходах горно-металлургических предприятий было бы трудно успешно использовать тот или иной способ выделения соединений мышьяка. Поэтому установление форм нахождения мышьяка в упомянутых смесях — актуальный вопрос в области химии мышьяка и рационального использования мышьякосодержащего вторичного сырья.

В настоящей работе мы задались целью исследовать с этой точки зрения некоторые сопутствующие продукты. В качестве исследуемого объекта были взяты отходы и полупродукты производства цветных и благородных металлов, завезенные из Урала и Новосибирска (две партии) на Рачинский горнохимический завод для последующей переработки. Эти образцы в дальнейшем обсуждении будут именоваться как Южуралзолото, Новосибирск I и Новосибирск II соответственно (см. табл. 1—4).

Таблица 1

Результаты химического анализа отходов производства цветных и благородных металлов

Образец	Найдено, %			Вычислено, % As ⁺³ +As ⁺⁵
	Общее As	As ⁺³	As ⁺⁵	
Южуралзолото	66,13	64,93	0,68	65,61
Новосибирск I	51,96	50,67	0,74	51,41
Новосибирск II	49,10	47,86	0,77	48,63

Поскольку мышьяк — элемент с переменной валентностью, а исследуемые объекты представляют собой продукты окислительно-восстановительного обжига руд, содержащих мышьяк в основном в виде сульфида, можно было ожидать, что в них одновременно существуют его формы в трех- и пятивалентном состоянии. Было установлено, что в исследуемых смесях мышьяк действительно находится в обеих формах. Результаты этих исследований приведены в табл. 1.



Из данных химического анализа (табл. 1) явствует, что экспериментально найденное общее содержание (%) мышьяка не намного, но все-таки превышает сумму трех- и пентавалентного мышьяка, причем лимитирующий элемент в пробах в основном находится либо в виде мышьяковистого ангидрида, либо в виде соответствующих арсенидов металлов, либо в обеих формах одновременно.

Ранее [2] нами было показано, что взаимодействие оксида мышьяка (III) с высшими одноатомными алифатическими спиртами ($R \gg Am$) — реакция селективная; при обработке технического белого мышьяка упомянутыми спиртами последние «ищут» и входят в реакцию только с оксидом мышьяка (III), а все остальные примеси остаются на дне реактора в виде ила. Следует отметить, что такое же свойство проявляет и оксид мышьяка (V) [3].

Таблица 2

Результаты анализа остатков и распределения As^{+3} в исходных смесях

Остаток	Г	Найдено, %		Вычислено, % As^{+5}	Распределение As^{+3} , %	
		As^{+3}	As^{+5}		в виде оксида	в виде арсенидов
Южуралзолото	18,1	9,65	3,85	3,75	63,18	1,75
Новосибирск I	37,05	4,67	2,16	2,00	48,94	1,78
Новосибирск II	40,71	4,30	2,09	1,89	46,11	1,75

Именно названные свойства этих оксидов и были использованы для установления их процентного содержания в исследуемых отходах и полупродуктах производства. Пробы брали по 100,0 г. спирта — в 2,0—2,5 раза больше (для полной экстракции) по сравнению с теоретическим, а суспензию интенсивно кипятили в течение 12—14 часов непрерывно с постоянным удалением из реакционной среды образующейся в результате реакции воды.

Оказалось, что при обработке исследуемых отходов изоамиловым спиртом основная часть мышьяка переходит в раствор, в результате чего в оставшейся твердой массе концентрация соединений трехвалентного мышьяка уменьшается, а пентавалентного, наоборот, значительно увеличивается (см. табл. 2).

Таблица 3

Основные формы нахождения мышьяка в отходах и полупродуктах производства в пересчете на общий As

Образец	Основные формы, %			
	As_2O_3 (A)	Арсениды (B)	Арсениды (C)	Неустановленные (100 — (A+B+C))
Южуралзолото	95,54	2,65	1,03	0,78
Новосибирск I	94,19	3,33	1,42	1,06
Новосибирск II	93,91	3,56	1,57	1,96

Бвиду того что из мышьяксодержащих соединений этерификации со спиртами подвергаются только оксиды мышьяка (III и V) и соответствующие им кислоты [4], следует заключить, что в исследуемых объектах As^{+5} находится исключительно в виде арсенатов, а найденное процентное содержание As^{+3} соответствует распространению этого

Содержание соединений мышьяка в отходах и полупродуктах производства

Образец	Содержание, %		
	As ₂ O ₃	AsO ₂ -÷ AsO ₃ ³⁻	AsO ₄ ³⁻
Южуралзолото	83,40	2,50÷2,87	1,26
Новосибирск I	64,60	2,47÷2,84	1,37
Новосибирск II	60,87	2,50÷2,87	1,43

элемента только в виде арсенитов металлов (белый мышьяк количественно экстрагируется [2]). Об этом свидетельствует и тот факт, что экспериментально найденное содержание As⁺⁵ хорошо согласуется с вычисленным. В табл. 2 приведены данные о распределении As⁺³ (%) между оксидом мышьяка (III) и арсенитами в исходных смесях с учетом его вычисленного процентного содержания в остатках.

На основании данных табл. 1 и 2 не представлялось сложным установить основные формы нахождения мышьяка (табл. 3) и содержание его соединений (табл. 4). Данные табл. 3 показывают, что в исследуемых отходах и полупродуктах 93—96% (округленно) мышьяка находится в виде оксида мышьяка (III), 2—4% — в виде арсенитов и только 1—2% приходится на арсенаты. Поскольку почти невозможно установить, с какими именно металлами образует мышьяк арсениты и арсенаты, было вычислено процентное содержание мета-, ортоарсенит- и арсенатинов в объектах. Результаты приведены в табл. 4, откуда выясняется, что исследуемые отходы и полупродукты производства цветных и драгоценных металлов содержат 60—83% белого мышьяка, 2—3% арсенитов и ~1,5 арсенатов.

Общее содержание мышьяка определялось по методу Эвинса [5], трехвалентного мышьяка As⁺³ — по [6], а пятивалентного As⁺⁵ — по видоизмененной методике [7].

Тбилисский государственный университет

(Потсунило 13.2.1986)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

რ. გიგაური, გ. ბურბანიძე, მ. ვაჩანაძე, ნ. გიგაური

ზოგიერთ წარმოების ნარჩენში ღარიშხანის არსებობის ძირითადი ფორმების ურთიერთობის შესახებ

რეზიუმე

ღარიშხანსემცველი წარმოების ნარჩენების რაციონალური გამოყენების საწინდარია წინასწარ მათში ღარიშხანის არსებობის ძირითადი ფორმების დადგენა. ამ მიზნით შესწავლილ იქნა ძვირფასი (შემოტანილი რაჟის ქარხანაში ურალიდან) და ფერადი მეტალების წარმოების ნარჩენებში (ნოვოსიბირსკიდან). გამოიკვია, რომ საკვლევი ობიექტები შეიცავენ 60—80% თეთრ ღარიშხანს, 2—3% არსენიტებს და 1,5% არსენატებს. ამრიგად, მთელი რაოდენობა ღარიშხანის 93—96% მოდის ღარიშხანის ოქსიდზე, 2—4% არსენიტებზე, ხოლო არსენატებზე — 1,1,6%.

R. D. GIGAU RI, N. J. GURGENIDZE, E. S. VACHNADZE, N. Sh. GIGAU RI
 ON PRINCIPAL FORMS OF ARSENIC OCCURRENCE IN INDUSTRIAL
 WASTE

Summary

The presence of arsenic in the waste products of nonferrous and noble metal industries from Novosibirsk and Ural has been studied. The following composition of waste products has been established: 60—83% As_2O_3 , 2—3% arsenites, and 1,5% arsenates.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Ш. Цхакая. Сб. докл. «Перспективы развития производства мышьяка и его соединений, в том числе особо чистых, в XI пятилетке и до 2000 года». Тбилиси, 1985, 3—18.
2. М. А. Инджия, Н. Ш. Гигаури, Р. Д. Гигаури, Л. В. Гургенишвили, А. Ш. Варадашвили. Сообщения АН ГССР, 105, № 2, 1982, 301.
3. В. С. Гамаюрова, М. М. Аладжев, И. А. Ниязов. Хим. и технол. элементоорг. соед. и полимеров, вып. 4, 1981, 14—16.
4. В. С. Гамаюрова, М. М. Аладжев, Б. О. Чернокальский, Р. Р. Шагидуллин, Ф. Г. Халитов, Л. В. Авакумова. Хим. и технол. элементоорг. соед. и полимеров, вып. 5, 1976, 8—11.
5. Р. Х. Фрейдлина. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка, вып. 7. М.—Л., 1945, 164.
6. А. А. Немодрук. Аналитическая химия мышьяка. М., 1976, 41.
7. А. С. Ручик. Методы химического анализа мышьяковых руд и продуктов их переработки. М., 1958, 13.

Ц. В. КАКУЛИЯ, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
Н. И. ЦОМАЯ, Ю. Н. НОВИКОВ, М. Е. ВОЛЬПИН (член-корреспондент АН СССР)

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ СТИРОЛА, ИНИЦИИРУЕМАЯ СЛОИСТЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ГРАФИТА С ХЛОРИДАМИ МЕТАЛЛОВ

В последнее время достаточно широко исследовалась каталитическая активность слоистых соединений графита (ССГ) в различных реакциях, таких как гидрирование и окисление, синтез аммиака, полимеризация и т. д. [1]. Однако эти исследования касались в основном ССГ донорного типа (ССГ со щелочными металлами) и π -комплексов графита с переходными металлами (ССГ с переходными металлами). Относительно каталитических свойств ССГ акцепторного типа (ССГ с хлоридами металлов) в литературе имеется всего несколько публикаций [2—4]. Тем не менее, акцепторный характер хлоридов металлов, внедренных в графит, а также наличие положительного заряда на сетках графита в этих ССГ позволяет ожидать, что они могут быть активными инициаторами реакций, протекающих по катионному механизму. Одной из таких реакций является полимеризация активированных виниловых мономеров. В связи с этим в данной статье представлены первые результаты по полимеризации стирола в присутствии ССГ- AlCl_3 (I, II, III и IV ступеней⁽¹⁾), ССГ- SbF_5 (I ступени), ССГ- FeCl_3 (I ступени), ССГ- ZnCl_2 (III ступени), ССГ- MoCl_5 (III ступени), ССГ- CuCl_2 (I ступени), ССГ- NiCl_2 (II ступени) и ССГ- CoCl_2 (I ступени).

Полимеризацию стирола проводили в атмосфере безводного, очищенного от кислорода аргона при 20°C в массе или в растворе толуола, бензола или гексана. Полученные результаты приведены в таблице. Из всех испытанных ССГ активность в полимеризации проявляют только ССГ- SbF_5 , ССГ- AlCl_3 и ССГ- ZnCl_2 , причем изменение условий полимеризации: ступени ССГ, концентрации катализатора, мольного соотношения стирол:катализатор, природы растворителя (таблица) — в большинстве случаев существенно не сказывается на выходе пересажженного полистирола.

Сравнение выхода пересажженных полимеров, полученных в присутствии ССГ, показывает, что по активности катализаторы можно расположить в следующий ряд: ССГ- $\text{SbF}_5 >$ ССГ- $\text{AlCl}_3 >$ ССГ- ZnCl_2 . Найденная последовательность активности ССГ коррелируется с изменением льюсовой кислотности самих хлоридов металлов. Это свидетельствует о катионном характере полимеризации и может указывать, что каталитическими центрами являются сами соли, внедренные в графит. Однако аналогичная закономерность в изменении активности ССГ будет и в том случае, когда каталитически активным центром полимеризации будут положительно заряженные сетки графита в ССГ, поскольку

⁽¹⁾ Ступени показывают число сеток графита, расположенных между соседними монослоями внедренного хлорида металла.

Условия полимеризации стирола (20°C) в присутствии $\text{CCl}_3\text{-AlCl}_3$,
 $\text{CCl}_3\text{-ZnCl}_2$ и $\text{CCl}_3\text{-SbF}_5$ и выход полистирола^{а)}

Катализатор, ступень, содержание соли	Концентрация катализатора моль/л · 10 ⁻²	Соотношение стирол:катализатор, моль/моль	Растворитель (объем, мл)	Время реакции, ч	Выход полимера, %
$\text{CCl}_3\text{-SbF}_5$, I ступень, 50% SbF_5	0,77	1120	—	2,5	70
	0,77	374	Бензол (4)	7,5	70
	0,39	187	Гексан (2)	4,0	76
	0,77	374	Толуол (6)	4,0	71 ^{б)}
$\text{CCl}_3\text{-AlCl}_3$, I ступень, 55% AlCl_3	2,70	315	—	7,5	45
	1,79	157	Бензол (3)	5,5	46
	1,38	210	Гексан (2)	3,5	47
	1,38	210	Толуол (6)	4,0	60 ^{в)}
$\text{CCl}_3\text{-AlCl}_3$, II ступень, 38% AlCl_3	5,52	-53	Толуол (6)	4,0	30 ^{в)}
	2,13	56	—	7,0	44
	1,42	228	Бензол (3)	5,0	66 ^{в)г)}
	1,59	203	Гексан (2)	3,5	28
$\text{CCl}_3\text{-AlCl}_3$, IV ступень, 18% AlCl_3	1,77	182	Толуол (6)	4,0	68 ^{д)}
	1,51	193	Толуол (6)	4,0	47 ^{в)}
$\text{CCl}_3\text{-ZnCl}_2$, III ступень, 36% ZnCl_2	2,07	139	Гексан (6)	6,0	13 ^{в)}

а) Вязкость полимеров ($[\eta]$) определяли в толуоле при 20°C, а молекулярную массу рассчитывали по формуле $[\eta]=1,7 \cdot 10^{-4} \cdot M^{0,69}$.

б) $\bar{M}=5000$, катализатор вводили при -70°C.

в) Катализатор вводили при -30°C.

г) $\bar{M}=5700$.

д) $\bar{M}=3600$, катализатор вводили при -30°C.

ку с увеличением кислотности внедренных в графит солей возрастает величина положительного заряда на сетках графита. Имеющиеся к настоящему времени экспериментальные данные не позволяют определенно судить о природе каталитических центров полимеризации в CCl_3 с солями металлов.

Обращает на себе внимание тот факт, что во всех случаях выход пересаженного полистирола значительно ниже 100%. Это может быть связано либо с тем, что катализатор дезактивируется в процессе полимеризации, либо с тем, что образуется большое количество низкомолекулярных олигомеров, которые теряются при пересаживании полимера гексаном из раствора в толуоле.

В связи с этим для ряда полимеров был сопоставлен выход полимера, определенный по сухому остатку до и после пересаживания, а также была изучена зависимость конверсии стирола от времени. Было найдено, что если выход пересаженного полистирола, полученного в присутствии $\text{CCl}_3\text{-AlCl}_3$ I ступени, в среде гексана или толуола составляет 47 и 60%, то для пересаженного полимера — 82 и 93% соответственно. Это говорит об образовании большого количества низкомолекулярных олигомеров полистирола. Результаты исследования зависимости конверсии стирола от времени подтвердили это предположе-



ние. Так, конверсия стирола в присутствии ССГ- $AlCl_3$ I и IV ступеней, определенная по ГЖХ, достигает 100% уже через 5—10 мин после начала реакции, тогда как выход пересажженного полимера не превышает 60—68% (таблица).

Низкие значения молекулярных масс образующегося полистирола (таблица) указывают, что скорость роста цепи меньше скорости обрыва и скорости передачи на мономер, что весьма характерно для катионной полимеризации олефинов [5]. Интересно отметить, что в тех же условиях под действием $AlCl_3$ при тех же концентрациях, что и ССГ- $AlCl_3$, образуется полистирол с $\bar{M} = 30000$, тогда как в присутствии ССГ- $AlCl_3$ молекулярная масса составляет 3600—5700. Это позволяет предположить, что полимеризация в основном протекает на самом ССГ- $AlCl_3$, а не за счет хлористого алюминия, перешедшего из ССГ в раствор.

Таким образом, ССГ с хлоридами металлов катализируют полимеризацию стирола, которая протекает по катионному механизму и приводит к низкомолекулярным полимерам.

Тбилисский государственный
университет

Академия наук СССР
Институт элементоорганических
соединений
им. А. Н. Несмеянова

(Поступило 10.4.1987)

ორგანული ქიმია

ც. კაკულია, ლ. ხანანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ცომაია, ი. ნოვიკოვი, მ. ვოლპინი (სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

სტიროლის კოლიმერიზაცია, ინიცირებული მეტალთა ქლორიდებთან გრაფიტის ფენოვანი ნაერთებით

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაჩვენებია, რომ მეტალთა ქლორიდებთან გრაფიტის ფენოვანი ნაერთები სტიროლის პოლიმერიზაციის აქტიურ ინიციატორებს წარმოადგენენ, რის შედეგადაც მიიღება დაბალმოლეკულური პოლისტიროლი.

ORGANIC CHEMISTRY

Ts. V. KAKULIA, L. M. KHANANASHVILI, N. I. TSOMAYA, Yu. N. NOVIKOV,
M. E. VOL'PIN

POLYMERIZATION OF STYRENE IN THE PRESENCE OF GRAPHITE
LAMELLAR COMPOUNDS WITH METALLIC CHLORIDES

S u m m a r y

It is shown that graphite lamellar compounds with metallic chlorides are active initiators of styrene polymerization, which yields low-molecular polystyrene.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Булгак, А. С. Скоропанов, А. А. Вечер, Ю. Н. Новиков, М. Е. Вольпин. ЖФХ, 59, № 1, 1985, 45—48.
2. А. А. Слинкин, Ю. Н. Новиков, Н. А. Прибыткова, Л. И. Лезнов, А. М. Рубинштейн, М. Е. Вольпин. Кинетика и катализ, 14, 13, 1973, 633—636.
3. Л. Д. Квачева, С. Т. Климахина, Л. П. Григорьева, А. С. Подберезина, Ю. Н. Новиков, Л. А. Хейфиц, М. Е. Вольпин. Изв. АН СССР, сер. хим., № 8, 1984, 1907—1909.
4. Г. Г. Фурци, А. А. Авраменко, Ю. П. Никоноров, Г. Г. Якобсон. ЖОрХ, 17, № 7, 1981, 1505—1511.
5. Дж. Кеннеди. Катионная полимеризация олефинов. М., 1978.



Р. А. ГАХОКИДZE, Л. И. БЕДУКАДZE, М. О. ЛАБАРТКАВА

КОНДЕНСАЦИЯ ПРОИЗВОДНЫХ D-ГЛЮКОЗЫ С 5-О-АЦЕТИЛ-6-БРОМ-6-ДЕЗОКСИ-L-АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. М. Лагидзе 5.5.1987)

Витамины применяются в настоящее время не только для лечения и профилактики авитаминоза, но и в качестве фармакологически активных веществ при различных заболеваниях.

В связи с легкой разрушаемостью природных соединений в организме они не могут выполнять роль идеальных лекарств. В связи с этим встает проблема планомерного изыскания модификации природных соединений с длительным фармакологическим действием.

С целью модификации витамина С нами было изучено взаимодействие 5-О-ацетил-6-бром-6-дезоксид-L-аскорбиновой кислоты (I) с частично замещенными производными D-глюкозы, а именно, с 2,3,4,6-

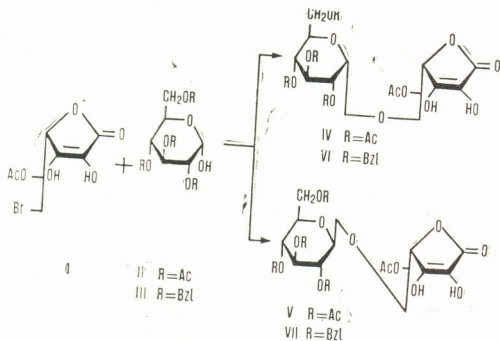


Рис. 1

тетра-О-ацетил- α -D-глюкозой (II) и 2,3,4,6-тетра-О-бензил- α -D-глюкозой (III) в присутствии карбоната серебра получены неизвестные в литературе дисахариды: α - и β -аномеры 5-О-ацетил-6-О-[2,3,4,6-тетра-О-ацетил-D-глюкопиранозил]-L-аскорбиновой кислоты (IV, V соответственно) и 5-О-ацетил-6-О-[2,3,4,6-тетра-О-бензил-D-глюкопиранозил]-L-аскорбиновой кислоты (VI, VII, соответственно).

Состав и строение полученных соединений доказаны данными элементного анализа и ЯМР ^{13}C спектров.



Об образовании глюкозида (IV, V) свидетельствует появление сигналов в области 97,0 и 105,1 м. д. со значениями константы спин-спинового взаимодействия J_{13C-1H} 168,1 гц. (для α -аномера) и 159 гц (для β -аномера), а также смещением сигнала C_6 аскорбиновой кислоты на 7,9 м. д. в слабое поле. Аналогично, для глюкозида (VI, VII) аномерные углеродные ядра принимают значения 97,6 м. д. (J_{13C-1H} 169 гц. α -аномера) и 98,2 гц. J_{13C-1H} 162 гц. β -аномера). Одновременно с этим сигнал ядра C_6 аскорбиновой кислоты смещается в слабое поле на 8,1 м. д. [1, 2].

Контроль протекания реакций и чистоты получаемых соединений осуществляли методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254. ЯМР ^{13}C спектры сняты на приборе «Bruker WM-250».

5-0-ацетил-6-0-[2,3,4,6-тетра-0-бензил- α и β -D-глюкопиранозил]-L-аскорбиновая кислота (VI, VII). К 0,117 г бромированному витамину С [3] добавляли 2,2 г 2,3,4,6-тетра-0-бензил- α -D-глюкозу [4], 0,15 г свежеприготовленного карбоната серебра и 10 мл сухого эфира. Реакционную смесь перемешивали 24 часа при комнатной температуре, затем добавляли 5 мл хлороформа и перемешивали еще 8 часов. После окончания реакции полученную массу отфильтровывали. Дисахариды очищали колоночной хроматографией на силикагеле L 40/100 мкм, элюент ацетон-хлороформ, 1:9. Получили белые кристаллы (VI, VII), выход 64,6% $T_{пл}$ 112—114°C, $[\alpha]_D^{22} + 53,20$ (с 0,52 хлороформ), R_f 0,54, система ацетон-хлороформ, 1:9. Найдено, %: С 69,7; Н 6,8. $C_{42}H_{44}O_{12}$. Вычислено, %: С 68,1; Н 5,9.

В спектре ЯМР ^{13}C (δ , м. д., $CDCl_3$) наблюдаются сигналы с химическими сдвигами:

α —97,6 (C_1'); 75,7 (C_2); 73,51 (C_3); 81,76 (C_4); 62,0 (C_5); 68,8 (C_6); β —98,2 (C_1'); 76,58 (C_2); 74,75 (C_3); 80,05 (C_4); 65,9 (C_5); 68,17 (C_6). Что же касается остатка аскорбиновой кислоты, то химические сдвиги имеют следующее значение: 170,2 (C_1); 138,23 (C_2); 130,86 (C_3); 76,9 (C_4); 68,6 (C_5); 68,17 (C_6).

5-0-ацетил-6-0-[2,3,4,6-тетра-0-ацетил- α и β -D-глюкопиранозил]-L-аскорбиновая кислота (IV, V). Реакцию проводили аналогично предыдущему опыту. 2,3,4,6-Тетра-0-ацетил- α -D-глюкозу получали согласно методике [5]. Полученный дисахарид очищали колоночной хроматографией на силикагеле L 40/100 мкм, элюент ацетон-хлороформ, 1:4. Получили белые кристаллы. Выход 30,2%, $T_{пл}$ 87—89°C, $[\alpha]_D^{20} + 84,2$ (с 0,57, хлороформ), R_f 0,76, система ацетон-хлороформ 1:4. Найдено, %: С 48,35; Н 5,07. $C_{22}H_{28}O_{16}$. Вычислено, %: С 48,2; Н 5,1.

В спектре ЯМР ^{13}C дисахарид представляет смесь α и β конформеров и содержит характерные для перацетилированной глюкозы сигналы с химическими сдвигами: α —97,0 (C_1'); 69,82 (C_2); 69,2 (C_3); 68,14 (C_4); 68,0 (C_5); 61,45 (C_6). β —105,1 (C_1'); 69,82 (C_2); 72,74 (C_3); 68,14 (C_4); 71,4 (C_5); 61,45 (C_6). Остатки аскорбиновой кислоты: 170,2 (C_1); 130,92 (C_2); 128,1 (C_3); 76,9 (C_4); 67,78 (C_5); 67,91 (C_6).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.6.1987)

რ. გახოკიძე, ლ. ბედუკაძე, მ. ლაბარტკავა

D-გლუკოზის ნაწარმებისა და 5-0-აცეტილ-6-ბრომ-6-დეოქსი-L-ასკორბინის მუშავის კონდენსაცია

რეზიუმე

5-0-აცეტილ-6-ბრომ-6-დეოქსი-L-ასკორბინის მუშავის ურთიერთმოქმედებით 2, 3, 4, 6-ტეტრა-0-აცეტილ- α -D-და 2, 3, 4, 6-ტეტრა-0-ბენზილ- α -D-გლუკოზასთან მიღებულია დისაქარიდები: 5-0-აცეტილ-6-0-[2, 3, 4, 6-ტეტრა-0-ბენზილ-D-გლუკოპირანოზილ]-ს-ასკორბინის და 5-0-აცეტილ-6-0-[2, 3, 4, 6-ტეტრა-0-აცეტილ-D-გლუკოპირანოზილ]-L-ასკორბინის მუშავები.

ORGANIC CHEMISTRY

R. A. GAKHOKIDZE, L. I. BEDUKADZE, M. O. LABARTKAVA

THE CONDENSATION OF DERIVATIVES OF D-GLUCOSE WITH
5-0-ACETYL-6-BROMO-6-DEOXY-L-ASCORBIC ACID

Summary

The reaction of 5-0-acetyl-6-bromo-6-deoxy-L-ascorbic acid with 2,3,4,6-0-acetylated- α -D-glucose and 2,3,4,6-0-benzylated- α -D-glucose yielded the following disaccharides: 5-0-acetyl-6-0-[2,3,4,6-tetra-0-benzyl-D-glucoopyranosyl]-L-ascorbic and 5-0-acetyl-6-0-[2,3,4,6-tetra-0-acetyl-D-glycopyranosyl]-L-ascorbic acids.

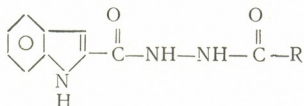
ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES




1. K. Bock, C. Pedersen. Carbon-13 NMR spectroscopy of monosaccharides. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*, vol. 41, 1983.
2. T. Radford, J. G. Swecny, G. A. Jacobucci, J. Goldsmith. *Org. Chem.* 44, № 4, 1979, 658—659.
3. K. Bock, O. Lundt, C. Pedersen. *Carbohydrate Research*, 68, 1979, 313—319.
4. Ю. А. Жданов. *Практикум по химии углеводов*. М., 1973, 92.
5. С. Н. Данилов, А. И. Ногайдели, Р. А. Гахокидзе. *Сообщения АН ГССР*, 60, № 2, 1970, 333—336.



Таблица 1

Основные характеристики N-ацильных производных



№ п/п	R	Брутто-формула	Элементный анализ		Т пл. °С	R _f ацетон: бензол 1:1	Выход, %
			Вычислено	Найдено			
			С, H, N, %	С, H, N, %			
1	-CH ₃	C ₁₁ O ₂ H ₁₁ N ₃	60,8; 5,0; 19,5	61,2; 5,4; 19,0	275—276	0,38	87
2		C ₁₆ O ₂ H ₁₂ N ₃	68,8; 4,6; 15,0	69,3; 5,0; 14,8	265—266	0,82	82
3		C ₁₇ O ₄ H ₁₃ N ₃	63,1; 4,0; 13,0	63,5; 4,3; 12,9	268—270	0,39	84
4	-(CH ₂) ₂ Cl	C ₁₂ O ₂ H ₁₀ N ₃ Cl	54,2; 4,5; 15,8	54,7; 5,0; 15,3	191—192	0,74	78
5		C ₁₆ O ₄ H ₁₂ N ₄	59,2; 3,7; 17,2	60,1; 3,9; 17,9	251—252	0,87	73

нии в ней P₂O₅ более 60—70% по весу. Наилучшие выходы были достигнуты с применением хлорокиси фосфора. Основные данные полученных индолил-оксадиазолов приведены в табл. 2.

Строение всех полученных соединений было доказано данными элементного анализа, ИК-, ПМР- и масс-спектрометрией.

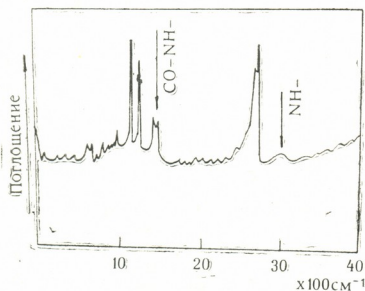
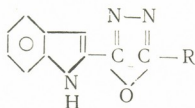


Рис. 1. ИК-спектр N-бензоилированного (индолил-2) карбогидразида, снятый в вазелиновом масле на приборе «Specord»

В ИК-спектрах после циклизации исчезают полосы поглощения, характерные для амидной связи (NH—CO) (рис. 1) и появляются полосы поглощения, характерные для C=N (1600—1620) см⁻¹ и эфирной связи (C—O—C) 1080 см⁻¹ (рис. 2). Спектр ПМР доказал наличие всех протонов индола и протонов заместителя R. Молекулярные мас-

Основные характеристики индолил-оксадиазолов общей формулы



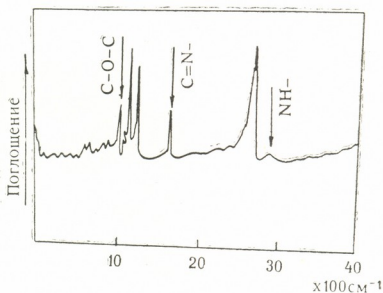
№ п/п	R	Брутто-формула	Элементный анализ		Т пл. °С	R _f эфир: бензол 1:1	Выход, %
			Вычислено	Найдено			
			С, Н, N, %	С, Н, N, %			
1	—CH ₃	C ₁₁ O ₂ H ₁₁ N ₃ [1,2]	66,3:4,5:21,1	66,7:4,85:21,4	231— 232 [3]	0,35	54
2		C ₁₆ O ₂ H ₁₄ N ₃	73,5:4,2:16,0	74,0:4,7:16,4	257— 258	0,59	55
3		C ₁₇ O ₄ H ₁₃ N ₃	66,9:3,6:13,7	67,3:4,1:14,2	278— 279	0,52	69
4	—(CH ₂) ₂ Cl	C ₁₂ O ₂ N ₃ H ₁₀ Cl	58,1:4,0:16,9	58,7:4,5:16,3	178— 179	0,52	63
5		C ₁₆ O ₄ H ₁₂ N ₄	62,7:3,2:18,3	63,3:3,7:18,4	319— 320	0,77	60

сы соединений (1—5), определенные на приборе «Nermag-10—10», соответствуют расчетным.

Синтез (индолил-2)карбогидраза.

В одnogорлую колбу загружают 12 г 2-карбоэтоксииндола, 70 мл изопропилового спирта и 80 мл гидразингидрата и кипятят с обратным

Рис. 2. ИК-спектр 2-фенил-5(индолил-2)-1,3,4-оксадиазолов, снятый в вазелиновом масле на приборе «Specord»



холодильником в течение 8 часов. После окончания реакции раствор охлаждают и выпавшие кристаллы отфильтровывают, промывают холодным изопропанолом и сушат при температуре 60°C. Получают 7,5 г (индолил-2)карбогидраза, Т пл. 248—250°C.

Синтез N-ацилгидразидов.

В трехгорлую колбу, снабженную мешалкой, капельной воронкой и термометром, загружают 0,1 моль (I), добавляют 150 мл N,N-диметилацетамида и по каплям добавляют 0,1 моль ацилирующего агента. Реакцию проводят при $-30 \div -20^\circ\text{C}$ в случае хлорангидридов и при $5-15^\circ\text{C}$ в случае ангидридов в течение 3 часов. После окончания реакции содержимое колбы выливают в воду, осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат при температуре 70°C .

С реактивом Эрлиха все N-ацилгидразиды дают розовую окраску.

Синтез индолил-оксадиазолов.

В одногорлую колбу загружают N-ацилгидразид и POCl_3 в соотношении 1:10 и нагревают с обратным холодильником при температуре $60-80^\circ\text{C}$ в течение 1 часа. После окончания реакции колбу охлаждают и содержимое выливают в ледяную воду. Осадок отфильтровывают, промывают до нейтральной реакции и перекристаллизовывают из смеси ацетон:вода. С реактивом Эрлиха полученные индолил-оксадиазолы дают красно-фиолетовую окраску.

НИИ стабильных изотопов

(Поступило 5.6.1978)

ორგანული ქიმია

ზ. ჯაპარიძე, მ. ბასილაძე, მ. ლალიაშვილი, შ. სამსონია

ინდოლის შემცველი ახალი 1, 3, 4-ოქსადიაზოლოების სინთეზი და კვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია (ინდოლილ-2)-კარბოჰიდრაზიდის აცილირება და შემდგომი ციკლიზაციის რეაქციები. მიღებულია ინდოლშემცველი აცილჰიდრაზიდები და შესაბამისი ინდოლილ-1, 3, 4-ოქსადიაზოლოები. დადგენილია აცილირების და ციკლიზაციის ოპტიმალური პირობები. შესწავლილია ინდოლილ-1, 3, 4-ოქსადიაზოლოების ძირითადი ფიზიკურ-ქიმიური კონსტანტები.

ORGANIC CHEMISTRY

Z. Sh. JAPARIDZE, M. N. BASILADZE, M. G. LALIASHVILI, Sh. A. SAMSONIA

SYNTHESIS AND STUDY OF NEW INDOLYL-CONTAINING 1, 3, 4-OXADIAZOLES

Summary

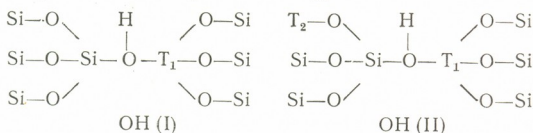
Acylation of (indolyl-2) carbohydrazide and subsequent cyclization reactions have been studied. Indolyl-containing acylhydrazides and the corresponding indolyl-1, 3, 4-oxadiazoles have been obtained. Optimal cyclization and acylation parameters have been established. Basic physico-chemical constants of the obtained indolyl-1, 3, 4-oxadiazoles have been analysed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Жунгиету, Г. Н. Дорофеевко, УХ, т. 41, 1972, 1627.
2. В. И. Келарев, Г. А. Швехгеймер. ХГС, № 2, 1986, 147.
3. Tetrahedron Letters, № 23, 1972, 2333.
4. M. Robba, D. Manne. Lancelot (J. Bull. Chem. Soc. France) № 3—4, pt. 2, 1977, p. 333.

ными. Ввиду этого дальше мы будем рассматривать гидроксильные группы типа OH(I) и OH(II), так как для OH(III) $Si/T=1,7$, а для OH(IV) $Si/T=1$ ($T=Al$ или B).

Таким образом, для боралитов наиболее характерными должны быть следующие типы гидроксильных групп:



Для структуры OH(I) возможно два варианта — $T_1=Al$ или B , а для OH(IV) — уже четыре варианта:

- 1) $T_1=Al$, $T_2=Al$; 2) $T_1=B$; $T_2=Al$;
- 3) $T_1=Al$, $T_2=B$; 4) $T_1=B$; $T_2=B$.

Обозначим эти варианты структур соответственно OH(I)1, OH(I)2, OH(II)1, OH(II)2, OH(II)3 и OH(II)4.

Так как существование структур типа OH(I)1 и OH(II)1 в алюмоборосиликатах маловероятно (а в чистых боросиликатах вообще не должны быть представлены), поэтому дальше будем их рассматривать как цеолитные и с ними и будем сравнивать свойства боралитов.

Для проведения расчетов применялись кластерные модели, показанные на рисунке. Они моделируют гидроксильные группы типа OH(I) и OH(II). Расчеты проводились по методу МЧПДП/3 [5] со следующими геометрическими параметрами кластера: $O-A=0,16$ нм, $Si-O=0,171$ нм, $Al-O=0,173$ нм, $B-O=0,144$ нм. $LSi-O-Al=LSi-O-Si=LSi-O-A=LSi-O-B=140^\circ$. Разорванные связи на границах кластера замыкались моновалентными псевдоатомами A со специально подобранными квантовохимическими параметрами [6].

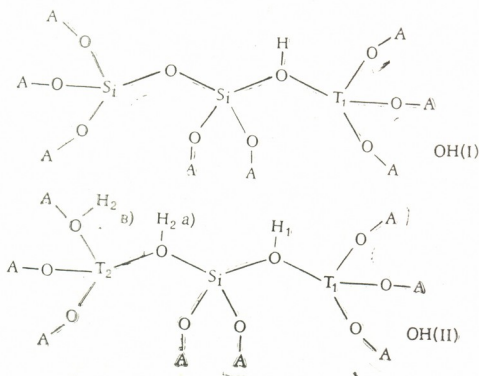


Рис. 1. Схемы кластеров, моделирующих гидроксильные группы типа OH(I) и OH(II)

Как показали расчеты структур OH(I)1 и OH(I)2, энергия отрыва протона (ЭОП) на ~ 60 кДж/моль больше, чем для цеолитов, т. е. боралиты, имеющие брэнстедовские центры типа OH(I)2, являются менее кислыми (см. таблицу).

В структуре $\text{OH}(\text{II})$ (см. рис. 1) существуют два отрицательно заряженных тетраэдра TO_4^- . Атомы водорода H_1 и H_2 , которые компенсируют заряды, могут быть расположены в положении а) и б) (мы изучаем кислотность OH_1 -группы и поэтому ее положение не меняем). Структуру, имеющую положение а, обозначим $\text{OH}(\text{II})1a$, $\text{OH}(\text{II})2a$, $\text{OH}(\text{II})3a$, и $\text{OH}(\text{II})4a$, а положение б.— $\text{OH}(\text{II})1b$, $\text{OH}(\text{II})2b$, $\text{OH}(\text{II})3b$ и $\text{OH}(\text{II})4b$. Проведенные нами расчеты показывают, что кислотность бренстедовских центров типа $\text{OH}(\text{II})$ как для цеолитов, так и для боралитов больше в положении а, чем в б. Однако, как видно из сравнения полных энергий таких систем, при переходе водорода из положения а и б выделяется энергия ~ 50 кДж/моль, т. е. энергетически более предпочтительно положение водорода в положении б.

При замещении в кластере $\text{OH}(\text{II})1$ атома алюминия в первой «координационной сфере» (КС) на бор (переход $\text{OH}(\text{II})1 \rightarrow \text{OH}(\text{II})2$) ЭОП увеличивается на ~ 60 кДж/моль, а если такое же замещение идет во второй КС (переход $\text{OH}(\text{II})1 \rightarrow \text{OH}(\text{II})3$, ЭОП увеличивается на ~ 25 кДж/моль. Одновременное замещение атомов алюминия на атомы бора (переход $\text{OH}(\text{II})1 \rightarrow \text{OH}(\text{II})4$) тоже вызывает увеличение ЭОП на ~ 95 кДж/моль) (см. таблицу).

Величины энергии отрыва протона (E_{H^+}), длины оптимизированных связей и заряды на кислороде и водороде в зависимости от химического состава кластера

Тип OH -групп	T_1	T_2	E_{H^+} кДж/моль	$R_{\text{Si-O}}$ нм	$R_{\text{O-T}_2}$ нм	$R_{\text{O-H}}$ нм	q_{O}	q_{H}
$\text{OH}(\text{I})1$	Al	—	1256	0,17655	0,18819	0,09662	-0,4939	0,2997
$\text{OH}(\text{I})2$	B	—	1317	0,17621	0,15493	0,09593	-0,5235	0,3009
$\text{OH}(\text{II})1a$	Al	Al	1158	0,17696	0,18938	0,09655	-0,5061	0,2910
$\text{OH}(\text{II})2a$	B	Al	1219	0,17652	0,15579	0,09591	-0,5356	0,2918
$\text{OH}(\text{II})3a$	Al	B	1182	0,17727	0,18917	0,09652	-0,5061	0,2897
$\text{OH}(\text{II})4a$	B	B	1253	0,17683	0,15566	0,09587	-0,5357	0,2907
$\text{OH}(\text{II})1b$	Al	Al	1313	0,17800	0,18766	0,09642	-0,5041	0,2864
$\text{OH}(\text{II})2b$	B	Al	1374	0,17759	0,15445	0,09569	-0,5337	0,2896
$\text{OH}(\text{II})3b$	Al	B	1292	0,17777	0,18796	0,09645	-0,5016	0,2875
$\text{OH}(\text{II})4b$	B	B	1351	0,17743	0,15474	0,09575	-0,5311	0,2893

Если атом алюминия замещается в алюмоборосиликатном кластере на атом бора в первой КС (переход $\text{OH}(\text{II})3 \rightarrow \text{OH}(\text{II})4$), ЭОП увеличивается на ~ 65 кДж/моль, а если во второй КС — на ~ 34 кДж/моль (переход $\text{OH}(\text{II})2 \rightarrow \text{OH}(\text{II})4$).

Таким образом, как показывают расчеты по методу МЧПДП/3, бренстедовские центры в боралитах должны быть менее кислыми, чем в цеолитах. Причем при замещении атома алюминия на атом бора в первой КС (как в алюмосиликатном, так и в алюмоборосиликатном кластере) увеличение ЭОП почти в 2 раза больше, чем во время такого же замещения во второй КС.

Правомерность результатов расчета подтверждают экспериментальные исследования [7, 8], где показано, что боралиты являются менее кислыми, чем цеолиты.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии

Тбилисский государственный
университет
Институт прикладной
математики

Сибирское отделение
АН СССР
Институт катализа

(Поступило 30.1.1987)

დ. ხუროშვილი, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიოსი),
 ა. პელმენჩიკოვი, გ. ზიდომიროვი, ა. ხვოლესი, ნ. კანდელაკი, ლ. რუდა

ბორალიტების ბრენსტედული მჟავურობა

რეზიუმე

MCPDP/3 მეთოდით გამოკვლეულია ბორალიტების ბრენსტედული ცენტრების სტრუქტურა და მჟავურობა. ნაჩვენებია, რომ ბორალიტებში ასეთი ცენტრები უნდა იყოს ნაკლებმჟავურები, ვიდრე ცეოლიტებში. ამასთანავე, პირველ „საკოორდინაციო სფეროში“ ალუმინის ატომის ჩანაცვლებისას ბორის ატომით პროტონის მოწყვეტის ენერგია თითქმის ორჯერ მეტია, ვიდრე ასეთივე ჩანაცვლებისას მეორე „საკოორდინაციო სფეროში“.

PHYSICAL CHEMISTRY

D. V. KHUROSHVILI, G. V. TSITSISHVILI, A. G. PELMENCHIKOV,
 G. M. ZHIDOMIROV, A. R. KHVOLES, M. N. KANDELAKI, L. G. RUDA

BRÖNSTED ACIDITY OF BORALITES

Summary

The structure and acidity of Brönsted sites of boralites have been investigated by the MINDO/3 method. It is shown that such sites in boralites should be less acid than those in zeolites. Moreover, during the substitution of aluminium atom by boron atom in the first “coordinated region” the increase of the energy of proton release is nearly twice that of such substitution in the second “coordinated region”.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Б. Казанский. Кинетика и катализ, т. 23, № 6, 1982, 1334—1348.
2. W. Loewenstein. Amer. Mineralog., v. 35, 1954, p. 92.
3. И. Д. Михайкин, А. И. Лумпов, Г. М. Жидомиров, В. Б. Казанский. Кинетика и катализ, т. 19, № 4, 1978, 1053—1057.
4. A. G. Pelmenshikov, G. M. Zhidomirov, D. V. Khuroshvili, G. V. Tsitsishvili. Structure and Reactivity of Modified Zeolites. Amsterdam, 1984, p. 85.
5. R. C. Bingham, M. J. S. Dewar, D. H. Lo. J. Amer. Chem. Soc. v. 97, 1975, 1285.
6. I. D. Mikheikin, I. A. Abronin, G. M. Zhidomirov, V. B. Kazansky. J. Mol. Cat., № 3, 1977/78, p. 435—442.
7. А. Д. Чандвадкар, С. В. Кулкарни, Р. Кумар, М. Балакришнан, П. Ратнасами. Катализ и прогресс в химической технологии. Новосибирск, 1984, 14—19.
8. M. Taramasso, G. Perego, B. Votari. Proceedings of the Fifth Inter. London, 1980, p. 40—48.



Ц. С. ГАБЕЛИА, А. Л. БАЦАНАДЗЕ, Е. И. КОБАХИДЗЕ,
Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

АДСОРБЦИЯ $Fe(II)$ -ФРУКТОЗЫ И $Fe(II)$ -ГЛЮКУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ОБОГАЩЕННОМ АСКАНГЕЛЕ

Высокодисперсная фракция асканского монтмориллонита, т. н. «обогащенный» аскангель, характеризуется высокой адсорбционной и реакционной способностью, что позволяет найти ему применение в различных областях народного хозяйства, в том числе и в медицине.

Возможность использования глинистых минералов в медицине известна с древнейших времен, что засвидетельствовано многими грузинскими медицинскими манускриптами феодальной эпохи [1]. Однако научный интерес к изучению этого вопроса возник намного позже, в 50-х г. XX в., когда появились работы школы И. Г. Кутателадзе [2, 3], Р. К. Алиева [4], Н. Е. Беронта [5], Д. П. Сало и др. [6]. В этих работах научно обоснованы и практически апробированы лечебные свойства глины.

Нашими работами показано, что проведением ионного обмена в определенных условиях могут быть получены монозамещенные формы аскангеля с различными катионами с целью их использования для лечения некоторых желудочно-кишечных заболеваний и регулирования микроэлементов в организме человека [7].

В настоящем исследовании изучен процесс адсорбции и десорбции железосодержащих комплексных соединений на обогащенном аскангеле с целью получения железосодержащего препарата для лечения железодефицитной анемии.

В качестве адсорбатов исследованы комплексные соединения: $Fe(II)$ -фруктоза и $Fe(II)$ -глюкуроновая кислота. Эти соединения являются анионными комплексами, устойчивыми к среде с pH 3,00—11,00, однако при $pH < 3,00$ они разлагаются с выделением ионов железа. Содержание железа в $Fe(II)$ -фруктозе — 18,52%, а в $Fe(II)$ -глюкуроновой кислоте — 20,06%.

Суспензии обогащенного аскангеля заранее доводились до различных равновесных pH раствором 0,1 N HCl, а затем добавлялись растворы комплексных солей в количестве 40, 100, 200, 400 мг/г воздушно-сухой глины. После интенсивного встряхивания суспензии отфильтровывались и в фильтрате определялось железо и соответственное количество адсорбированных солей.

Экспериментально установлено, что максимальная адсорбция имеет место после 4—5 часов при pH 4,00—4,50.

В табл. 1 приведены данные по адсорбции $Fe(II)$ -фруктозы и $Fe(II)$ -глюкуроновой кислоты на обогащенном аскангеле при pH 4,00.

Из данных табл. 1 видно, что с добавлением комплексных солей их адсорбция, выраженная в мг/г глины, увеличивается, однако процентное соотношение адсорбированного комплексного соединения уменьшается в связи с увеличением доли добавляемого комплекса на постоянное количество глины.

Десорбция железа из аскангеля, модифицированного Fe(II)-глюкуроновой кислотой

рН суспен- зии	Образцы с содержанием комплекса					
	100 мг/г глины		200 мг/г глины		400 мг/г глины	
	мг/г глины	%	мг/г глины	%	мг/г глины	%
2,50	8,95	69,37	15,10	61,50	18,10	50,50
2,20	9,52	73,79	15,96	65,00	20,61	57,10
2,00	10,70	82,90	17,06	69,50	21,84	60,50
1,80	11,20	86,35	17,24	70,20	22,30	61,77

На основании полученных экспериментальных данных можно предполагать, что при адсорбции комплексных солей происходит ионный обмен. Комплексные анионы, которые содержат железо, обмениваются с ОН-группами, находящимися не только на поверхности частиц аскангеля, но и внутри кристаллической решетки в местах сочленения октаэдрических и тетраэдрических сеток, сравнительно трудно доступных для ионов [8].

При проведении десорбции в фильтрате, наряду с катионами, выходят и комплексные анионы, которые при снижении рН фильтрата ниже <3 разлагаются с выделением ионов железа.

По данным адсорбции и десорбции установлены оптимальные условия получения Fe-обогащенного аскангеля для клинического испытания [9].

Применение этого препарата по установленным дозам увеличивает содержание гемоглобина в крови человека на 0,5—1,0 единиц в сутки. Препарат благоприятно влияет также на действие желудочно-кишечного тракта.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической
и органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 26.2.1987)

ფორმალური კონტრაქტი

ვ. ბაბელიძე, ა. ბაცანაძე, ი. კობახიძე, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

Fe (II)-ფრუქტოზისა და Fe (II)-გლუკურონმჟავას აღსორბვისა
გამდიდრებულ ასკანგელზე

რეზიუმე

შესწავლილია მაღალდისპერსულ ე. წ. «გამდიდრებულ» ასკანგელზე Fe (II)-ფრუქტოზის და Fe (II)-გლუკურონმჟავას კომპლექსნაერთების აღსორბვის და დესორბციის პირობები. დადგინდა, რომ აღსორბვითა მაქსიმალურია pH 4,00—4,50 არეში.

აღნიშნული კომპლექსნაერთების დესორბცია მოდიფიცირებული ასკანგელიდან და კომპლექსანაიონის დაშლა თავისუფალი რკინის იონების გამოყოფით ხდება pH<3,00.

Ts. S. GABELIA, A. L. BATSANADZE, E. I. KOBAKHIDZE, T. G. ANDRONIKASHVILI

ADSORPTION OF Fe(II)-FRUCTOSE AND Fe(II)-GLUCURONIC ACID ON ENRICHED ASKANGEL

Summary

A study has been made of adsorption and desorption conditions of fructose and glucuronic acid Fe(II)-complexes on fine fractions of the so-called "enriched" askangel. Maximum adsorption was found to occur at pH 4,00-4,50.

Desorption of the given complexes from modified askangel and decomposition of complex anions resulting in the separation of free iron ions take place at $\text{pH} < 3,00$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ზ. ფანასკერტელი-ფიციშვილი. საქურნალო შიგნი-კარაბადინი, თბილისი, 1978.
2. Применение в медицине препаратов из бентонитовой глины Асканского месторождения. Тбилиси, 1969.
3. И. Г. Кутателадзе. Тиха-аскане для медицинских целей. Тбилиси, 1955.
4. П. К. Алиев. Применение бентонитовых глин Азербайджана (гиля-би) в фармацевтической практике. Баку, 1952.
5. Н. Е. Беронт. В кн.: «Бентонитовые глины Узбекистана». Ташкент, 1963.
6. Д. П. Сало, Ф. Д. Овчаренко, Н. Н. Круглицкий. Высокодисперсные минералы в фармации и медицине. Киев, 1969.
7. Сб. «Новые модификации аскангеля для применения в народном хозяйстве». Тбилиси, 1975.
8. Р. Е. Грим. Минералогия глин. М., 1959.
9. Авт. свид. № 955927, 07.09.82, БИ № 33.

О. Е. МОДЕБАДЗЕ, Р. А. ТАТУЛОВ, М. В. ТАЛАКВАДЗЕ

ВАКУУМНОПЛОТНЫЙ КОРПУС ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СВЕТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе 26.4.1986)

Герметизация полупроводниковых приборов возможна не только нанесением органических и стеклообразных пленок на поверхности защищаемых элементов, но и помещением данного прибора в защищаемое устройство той или иной геометрии и конфигурации [1—5].

Органические пленки характеризуются тем основным недостатком, что из-за недостаточной прочности легко выходят из строя и, тем самым, значительно сокращают срок службы полупроводникового прибора. Стекла и стеклообразные пленки надежно защищают полупроводниковые элементы от воздействия внешних агрессивных сред, но вместе с тем применение стеклообразных материалов возможно лишь в том случае, когда элементы полупроводникового прибора и, в первую очередь, кристаллы, при нагревании до температур размягчения стекла (450—700°C) не выходят из строя или не подвергаются структурным, агрегатным или другим превращениям. Органические и, в первую очередь, стеклообразные материалы можно использовать только для одного и того же полупроводникового материала, у которого коэффициент линейного термического расширения (КЛТР) мало отличается от применяемого стекла и т. д. Вакуумноплотные же корпуса определенной геометрии могут применяться для защиты всех элементов какого-нибудь данного класса (например, полупроводниковых преобразователей света — ППС), независимо от физических характеристик, защищаемых полупроводниковых материалов.

Известные корпуса полупроводниковых приемников света [5], состоящие из отдельной микролинзы и металлического каркаса, соединенные специальным техническим приемом с преобразователем света образуют фотодиод, фототриод, фототиристоры и др.

Основной недостаток таких конструкций состоит в том, что требуется отдельное изготовление микролинзы с применением сложной технологии (изготовление заготовки, шлифовка, полировка и др.). Кроме того, указанная конструкция не дает возможность регулировать расстояние между ППС и линзой (так как расположение линзы и ППС фиксируется специальными пазами) и таким образом освещать ППС максимальным потоком света путем помещения в фокусе микролинзы.

В данной работе изложены результаты разработки и применения такой конструкции корпуса ППС, который дает возможность изготавливать микролинзу и корпус одновременно по упрощенной технологии, а также путем перемещения ППС в корпус прибора относительно линзы, достичь попадания ППС в фокусе линзы и, следовательно, максимального освещения последнего потоком падающего на линзу прибора световой энергии.

Вместе с тем, в отличие от выпускаемых электронной промышленностью корпусов ППС, данный корпус или его упрощенный вариант возможно изготавливать непосредственно в лабораторных условиях, что является немаловажным фактором при исследовательских работах в области создания эффективных ППС с заданными параметрами.

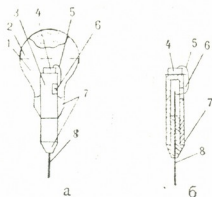


Рис. 1. Корпус для полупроводниковых приемников света. а. Фотодиод в сборе; б. фотодиод без корпуса. 1) Стеклоный корпус; 2) микролинза; 3) металлическая трубка; 4) ППС; 5) провод, соединяющий ППС с внутренним электродом; 6) прорез в наружном электроде — металлической трубке; 7) легкоплавким припоем; 8) внутренний электрод

На рис. 1 представлен ППС в сборе (а) и без стеклянного корпуса (б). Технология сборки ППС заключается в следующем: в стеклянный корпус 1 с микролинзой 2 вставляется устройство б, которая состоит из металлической трубки 3, с укрепленным на верхней части ППС-4, и соединенного проводником 5 через прорез 6 с ППС, припаянного к трубке (легкоплавким припаянным стеклом 7) внутреннего электрода 8.

В дальнейшем устройство б, подключенное с характериографом, перемещается перпендикулярно нижней плоскости микролинзы и последнее освещается видимым (или определенным, монохроматическим) светом заданной интенсивности. Путем перемещения устройства б во-внутрь корпуса достигается максимальное освещение ППС и, следовательно, установление наилучшей работы характеристики прибора. При этом, утолщенная часть корпуса дает возможность устройство б перемещать и в горизонтальной плоскости, а после нахождения оптимальных условий, легкоплавким припоем 7, припаять его к корпусу.

Такая технология дает возможность получить вакуумноплотный спай устройства б со стеклянным корпусом и избежать перегрев полупроводникового прибора, и, следовательно, ухудшение его рабочих характеристик.

Данная конструкция дает возможность изменения отдельных процессов сборки, например, если стекло корпуса и наружный электрод — металлическая трубка — будут характеризоваться идентичным КЛТР, то спаивание возможно производить без применения промежуточного припоечного стекла; возможны и другие существенные конструктивные изменения.

Как было указано выше, особенно удобным данный стеклянный корпус является при исследовательских работах в лабораторных условиях. Корпус можно изготовить по следующей технологии.

В пламени горелки (рис. 2,а) вращательным движением равномерно нагревается торец стеклянного капилляра; после соответствующего нагрева под воздействием равновесных молекулярных сил притяжения и поверхностного натяжения образуется сферическая капля, которая после охлаждения представляет собой двояковыпуклую линзу с равномерной кривизной наружной поверхности и неравномерной внутренней.



Следующая операция (рис. 2,б) состоит в запаивании второго торца капилляра. В дальнейшем в горелке вновь нагревается торец с микролинзой, в области нижней стороны линзы. В заданной зоне капилляр размягчается, воздух внутри замкнутого пространства капилляра расширяется и в нагретой зоне капилляра равномерно придает сферическую форму (рис. 2,в). При этом внутренняя поверхность линзы значительно растягивается и приобретает плоскую форму; фокусное расстояние линзы увеличивается и перемещается к внутреннему торцу капилляра, что дает возможность в дальнейшем в фокальной плоскости готового корпуса (рис. 2,г), т. е. отрезанного от капилляра колпака с линзой, с помощью характериографа установить ППС. Устройство б (рис. 1) с корпусом можно связать эпоксидной смолой, припоечным стеклом и т. д.

В такой корпус можно вставлять ППС, закрепленной на любых простейших электродах.

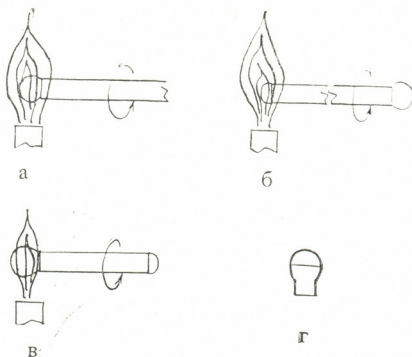


Рис. 2. Изготовление лабораторного варианта корпуса для полупроводниковых приемников света. а) образование микролинзы на стеклянном капилляре; б) запаивание второго конца капилляра; в) образование стеклянного корпуса ППС; г) готовый корпус

Таким образом, разработанная конструкция вакуумноплотного стеклянного корпуса для полупроводниковых преобразователей света дает возможность изготавливать линзу совместно стеклянным корпусом, регулировать расстояние между ППС и линзой и, таким образом, добиться освещения ППС максимальным потоком падающей на поверхность корпуса световой энергии путем помещения последнего в фокусе микролинзы; при этом рабочие характеристики ППС достигают максимальных значений. Данная конструкция также дает возможность производить сборку полупроводникового прибора без перегрева ППС и последний работает надежно и долговечно, так как исключается возможность воздействия на ППС влаги, кислорода воздуха и других агрессивных факторов окружающей среды.

მ. მოდებაძე, რ. ტატულოვი, მ. თალაკვაძე

ვაკუუმურად მემდები კორპუსი სინათლის ნახევარგამტარული
 გარდამქმნელობისათვის

რეზიუმე

მოცემულია სინათლის ნახევარგამტარული გარდამქმნელებისათვის გარემოს აგრესიული ზემოქმედებისაგან დამცავი ვაკუუმურად მემდები კორპუსის კონსტრუქციის დამუშავებისა და დამზადების შიდეგები. აღნიშნული მიკროლინზიანი კორპუსი საშუალებას იძლევა სინათლის ნახევარგამტარული გარდამქმნელი მოვათავსოთ ლინზის ფოკუსში და მნიშვნელოვნად ავამაღლოთ მისი ფიზიკური მახასიათებლები.

CHEMICAL TECHNOLOGY

O. E. MODEBADZE, R. A. TATULOV, M. V. TALAKVADZE

VACUUM-TIGHT CASING FOR SEMICONDUCTOR LIGHT
 TRANSFORMER

Summary

The paper presents some results of the development and application of semiconductor light transformer (SLT) casing which makes it possible to put the SLT in the lens focus and, hence, to attain the maximum lighting of the latter by light energy flow dropping on the lens.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Брук, В. В. Таршенин, А. И. Куруносов. Производство полупроводниковых приборов, М., 1962.
2. Р. А. Гаврилов, А. М. Скворцов. Технология производства полупроводниковых приборов. Л., 1968.
3. О. С. Моряков. Производство корпусов полупроводниковых приборов, М., 1968.
4. А. А. Маслов. Технология и конструкции полупроводниковых приборов. М., 1970.
5. Германевые и кремневые фотодиоды и фототриоды, инструкция по применению. Бюро технической информации. М., 1969.

Д. Е. ВАХАНИЯ, Д. Ю. ПАПАВА, Е. К. ВАХАНИЯ

О ЗНАЧЕНИИ БАТСКОЙ ОРОФАЗЫ В ТЕКТОНИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамкрелидзе 9.11.1987)

Анализ данных наших полевых наблюдений [1] с учетом материялов бурения скважин, а также литературных источников [2—13] показывает интенсивное проявление в Грузии батской орофазы. Об этом свидетельствует прежде всего ярко выраженное во многих районах Грузинской глыбы и Гагрско-Джавской складчатой зоны Южного склона Большого Кавказа несогласное залегание верхнеюрских отложений на различных более древних подразделениях юры, включая сорскую свиту тоар-аалена. Основатель грузинской геологической школы А. И. Джанелидзе [6] и виднейшие представители этой школы П. Д. Гамкрелидзе [5] и И. Р. Кахадзе [8] батской орофазе придавали существенное значение в формировании допозднеюрской дислокации ниже-среднеюрских пород осадочного чехла, в частности явно регрессивных угленосных отложений батского яруса, накопленных и уцелевших от размыва в наиболее глубоких депрессиях того времени, что обусловило возникновение впоследствии регионального структурного несоответствия между верхней и средней юрой в Грузии. Одним из районов, где еще с 30-х гг. известно [11] крупное угловое несогласие между верхнеюрской окрибской [1—3] пестроцветной свитой и среднеюрскими отложениями, является Окурешское меридиональное ущелье среднего течения р. Цхенисцкали, отделяющее гору Асхи (на западе) от гор Хвамли и Гормагала междуречья Риони и Цхенисцкали северо-западной части Окрибского морфоструктурного поднятия. В этом ущелье, к северу от параллели вершины горы Хвамли и на смежной площади северного склона горы Асхи (окрестности с. Зуби), на протяжении около 15 км узкой (до 6 км) полосой эрозии вскрыта значительная верхняя часть (до 2000 м) байосской порфиритовой серии [7—9, 11], выше которой у с. Окуреши, в осевой части одноименной синклинали согласно следуют уцелевшие от допозднеюрского размыва слои (до 100 м) патижеульской свиты листоватых сланцев батского яруса. При этом средняя юра со всех сторон, за исключением юга, окаймлена здесь более молодыми подразделениями мезозоя, из которых меловые карбонатные отложения вдоль обоих склонов ущелья образуют громадные отвесные обрывы. На подножии обрывов развит делювий склонов гор Хвамли и Асхи, маскирующий почти повсеместно, за исключением отдельных площадей, выходы окрибской свиты и ее границы со средней юрой и нижним мелом. Но детальные наблюдения [3, 9] показали, что под пачкой (до 10 м) кварц-аркозовых песчаников трансгрессивного основания неокома местами (восточнее вершины горы Хвамли, южнее с. Исундери и др.) полностью выклинивается окрибская свита, которая, также проявляя трансгрессивность, в свою очередь, несогласно залегает на различных слоях батского яруса и верхнего байоса. При этом если между неокмом и окрибской свитой угловое несогласие не превышает 3—5°, то между последней и средней юрой в зависимости от характера дисло-



кации разных частей допозднеюрских складок колеблется в широких пределах, о чем свидетельствует построение карты и профилей.

В результате полевых наблюдений в Окурешском ущелье в среднеюрских отложениях (правда, в условиях слабой их обнаженности) установлено наличие широтных складок. Из них более отчетливо выражены асимметричные, наклоненные на юг Окурешская синклиналь и смежные с ней антиклинали, углы падения крыльев которых достигают $60-70^\circ$. Нет сомнений, что на смежных с ущельем площадях гор Асхи и Хвамли Окурешская синклиналь и более северные складки резко несогласно перекрыты верхнеюрско-меловыми отложениями, в которых они находят либо слабое структурное отражение (гора Асхи), либо почти целиком теряют свою независимость (северный склон Хвамли). Отмеченные складки средней юры в восточном направлении без заметного выполаживания уходят под верхнеюрско-меловые отложения северного склона Хвамли, падающие на север практически моноклинально, под углом до $15-20^\circ$. Аналогичное явление наблюдается и восточнее Хвамли, в ущелье р. Риони. Здесь между сс. Меквена и Твиши из-под широко развитых аллювиально-делювиальных образований ущелья местами выступают круто залегающие слои порфириновой серии, а гипсометрически выше обнажаются полого (до 15°) падающие на север окрибская свита и меловые отложения, слагающие гору Корваши (или Ташаву) западного окончания Рачинского хребта. Эти данные позволяют допустить, что в междуречье Риони и Цхенисцкали северо-западной части Окрибского поднятия угловое несогласие между средней и верхней юрой достигает 70° .

Значительно восточнее Риони, на южном склоне Рачинского хребта сильно сжатые и опрокинутые на юг складки порфириновой серии Сачхерского поднятия, несколько выполаживаясь в западном направлении от р. Джручула, несогласно покрываются несравненно слабее дислоцированными верхнеюрско-меловыми отложениями, выполняющими Шаорский меридиональный прогиб и дугообразно обрывающимися вдоль восточных склонов гор Сацалике и Валткеви этого хребта. Сходное явление более отчетливо наблюдается в обнажениях на северном склоне Рачинского хребта, у сс. Шардомети, Зварети, Корта, Командели и Цхмори Верхней Рачи, где эпиконтинентальные отложения верхней юры с келловейским ярусом в основании с азимутальным и большим угловым несогласием залегают на различных слоях порфириновой серии и сорской свиты. Вместе с тем, вся толща осадочного чехла, включая миоцен, собрана здесь в сильно сжатые опрокинутые на север сравнительно короткие складки [2, 3], причем ниже-среднеюрские отложения явно сложнее дислоцированы, чем остальные более молодые образования. Это подтверждается не только детальной геологической съемкой и построением профилей, но и данными бурения. Структурная скв. № 3, заложенная объединением «Грузнефть» у с. Зварети, до глубины 168 м вскрыла отложения келловей-оксфорда с углами падения до 20° , а ниже до забоя (859 м) бурилась по одному только прослою (1—2 м) вертикально падающей сорской свиты. Следовательно, угловое несогласие между средней и верхней юрой по разрезу отмеченной скважины не менее 70° [3]. В смежном к востоку Джавском районе Юго-Осетии келловей, также трансгрессивно покрывая различные слои порфириновой серии, у курорта Лесе и несколько восточнее полностью срезает эту мощную (до 3 км) серию и вдоль южного подножья горы Рибиса непосредственно залегают на сорской свите, обнажающейся в своде сильно сжатой и опрокинутой на юг Лесе-Чордской антиклинали Гагрско-Джавской зоны.

Южнее Окрибского и Сачхерского поднятий, в пределах Дзирульского массива верхняя юра и батский ярус отсутствуют, неомом несог-



ласно срезает байос и лейас, а под нижним байосом выклинивается лейас и каждый из этих подразделений мезозоя трансгрессивно покрывает кристаллические и метаморфизованные породы доюрского фундамента. Угловое несогласие между неокомом и порфиритовой серией байоса вдоль восточного склона Дзирульского массива, с которым совпадает восточный склон Сурамского хребта, достигает 35—40°, а восточнее массива по разрезу опорной скважины, пробуренной у с. Шиндиси, расположенного в Картлийской впадине, — не менее 40°, причем угол падения нижнего мела в этой скважине не превышает 10—12°, тогда как вскрытая бурением часть (до 300 м) байоса падает под углом 50—55°.

Значительно южнее, на восточной периферии Храмского выступа фундамента установлено несогласное залегание (с крупным перерывом) верхней юры на нижнеюрских и доюрских образованиях [12].

Различная степень складчатости пород двух структурных этажей мезозоя, разделенных батской орофазой, и связанные с ней перерыв и несогласие наблюдаются также в ряде районов Гагрско-Джавской складчатой зоны — на южных склонах Лечхумского, Эгрисского, Кодорского и Бзыбского хребтов [1, 2], в северной части Окумского поднятия и на горе Кацирха Западной Абхазии. Из них особого внимания заслуживают Чегвальская синклиналь Эгрисского хребта, в которой от эрозии уцелела неокомская карбонатная толща, залегающая с угловым несогласием до 40° на порфиритовой серии, и окрестности сс. Техи, Нижн. Лати и Георгевск Гульрипшского района Абхазии, где сильно сжатые линейные складки сорской свиты и нижнего байоса с большим угловым несогласием (до 45°) покрываются верхнеюрско-меловыми отложениями, образующими вместе с палеогеном гораздо более пологие складки Амзарско-Мухурской подзоны [5].

Изложенное показывает, что многие допозднеюрские складки в Грузии имели наклон крыльев до 30—40°, а в отдельных районах Окрибского поднятия и Рачи — 70° и более. Следовательно, батская орофаза, являясь одной из мощных фаз альпийской складчатости на Кавказе, интенсивно проявилась в Грузии и сыграла весьма значительную роль в формировании ее тектонической структуры.

«Грузнефть»

(Поступило 6.2.1987)

გეოლოგია

დ. შახანი, დ. კახვა, ე. შახანი

საქართველოს ტექტონიკურ განვითარებაში ბათური ოროფაზის მნიშვნელობის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

ბათურმა დანაოქებამ, რომელიც ალპური დანაოქების ერთ-ერთ მძლავრ ოროფაზის წარმოდგენს კავკასიაში, ავტორების მონაცემებით, ინტენსიური გამოვლინება ჰპოვა საქართველოს მრავალ რაიონში და მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა მისი თანამედროვე სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში.

D. E. VAKHANIA, D. Yu. PAPAUA, E. K. VAKHANIA

THE SIGNIFICANCE OF THE BATHIAN OROPHASE IN TECTONIC DEVELOPMENT OF GEORGIA

Summary

Bathian orophase is one of the most powerful orophases of the Alpine folding in the Caucasus.

According to different authors, it intensively manifested itself in many districts of Georgia with great speed, and played an important part in the formation of its present structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Е. Вахания. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1983.
2. Е. К. Вахания. Сб. «Вулканизм и литогенез». Тбилиси, 1981.
3. Е. К. Вахания, Д. Ю. Папава. Труды ВНИГНИ, вып. I (XI). М., 1967.
4. И. П. Гамкрелидзе. Тектоника и металлогения Кавказа. Тбилиси, 1984.
5. П. Д. Гамкрелидзе. Геология СССР, т. X, ГССР, ч. I. М., 1964.
6. А. И. Джanelидзе. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхуми. Тбилиси, 1940.
7. В. И. Зесашвили, Е. В. Николаишвили. Изв. Геол. о-ва Грузии, вып. I, 2. Тбилиси, 1972.
8. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Труды ГИН АН ГССР, геол. сер., т. III (VIII). Тбилиси, 1947.
9. Ш. К. Китовани. Геологический отчет. Фонды объедин. «Грузнефть», 1947.
10. Е. Е. Милановский, В. Е. Ханн. Геологическое строение Кавказа. М., 1963.
11. Б. Ф. Мефферт. Труды ВГРО, вып. 349. Л., 1939.
12. Д. Ю. Папава. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1970.
13. А. Л. Цагарели, С. И. Кулошвили. Тектоника и металлогения Кавказа. Тбилиси, 1984.

Л. И. ЧОМАХИДЗЕ

МИНЕРАЛЫ ДРЕВНЕЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ, РАЗВИТОЙ НА БАЙОССКОЙ ПОРФИРИТОВОЙ СВИТЕ ЦАГЕРСКОГО РАЙОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 15.3.1987)

Древняя кора выветривания (ДКВ) в Цагерском районе развивается на вулканогенной (порфиритовой) свите байоса, которая обычно затронута наложенным гидротермальным изменением. Обнажается ДКВ по ущ. р. Цхенисцкали (Бороцина) и по ущ. р. Гвардджанисгеле (правый приток р. Цхенисцкали). Исследования ДКВ в указанном районе проводятся впервые. В этих местах видимая мощность коры выветривания 10—30 м.

Породы ДКВ представляют собой в различной степени измененные порфириты (андезиты, базальты, дациты) и их туфы [1]. Они оглинившиеся, рассыпающиеся, рыхлые, окрашены в фиолетовый, сиреневый, зеленый цвета. Характеризуются наличием многочисленных фенокристаллов, среди которых плагиоклазы переходят в гидрослюда и пелитовое вещество, а основная масса — в гидрослюда, пелитовое вещество и лимонит. Из таких пород были собраны пелитовые фракции. Детальные исследования, а именно химические, рентгеноструктурные, термические, ИКС и другие виды анализов показали, что они имеют полиминеральный состав.

Монтмориллонит встречается во всех разрезах. На дифрактограммах сухих образцов (рис. 1) четко фиксируются рефлексы I порядка в 14,2—16,01 Å, которые при насыщении этиленгликолем (рис. I—II) увеличиваются от 16,1 до 19,6 Å, а при нагревании до 600° (рис. I—III) уменьшаются до 9,6—10,1 Å (2); рефлексы II порядка в 4,45; 4,50; 4,48 и 4,49 Å и рефлексы III порядка в 2,55; 2,56 и 2,57 Å. На термограммах (рис. 2) хорошо выражен I эндоэффект при 140—190° (обр. 235, 234, 40, 39) незначительной интенсивности и 160—180° (обр. 194, 193, 189¹, 189) большой интенсивности (из-за масштаба показан прерывистым). Весовое процентное содержание окислов изменяется: алюминия — 14,67; кремнезема — 0,00—1,02 и H₂O—7,16—13,94.

Гидрослюда как самостоятельное образование встречается почти во всех случаях, за исключением обр. 189¹ и 189 разреза ущ. р. Гвардджанисгеле. На дифрактограммах (рис. 1) определяется по базальным рефлексам 9,69—10,4 Å и соответствующим им рефлексам II порядка в 4,91—5,02 Å, которые при насыщении этиленгликолем и прокаливании до 600° или не изменяются, или же чуть отклоняются в сторону малых углов [2]. На термограммах (рис. 2) характерная для гидрослюда одинаковость интенсивностей I и II эндоэффектов не отмечается, т. к. они перекрываются эндоэффектами монтмориллонита; иногда отмечается экзоэффект с максимумом в 900° (обр. 234, 194). Весовое процентное содержание окиси калия — 0,55—2,90, а SiO₂:Al₂O₃ — 4,68—5,78.

Смешаннослойное гидроелюдисто-монтморилло-нитовое образование отмечается во всех случаях, за исключением образцов 234 и 39. Определяется только методом рентгеноструктурного анализа [2, 3]. На дифрактограммах сухих образцов хорошо отбиваются нецелочисленные серии рефлексов I порядка в 12,8; 3,2;

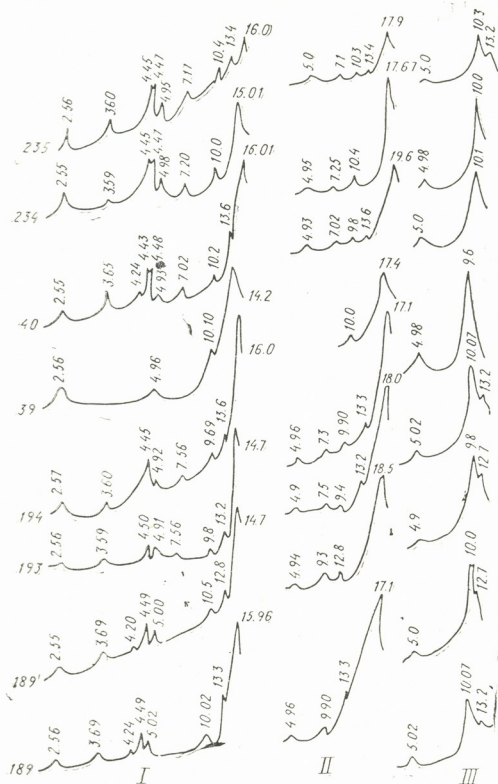


Рис. 1. Дифрактограммы пелитовых фракций измененных пород древней коры выветривания. Образцы: I — сухие, II — насыщенные этиленгликолем, III — нагретые до 600°C

Рис. 2. Дифференциальные кривые нагревания пелитовых фракций измененных пород древней коры выветривания

13,3; 13,4; 13,6 Å и рефлексы II порядка в 3,69 и 4,24 Å, которые при обработке этиленгликолем и нагревании до 600° сохраняют свои значения.

Галлуазит и метагаллуазит. Галлуазит встречается только в разрезе Борочиа (обр. 40). На дифрактограмме галлуазит — 7 Å

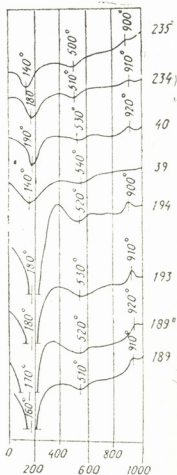




Таблица 1

Полосы поглощения в областях валентных колебаний связи и показатели преломления минералов

Минералы	Полосы поглощения в областях валентных колебаний связи, см					Показатели преломления
	Si—O	Si—O—Si	Si—O—Al	OH—Al	OH _{каоал}	
Галлуазит и метагаллуазит	435,1640 ср. инт.	—	—	920 незн. инт.	3620 незн. инт.	—
Монтмориллонит	430—475 ср. инт.	755—795 незн. инт.	520—550 ср. инт.	920 незн. инт.	—	1,525—1,532
Гидрослюда	—	525—550 б- инт.	760—840 незн. инт.	—	—	1,552—1,557

Примечание: инт. — интенсивность, незн. — незначительная, ср. — средняя, б. — большая

маловодный минерал [4], определяется по базальному рефлексу 7,02 и рефлексу II порядка в 3,65 и 4,43 Å, которые при обработке этиленгликолем сохраняют свои значения, а при нагревании до 600° исчезают. Метагаллуазит — частично гидратизированный галлуазит [4], отмечается в разрезах Бороцина (обр. 235, 39) и Гварбаджанисегле (обр. 194, 193); на дифрактограммах определяется по базальным рефлексам 7,17; 7,20; 7,56 Å и рефлексом II порядка 3,39; 3,60 и 4,47Å, которые при обработке этиленгликолем и нагревании до 600°

Таблица 2

Изменение количественного содержания минералов по зонам Д К В

Минерал	Изменение количественного содержания минералов, %	
	Зоны Д К В	
	гидратации	выщелачивания
Метагаллуазит	—	12,96—26,67
Галлуазит	сл.	24,47
Монтмориллонит	35,02—43,65	43,58—75,25
Гидрослюда	19,23—20,57	3,34—17,67

ведут себя так же, как и галлуазит. При термической обработке выше 200° галлуазит и метагаллуазит ведут себя, как каолинит [5, 6]: на термограммах видны экзозффекты 900 и 920°, а I и II эндозффекты этих минералов перекрываются I и II эндозффектами монтмориллонита и гидрослюды. В галлуазите весовое процентное содержание окислов алюминия — 16,12, кремнезема — 46,85, натрия — 0,22, двухвалентного железа — 0,19 и H₂O — 7,70. В метагаллуазите процентное содержание окислов алюминия — 14,67—17,17, кремнезема — 47,72 — 49,22, натрия — 0,19—0,81, Fe⁺² — 0,007—0,86 и H₂O — 7,16—10,04.

На диаграммах ИКС минералы определяются по характерным полосам поглощения валентных колебаний связи [7], данные которых приводятся в табл. 1, где даются также показатели преломлений минералов. Изменение количественного содержания по зонам приводится в табл. 2.



На основании проведенных работ в разрезах ДКВ исследованного района удалось установить сокращенный профиль [8] и выделить зону гидратации и выщелачивания [9]. Выделенные только начальных зон выветривания говорит о том, что в районах, тектонически более активных (северная периферия Грузинской глыбы), процессы корообразования доходили только до зоны выщелачивания; выщележащие зоны начала гидролиза и окисления, по-видимому, не сохранились из-за размыва.

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

(Поступило 30.4.1987)

ლითოლოგია

ლ. ჩომახიძე

ცავაძის რაიონის ბაიოსის კორფორიტულ წყებაზე განვითარებული ძველი გამოფიტვის ძირის მინერალები

რეზიუმე

ძველი გამოფიტვის ქერქს აქვს შემცირებული პროფილი, რომელიც შედგება ჰიდრატაციისა და გამოტუტვის ზონებისაგან. ზონები ხასიათდება პოლიმინერალური შემადგენლობით — ჰიდროქარსით, მონტმორილონიტით, შერეულფენოვანი ჰიდროქარსულ-მონტმორილონიტური წარმონაქმნით, პალუაზიტით და მეტაპალუაზიტით სხვადასხვა რაოდენობრივი შეფარდებით ჰიდროლიზის და დაჟანგვის საწყისი ზემოქმედებარე ზონები შესაძლოა არ შეინიშნება გადარეცხვის გამო.

LITHOLOGY

L. I. CHOMAKHIDZE

MINERALS OF THE OLD CRUST OF WEATHERING DEVELOPING ON THE BAJOCIAN PORPHYRITIC SUITE OF THE TSAGERI DISTRICT

Summary

The old crust of weathering which developed on the Bajocian porphyritic suite of the Tsageri district is represented with a shortened profile, where the zones of hydration and leaching are distinguished. These zones are characterized with the polimineral mixtures of hydromica, montmorillonite, mixed-layered hydromica-montmorillonite formation, halloysite and metahalloysite of different abundance ratios. Apparently, the overlying zones of the old crust of weathering are not preserved because of the washout.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Чомахидзе. Сб. «Проблемы геологии Грузии». Тбилиси, 1978.
2. Г. Браун и др. Рентгеновские методы изучения и структуры глинистых минералов. М., 1965.
3. Б. П. Градусов. Минералы со смешаннослойной структурой в почвах. М., 1976.
4. С. С. Чекин. Кристаллогенез глинистых минералов. М., 1984.
5. У. А. Дир, Р. А. Хауи, Дж. Зусман. Породообразующие минералы, т. 3, 5. М., 1966.
6. Р. Е. Грим. Минералогия глин. М., 1959.
7. А. И. Болдырев. Инфракрасные спектры минералов. М., 1976.
8. А. П. Никитина, И. В. Витовская, К. К. Никитин. Минералого-геохимические закономерности формирования профилей и полезных ископаемых коры выветривания. М., 1971.
9. И. И. Гинзбург, И. А. Рукавишников. Минералы древней коры выветривания Урала. М., 1951.

А. А. КОСТАВА, З. К. МИКАДЗЕ

ОБ УСЛОВИИ ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ПРИ ВЫСОКИХ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЯХ

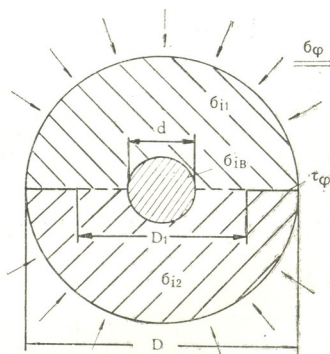
(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклей 3.1.1987)

Известен факт о том, что рост напряжений сжатия $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ и гидростатического давления $\sigma_{ср} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ вызывает повышение предела текучести материалов, рост сопротивления металлов деформированию в целом [1, 2]. В литературе до сих пор продолжается спор о степени влияния давления и необходимости его учета при пластическом деформировании сталей и сплавов.

Условие пластичности, как физический закон, определяет полностью теорию и методологию анализа напряжения — деформированного состояния в процессах обработки металлов давлением. Выяснение особенностей влияния $\sigma_{ср}$ на прочностные характеристики сплавов имеет как важное теоретическое, так и практическое значение.

Рассмотрим вопрос деформирования структурно неоднородного твердого тела, модель которого при нагружении внешним давлением представлена на рис. 1.

Рис. 1. Модель твердого структурно неоднородного тела: $\sigma_{i1}, \sigma_{i2}, \sigma_{iB}$ — пределы текучести составляющих основных фаз и включений; $\tau_{ср}$ — предел текучести (сдвига) на границе фаз; d, D_1 — размер включений и зоны границ, свободной от сдвига



Приведенная модель при изменении величин $\sigma_{i1}, \sigma_{i2}, \sigma_{iB}, \tau_{ср}, d, D_1, D$ допускает множество разновидностей структурного состояния, из которых выделены следующие наиболее часто встречающиеся на практике металлические (или композитные) тела (табл. 1).

Несмотря на ряд ограничений, такое представление структурного состояния значительно облегчает задачу выбора модели деформируемого тела и подход к анализу напряженного состояния при его пластическом деформировании.

Виды тел	Подвиды тел	Характеристики и код				
		$\lambda_1 = \frac{d}{D}$	$\lambda_2 = \frac{D_1}{D}$	$n_1 = \frac{\sigma_{i1}}{\sigma_{i2}}$	$n_2 = \frac{2\tau_{гр}}{\sigma_{i\min}}$	$n_3 = \frac{\sigma_{iв}}{\sigma_{\max}}$
Пористые	Пористые однородные	$\lambda_1 \neq 0$	1	1	≈ 1	0
	Пористые неоднородные		$\lambda_2 \neq 0$	$n_1 < 1$	$n_2 < 1$	$n_3 = 0$
Сплошные	Однородные	$\lambda_1 = 0$	1	1	1	0
	Неоднородные со слабой границей		$\lambda_2 < 1$	$n_1 \neq 1$	$n_2 < 1$	0
	Неоднородные с жесткой границей		$\lambda_2 < 1$	$n_1 \neq 1$	1	0
	Неоднородные с жесткими включениями		$\lambda_2 < 1$	$n_1 < 1$	$n_2 < 1$	$n_3 \gg 1$

Известно, что пористые тела и тела с большими включениями (порошковые материалы, чугуны и композитные материалы) обладают SD -эффектом ($\sigma_{исж}/\sigma_{iп} > 1$, $\sigma_{исж}$, $\sigma_{iп}$ — сопротивление тела, деформированного при сжатии и растяжении соответственно).

Условие пластичности в таких случаях принимается зависимым как от второго I_2 , так и от первого инвариантного тензора напряжений: $K_2 = f(I_1, I_2)$.

Представляют интерес приведенные случаи (табл. 1), которые фактически характеризуют сплошные структурно однородные тела, структурно неоднородные (двух- и многофазные), когда сцепление между границами значительно, и структурно неоднородные со слабой границей между зернами, когда деформация имеет характер транс-кристаллического или межкристаллического скольжения.

Показано [3], что условие предельного состояния в главных напряжениях для однородного изотропного несжимаемого материала можно записать в форме

$$\frac{1}{T_i^2} [(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) - 3\sigma_{ср}^2] = 1, \quad (1)$$

где $T_i = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma_s$.

Приведенное энергетическое условие совпадает с условием Мизеса—Генки и является частным случаем выражения

$$\frac{1}{T_i^2} [\alpha(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) - \beta(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)] = 1. \quad (2)$$

Анализ выражения (2) при рассмотрении σ_1 , σ_2 , σ_3 как координат точки при условии $\alpha < \beta$ определяет однополостный гиперboloид вращения.

Таким образом, для отрицательных значений среднего нормального напряжения получается гиперболический закон роста интенсивности формоизменения T_i .

Материал	σ_B $\frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$	P_i/σ_{ip}				
		P_1/σ_{ip}	P_2/σ_{ip}	P_3/σ_{ip}	P_4/σ_{ip}	P_5/σ_{ip}
Сталь 45	74,2	5100	7600	8500	9800	11800
		$\frac{74}{4,5}$	$\frac{81}{9}$	$\frac{89}{4}$	$\frac{97}{1}$	$\frac{106}{5}$
IX18H9T	49,5	4700	5800	7700	9100	10500
		$\frac{51}{5}$	$\frac{54}{9}$	$\frac{67}{1}$	$\frac{74}{2}$	$\frac{81}{7}$
BT3-1	64,5	4800	6700	9400	11200	12700
		$\frac{64}{5}$	$\frac{69}{4}$	$\frac{75}{8}$	$\frac{81}{9}$	$\frac{92}{1}$
BM1	74,4	5800	7100	8900	10300	11500
		$\frac{79}{4}$	$\frac{79}{4}$	$\frac{87}{1}$	$\frac{93}{7}$	$\frac{102}{1}$

Точность замера ∓ 100 атм.

Экспериментальная проверка формулы (2) по данным работы [1, 2] показала, что рост предела текучести при росте величины гидростатического давления сжатия очень близок к гиперболическому закону.

Были проведены испытания методом растяжения в условиях высоких давлений на специальной установке.

Установка позволяет определять зависимость $\sigma_i = f(\sigma_{cp})$ при температуре $t = 20 \div 100^\circ\text{C}$, скорости деформации $\dot{\epsilon} = 10^{-2} \div 10^1 \text{ сек}^{-1}$ и диапазоне давлений $P_{ж} = 1 \div 12 \text{ Кбар}$.

Испытуемые образцы в зоне жидкости высокого давления (масло, этиленгликоль, глицерин) подвергались растяжению при ступенчатом изменении давлений.

В качестве испытуемых материалов были взяты сталь 45, сталь IX18H9T, сплав титана BT3-1 и молибден BM1.

Зависимость $\sigma_i = f(\sigma_{cp})$ приведена в табл. 2.

Полученные данные, а также результаты обработки экспериментальных данных Л. А. Шофмана [4] были использованы для сравнения с данными Л. Ф. Верещагина и В. А. Шапочкина и затем была определена величина α' для широкого класса материалов. При условии $\sigma_B < 90 \text{ кгс/мм}^2$

$$\alpha' \approx 12(96,0 - \sigma_B) 10^{-5},$$

что позволяет для ряда практических задач условия пластичности (2) использовать в форме $\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_s(1 + \alpha' \sigma_{cp})$.

Согласно экспериментальным данным, величина α' для хрупких материалов, т. е. у которых $\lambda_2 = 0$, $n < 1$, существенно выше, чем у более однородных металлов. Так, для кварцитов, доломитов, песчаника и др. величина $\alpha' < 5$, в то время как для ряда чистых металлов она существенно ниже.

На основе экспериментальных данных можно сделать вывод, что характер повышения σ_i от давления при различных отношениях n_2 меняется сравнительно незначительно (близок линейному или близкому к нему гиперболическому).



Как показали испытания, с ростом гидростатического давления, сопротивление материала к деформированию возрастает.

Намечается закономерность, что степень чувствительности материала к гидростатическому давлению сжатия возрастает с ростом неоднородности материалов.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.2.1987)

მეტალურგია

ა. კოსტავა, ზ. მიკაძე

პლასტიკურობის პირობების შესახებ ფოლადებისა და
შენადნობებისათვის მაღალი წნევის შემოქმედებისას

რეზიუმე

განხილულია სტრუქტურულად არაერთგვაროვანი მასალების თვისებათა ცვლის კანონზომიერებანი მაღალი მკუმშავი ძაბვებით სხეულების დეფორმირებისას. ექსპერიმენტულად და თეორიულად ნაჩვენებია, რომ მასალის წინაღობის ზღვარი ჰიდროსტატიკური წნევის ზრდის დროს იზრდება და დამოკიდებულია არაერთგვაროვნების მაჩვენებლებზე.

METALLURGY

A. A. KOSTAVA, Z. K. MIKADZE

CONTROL OF LIMITING STATE PLASTICITY FOR STEEL AND ALLOYS ON EXPOSURE TO HIGH PRESSURE

Summary

The regulation of property variation of structurally heterogeneous materials under deformation of bodies with high compressible stress are considered. It is proved experimentally and theoretically that with increase in hydrostatic pressure the limit of the material resistance also increases and depends on heterogeneity indices.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Ф. Верещагин, В. А. Шапочкин. Физика металлов и металловедение, т. 7, № 3, 1959, 479—480.
2. Ling, J. Vaselakis. Pressure dependence of shear strength and sliding friction Tr. ASME, ser. E, № 1, 1974.
3. А. А. Костава. Труды ЦНИИТМАШ, № 89, 1969, 15—22.
4. Л. А. Шофман. Теория и расчеты процессов холодной штамповки. М., 1964.



Э. Ш. ГАБЕЧАВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ
 ЭКОНОМИЧНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
 (ДВС) ПУТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
 ИХ ПАРАМЕТРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 14.2.1987)

В настоящей статье оценивается эффективность мероприятий по оптимальному регулированию параметров ДВС, имеющих целью снижение расхода топлива.

В качестве объекта исследования был выбран двигатель внутреннего сгорания ЗИЛ-130.

Задача была сформулирована следующим образом.

Оценить экономию топлива, которая будет иметь место в случае, если при работе ДВС осуществлять одновременное регулирование степени открытия дроссельной заслонки ξ , угла опережения зажигания θ и коэффициента избытка воздуха α .

Реализация управления по θ и α потребует конструктивных доработок ДВС, таких, например, как электронная система зажигания.

Для решения задачи, сформулированной выше, были выполнены стендовые исследования характеристик ДВС ЗИЛ-130. Полученные экспериментальные зависимости были обобщены методами корреляционно-регрессионного анализа [1, 2].

В результате были получены следующие математические модели работы ДВС, которые с высокой достоверностью характеризовали влияние на мощность и расход топлива [1, 2].

$$N(\xi, \theta, \alpha) = -4,954 + 0,957 \cdot \xi \cdot n - 0,517 \cdot \xi^2 n - 0,1135 \cdot 10^{-3} \cdot \xi \cdot n^2 - \\
 - 0,3282 \cdot 10^{-4} \cdot \theta \cdot n^2 + 0,169 \cdot 10^{-1} \cdot \xi \cdot n \cdot \theta - 28,48 \xi \alpha + \\
 + 0,833 \cdot 10^{-2} \theta \alpha - 0,2792 \cdot 10^{-4} \cdot (\theta^\alpha)^3 - 3,308 (\xi \alpha)^4 - \\
 - 0,786 \cdot 10^{-3} (\xi \cdot \theta)^3;$$

$$G_T(\xi, \theta, \alpha) = 6,35 - 0,88 \alpha + 0,2286 \xi n - 0,0858 \xi^2 n - \\
 - 0,8044 \cdot 10^{-4} \cdot \xi^2 n^2 - 0,452 \cdot 10^{-5} \cdot \theta \cdot n^2 + 0,222 \cdot \\
 \cdot 10^{-2} \xi n \theta - 7,82 \xi \alpha + 0,41 \cdot 10^{-2} \cdot \theta^2 \alpha - 0,204 \theta \alpha^2 + \\
 + 0,1693 \cdot 10^{-5} (\theta^\alpha)^3 - 1,951 (\xi \alpha^4) - 0,12 \cdot 10^{-3} \cdot (\xi \theta)^3.$$

В соотношениях (1) и (2): N — мощность двигателя (л. с); G_T — расход топлива кг/час; ξ — степень открытия дроссельной заслонки; n — частота вращения коленчатого вала, (0^{-1}); θ — угол опережения зажигания (град.); α — коэффициент избытка воздуха.

Выражения (1) и (2) верны в пределах применения параметров, реализованных при выполнении стендовых исследований ДВС ЗИЛ-130 [1]:

$$0 < \xi \leq 1, \\
 20^\circ \leq \theta \leq 40^\circ, \\
 800 \text{ об/мин} \leq n \leq 3200 \text{ об/мин}.$$



В [1] были выполнены параметрические исследования характеристик ДВС с использованием выражений (1) и (2). Они позволили установить, что $N(\xi, \theta, \alpha)$ и $G_T(\xi, \theta, \alpha)$ зависимости не однозначные и одному и тому же значению мощности могут соответствовать различные значения расхода топлива.

Оптимальным режимом работы ДВС будем считать такой, при котором заданной выходной мощности и оборотам соответствует минимальный часовой расход топлива I_{\min} .

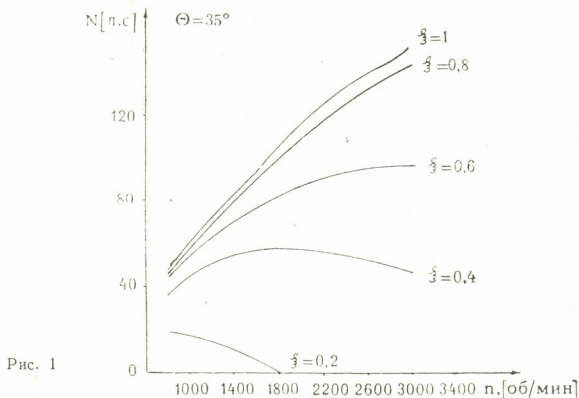


Рис. 1

Математическая запись этого условия:

$$I_{\min} = G_T(\xi, \theta, \alpha) + r \cdot s$$

$$S = \sum_{i=1}^4 \tilde{S}_i \approx 0, \quad (3)$$

$$\tilde{S}_1 = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq \xi \leq 1 \\ \xi^2 & \text{при } \xi < 0 \\ (1 - \xi)^2, & \text{при } \xi > 0 \end{cases}, \quad (4)$$

$$\tilde{S}_2 = \begin{cases} 0, & \text{при } 20^\circ \leq \theta \leq 40^\circ \\ (\theta - 20)^2, & \text{при } \theta < 20^\circ \\ (\theta - 40)^2, & \text{при } \theta > 40^\circ \end{cases}, \quad (5)$$

$$\tilde{S}_3 = \begin{cases} 0, & \text{при } \alpha < 0,79 \\ (\alpha - 0,79)^2, & \text{при } \alpha < 0,79 \\ (\alpha - \lambda(n))^2, & \text{при } \alpha < 1,2 \end{cases}, \quad (6)$$

$$\tilde{S}_4 = (N(\xi, \theta, \alpha) - N_{\text{зад}}). \quad (7)$$

Выражения (3)–(7) формулируют задачу на условный экстремум, которая решается методом внешних нештрафных функций [3].

Функция (3) минимизируется таким образом, чтобы не нарушались ограничения (4)–(7).

λ_n — уравнение внешней границы, определяющее максимальную величину коэффициента избытка воздуха в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Параметр r выбирается большим (в данном случае $r = 10^6$). Это обеспечивает безусловное соблюдение всех ограничений, что соответствует выполнению $S = 0$.

Соотношение (3) при ограничениях (4)–(7) минимизировалось на ЭВМ по методу Пауэлла [3].

Для определения выигрыша в расходе топлива по сравнению со стандартной регулировкой ДВС при $\Theta=35^\circ$ выбирались значения мощности $N_{\text{зад}}(\xi, n)$ (см. рис. 1).

При выбранных значениях $N_{\text{зад}}(\xi, n)$ по изложенной выше методике определялись оптимальные значения регулируемых параметров ξ^* , Θ^* и α^* , которым соответствовало минимальное значение расхода топлива G^* , (ξ^* , Θ^* , α^*).

Значения ξ^* , Θ^* и α^* , при которых реализовался минимальный расход, приведены на рис. 2.

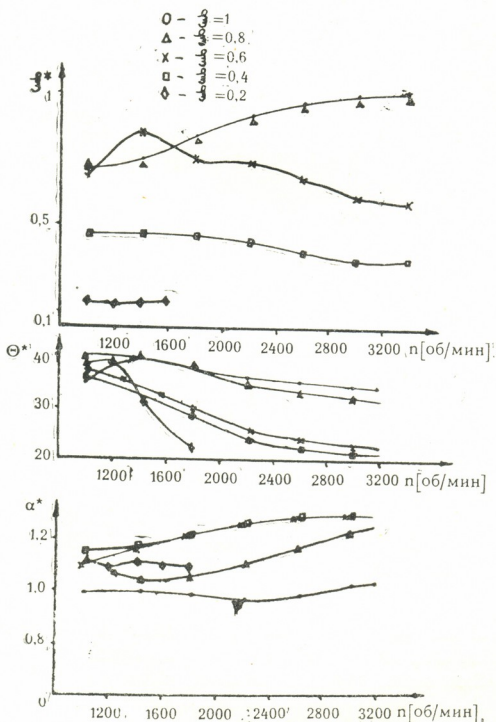


Рис. 2

Представленные данные показывают, что при оптимальном регулировании возможно снижение расхода топлива на 10—20%.

Так, например, при работе по внешней характеристике ($\xi=1$) снижение расхода топлива ΔG превышает 3 кг/час, при $\xi=0,2$ — ΔG может превышать 5 кг/час. Существенная экономия 1,5—2 кг/час достигается также на режимах частичных нагрузок.

Следует отметить, что предлагаемый метод регулирования ДВС не приводит к получению неустойчивых режимов работы ДВС. Значения α , превышающие 1, 2, достигаются только при сравнительно высоких скоростях вращения коленчатого вала (см. рис. 2), при которых значения $\alpha > 1, 2$ достигались на стендовых испытаниях и не приводи-



ლი კ неравномерной работе ДВС. Ограничения (4) и (7) могут быть выполнены другими, вытекающими из уточнений постановки задачи.

Таким образом, предлагаемая методика может использоваться для разработки систем оптимального регулирования ДВС. Доработка двигателя, с целью обеспечения возможности оптимального его регулирования, неменяющая остальных параметров, может обеспечить экономию топлива в пределах 10—20%. Предлагаемые мероприятия по регулированию ДВС могут существенным образом повысить экономичность новых разрабатываемых ДВС, где они должны использоваться в комплексе с другими конструктивными решениями.

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 12.2.1987)

სანსტრუქტურული მეცნიერება

0. ბაბეჩავა

შიგაწვის ძრავას ეკონომიზაციის ამოღების შესაძლებლობათა
კვლევა მისი პარამეტრების ოპტიმალური რეგულირების გზით

რეზიუმე

განხილულია კარბურატორიანი შიგაწვის ძრავას პარამეტრების ოპტიმალური რეგულირების საკითხები ძრავას გამომავალ მახასიათებლებთან დამოკიდებულებით. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დამუშავებულია ძრავას მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმის მათემატიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ პარამეტრების მნიშვნელობები საწვავის მინიმალური ხარჯვის პირობებში.

MACHINE BUILDING SCIENCE

E. Sh. GABECHAVA

ON THE FEASIBILITY OF INCREASING THE ECONOMICAL
OPERATION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE THROUGH THE
OPTIMAL ADJUSTMENT OF ITS PARAMETERS

Summary

Problems of the optimal adjustment of carburettor internal combustion engine parameters are considered with respect to the engine output characteristics. The optimal regime mathematical model, developed on the basis of experimental data, permits to estimate parameter values of a minimum fuel consumption.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Ш. Габечавა, Г. Г. Цирекидзе и др. Научные труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 13 (270), 1983.
2. Сб. «Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов». М., 1982.
3. Д. Химельблау. Прикладное нелинейное программирование. М., 1975.

Г. Г. ЦИРЕКИДЗЕ, М. А. ПЕРАДЗЕ

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА КОМПЛЕКТУЮЩЕГО ИЗДЕЛИЯ (КИ) НА ОСНОВЕ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА (МПА)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 25.12.1986)

1. Постановка задачи. Под техническим ресурсом (ТР) (сроком службы) КИ понимается наработка (срок службы) КИ до предельного состояния (ПС). Признаком ПС является достижение основным параметром КИ (прогнозирующим параметром), который можно измерить в процессе эксплуатации $X(t)$ его предельно-допустимого значения X_n . Считается, что КИ функционирует нормально при условии $X(t) < X_n$ и не удовлетворяет требованиям (не допускается к дальнейшей эксплуатации) при $X(t) \geq X_n$. Достижение параметром $X(t)$ его предельного значения (появление события $X(t) \geq X_n$) в дальнейшем будем называть отказом КИ.

Сущность метода заключается в проверке гипотезы относительно величины ТР по данным активного эксперимента (специально организованных ресурсных испытаний) или по данным пассивного эксперимента (по данным наблюдений за данным или находящемся в эксплуатации КИ).

Область возможных—ожидаемых значений ТР разбивается на три подобласти (рис. 1), которые определяются следующим образом: если $TR \geq T_2$ КИ будет считаться годным, при $TR < T_1$ — бракованным, а зона (T_1, T_2) является зоной безразличия. Для КИ, ресурс которого принадлежит области (T_1, T_2) , решение не принимается.

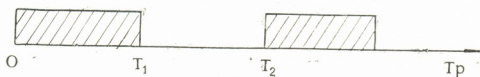


Рис. 1

Задаются ошибки:

— перебраковки (ложной тревоги) — α -вероятность забраковать КИ, как неудовлетворяющее заданному требованию по ТР, когда его неизвестное фактическое значение $TR \geq T_2$;

— недобраковки (пропуска недолговечного КИ) — β -вероятность принять КИ, как удовлетворяющее заданному требованию по ТР, когда его неизвестное фактическое значение $TR \leq T_1$.

План испытаний (обработки наблюдений) строится при условии восстановления отказавших КИ. КИ, достигшее предельного состояния, заменяется эквивалентным новым (восстанавливается по параметру до состояния нового) и испытания (наблюдения) продолжают.

Время t до достижения очередного ПС (отказа) фиксируется, считая от начала испытаний, в результате получается ряд наблюдений наработки (срока службы): $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_k$.

При этом внезапные (частичные) отказы КИ, не связанные с достижением им ПС, во внимание не принимаются.



II. Исходные данные, для построения плана испытаний:

1) подлежащие контролю значения ТР, удовлетворяющее техническим условиям на КИ— T_2 , не удовлетворяющее — T_1 ;

2) предлагаемое среднее квадратическое отклонение ТР от его среднего значения $\sigma_{\text{ТР}}$;

3) ошибки α и β , на практике применяется $\alpha = \beta = 0,1$ или $\alpha = \beta = 0,05$.

Чем меньше значения α и β , тем больше потребуется объем наблюдений для принятия решения относительно заданных значений ТР;

4) число одновременно испытываемых (бывших под наблюдением) КИ: одно изделие или n изделий;

5) определение $\sigma_{\text{ТР}}$.

$$\sigma_{\text{ТР}} = \frac{T_2}{V_x}, \quad (1)$$

где V_x — коэффициент вариации параметра $X(t)$, характеризующий его рассеивание на момент изготовления $X_0 = X(t=0)$.

$$V_x = \frac{6 \bar{X}_0}{X_{0 \max} - X_{0 \min}}, \quad (2)$$

где \bar{X}_0 — среднее значение параметра на момент изготовления, в качестве его может быть принято номинальное (расчетное) значение X_0 ;

$X_{0 \max}$ и $X_{0 \min}$ — допустимые значения параметра по техническому условию (ТУ) на КИ.

III. Обработка результатов наблюдений (проведение испытаний).

III-1. Под наблюдением находилось одно КИ (один агрегат с одним КИ).

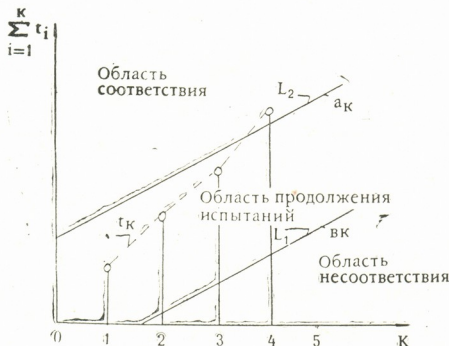


Рис. 2. График для регистрации результатов наблюдений: L_2 — линия значений; L_1 — линия значений; a_k — число отказов (достижений предельного состояния); b_k — накопленная сумма наблюдаемых значений интервалов времени между отказами

Для регистрации результатов наблюдения строится график (рис. 2), на котором изображаются заранее рассчитанные границы областей соответствия L_2 и несоответствия L_1 .



Границы областей представляют линии значений приемочного числа a_k (линия L_2) и браковочного числа b_k (линия L_1), которые являются функциями наблюдаемого числа отказов K .

$$a_k = \frac{\sigma_{\text{ТР}}^2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + \frac{K}{2} (T_1 + T_2);$$

$$b_k = \frac{\sigma_{\text{ТР}}^2}{T_1 - T_2} \cdot \ln \frac{\beta}{1-\alpha} + \frac{K}{2} (T_1 + T_2). \quad (3)$$

Для построения линий L_2 и L_1 достаточно рассчитать по два значения a_k и b_k , задавшись $K=1$ и $K=2$.

В результате проведения испытаний (обработка результатов наблюдений) определяется величина

$$t_k = \sum_{i=1}^k \tau_i, \quad (4)$$

где τ_i — наработка КИ на i -й отказ, считается от начала испытаний.

Испытания продолжают до тех пор, пока $a_k > t_k > b_k$. Как только t_k окажется в первый раз в не интервала $[a_k, b_k]$ испытания прекращаются. Принимается, что КИ имеет ресурс $\text{ТР}-T_2$, если график значений K выходит в область соответствия.

III-2. Проведение испытаний на n изделиях

Если имеется возможность на ресурсные испытания поставить изделий одновременно, то можно также воспользоваться моделью последовательных испытаний с восстановлением.

Выборка из n изделий испытывается до тех пор, пока одно из испытываемых изделий не достигнет предельного состояния. Это время фиксируется в качестве первой наработки на отказ t_1 , отсчитывая от начала испытаний. Отказавшее изделие заменяется новым (восстанавливается) и испытания продолжают до наступления очередного отказа, любого из n изделий. При этом интервалы времени между внезапными (частичными) отказами, как и в случае испытаний одного изделия, во внимание не принимаются.

$$D = \sigma^2, \quad D_{\text{экр}} = nD.$$

Для случая испытаний n изделий в зависимостях (3) T_1 нужно заменить на $T_{1\text{экр}} = nT_1$; $\sigma_{\text{ТР}}^2$ на $\sigma_{\text{ТР экр}}^2 = n\sigma_{\text{ТР}}^2$, T_2 на $T_{2\text{экр}} = nT_2$.

После чего зависимости (3) примут вид

$$a_k^{(n)} = \frac{\sigma_{\text{ТР}}^2}{T_2 - T_1} \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + n \frac{K}{2} (T_1 + T_2);$$

$$b_k = \frac{\sigma_{\text{ТР}}^2}{T_2 - T_1} \ln \frac{\beta}{1-\alpha} + n \frac{K}{2} (T_1 + T_2). \quad (5)$$

Постановка на испытания одновременно изделий позволяет значительно сократить общую продолжительность испытаний, так как в этом случае быстрее будет получено число наблюдений отказов K , необходимое для принятия решения.

Примечание. При обратных результатах наблюдений за одним или n КИ нет необходимости в построении ступенчатого графика величины K . В этом случае на график наносится одна точка с ордина-

той, соответствующей сумме наработок на отказ $\sum_{i=1}^k \tau_i$ и абсциссой,

равной наблюдаемому числу отказов K . Решение о величине ТР принимается в зависимости от положения этой точки относительно границ L_2 и L_1 .

Если точка (t_k, K) окажется в области неопределенности, то необходимо иметь дополнительные наблюдения (малая выборка).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.2.1987)

მაშინათმცოდნეობა

ბ. ცირეკიძე, მ. პერაძე

მაკომპლექტებელი ნაკეთობის ტექნიკური რესურსის შეფასება
თანმიმდევრობითი ანალიზის მეთოდის საფუძველზე

რეზიუმე

თანმიმდევრობითი ანალიზის მეთოდის გამოყენებით გამოკვლეულია მაკომპლექტებელი ნაკეთობის ტექნიკური რესურსის შეფასების საკითხები. განხილულია ტექნიკური რესურსის შესაძლო მოსალოდნელი ზღვრის სამი ქვეშეული — პირველი, როცა ნაკეთობა ითვლება ვარგისად, მეორე, როცა ნაკეთობა ექვემდებარება დაწუნებას და მესამე — განუსხვავებლობის ქვეშეული.

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. G. TSIREKIDZE, M. A. PERADZE

ESTIMATION OF A COMPLETING PRODUCT'S SERVICE LIFE ON
THE BASIS OF THE SEQUENTIAL ANALYSIS METHOD

Summary

Problems of estimating the service life of a completing product are studied using the method of sequential analysis. Three subintervals of service life are considered: first, when the product is regarded serviceable; second, when the product is rejected; and third, indifference zone.

В. М. ЛЯТХЕР, Н. Г. ГВАЗАВА, Ю. Б. ШПОЛЯНСКИЙ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОАГРЕГАТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сваицдзе 1.2.1988)

Для преобразования энергии атмосферных и океанических течений все большее распространение находят ортогональные энергоагрегаты, у которых ось фигуры, ометаемой рабочими лопастями, перпендикулярна направлению течения в удалении от агрегата [1, 2]. Для расчета этих агрегатов предложены и широко используются математические модели, основанные на уравнениях сохранения импульса [3, 4]. Согласно этим моделям реальный энергоагрегат заменяется гипотетической поверхностью (обычно плоскостью, проходящей через ось симметрии ометаемой фигуры перпендикулярно направлению течения), на которой сосредоточивается отбор импульса, осуществляемый реальным агрегатом. Развитие этих моделей идет по пути усложнения гипотетических схем отбора импульса за счет усложнения формы поверхности, на которой предполагается этот отбор, например, введением двух плоскостей, имитирующих фронтальную и тыльную стороны энергоагрегата [5]. Принципиальным недостатком этих моделей является использование дополнительного предположения, введенного А. Бетцем и Н. Е. Жуковским, об отсутствии передачи импульса через поверхности тока, охватывающие энергоагрегат.

Используя современные математические и численные модели турбулентной жидкости [6], можно отказаться от этой гипотезы, сохранив остальные принципы импульсных моделей, отличающихся простотой и физической наглядностью.

Согласно этим моделям на неподвижном проницаемом теле, моделирующем энергоагрегат, в зависимости от скорости течения U в его пределах (поперечное сечение Ω) формируется перепад давления Δp :

$$\bar{\Delta} p = \tilde{C}_x \frac{\rho U_0^2}{2} \quad (1)$$

Коэффициент давления $\tilde{C}_x(\bar{U})$ зависит от соотношения $\bar{U} = \frac{U}{U_0}$ между задаваемой на проницаемом теле (на «идеальном» агрегате) скоростью U и скоростью U_0 за пределами влияния энергоагрегата. Эта функция $\tilde{C}_x(\bar{U})$ находится из решения нестационарной краевой задачи для уравнений Эйлера, моделирующих крупномасштабное турбулентное течение жидкости или газа при малых числах Маха, характерных для рассматриваемых агрегатов [6]. Если $1 > \bar{U} > 0$, то давление перед агрегатом больше, чем за ним $\Delta p > 0$ и агрегат работает в обычном режиме отбора мощности \tilde{N} у потока:

$$\tilde{N} = \Delta p U \Omega. \quad (2)$$

С другой стороны, если известна скорость потока U в пределах ветроагрегата, то по формулам теории крыла можно найти компонен-



ты силы, действующей на крыло площадью bH , параллельно его скорости F (тянущая сила крыла) и перпендикулярно ей P (нормальная сила):

$$F = \frac{\rho W^2}{2} [C_y(\alpha_\Sigma) \sin \alpha - C_x(\alpha_\Sigma) \cos \alpha] bH, \quad (3)$$

$$P = \frac{\rho W^2}{2} [C_y(\alpha_\Sigma) \cos \alpha + C_x(\alpha_\Sigma) \sin \alpha] bH. \quad (4)$$

Здесь $W = |\vec{U} - \vec{U}_\Lambda| = U \sqrt{\left(\frac{U_\Lambda}{U}\right)^2 - 2 \frac{U_\Lambda}{U} \cos \alpha_\Lambda + 1}$ — модуль относительной скорости среды, обтекающей лопасть, движущуюся со скоростью U_Λ ; $\alpha = \arcsin \frac{U \sin \alpha_\Lambda}{W}$ — угол между скоростью $(-U_\Lambda)$ и относительной скоростью $\vec{W} = \vec{U} - \vec{U}_\Lambda$; α_Λ — угол между скоростью среды U и скоростью лопасти U_Λ (на фронтальной стороне $0 \geq \alpha_\Lambda \geq -\pi$, на тыльной $\pi \geq \alpha_\Lambda \geq 0$; α_Σ — угол атаки, под которым со скоростью \vec{W} обтекает лопасть, определяемый углом α и углом разворота α_0 между хордой лопасти и ее скоростью

$$\alpha_\Sigma = \alpha + \alpha_0.$$

Положительное направление отсчета всех углов — против хода часовой стрелки, положительный разворот лопасти ($\alpha_0 > 0$) — тупым концом от центра вращения.

Проектируя силы F и P на направление $\vec{U} || \vec{U}_0$ и выполняя суммирование по траектории движения лопасти, найдем среднюю силу, действующую на реальный агрегат в продольном направлении:

$$P_x = \frac{i}{2\pi} \int_0^{2\pi} (F \cos \alpha_\Lambda + P \sin \alpha_\Lambda) d\alpha_\Lambda. \quad (5)$$

Здесь i — количество лопастей агрегата.

Относя найденную силу P_x к площади осевого сечения ометаемой фигуры и скоростному напору среды $\frac{\rho U_0^2}{2}$, найдем коэффициент давления, определяемый конструкцией ротора и относительной скоростью течения среды $\bar{U} = \frac{U}{U_0}$ в пределах ротора

$$C_x(\bar{U}) = \frac{2 P_x}{\rho U_0^2 \Omega} \quad (6)$$

Приравнивая коэффициенты $\tilde{C}_x(\bar{U})$ и $C_x(\bar{U})$, получаем уравнение для определения относительной скорости среды в пределах агрегата \bar{U} , коэффициентов давления на агрегат

$$C_x(\bar{U}) = \tilde{C}_x(\bar{U}) \quad (7)$$

и реальной мощности агрегата



не — меньше найденных значений. Это различие может быть учтено введением поправочных коэффициентов, отличие которых от единицы тем меньше, чем меньше относительная скорость лопастей \bar{U}_A и затенение ветроагрегата σ .

Грузинский научно-исследовательский
институт энергетики и
гидротехнических сооружений

(Поступило 18.2.1988)

ჰიდროტექნიკა

3. ლიატხერი, ნ. გვაზავა, ი. შპოლიანსკი

ორთოგონალური ენერგოაგრეგატის მათემატიკური მოდელი

რეზიუმე

განხილულია ატმოსფეროს და ოკეანის დინებების ენერგიის გარდამქმნელი ორთოგონალური ენერგოაგრეგატების გამარტივებული მათემატიკური მოდელი. შენახულია იმპულსური მოდელების ძირითადი პრინციპები, ა. ბეტცისა და ნ. ყუკოვსკის ჰიპოთეზის გამოკლებით, ენერგოაგრეგატის გარემომცველი დენის ზედაპირზე იმპულსის გადაცემის არარსებობის შესახებ. წარმოდგენილი მათემატიკური მოდელი გამოირჩევა სიმარტივით და ფიზიკური თვალსაჩინოებით.

HYDRAULIC ENGINEERING

V. M. LYATKHER, N. G. GVAZAVA, Y. B. SHPOLYANSKY

A MATHEMATICAL MODEL OF ORTHOGONAL ENERGOSYSTEMS

Summary

The paper deals with a simplified model of mathematical design of orthogonal energosystems transforming current flows in the atmosphere and ocean. The suggested model which is in accord with principles of pulsed models, but at variance with the Bets and Gukowski hypothesis on the absence of pulse transformation through the surfaces of current flow surrounding the energosystem, is distinguished for its simplicity and physical validity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Ляхтер. Ветровые электростанции большой мощности. Обзорная информация. М., 1987.
2. В. В. Волшаник, В. В. Зубарев, М. О. Франкфурт. Сб., «Итоги науки и техники. Серия Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», т. 1. М., 1983.
3. J. Paraschivoiu. Aerodynamic Loads and Performance of the Darrieus Rotor, J. Energy, v. 6, №6, 1983.
4. R. E. Wilson, W. R. McKie. A Comparison of Aerodynamic Analyses for the Darrieus rotor, A Collection of Technical Papers; AJAA; SERJ, 1980.
5. R. E. Wilson, P. B. S. Lissanan. Applied Aerodynamics of Wind Power Machines, Oregon State University, 1974.
6. В. М. Ляхтер, Ю. Б. Шполянский. Гидротехническое строительство, № 12, 1986.
7. М. Л. Миль и др. Вертолеты. М., 1966.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Л. Ш. ИМНАИШВИЛИ

К ВОПРОСУ УВЕЛИЧЕНИЯ СТЕПЕНИ СТРУКТУРНОЙ
ИНТЕГРАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 25.12.1986)

Уменьшение стоимости и увеличение надежности цифровых вычислительных устройств, синтезированных на базе БИС, связаны с повышением степени их структурной интеграции. Степень структурной интеграции некоторого вычислительного устройства E оценивается отношением [1]

$$S = Q/n,$$

где Q — коэффициент сложности устройства E , синтезированного на базе n модулей (БИС), имеющих одинаковые степени интеграции.

Увеличение степени структурной интеграции S устройства E целесообразно уменьшением количества модулей n , что достигается за счет увеличения их степеней интеграции. Однако это увеличивает число типов модулей, применяемых в устройстве E и соответственно снижает универсальность и степень применимости каждого типа модуля. Этот фактор отрицательно влияет как на экономическую, так и на конструкторскую сторону вопроса разработки новых цифровых устройств на базе стандартных модулей [2, 3].

Для увеличения универсальности и степени применимости модулей в устройстве эффективным способом является расширение их функциональных возможностей [4]. При этом большое значение приобретает правильное прогнозирование функциональных возможностей синтезируемого модуля, поскольку при расширении его функциональных возможностей необходимо определенное количество дополнительного оборудования, что, в свою очередь, ухудшает его некоторые параметры, оказывающие влияние на стоимость и надежность вычислительного устройства в целом.

Функциональные возможности модуля оцениваются параметром функциональной мощности K , который указывает на количество выполняемых им функций из некоторого множества $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$. Для обычных, однофункциональных модулей (ОФМ) параметр функциональной мощности $K=1$. Если из набора F модуль выполняет больше одной функции, то такой модуль называется многофункциональным (МФМ) [5]. Следовательно, для МФМ параметр функциональной мощности $K \geq 2$, а в лучшем случае $K=n$.

Параметр функциональной мощности K не отражает такое свойство модуля, как универсальность применения при синтезе различных вычислительных устройств. В настоящей статье для оценки универсальности применения модуля предлагается параметр приведенной

функциональной мощности, который характеризует отношение числа синтезированных на базе интегрированных модулей всевозможных структур различных устройств N_ω к числу структур N , синтезированных на базе модулей более низкой степени интеграции:

$$k = N_\omega / N.$$

В силу того что модули низкой интеграции более универсальны и гибки при синтезе вычислительных структур, чем модули высокой интеграции, поэтому всегда справедливо неравенство $N > N_\omega$ и, следовательно, $k < 1$. Таким образом, параметр приведенной функциональной мощности дает возможность сравнить различные по степени интеграции модули по универсальности их применения.

Предположим, что имеется множество n ОФМ $M^* = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$, i -й ($i = \overline{1, n}$) из которых выполняет соответствующую функцию $f_i \in F$. Последовательным соединением $m = \overline{1, n}$ ОФМ из множества M^* синтезируется множество различных устройств $W = \{E_1, E_2, \dots, E_\nu\}$, j -е ($j = \overline{1, n}$) из которых реализует соответствующую системную функцию Ψ_j . Следовательно, системная функция Ψ_j устройства E_j представляет собой композицию m разных функций из F , т. е.

$$\Psi_j = \bigcirc_{i=1}^m f_i, f_i \in F.$$

Если при этом допустить, что коэффициент применяемости каждого ОФМ $M_i \in M^*$ ($i = \overline{1, n}$) во всех устройствах W минимален (т. е. каждый тип M_i ОФМ в каждом устройстве E_j применяется только один раз), тогда с помощью m различных ОФМ можно синтезировать

$$N_m = \sum_{i=1}^m (C_m^i \cdot i!)$$

разных структур устройства W . Следовательно, должно иметь место ра-

венство $\text{Card } W = N_m \Rightarrow \nu = N_m$. Если $m = n$, то $N_n = \sum_{i=1}^n (C_n^i \cdot i!)$.

Предположим, что следует в ω раз увеличить структурную интеграцию системы E_j ($j = \overline{1, \nu}$). Следовательно, для синтеза нового устройства $E_j^* \Rightarrow E_j$ необходимо применять новые интегрированные модули из $R^* = \{R_1, R_2, \dots, R_{n^*}\}$, каждый из которых заменяет ω модулей из M^* . При этом модуль $R_i \in R^*$ реализует некоторую функцию

$$\Phi_i = \bigcirc_{e=1}^{\omega} f_e,$$

где $f_e \in F_i^\omega \subset F$, $i = \overline{1, \rho}$, $e = \overline{1, \omega}$, $\rho = m/\omega$. Таким образом, для синтеза устройства E_j потребуется ρ_j новых модулей из R^* . Однако количество синтезированных различных устройств на базе ρ_j модулей из R^* уменьшится до

$$N_{\rho_i}^\omega = \sum_{i=1}^{\rho_i} (C_{\rho_i}^i \cdot i!).$$

При $\rho_i = n^*$ получаем

$$N_{n^*}^\omega = \sum_{i=1}^{n^*} (C_{n^*}^i \cdot i!).$$

Приведенная функциональная мощность каждого модуля из R^* будет

$$k_{R_j} = N_{n^*}^\omega / N_n < 1.$$

Заметим, что при $\omega > 1$ модуль $R_i \in R^*$ теряет способность выполнять функцию из F , несмотря на то что функциональная мощность этого модуля $K=1$, поскольку он способен реализовать функцию Φ_j .

lgK

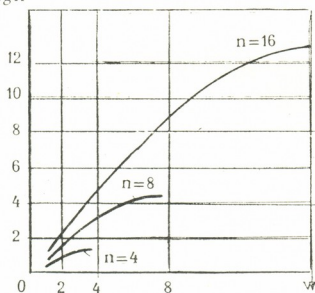


Рис. 1

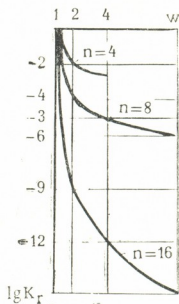


Рис. 2

На рис. 1 показаны зависимости приведенной функциональной мощности k_{R_i} от ω . Видно, что при увеличении степени интеграции модуля резко уменьшается k . Для восстановления универсальности применения модуля требуется $k=1$, что следует из равенства $N_{n^*}^\omega = N_n$.

Повышения $N_{n^*}^\omega$ можно достичь за счет увеличения функциональной мощности K модуля R , т. е. требуется придать ему свойство многофункциональности. Если МФМ R_i заменяет ω разных модулей из M^* , то он должен выполнять все соответствующие функции из $F_i^\omega \subset F$ и функции, полученные на их базе:

$$\Phi_i^* = \bigcup_{l=2}^{\omega} \bigcirc_{e=1}^{\xi} f_e,$$

где $f_e \in F_i^\omega$ и $\xi = C_\omega^e$. Тогда функции, выполняемые модулем, определяются как множество $F_i^\omega \cup \Phi_i^*$ и функциональная мощность МФМ M_i^* соответственно будет

$$K_i^\omega = \text{Card } \Phi_i^* + \text{Card } F_i^\omega = \sum_{i=2}^{\omega} (C_\omega^i \cdot i!) + \omega = \sum_{i=1}^{\omega} (C_\omega^i \cdot i!).$$

Зависимости функциональных мощностей K от ω приведены на рис. 2. Видно, что увеличение ω , т. е. увеличение интеграции модуля, требует резкого повышения функциональной мощности МФМ. Если при этом одновременно обеспечить максимальное значение коэффициента применимости модулей (т. е. полную взаимозаменяемость МФМ в устройстве E_j^*), тогда функциональная мощность модуля определится как

$$K_i^\omega = \sum_{i=1}^{\omega \cdot \rho} (C_{\omega \cdot \rho}^i \cdot i!).$$

Из этой формулы следует, что на базе $\rho_i = n^*$ МФМ с функциональными мощностями K_i^ω можно синтезировать

$$N_{n^*}^\omega = \sum_{i=1}^{\omega \cdot \rho} (C_{\omega \cdot \rho}^i \cdot i!).$$

различных устройств из множества W .

Поскольку $\omega \cdot \rho = n$, то $N_{n^*}^\omega = N_n$ и выполнение условия $k=1$ обеспечивается.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 12.2.1987)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ლ. იმნაშვილი

გამოთვლითი მოწყობილობების სტრუქტურული ინტეგრაციის
ხარისხის გაზრდის საკითხისათვის

რეზიუმე

ციფრული გამოთვლელი მოწყობილობების სტრუქტურული ინტეგრაციის გაზრდა დაკავშირებულია შემადგენელი მოდულების რაოდენობის შემცირებასთან მათი ინტეგრაციის ხარისხის გაზრდით, რაც იწვევს მოდულების გამოყენების უნივერსალობის შეზღუდვას. მოდულების გამოყენების უნივერსალობის შეფასებისათვის შემოთავაზებულია დაყვანილი ფუნქციონალური სიმძლავრის პარამეტრი, რომლის გაუმჯობესება მიიღწევა მოდულის ფუნქციონალური შესაძლებლობების გაზრდით. დადგენილია მოდულის ფუნქციონალური შესაძლებლობების დამოკიდებულება მის ინტეგრაციასთან.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

L. Sh. IMNAISHVILI

TOWARDS THE EXTENSION OF THE STRUCTURAL INTEGRATION
DEGREE OF COMPUTING DEVICES

Summary

Increased structural integration of digital computing devices is connected with the reduction of the constituent modules' number by way of extending their integration degree, which leads to a decreased versatility of the module uses. To evaluate the versatility of the module uses, the parameter of reduced functional power is presented, the increase of which is achieved through an increase of the modul's functional capabilities. The dependence is stated between the functional capabilities of the module and its integration degree.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Алексеенко. Микроэлектроника, вып. 6, 1973, 42—59.
2. Э. В. Евреиннов, И. В. Прангишвили. Цифровые автоматы с настраиваемой структурой (однородные среды). М., 1974.
3. Е. П. Угрюмов. Элементы и узлы ЭЦВМ. М., 1976.
4. В. А. Мищенко, В. Д. Козюминский, А. Н. Семашко. Многофункциональные автоматы и элементная база цифровых ЭВМ. М., 1981.
5. Г. С. Цирамуа, Л. Ш. Имнашвили. Материалы Всесоюз. семинара «Оптоэлектронные устройства в приборостроении и информатике». Тбилиси, 1985, 302—305.

З. А. ЯКОБАШВИЛИ, П. П. НАСКИДАШВИЛИ, Е. В. МЕТАКОВСКИЙ,
А. А. СОЗИНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ГЛИАДИНА У TRITICUM MACHA DEK. ET MEN.

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 4.2.1988)

Полиморфизм запасного белка зерна пшеницы — глиадина огромен. Его синтез контролируется у мягкой пшеницы шестью глиадин-кодирующими локусами, расположенными на хромосомах 1-й и 6-й гомеологических групп [1, 2]. Каждый из этих локусов кодирует синтез нескольких компонентов электрофоретического (ЭФ) спектра, которые наследуются сцепленно, единой группой — блоком. Для каждого глиадинкодирующего локуса характерен множественный аллелизм. Аллели одного локуса различаются по числу и ЭФ подвижности компонентов глиадина, входящих в блок, по их молекулярной массе и другими свойствами [1, 3]. Блоки компонентов глиадина служат надежными и высокоспецифичными генетическими маркерами для характеристики генотипа [1].

В настоящей работе изучен полиморфизм глиадина у различных форм *T. macha* и проведено сравнение ЭФ-спектров глиадина *T. macha* и некоторых сортов *T. aestivum* на основе идентификации аллельных вариантов блоков компонентов этого белка.

Исследованы 23 формы *T. macha* из коллекции Грузинского сельскохозяйственного института. По каждой форме *T. macha* анализировали зерновки от 120 отдельных колосьев.

Глиадин экстрагировали из муки отдельных зерновок 70%-ным этанолом (30 мин при 40°C). Электрофорез в вертикальной пластине 8%-го полиакриламидного геля (140×140×3) проводили 3 ч при 550 В в лактат-алюминиевом буфере pH 3,1 [3].

Исследования выявили значительный полиморфизм глиадина у *T. macha*.

Абсолютно гомогенных образцов не оказалось, материал каждой разновидности содержал от 2 до 15 вариантов ЭФ-спектра. Некоторые варианты ЭФ-спектра (рис. 1, дорожка № 3) обнаружены более чем в одной и даже во многих разновидностях. Все разновидности различались между собой по частоте встречаемости различных вариантов спектров. Сравнение ЭФ-спектров *T. macha* между собой и со спектрами глиадина мягких пшениц позволило выявить предполагаемые блоки совместно наследующихся компонентов у *T. macha*. В результате проведенного анализа удалось идентифицировать варианты блоков компонентов глиадина, контролируемых хромосомами 1А, 6А, 1В, 1D, 6D. По хромосоме 6В такая работа не проводилась из-за сложности анализа.

По хромосоме 1А выявлены 4 предполагаемых аллельных варианта блоком компонентов глиадина. Путем сравнения образцов *T. macha* с сортами мягкой пшеницы, в которых блоки компонентов глиадина ранее идентифицированы с помощью гибридологического анализа [3], установлено, что один из четырех вариантов абсолютно идентичен по набору компонентов блоку мягкой пшеницы GLD 1A19, кото-

рый имеется, например, в сорте яровой пшеницы Ранняя (рис. 2,а). Другой вариант блока *T. tacha* идентичен блоку мягкой пшеницы GLD 1A9.

Наибольший полиморфизм глинаина, 11 вариантов блоков, обнаружен по локусу хромосомы 6A. Среди них один оказался идентичным известному блоку компонентов глинаина у мягкой пшеницы GLD 6A20, который имеется, например, в сорте *T. aestivum* Маркиз (рис. 2,б).

По хромосоме 1B установлено 6 вариантов блоков, среди которых 3 идентичны блокам мягкой пшеницы (GLD 1B4, GLD 1B8, GLD 1B10).

По хромосоме 1D из выявленных 3 вариантов блоков 2 идентичны блокам мягкой пшеницы (GLD 1D3, GLD 1D5), а среди 8 вариантов блоков хромосомы 6D четыре оказались идентичны блокам мягкой пшеницы: (GLD 6D2, GLD 6D8, GLD 6D6, GLD 6D11).

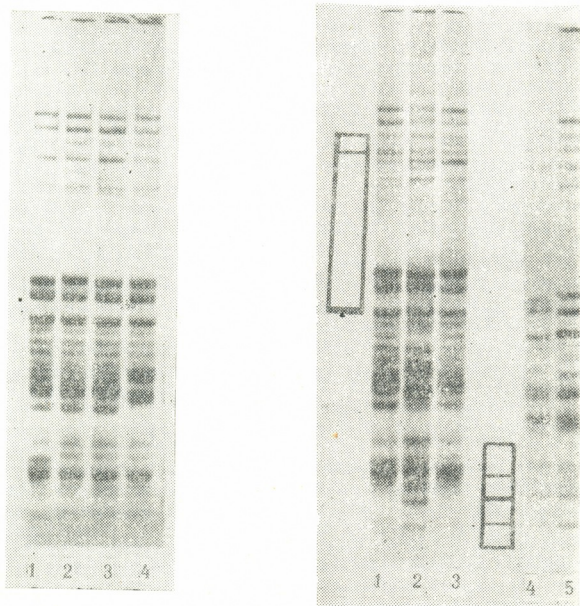


Рис. 1. Электрофоретические спектры глинаина *T. tacha* var. *palaeoimereticum* (приведены 4 спектра из 6 обнаруженных)

Всего по 5 исследованным глинаинкодирующим локусам обнаружено 32 предполагаемых варианта блоков компонентов глинаина. 12 из них оказались абсолютно идентичны блокам мягкой пшеницы по числу, ЭФ подвижности и интенсивности компонентов. Частоты встречаемости этих 12 блоков выше, чем остальных 20 блоков и составляет более 53% от всей суммы частот встречаемости 32 выявленных ва-

риантов блоков *T. macha*. Остальные 20 блоков пшеницы маха в большинстве незначительно отличаются от соответствующих вариантов, описанных у мягкой пшеницы [3]. Эти отличия чаще всего проявляются в измененной ЭФ подвижности одного или двух компонентов в блоке.

Обнаруженная идентичность по ряду аллелей между *T. macha* и *T. aestivum* подкрепляет предположение [4—6] о возможном происхождении мягкой пшеницы от *T. macha*.

Кроме того, этот результат свидетельствует о высокой стабильности кластеров глиадинкодирующих генов во времени: *T. macha* в течение многих столетий высевалась отдельно от *T. aestivum* [7—9] и не могла подвергаться спонтанному переопылению этим видом.

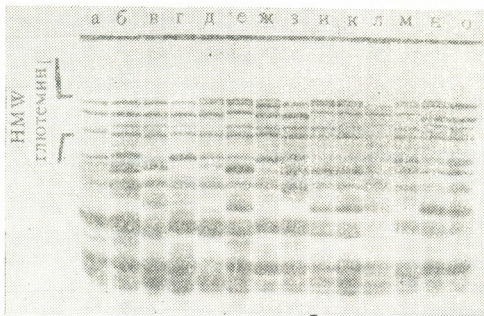


Рис. 2. Сравнение блоков глиадина *T. macha* и *T. aestivum*.

Блоки, идентичные у данных видов пшеницы, показаны схематически: 1. *T. macha* var. *ibericum*, 2. *T. aestivum* сорт Ранняя, 3. *T. macha* var. *palaeocolchicum*, 4. *T. macha* var. *georgicum*, 5. *T. aestivum* сорт Маркиз

Следовательно, глиадинкодирующие кластеры у *T. macha* и *T. aestivum* почти идентичны или сходны. При таком сходстве генотипов двух видов, выявленном при использовании нового класса генетических маркеров — семейства родственных высокополиморфных генов, возникают сомнения в необходимости категорического разделения этих пшениц в разные виды. Полученные результаты представляют, на наш взгляд, интерес для усовершенствования ныне существующих классификации рода *Triticum*.

Существует предположение [10], что *T. macha* ssp. *tubalicum* возник путем спонтанного скрещивания *T. palaeocolchicum* и ржи. В ЭФ-спектрах глиадинов форм ssp. *tubalicum* не обнаруживается ничего общего с рожью. Все компоненты здесь явно пшеничного происхождения и процент частот встречаемости блоков, которые идентичны аллелям GLD мягкой пшеницы, в ssp. *tubalicum* даже более высок, чем в другом подвиде маха — ssp. *ime-reticum*.

ზ. იაკობაშვილი, პ. ნასკიდაშვილი, ე. მეტაკოვსკი, ა. სოზინოვი

TRITICUM MACHA DEK. ET MEN.-ს გლიადინის პოლიმორფიზმის
 გამოკვლევა

რ ე ზ ი უ მ ე

საქართველოს ენდემური ხორბლის სახეობაში *T. macha* გამოვლენილია სპირტში ხსნადი წებოგვარას ცილის გლიადინის პოლიმორფიზმის მაღალი დონე. აღმოჩნდა, რომ *T. macha*-ს გლიადინის ელექტროფორეტიკული სპექტრის კომპონენტების 12 ბლოკი იდენტურია *T. aestivum*-ის ბლოკებისა. მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა ახლონათესაური კავშირი *T. macha*-ს და *T. aestivum*-ს შორის.

GENETICS AND SELECTION

Z. A. IAKOBASHVILI, P. P. NASKIDASHVILI, E. V. METAKOVSKY, A. A. SOZINOV
 INVESTIGATION OF GLIADIN POLIMORPHISM IN *TRITICUM MACHA*
 DEK. ET MEN.

Summary

Considerable polymorphism of alcohol-soluble storage protein gliadin has been discovered in endemic Georgian wheat *T. macha*. Twelve blocks of gliadin components of *T. macha* are found to be identical to *T. aestivum* blocks. The results obtained indicate a very close relationship between *T. macha* and *T. aestivum*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Созинов. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М., 1985.
2. P. I. Payne, L. M. Holt, E. A. Jakson, C. N. Law. Phil. Transactions Royal Soc. (Lund), v. 304, № 1120, 1984.
3. E. V. Metakovsky, A. Yu. Novoselskaya, M. M. Korpus, T. A. Sobko, A. A. Sozinov. Theor. Appl. Genet., v. 67, № 6, 1984.
4. ა. გორგაძე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 62, № 3, 1971.
5. В. Ф. Дорофеев. Генетика, № 3, 1968.
6. Н. Куккис. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, Bd. 51, H. 2, 1964.
7. Л. Л. Декапрелевич. Труды Груз. СХИ, т. 88, 1974.
8. В. Л. Менабде. Сообщения Грузинского филиала АН СССР, т. 1, № 9, 1940.
9. П. П. Наскидашвили. Межвидовая гибридизация пшеницы. М., 1984.
10. Г. В. Канделаки. Генетика, № 1, 1967.

Ю. С. МИКАНАДЗЕ, Ц. С. ТУРМАНИДЗЕ, М. В. БЕНДИАНИШВИЛИ,
 А. С. ҚАРСАКЕВИЧ, Г. И. КВЕСИТАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

СВОЙСТВА ИММОБИЛИЗОВАННОЙ СТАФИЛОКОККОВОЙ ГИАЛУРОНИДАЗЫ

Фермент гиалуронидаза под названием «лидаза» применяется в медицине для увеличения проницаемости тканей и улучшения движения жидкостей в межтканевых пространствах.

Получение высокоочищенной микробной гиалуронидазы и ее иммобилизованной формы даст возможность расширить производство этого фермента в область его применения.

С целью повышения термостабильности и устойчивости к действию протеолитических ферментов и других денатурирующих факторов стафилококковую гиалуронидазу, полученную разработанным нами методом [1], ковалентно связывали с водорастворимым полимером — полиглюкином, который уже применяется в медицине.

В задачу данной работы входило изучение свойств иммобилизованной на полиглюкине стафилококковой гиалуронидазы и выявление возможностей ее практического применения.

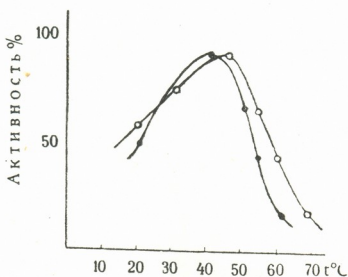


Рис. 1. Действие pH среды на активность нативной (●-●-●) и иммобилизованной (○-○-○) гиалуронидазы

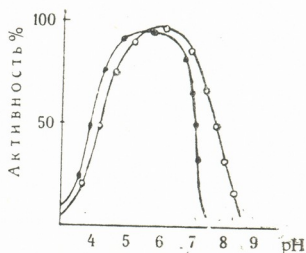


Рис. 2. Действие температуры на активность нативной (●-●-●) и иммобилизованной (○-○-○) гиалуронидазы

Ковалентное связывание фермента с полиглюкином осуществляется в 0,5 М фосфатном буфере при pH 8,0—8,2 и соотношении фермента с полиглюкином, равном 1:6, в течение 2 часов при 20°C с последующим восстановлением продукта иммобилизации боргидридом натрия.

Иммобилизованный фермент очищается от избытка полимера и боргидрида натрия ультрафильтрацией через фильтр РМ-30 (фирмы



«Амикон») и многократным промыванием дистиллированной водой на фильтре.

Иммобилизованная гиалуронидаза сохраняет около 80% исходной активности. Степень модификации фермента, определенная по ϵ -NH₂-группам лизиновых остатков реакцией тринитрофенилирования, составляет 78%.

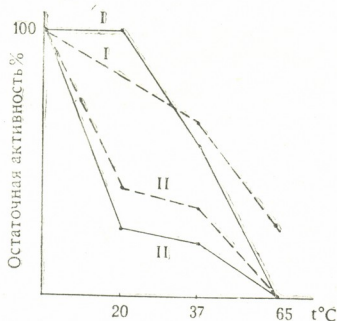


Рис. 3. Действие 2М (I) и 8М (II) мочевины на активность нативной (—) и иммобилизованной (---) гиалуронидазы

Иммобилизованная гиалуронидаза характеризуется повышенной термостабильностью, примерно в 1,5 раза при 50° по сравнению с нативным ферментом.

При изучении влияния рН среды на активность иммобилизованного фермента было показано, что характер зависимости каталити-

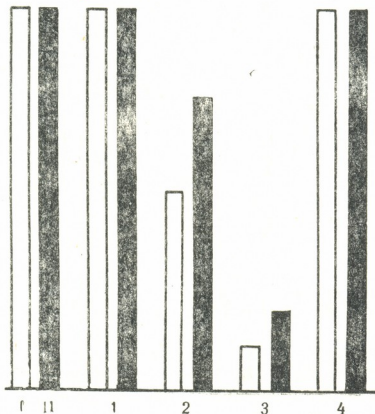


Рис. 4. Изменение активности нативной (□) и иммобилизованной (▨) гиалуронидазы под влиянием антибиотиков: 1 — стрептомицина, 2 — пенициллина, 3 — ампициллина и 4 — тетрациклина, I и II — исходные активности

ческой активности от рН почти такой же, как у нативной формы, с той разницей, что иммобилизованная гиалуронидаза имеет более широкий рН-интервал, включая рН 8,0, тогда как выше рН 7,2 нативный фермент быстро инактивируется (рис. 1).



Температурный оптимум действия иммобилизованного фермента отличается от нативного (37—40°) и составляет 45° (рис. 2).

С целью изучения влияния мочевины, как денатурирующего фактора, обе формы микробной гиалуронидазы инкубировали в течение 2 часов в растворах 2 и 8М мочевины при 20; 37 и 65°С, после чего мочевины удаляли ультрафильтрацией через фильтр РМ-10 (фирмы «Амикон») и определяли остаточную активность. Из результатов, представленных на рис. 3, видно, что иммобилизованная гиалуронидаза более устойчива к воздействию мочевины, чем нативный фермент.

Инкубирование совместно с антибиотиками показало, что стрептомицин и тетрациклин не действуют на активность ферментов; пенициллин уменьшает активность нативной гиалуронидазы на 50%, а иммобилизованной — на 25%; ампициллин ингибирует активность нативного фермента на 90%, иммобилизованного — на 80% (рис. 4).

Действие протеолитических ферментов было изучено совместным инкубированием при 37° в течение 5 и 10 мин, после чего определяли остаточную гиалуронидазную активность.

Иммобилизованная гиалуронидаза характеризуется повышенной устойчивостью к протеолизу (рис. 5), а под влиянием комплексного препарата протеаз *Actinomyces fradiae* активность иммобилизованного фермента повышается на 28% после 5-минутного воздействия и на 20% после 10-минутного воздействия.

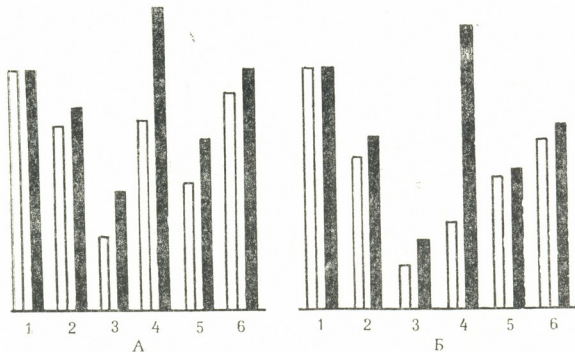


Рис. 5. Профиль действия протеолитических ферментов на нативную (□) и иммобилизованную (■) гиалуронидазу: 1 — исходные активности ферментов, остаточные активности после 5-минутного (А) и 10-минутного (Б) воздействия: 2 — трипсина, 3 — проназы, 4 — комплексного препарата протеаз *Actinomyces fradiae*, 5 — пепсина, 6 — папаина

Таким образом, иммобилизованная на полиглюкине гиалуронидаза характеризуется повышенной термостабильностью и устойчивостью к протеолизу и денатурирующему действию мочевины, что дает возможность использовать этот фермент в медицине и сельском хозяйстве.

ი. მიჰანაძე, ც. თურმანიძე, მ. ბენდიანიშვილი, ა. კარსაკევიჩი,
ბ. კვესიტაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

იმობილიზებული სტაფილოკოკური გიალურონიდაზის თვისებები

რ ე ზ ი უ მ ე

მიღებულია სტაფილოკოკური გიალურონიდაზის იმობილიზებული ფორმა ბიოშეთავსებად, ხსნად პოლიმერზე — პოლიგლიუტინზე კოვალენტურად დაკავშირების გზით.

შესწავლილია ნატიური და იმობილიზებული ფერმენტების pH და ტემპერატურული ოპტიუმები, თერმოსტაბილურობა, პროტეოლიზური ფერმენტების, ანტიბიოტიკების და შარდოვანას გავლენა მათ აქტივობაზე.

BIOCHEMISTRY

Yu. S. MIKANADZE, Ts. S. TURMANIDZE, M. V. BENDIANISHVILI
A. S. KARSAKEVICH, G. I. KVESITADZE

PROPERTIES OF IMMOBILIZED STAPHYLOCOCCAL HYALURONIDASE

S u m m a r y

The immobilized form of staphylococcal hyaluronidase has been obtained on activated polyglucine—a soluble biocompatible polymer.

The pH, temperature optima, thermostability and stability to proteolytic enzymes, urea and antibiotics have been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. С. Турманидзе, Т. Г. Чанишвили, Г. И. Квеситадзе, Т. В. Биркадзе, Ю. С. Миканадзе, Г. Л. Броладзе, С. И. Анфимова, Д. А. Долидзе. Способ выделения гиалуронидазы. Авт. свид. № 1049544 (СССР).



Н. Дж. ГИУНАШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ НИТРАТРЕДУКТАЗЫ ИНТАКТНЫХ ТКАНЕЙ КОРНЕЙ И ЛИСТЬЕВ ФАСОЛИ В БУФЕРЕ, СОДЕРЖАЩЕМ АЛКОГОЛЬ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 7.5.1987)

В листьях фасоли наблюдался существенный разброс данных по активности нитратредуктазы (до $\pm 38\%$), определяемой *in vivo* в условиях алкогольной анаэробии в отсутствие вакуум-инfiltrации [1]. Одной из причин этого феномена может быть неравномерное проникновение нитратного инкубационного буфера внутрь ткани, поскольку в отсутствие вакуум-инfiltrации поступление буфера в значительной мере зависит от анатомических особенностей поверхностных структур ткани, к тому же листовые ткани в обычных условиях не погружаются в жидкость. Проведенная работа преследовала цель определить оптимальные условия инкубации корневых и листовых тканей фасоли для изучения активности нитратредуктазы *in vivo* в условиях алкогольной анаэробии. Исследовали эффективность алкогольной анаэробии в совокупности с вакуум-инfiltrацией под давлением гелия.

Исследования проводили на ростках фасоли сорта Кахури кути возраста 8 дней. Растения выращивали в асептических условиях [2] на среде Шайва R_3C_3 при наличии набора микроэлементов по Хогленду [3]. Преинкубацию на нитратной среде проводили в оранжевой режиме освещения (начало экспозиции 9.00). В качестве основы инкубационного буфера для определения нитратредуктазной активности использовали глицин солянокислый, калий фосфатный, глицин едконатриевый, буферы 50 мМ концентрации соответственно для низких, средних и высоких значений рН. Листья препарировали в виде пластинок площадью 0,25 см², корни инкубировали целиком. Буфер продували гелием в течение часа перед инкубацией. Алкоголь добавляли перед вакуум-инfiltrацией. Воздух из проб удаляли в течение 10 мин при мощности насоса 8 мм рт. ст. в мин. Обработанные пробы помещали в водную качалку (Elpan, Pol. з.с.р. $m=150$, $A=8$). Данные обрабатывали по таблице чисел t по Стьюденту с достоверностью 95% при степени свободы 6 [3]. Инкубация в условиях нашего опыта сопровождается качанием, что способствует равномерному распределению компонентов проб и одновременно облегчает растворение воздуха (а с ним и кислорода) в буфере незакупоренных проб.

В листовых пробах при наличии малых доз алкоголя (этанол, *n*-пропанол) инкубация в незакупоренных сосудах сопровождается накоплением меньшего количества нитрита, чем в закупоренных сосудах, как в случае инfiltrации гелием, так и при инfiltrации воздухом (рис. 1, 1, 2, 3). Ингибирование нитритредуктазной активности (анаэробноз, темнота) дает возможность изучать нитратредуктазную активность по количеству накапливаемого в инкубационном буфере нитрита [1, 4]. Малые дозы алкоголя, вероятно, не могут в достаточной мере препятствовать проникновению кислорода воздуха в инкубирующуюся ткань и не обеспечивают анаэробноз в клетках (рис. 1). С возрастающим содержанием алкоголя разница между показателями закупоренных и незакупоренных проб сглаживается

(рис. 1, 1, 2, 3). Таким образом, при инкубации листьев в буфере, содержащем алкоголь в концентрации 3% и более, поступление кислорода на протяжении инкубации не лимитирует процесс накопления нитрита. При равном содержании алкоголя показатели корневых проб снижаются в пробах, инфильтрированных воздухом (рис. 1, 4, 5, 6). Следовательно, инкубация в буфере, бедном кислородом (продавине гелием и гелиевая инфильтрация), является существенным условием для накопления нитрита в корневых пробах. Концентрация

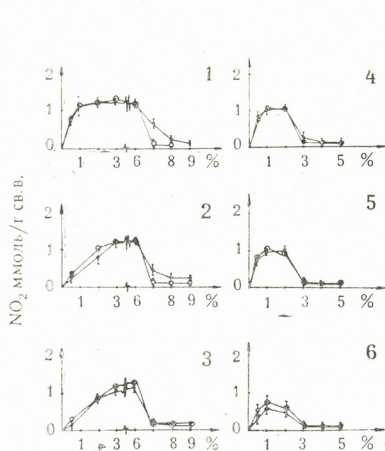


Рис. 1. Накопление нитрита в корневых и листовых пробах фасоли, инкубированных в течение 3 часов при возрастающих концентрациях алкоголя (% объем) в К-фосфатном буфере 50 мМ концентрации: 1, 2, 3 — показатели листовых, 4, 5, 6 — корневых проб; 1, 2, 4, 5 — инфильтрация под давлением гелия, 3, 6 — под давлением воздуха; 1, 4 — инкубация в закупоренных; 2, 3, 5, 6 — в открытых сосудах; затемненные точки — показатели проб, содержащих этанол, светлые — содержащих и-пропанол

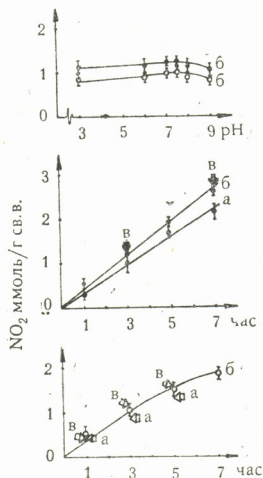


Рис. 2. Накопление нитрита в корневых и листовых пробах фасоли, при инкубации в буфере, содержащем 2% этанол. Влияние pH исследовали по истечении 3 часов инкубации. Затемненные точки — показатели листовых, светлые — корневых проб; а — инкубация в буфере, содержащем 25 мМ, б — 37,5 мМ, в — 50 мМ К-нитрат. Все пробы исследованы в анаэробных условиях

алкоголя для листьев 6% и более, для корней 3% и более неэффективны, вероятно, из-за разрушающего действия алкоголя на клеточные структуры [4]. Клеточные барьеры корней, видимо, слабее, чем в листьях, и поэтому дозы алкоголя, физиологические для листьев, в корневых пробах неэффективны. Метаболизм корней и листьев целесообразно исследовать в идентичных условиях. Поэтому использовали буфер, содержащий 2% алкоголя, и соответственно листовые пробы исследовали в строго анаэробных условиях (рис. 1, 1). Области оптимального действия этанола и пропанола совпадают (рис. 1).



pH буфера и концентрация нитрата не лимитируют процесс накопления нитрата (рис. 2). По истечении 3 часов инкубации в пробах накапливается высокое количество нитрата. Границы отклонения от средней величины не превышают границ погрешности измерения (рис. 2). Поэтому при равных экспозициях необходимость в стоп-реакции отпадает.

На основании представленных данных мы предлагаем для определения в тканях фасоли нитратредуктазной активности *in vivo* следующий состав буфера при pH 7,5 [1,4]: 50 mM К-фосфатный буфер (pH 7,5), 50 mM К-нитрат, 2% этанол или пропанол, при инфильтрации гелием и продолжительности инкубации не менее 3 часов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 7.5.1987)

ბიოქიმიკა

ბ. გიუნაშვილი

ლოგირს ფესვებისა და ფოთლების ინტაქტური ქსოვილების ნიტრატრედუქტაზას აქტივობის განსაზღვრა ალკოჰოლის შემცველ ბუფერში

რეზიუმე

ლობოს ფესვებსა და ფოთლებში ნიტრატრედუქტაზას აქტივობის *in vivo* განსაზღვრისათვის ოპტიმალური პირობები იქმნება საინკუბაციო ბუფერში (pH-7,5) მონო-ჰიდროქსი-ალკოჰოლების (ეთანოლი, პროპანოლი) შეყვანისას 1-დან 3%მდე კონცენტრაციის ფარგლებში; ფოთლების ინკუბაცია მკაცრად ანაერობულ პირობებში წარმოებს (ჰელიუმის ატმოსფერო). ალკოჰოლიან ბუფერში ინკუბაციის ოპტიმალური ხანგრძლივობაა 3 საათი.

BIOCHEMISTRY

N. J. GIUNASHVILI

ESTIMATION OF NITRATE REDUCTASE ACTIVITY IN INTACT TISSUES OF BEAN ROOTS AND LEAVES IN THE ALCOHOL-CONTAINING BUFFER

Summary

Bean seedlings, leaves and roots provide optimum conditions for *in vivo* determination of nitrate reductase activity. The effective action of monohydroxyalcohols (ethanol and propanol) was observed at 1—3% concentration. The incubation of leaves should occur under anaerobic conditions. The optimum duration of *in vivo* incubation amounts to 3 hours.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Schlesier BPP Bd. 171, Hft. 6, 1977.
2. Н. Дж. Гиუნашвили, Н. Н. Нуцубидзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 12, № 3, 1986.
3. А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. Краткий справочник по физиологии растений, Киев, 1973.
4. E. G. Jaworski. Biochem. Biophys. Res. Commun. vol. 43, № 6, 1971.



М. М. ГОМАРТЕЛИ, А. Т. ШКОЛЬНИИ, А. К. ЦЕРЕТЕЛИ

ИММОБИЛИЗАЦИЯ β -ГАЛАКТОЗИДАЗЫ *PENICILLIUM CANESCENS* ШТ. 20171 НА СИЛИКАТНЫХ НОСИТЕЛЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Н. Квеситадзе 20.7.1987)

β -галактозидаза (β -D-галактозид-галактогидролаза, лактаза К. Ф. 3.2.1.23) относится к ферментам, использование которых должно привести к существенному улучшению технологии переработки молока и молочных продуктов. Ранее нами установлено [1], что грибная β -галактозидаза отличается от дрожжевой повышенной устойчивостью к изменениям реакционной среды, поэтому этот фермент более перспективен для решения практических задач.

Одним из путей рационального использования ферментов является иммобилизация на разных носителях.

Данная работа посвящена изучению термостабильных свойств и подбору оптимальных условий для иммобилизации β -галактозидазы *P. canescens* шт. 20171 на отечественных макропористых кремнеземных носителях — силохромах и силикагелях.

В работе использован ферментный препарат β -галактозидазы из *P. canescens* шт. 20171, полученный по методике, разработанной в Институте микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного АН УССР.

Состав среды для выращивания микроорганизма, выделение и частичная очистка фермента описаны ранее [1].

Активность β -галактозидазы (растворимой и иммобилизованной) определяли по о-НФГ [2] и глюкозооксидазным методом [3].

За единицу активности принимали такое количество фермента, которое гидролизует 1 мМ субстрата за 1 мин при 30°C и pH 4,2.

Содержание белка определяли по методу Лоури и др. [4], инвертазную активность — по методу Сомоджи [5].

Частично очищенный препарат имел β -галактозидазную активность по расщеплению о-НФГ 8000 ед/г, или 10 ед/мг белка, по расщеплению лактозы соответственно 4600 ед/г, или 5,7 ед/мг белка, и инвертазную активность 1100 ед/г.

Иммобилизацию препарата β -галактозидазы глутаровым альдегидом проводили по методу [6], иммобилизацию при помощи треххлористого титана — по методу [7].

В первой серии опытов изучена термоинактивация β -галактозидазы *P. canescens*. На рис. 1 приведены кривые зависимости β -галактозидазной активности ферментных растворов в фосфатно-цитратном буфере (pH 4,2) от времени инкубации при различных температурах в интервале 59—65°.

Как видно из рисунка, этот процесс описывается уравнением первого порядка, каждая отдельная кривая носит экспоненциальный характер, благодаря чему в полулогарифмических координатах получается набор прямых. Поэтому процесс термоинактивации β -галакто-



зидазы, оцениваемый по необратимому падению ферментативной активности, представляется одностадийным, характеризуется соответствующей константой денатурации первого порядка. В табл. 1 приведены значения констант инактивации для указанной серии экспериментов.

Как показывают данные опытов, β -галактозидаза *P. canescens* характеризуется довольно высокой термостабильностью в сравнении с другими ферментами мезофильных организмов.

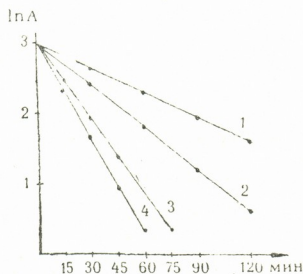
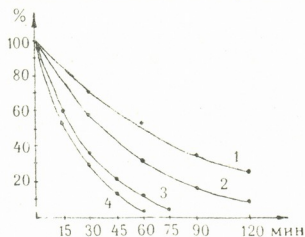


Рис. 1. Термоинактивация β -галактозидазы *Penicillium canescens* шт. 20171 в интервале температур: 1—59°, 2—61°, 3—63°, 4—65°

Исходя из высших термостабильных свойств фермента в последующих опытах мы попытались связать β -галактозидазу *P. canescens* на силикатных носителях.

Одним из основных требований для получения активных иммобилизованных форм является правильный выбор носителя. В табл. 2 показаны активности β -галактозидазы на разных носителях и характеристики этих носителей.

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что β -галактозидаза более эффективно связывается на макропористых кремнеземах, диаметр пор которых равняется 350 А, при уменьшении или

Таблица 1

Константы термоинактивации β -галактозидазы *P. canescens* шт. 20171

Концентрация препарата, г/л	Константа инактивации $K \cdot 10^{-2}$, мин ⁻¹			
	Температура			
	59°	61°	63°	65°
10	9,03	8	6,6	5,3

Активности по β -галактозидазе и инвертазе ферментного препарата *P. canescens*, связанного на разных силикатных носителях

Носители	Концентрация H_2 -групп, мг-эquiv	Диаметр пор, А°	Метод связывания	Активность иммобилизованного фермента, ед/г носителя		
				Субстрат лактоза	Субстрат о-НФГ	Инвертаза
Аминосилохром СХ-1,5	0,16	250	Глутаровый альдегид	93	156	10
Аминосилохром 350/80	0,28	350	"	170	400	47
Аминосилохром СХ-2	0,32	73	"	64	195	25
Силикагель аминопропиловый МСА-750А°	0,3	750	"	28	34	41
Силикагель аминопропиловый МСА-1500А°	0,3	1500	"	40	54	2,5
Силикагель аминопропиловый МСА-2500А°	0,3	2500	"	38	42	2
Силохром С-80	0,3	350	TiCl ₃	140	288	14
Силохром С-120	0,3	250	"	105	220	40

увеличении размеров активность фермента понижается. Такие размеры пор носителей вполне обеспечивают активный доступ к ферменту субстрата — лактозы, молекулярная масса которой составляет 342.

На аминосилохроме 350/80 при помощи глутарового альдегида достигнута активность 170 ед/г носителя (по лактозе) и 400 ед/г носителя (по о-НФГ), или 2 и 5 г/мг связанного белка соответственно.

Инвертазная активность иммобилизованного ферментного препарата равна 47 ед/г носителя.

На силохроме С-80 при помощи треххлористого титана активность связанной β -галактозидазы составляет 140 ед/г носителя (по лактозе) и 290 ед/г носителя (по о-НФГ).

Инвертазная активность равняется 14 ед/г носителя. Для характеристики иммобилизованного ферментного препарата (ИФП) использовали препараты, связанные на аминосилохроме 350/80 и силохроме С-80, так как на этих носителях получены наиболее высокие активности.

Для установления рН-оптимума действия ИФП определяли активности при различных значениях рН: 3,8; 4,2; 4,4; 4,7; 5; 5,5; 6,2. ИФП проявляет максимальную активность при рН 4,2—4,4, т. е. рН-оптимум действия в результате иммобилизации практически не изменяется.

Исследовали влияние температуры на активность ИФП. Определение активности проводили при разных температурах от 45 до 60°С с интервалом 5°.

Установлено, что максимальную активность иммобилизованный фермент проявляет при 55°С, как и в нативном состоянии, но при повышении температуры иммобилизованная форма несколько более активна.



Важной промышленной характеристикой иммобилизованной формы β -галактозидазы является ее способность гидролизовать на 60—70% при 55° в течение 15 мин лактозу в молочной сыворотке (концентрация лактозы 2—3%).

Многочисленное повторение активности (более 30) не меняет исходных активностей иммобилизованного фермента по β -галактозидазе и инвертазе.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 3.9.1987)

ბიოქიმია

მ. გომართელი, ა. შკოლნი, ა. წერეთელი

PENICILLIUM CANESCENS შტამის 20171 β -გალაქტოზიდაზის
იმობილიზაცია სილიკატურ მატარებელზე

რეზიუმე

β -გალაქტოზიდაზა იმობილიზებულია ამინოსილოქრომ 350/80-ზე და სილოქრომ C—80-ზე. დადგენილია, რომ ხსნადი და იმობილიზებული ფერმენტის pH და ტემპერატურული ოპტიმუმები არ განსხვავდებიან. შესწავლილია ფერმენტის თერმომედეგობა სხვადასხვა ტემპერატურაზე და გათვლილია შესაბამისი დენატურაციის კონსტანტები.

BIOCHEMISTRY

M. M. GOMARTELI, A. T. SHKOLNY, A. K. TSERETELI

IMMOBILIZATION OF β -GALACTOSIDASE FROM THE STRAIN
PENICILLIUM CANESCENS 20171 ON SILICA CARRIERS

Summary

β -galactosidase has been immobilized on aminosilochrome 350/80 and silochrome C—80. It is stated that there is no difference in pH and temperature optimums between soluble and immobilized enzymes. Thermostability of the enzyme at different temperatures has been studied, and corresponding denaturation constants calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Церетели, А. Э. Маркарова, А. К. Куликова, З. М. Цкитишвили, Г. И. Квеситадзе, А. Т. Школьный. Сообщения АН ГССР, 119, № 2, 1985, 393—395.
2. А. S. Кубу, Н. А. Ларду. Amer. Chem. Soc. 75, 890—896, 1954.
3. В. Д. Шербухин, Л. И. Миронова, А. В. Кондырева, В. С. Грюнер. Прикл. биохим. и микробиол., 6, 1970, 467—470.
4. О. Н. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randall. J. Biol. Chem., v. 193, p. 265—275, 1951.
5. M. Somoggi. J. Biol. Chem., v. 195, № 1, p. 19—23, 1959.
6. Н. Н. Weetall, N. B. Havewala, H. M. Garfinkel, W. M. Buehe G. Baum. Biotechnol. bioengin., v. 16, p. 169—174, 1974.
7. A. N. Emery, J. S. Hough, J. M. Novais, T. P. Lyons. Chem. Engin., v. 258, p. 71—77, 1972.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Н. З. ПОРАКИШВИЛИ, Н. Г. КВИРКВЕЛИЯ, Н. Н. АМАГЛОБЕЛИ,
К. Т. ШЕЛЕГИЯ

ДОЗОВАЯ И ВРЕМЕННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ
ПРОЛИФЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ T_h -В-ЗВЕНА
ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ДОНОРОВ В ОТВЕТ НА МИТОГЕН
ЛАКОНОСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 12.2.1988)

Для оценки статуса T_h -В-звена иммунной системы в норме и при патологии большое значение имеет определение пролиферативной активности лимфоцитов периферической крови (ЛПК) человека в ответ на митоген лаконоса (МЛ). Известно, что МЛ является неспецифическим стимулятором T_h -В-функционального компонента иммунитета — т. е. Т-зависимым В-митогеном [1, 2]. Причем предполагают, что он имеет два активных центра, реагирующих соответственно с Т-хелперами и с В-лимфоцитами [3]. Нам представилось необходимым, в связи со сложностью модели взаимодействия МЛ с разными субпопуляциями лимфоцитов, получить широкий спектр нормативных показателей пролиферативной активности ЛПК периферической крови доноров в ответ на различные дозы МЛ и в условиях разных сроков культивирования.

ЛПК выделяли в градиенте плотности Lymphoprep (Sigma) и доводили концентрацию клеток до $0,5 \cdot 10^6$ клеток/мл. Клетки стимулировали 1,0; 12,5; 25,0; 50,0; 100,0 мкг/мл МЛ (Gibco) и культивировали в триплетах в течение 24, 48 и 72 часов в среде RPMI-1640 (Gibco) с добавлением L-глутамина (Serva) и эмбриональной сыворотки теленка (Gibco) при 37°C . За 4 часа до окончания сроков культивирования в пробы добавляли по 5 мкКи ^3H -тимидина и определяли уровень пролиферации по степени включения ^3H -тимидина в сцинтилляционном счетчике (Intertechnique). Результаты оценивали как в абсолютных значениях так и по величине индекса бластотрансформации (ИБ), представляющем отношение числа импульсов в минуту в опыте к контролю.

Результаты исследования, выраженные в числе импульсов в минуту, представлены на рисунке. Как видим, митогенная доза МЛ меняется в зависимости от времени культивирования. Так, если в течение первых 24 часов относительно высокий пролиферативный ответ вызывали большие дозы МЛ, то к 48 часам инкубации митогенная доза смещалась к 25,0 мкг/мл, а после 72 часов — к 1,0 и в, особенности, к 12,5 мкг/мл. В целом наиболее сильную пролиферацию, если судить по абсолютным показателям включения, вызывала доза 12,5 мкг/мл после 72 часов культивирования.

Далее в таблице представлены результаты этого же исследования, выраженные индексом бластотрансформации. ИБ отчетливо указывает на усиление пролиферации с увеличением дозы МЛ в течение первых суток культивирования и акцентирует различие в пролиферативной активности ЛПК после 72 часов инкубации в ответ на низкие и высокие дозы МЛ.

ИБ ЛПК в ответ на различные дозы МЛ после 24,48 и 72 часов
 культивирования

Доза МЛ, мкг/мл	Индекс бласттрансформации		
	Время культивирования		
	24	48	72
1,0	1,2±0,1	2,6±0,9	17,5±7,1
12,5	1,6±0,3	4,6±1,0	26,7±7,8
25,0	1,7±0,3	5,8±1,1	26,9±7,5
50,0	1,9±0,4	4,7±1,1	11,1±3,3
100,0	2,2±0,5		12,3±3,1

Смещение митогенной дозы МЛ для ЛПК доноров с увеличением сроков культивирования может быть вызвано тем, что в культурах происходит количественное и (или) качественное перераспределение клеток с высокоаффинными и низкоаффинными рецепторами к МЛ, причем преимущественная пролиферация лимфоцитов с высокоаффинными рецепторами (т. е. реагирующими на низкие дозы МЛ) проявляется лишь к 72 часам инкубации. Подобное перераспределение может иметь различную направленность, а именно:

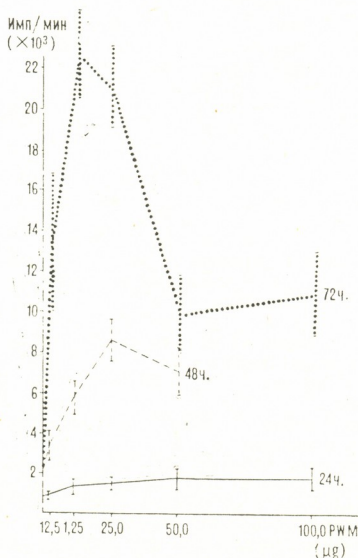


Рис. 1. Зависимость от дозы МЛ включения ^3H -тимидина в культуре лимфоцитов после 24, 48 и 72 часов культивирования

а) выработка в течение первых 24 часов культивирования неспецифических короткоживущих Т-хелперов, по аналогии с короткоживущими супрессорными клетками [4, 5], обладающих низкоаффинными рецепторами к МЛ и стимулируемых высокими дозами митогена;



ბ) стимуляция малыми дозами МЛ в инициативной стадии синтеза высокоаффинными Т-хелперами фактора роста В-лимфоцитов, что к 72 часам культивирования выражается в пролиферации В-клеток. В то же время высокие дозы МЛ в течение первых 24 часов вызывают лишь незначительную пролиферацию хелперных клеток с низкоаффинными рецепторами. Не исключено, что последние не способны синтезировать фактор роста В-лимфоцитов или же синтезируемый ими фактор не кооперирует с другими дифференцирующими факторами, что необходимо для активации В-клеток [6];

в) возможность как непосредственной, так и опосредованной Т-хелперами стимуляции В-лимфоцитов МЛ. Так, высокие дозы МЛ во время первых 24 часов инкубации могут вызывать непосредственную слабую пролиферацию низкоаффинных В-клеток, а низкие дозы МЛ — Т-зависимую пролиферацию В-лимфоцитов к 72 часам культивирования.

Два последних пункта предполагают и некоторую асинхронность в инициации активации субпопуляций лимфоцитов в течение первых 24 часов культивирования.

Физиологическое значение пролиферации части низкоаффинных клеток в течение первых суток инкубации остается неясным. Данный вопрос может прояснить субпопуляционный анализ культур, стимулированных митогеном лаконоса.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.6.1988)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ბ. ზორაძეშვილი, ნ. კვიციანი, ნ. აბალოვალი, ძ. ზელვაგი

დონორთა იმუნური სისტემის T_H -B-გზოლის პროლიფერატიული აქტიურობის დოზისა და დროითი დამოკიდებულება ლაკონოსის მიტოგენის კასუხად

რ ე ზ ი მ ე

დონორების პერიფერულ სისხლში შესწავლილია ლაკონოსის მიტოგენის კასუხად ლიმფოციტების პროლიფერაციის დამოკიდებულება მიტოგენის დოზაზე და კულტივირების დროზე. გამოყენებული იყო მიტოგენის სუბმიტოგენური (1,0 მკგ/მლ), მიტოგენური (12,5; 25,0 მკგ/მლ) და სუპრა მიტოგენური (50,0; 100,0 მკგ/მლ) დოზები. კულტივირების ვადები იცვლებოდა 24-დან 48 და 72 საათამდე.

აღმოჩნდა, რომ საინკუბაციო დროის ზრდასთან ერთად მიტოგენური დოზა მიგრირებს დიდი დოზებიდან მცირე დოზებისკენ. გამოთქმულია რამდენიმე ჰიპოთეზა ამ მოვლენის ასახსნელად, რომლებიც ეყრდნობა ლაკონოსის მიტოგენის ოპტიმალური და სუპრაოპტიმალური დოზების მიერ ლიმფოციტების სხვადასხვა პოპულაციის სტიმულირების ცნებას.



N. Z. PORAKISHVILI, N. G. KVIRKVELIA, N. N. AMAGLOBELI, K. T. SHELEGIA

DOSE AND TIME DEPENDENCE OF T_h -B CELLULAR PROLIFERATION IN RESPONSE TO THE POKEWEEED MITOGEN (PWM) IN DONORS

Summary

PWM—stimulated lymphocyte proliferation dependence on the mitogen dose and the time of incubation was studied in peripheral blood of 12 donors aged from 18 to 35 years.

The doses of PWM used were submitogenic (1,0 $\mu\text{g}/\text{ml}$), mitogenic (12,5; 25,0 $\mu\text{g}/\text{ml}$) and supramitogenic (50,0; 100,0 $\mu\text{g}/\text{ml}$), the cultivation time varied from 24 to 48 and 72 hours.

It was found that PWM optimal mitogenic dose decreased with an increase of the incubation time up to 72 hours.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Greaves, G. Janossy, M. Doenhoff. J. Exp. Med., v. 140, № 1, 1974: 1—18.
2. G. Janossy, De La Cu. Clin. exp. Immunol., v. 26, № 1, 1976, 108—117.
3. A. Saxon, R. H. Stevens, R. F. Ashmen. J. Immunol., v. 118, № 6, 1977. p. 1872—1879.
4. Г. З. Шубинский. Бюлл. эксперимен. биологии и медицины, т. 95, 1983, 64—66.
5. Г. З. Шубинский, В. П. Лозовой. Иммунология, № 5, 1983, 24—27.
6. E. A. Clark, G. Shu. J. Immunol., v. 138, № 3, 1987, 720—725.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

К. С. ВИРСАЛАДЗЕ, Т. Э. КОДУА, З. Л. БЕРИШВИЛИ,
Х. Ш. ЦИЦИАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ПАТОГЕНЕЗА ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 20.10.1987)

Для суждения о функциональном состоянии соединительной ткани, влияющие которой на трофические процессы общеизвестно, и рассматривая язвенную болезнь как нарушение трофики слизистой гастроуденальной системы, мы продолжили изучение показателей обмена гистамина, иммунной системы и оксипролина.

Эти показатели изучены в 157 случаях (118 больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, 39 практически здоровых лиц). Возраст больных колебался от 17 до 73 лет, мужчин было 80, женщин — 38. Язва желудка на нашем материале встречалась крайне редко. Давность заболевания колебалась от 1 до 12 лет. Диагноз ставили на основании клинических, рентгенологических и гастродуоденоскопических исследований. Для изучения секреторной функции желудка использовали 0,1% раствор гистамина, пентагастрин и пробный завтрак Эвальда—Боаса. Активность желудочных желез оказалась повышенной в 48% случаев, нормальной — в 36%, а пониженной — в 16%.

При обострении язвенной болезни мы наблюдали статистически достоверное увеличение содержания гистамина в крови, снижение активности гистаминазы и гистаминопексической способности сыворотки крови.

После противоязвенной терапии указанные показатели проявляли тенденцию к нормализации, причем наиболее выраженный характер она носила при лечении больных циметидином — блокатором H_2 -рецепторов к гистамину.

Исходя из того что гистамин является важным иммуномодулятором и изучив показатели клеточного и гуморального иммунитета, мы установили, что при обострении язвенного процесса имеет место дефицит Т-системы иммунитета, выражающийся как в уменьшении общего количества циркулирующих Т-лимфоцитов, так и в снижении числа супрессирующих клеток.

Количество В-лимфоцитов оказалось у наших больных повышенным, а содержание иммуноглобулинов изменялось неоднородно. В то время как уровень иммуноглобулина класса М в сыворотке крови в фазе обострения повышался, уровень иммуноглобулина А проявлял склонность к уменьшению, а количество иммуноглобулина G не подвергалось существенным изменениям.

После лечения, по мере стихания обострения язвенной болезни некоторые показатели иммунной системы проявляли тенденцию к нормализации. Особой наглядностью эти изменения отличались при лечении больных циметидином. В этом случае уровень иммуноглобулина А нарастал, а показатель иммуноглобулина М значительно превышал нормальный уровень.

Нормализация Т-системы иммунитета была особенно выраженной в тех случаях, когда в качестве лечебного средства применялся циметидин: количество Т-лимфоцитов достигало $44,7 \pm 9,3\%$.



Сопоставляя полученные результаты, можно предположить, что повышение уровня гистамина при обострении язвенной болезни изменяет физиологический ответ Т-супрессоров, проявляющийся в ослаблении супрессорной функции Т-системы. Подавление системы иммунологического надзора, в свою очередь, видимо, способствует развитию аутоиммунных процессов. Это предположение согласуется с активацией В-системы иммунитета, проявляющейся в нарастании числа В-лимфоцитов, уровня иммуноглобулинов различных классов антител к слизистой гастродуоденальной системы.

Принимая во внимание зависимость биогенных аминов и иммунной системы от соединительной ткани, мы изучали показатели оксипролина в крови и желудочном соке больных как до, так и после противоязвенного лечения.

Как показали наши исследования, оксипролин снижался почти во всех случаях после противоязвенного лечения.

Наблюдаемые нами нарушения в гистаминовом обмене, иммунной системе и изменение показателей оксипролина позволяют предположить наличие определенных сдвигов в соединительной ткани при язвенной болезни, в особенности при ее обострении.

Хорошо известно, что поражение соединительной ткани является морфологической и функциональной основой коллагенозов. Что касается всех других заболеваний, включая органы пищеварения, то многое еще остается проблематичным.

Учитывая большую распространенность и роль соединительной ткани во всем организме, ее обязательную специфику в зависимости от того, часть какого органа она составляет, нельзя отрицать и общие черты, характерные для нее независимо от локализации как в норме, так и при патологии.

По данным работы [1], универсальная, неспецифическая реакция мезенхимы предшествует развитию атеросклероза. А. А. Богомолец еще в 20-х гг., говоря о конституции, ввел понятие о физиологической системе соединительной ткани.

Г. И. Бурчинский с соавторами [2], изучив у 20 больных язвенной болезнью ультраструктуру слизистой желудка, выявил глубокие изменения в клетках главных желез желудка, в соединительнотканых клетках, во внеклеточных образованиях и структурах, расположенных в соединительной ткани.

Т. К. Осадчук с соавторами [3] также придают большое значение коллагенообразованию при рубцевании язвенного дефекта.

Работы Ф. М. Комарова и руководимого им коллектива [4], освещающие патогенез язвенной болезни с фармакологических позиций, а также выявленное этим коллективом значение симпатической нервной системы имеют бесспорно существенное значение. Следует отметить, что сложность изучаемого вопроса вынуждает авторов большинства опубликованных до сих пор работ ограничиваться аналитическим характером, а те авторы, которые стараются синтезировать существующие факты, удовлетворяются лишь общими, недостаточно убедительными данными.

У нас пока нет никаких оснований для интеграции этого исключительно сложного вопроса, мы стараемся лишь осветить роль и значение соединительной ткани в патогенезе язвенной болезни. На данном этапе мы ограничиваемся лишь несколькими показателями и поэтому наше сообщение носит лишь поисковый характер. Очень важно непосредственно изучить процессы синтеза и распада основного фибриллярного белка соединительной ткани — коллагена, играющего значительную роль в процессе рубцевания — основной цели противоязвенной терапии.

Хорошо известно, что непосредственное образование язвенного дефекта (патогенез в узком смысле этого слова) является результатом увеличения агрессивных и/или уменьшения защитных факторов слизистой оболочки гастродуоденальной системы [4—8].

Известно также, что среди агрессивных факторов ведущее место принадлежит активности желудочного сока, хотя даже высокие показатели переваривающей силы последнего не всегда вызывают язвенную болезнь [9, 10].

Следует подчеркнуть, что нарушение равновесия между агрессивными и защитными механизмами всегда будет зависеть в конечном счете от ослабления защитных сил, даже тогда, когда исключительно ярко представлены агрессивные компоненты. В этих случаях следует различить ослабление защитных механизмов абсолютного и относительного характера, но без понижения сопротивляемости к желудочному соку язва образоваться не может.

Этим, конечно, не решается вопрос патогенеза язвенной болезни в целом. Необходимо всегда иметь в виду как генетическую предрасположенность (на нашем материале около 25% случаев), так и влияние внешней среды. Невозможно не учитывать значение нейро-гуморально-гормональных и местных факторов.

Очень трудно, а иногда и невозможно решить в каждом отдельном случае, что влияет на нарушение равновесия (патогенез в узком смысле этого слова) — генетические факторы, изменения в нейро-гуморально-гормональной системе и местные механизмы или их множественные и разнообразные сочетания.

Именно поэтому разрешение вопроса патогенеза язвенной болезни связано с исключительными трудностями. Ни одна из предложенных теорий не может быть принята безоговорочно, хотя почти каждая из наиболее распространенных содержит определенное рациональное зерно. Почти все ведущие теории не столько противоречат, сколько дополняют друг друга.

На основании наших предварительных данных можно предположить, что изменения функционального состояния соединительной ткани следует рассматривать как один из значительных компонентов в механизме язвообразования.

Не желая загромождать и запутывать и без того исключительно сложный вопрос патогенеза язвенной болезни, не можем не подчеркнуть, что функциональное состояние мезенхимы (по Богомольцу) оказывает определенное влияние на развитие патологических процессов во всех органах и системах и, в частности, в желудочно-кишечном тракте.

Огромные достижения отечественной физиологии и патологии возлагают почетную задачу на советских ученых перестраивать понимание патогенеза желудочной патологии на базе современных достижений мировой науки, говорить все четко и ясно о том, что известно, что вероятно и что неизвестно.

Необходимо исследовать коллаген иммунологическими или морфологическими методами. У нас работы в этом направлении проводятся.

კ. ვირსალაძე, თ. კოდუა, ზ. ბერიშვილი, ხ. ციციშვილი

წყლულოვანი დაავადების პათოგენეზის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია წყლულოვანი დაავადების პათოგენეზში შემაერთებელი ქსოვილის ზოგიერთი კომპონენტის როლი ავადმყოფების მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ. შესწავლილია ბიოგენური ამინები (ჰისტამინი, სეროტონინი), იმუნური სტატუსი (T- და B-ლიმფოციტები; G, A, M, ჯგუფის იმუნოგლობულინები) და ოქსიპროლინი.

დადგენილია ვარკვეული კავშირის არსებობა შემაერთებელი ქსოვილის ფუნქციონალური მდგომარეობის შეცვლასა და წყლულოვანი დაავადების განვითარებას შორის. გამოთქმულია აზრი, რომ შემაერთებელი ქსოვილის ფუნქციონალური მდგომარეობის სრული შესწავლისათვის მიზანშეწონილია უშუალოდ კოლაგენის იმუნოლოგიური და მორფოლოგიური მეთოდებით გამოკვლევა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. S. VIRSALADZE, T. E. KODUA, Z. L. BERISHVILI, Kh. Sh. TSITSIASHVILI

TO THE PROBLEM OF PATHOGENESIS IN PEPTIC ULCER

Summary

The paper studies the role of some components of the connective tissue in the pathogenesis of peptic ulcer and considers biogenic amines (histamine, serotonin), immunologic status (T- and B-lymphocytes, immunoglobulins of classes G, A, M), and oxiprolin prior to and following the treatment.

A definite correlation has been established between the changes of functional condition of the connective tissue and the development of peptic ulcer. It is suggested that in order to fully grasp the functional condition of the connective tissue, it is essential to directly investigate collagen by the immunologic and morphological methods.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. H. Haus, G. Iunge—Hülsing. Dtsch. med. Wschr., 1961, 86, 763—768.
2. Г. И. Бурчинский, В. Е. Кушнир. Язвенная болезнь. Киев. 1973.
3. Т. К. Осадчук, Ю. К. Мотин, М. А. Осадчук. Лаб. дело, № 4, 1982, 16—18.
4. Ф. М. Комаров, О. С. Радбиль. Некоторые новые данные о патогенезе, клинике и лечении язвенной болезни. М., 1978.
5. В. Х. Василенко. Клин. мед., 48, № 10, 1970, 117—127.
6. H. Vockus. Gastro-enterology. v. I, Philadelphia. 1946.
7. L. Demling. Dtsch. med. Wschr., 1961.
8. R. Menguy. Münchener med. Wschr., 1964, № 13, 575—580.
9. В. Х. Василенко, А. Л. Гребнев. Болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. М., 1981.
10. F. Hoff. Klinische Physiologie und Pathologie, Stuttgart, 1950.

Г. Н. МГАЛОБЛИШВИЛИ

КРАЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ГЛОТКИ В ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Декапосидзе 9.4.1987)

За последние годы в изучении этиопатогенеза опухолей появилось новое направление — выявление краевых особенностей возникновения и распространения злокачественных опухолей. Основной задачей этого направления является установление зависимости распространения отдельных форм рака с условиями жизни населения.

Первые сведения о злокачественных опухолях встречаются в древних китайских и египетских манускриптах, в трудах греческих врачей, в древнеславянских летописях. Естественно, что эти сведения касались в основном наружных форм опухолей; случаи поражения внутренних органов, в том числе ЛОР органов, как правило, не диагностировались.

Низкий уровень диагностики злокачественных опухолей, отсутствие точных данных о численности населения и причинах смерти делали совершенно невозможной оценку распространения злокачественных опухолей.

У нас, в СССР, пионером эпидемиологических исследований рака можно считать НИИ онкологии им. академика Н. Н. Петрова МЗ СССР; по инициативе этого института с 1953 г. была начата разработка организационно-методических вопросов по изучению краевых особенностей возникновения и распространения злокачественных опухолей.

Изучение краевых особенностей распространения рака ЛОР органов в нашей стране практически не проводилось. Обычно в монографиях, диссертациях, журнальных статьях, издаваемых в нашей стране и за рубежом, приводились данные об отдельных локализациях злокачественных опухолей, например о частоте рака гортани и опухолей верхних дыхательных путей. Поэтому судить о частоте злокачественных опухолей ЛОР органов можно только на основании статистических материалов, касающихся отдельных локализаций [1—9].

Первые работы по изучению краевых особенностей возникновения и распространения злокачественных опухолей ЛОР органов в Грузии были выполнены нами в онкологическом диспансере МЗ ГССР. С 1952 г. началось изучение эпидемиологии опухолей небных миндалин, а с 1957 г. — других ЛОР органов [6, 7].

Изучение краевых особенностей злокачественных опухолей ЛОР органов мы проводили в двух направлениях: 1) экспериментальное и биохимическое изучение факторов, способствующих возникновению злокачественных опухолей ЛОР органов [6, 7]; 2) поэтапное исследование: I — изучение материала заболеваемости ЛОР органов по разным признакам: территория, национальность, возраст, пол, особенности питания, вредные привычки и т. д.; II — изучение социально-экономических, климато-географических, профессиональных, бытовых особенностей, привычек и условий, а также генетических данных; III — лабораторная проверка (экспериментальная) данных, полученных другими дисциплинами на II этапе работы; IV — разработка профи-

Распределение больных опухолями глотки в зависимости от локализации и пола

Локализация	Количество	В том числе	
		мужчин	женщин
Носоглотка	92	46	46
Ротоглотка	30	17	13
Гортаноглотка	14	13	1
Всего	136	76	60

лактических мероприятий по оздоровлению населения (использование материалов о заболеваемости злокачественных опухолей ЛОР органов по форме 281 и по спецкартам № 1, материалов о смертности, данных профессиональных осмотров или специальных выборочных обследований, изучение вопроса о точности диагностики злокачественных опухолей, определение территории, подвергаемой обследованию, анализ показателей заболеваемости населения отдельными формами рака с учетом пола и возраста больных, анализ быта и особенностей питания, изучение значения дисгормональных нарушений в возникновении и развитии рака ЛОР органов, роли профессиональных факторов).

Эпидемиологические карты, заполненные на больных злокачественных опухолями ЛОР органов и лиц контрольной группы (здоровых), после их уточнения и правки подвергались обработке на ЭВМ. Полученные сведения обрабатывались статистически. Для этого использовались два метода математической обработки: метод корреляции между патогенными агентами и поражаемостью и сравнение относительных чисел распределения больных и лиц контрольной группы с помощью критерия Стьюдента.

Таблица 2

Распределение больных опухолями глотки в зависимости от возраста

Пол	0—9 лет	10—19 лет	20—29 лет	30—39 лет	40—49 лет	50—59 лет	60—69 лет	Старше 70 лет	Всего
Мужчины	—	2	3	5	20	12	20	14	76
Женщины	1	3	9	10	8	12	10	7	60

С 1971 по 1975 г. нами было проведено наблюдение на 136 больных опухолями глотки (см. табл. 1) и 85 лицах контрольной группы.

По гистоморфологической структуре были диагностированы: плоскоклеточный ороговевающий рак — в 28 случаях, неороговевающий — 56, низкодифференцированный рак — 18, лимфопитиома — 29, цилиндрома — 1, хондросаркома — 1, ретикулосаркома — 1 и лимфома — 1.

По стадиям заболеваний: I ст. — 3 (2,2%), II ст. — 21 (15,4%), III ст. — 98 (72,2%) и IV ст. — 14 (10,2%).

Распределение больных опухолями глотки в зависимости от возраста представлено в табл. 2.

Согласно данным табл. 1, 2, частота больных опухолями глотки мужчин сравнительно с женщинами сравнительно больше (76:60), при носоглотке почти одинакова (46:46).

Связь различных факторов внешней среды с заболеваемостью опухолями глотки отражена в табл. 3. Как видно из этой таблицы, при



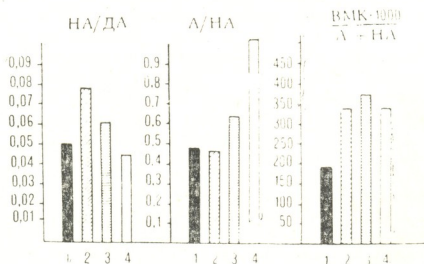
Таблица 3

Связь различных факторов внешней среды с заболеваемостью
опухольями глотки

Внешние факторы	Рото- и гортаноглотка		Носоглотка	
	Показатель соответствия	Критерий Стьюдента	Показатель соответствия	Критерий Стьюдента
Горячая пища	5,2	0,05	8,9	0,01
Острая пища	0,7	0,05	3,6	0,05
Консервности	0,1	0,05	0,5	0,05
Консервы	1,5	0,05	2,8	0,05
Лук	4,2	0,05	3,4	0,05
Чеснок	1,9	0,05	2,5	0,05
Алкоголь	143,8	0,001	85,2	0,001
Курение	25,6	0,001	9,1	0,01
Бордосская жидкость	0	0,05	12,3	0,001
Другие химикаты	115,1	0,001	5,0	0,05
Пыль	11,3	0,001	14,6	0,001
Дым	6,1	0,05	13,7	0,001

развитии опухолей рото- и гортаноглотки значение имеют химикаты, пыль, алкоголь и курение, при развитии опухоли носоглотки — алкоголь, бордосская жидкость, пыль и дым.

Для большего удобства, как это принято еще с древних времен, Грузия разделена нами на 13 этнографических районов. Заболеваемость



Заболеваемость раком глотки в отдельных районах Грузии за 1971—1975 гг.: 1—Сванетия, 2—Джавахетия, 3—Мингрелия, 4—Пшав-Хевсуретия, 5—Имеретия, 6—Карталиния, 7—Абхазия, 8—Гурия, 9—Кахетия, 10—Юго-Осетия, 11—Месхетия, 12—Аджария, 13— Рача-Лечхуми

мость раком глотки в отдельных районах Грузии приведена на диаграмме.

Согласно диаграмме, на 100 000 населения наибольшее число больных опухолями глотки было зарегистрировано в Сванетии (18,3), Джавахети (5,6) и Мингрелии (3,9).

Совсем не встретились случаи опухолей глотки в Рача-Лечхуми.

НИИ экспериментальной
и клинической хирургии
им. К. Д. Эристави
МЗ ГССР

ზ. მგალობლიშვილი

 ხახის ავთვისებიანი სიმსივნეების სამხარეო გავრცელება
საქართველოში

რ ე ზ ი მ ე

ავტორის მიერ შესწავლილია ხახის ავთვისებიანი სიმსივნეებით დაავადებული ავადმყოფი (136) 1971—1975 წ. წ. ჩათვლით. დადგენილია, რომ ასეთი ლოკალიზაციის სიმსივნეების მეტი წილი გავრცელებულია: სვანეთში, ჯავახეთსა და სამეგრელოში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. N. MGALOBlishVILI

 MARGINAL PECULIARITIES OF PHARYNX TUMORS DISTRIBUTION
IN THE GEORGIAN SSR

Summary

136 patients have been examined in the period between 1971—1975. It is stated that most tumor patients have been recorded in some parts of Georgia, such as Svaneti, Javakheti and Mingrelia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Долшинцев. Сб. науч. трудов Куйбышевского мед. ин-та, 85, 1974, 9—15.
2. А. Г. Заживалов. ЖГБ, № 1, 70, 1973.
3. Я. И. Игнатъев. Эпидемиология злокачественных опухолей. Алма-Ата, 1970, 7.
4. Н. А. Карпов. Вопросы географической патологии орофарангиальных опухолей. Алма-Ата, 1965, 45—53.
5. В. С. Кузнецов, А. Б. Морозов. ЖГБ, № 3, 1971, 61—68.
6. Г. Н. Мгалоблишвили. Сб. трудов НИИ онкологии ГССР, т. 3, 1963.
7. Г. Н. Мгалоблишвили, В. О. Иосава. Сб. трудов НИИ онкологии ГССР, т. 4, 1967.
8. Г. Н. Наумов. ВОРЛ, № 5, 1973, 89.
9. И. П. Сизый. ЖГБ, № 6, 1972, 89—90.



Р. Я. ВЕПХВАДЗЕ, А. О. СЕПИАШВИЛИ, К. И. БАРДАДЗЕ,
Д. Г. ЦНОБИЛАДЗЕ, Р. В. ХОМЕРИКИ, Г. О. КЕВЛИШВИЛИ,
Д. Ш. БЕНИАШВИЛИ

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ИНДУЦИРОВАННЫХ РАБДОМИОБЛАСТОМ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 27.5.1987)

В последнее время в клинической онкологии все чаще используется термографический метод диагностики злокачественных опухолей [1—3]. В эксперименте преимущественно изучались температурные изменения разных опухолевых штаммов [4, 5], которые являются готовыми опухолевыми клетками и мало адекватны человеческой онкологической патологии. В доступной нам литературе не обнаружено сообщения о применении метода термографии в наблюдении за индуцированными новообразованиями, поэтому мы поставили целью дать тепловизионную характеристику blastomagenеза мышечной ткани в динамике развития опухолей после введения канцерогенного вещества.

В качестве подопытных животных использовали 117 белых беспородных крыс, которым в толщу правого бедра вводили 9.10-диметил-1,2 бензантрацен в дозе 2 мг на животное. В качестве растворителя blastomagenного вещества применяли оливковое масло. Для изучения динамики морфологических изменений через каждые 10—15 дней забивали небольшие группы (3—5) животных и брали у них мышцы бедра, а через 4—5 месяцев и миогенные опухоли, которые фиксировали в нейтральном формалине, а в дальнейшем заливали в целлоидин. Срезы окрашивали гематоксилин-эозином и микрофуксин по ван-Гизону. Для изучения тепловизионных изменений применяли модель ТН-М-1 термографической системы «Barnes». Тепловую информацию регистрировали на отечественной флюорографической пленке РФ-3. Тепловизионному исследованию подвергали эпилированные поверхности обоих бедер. Информацию оценивали качественно-количественным способом. Качественный анализ осуществляли на основании визуальной оценки характера структуры теплового изображения (наличие атипических тепловых образований, их форма, размер, гомогенность). Количественный анализ проводили на основании сопоставления температурных показателей симметрических участков (Δt). Данные количественного анализа термоинформации рассматривали в динамике (одно тепловизионное исследование в неделю в течение 6—7 месяцев).

Исследуемый нами материал дал возможность проследить динамику развития опухоли и проанализировать всю гамму тепловизионных и морфологических изменений мышечной ткани, наблюдавшихся на месте введения blastomagenного вещества.

Как видно из рис. 1, при динамическом исследовании температурной кривой было выделено несколько стадий, характеризующих тепловизионные и морфологические изменения.

В I периоде отмечалось понижение активности исследуемой области на 0,5—0,7°C относительно первоначального уровня, продолжающееся до 1-го месяца после введения blastomagenного вещества. При гистологическом изучении в этом периоде мышечные волокна претер-

певали значительные альтеративно-некротические изменения. В одних случаях разбухшие мышечные волокна постепенно теряли поперечную исчерченность, их саркоплазма становилась гомогенной. В местах наибольших изменений мышечное волокно полностью погибало и расплавлялось, образуя обширные участки некроза, что, по-видимому [6], связано с токсическим влиянием бластомогенного вещества. По мере удаления от таких участков интенсивность изменений постепенно уменьшалась, но картина зернистой дистрофии все же прослеживалась.

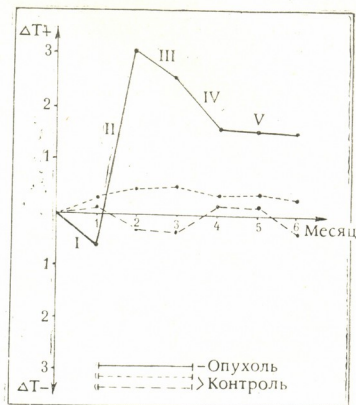


Рис. 1

Во II периоде наблюдалось линейное повышение термической активности на 3,0—3,2°C относительно исходного уровня и на 3,5—3,9°C относительно I периода вплоть до 2-го месяца наблюдения. При микроскопическом изучении мышц правого бедра отмечалась картина воспалительных и дистрофических изменений. Мышечные волокна окрашивались неравномерно; окрашенные и неокрашенные волокна располагались мозаично, что зависело от степени повреждения мышечных волокон.

III период характеризовался некоторым понижением термогенной активности на 0,4—0,7°C относительно II периода. На этой стадии эксперимента в мышечных волокнах наблюдалась неравномерная гиперплазия. К концу 3-го месяца после введения бластомогенного вещества отмечалось нарастание в массе мышечной ткани.

В IV периоде продолжалось понижение термогенной активности на 1,5—1,8°C относительно II периода. При микроскопическом изучении обнаруживались очаговые пролифераты. Крупные и гиперхромные ядра довольно часто располагались цепочками вдоль мышечных волокон, иногда наблюдались amitotические деления ядер. Местами цепочкообразное расположение ядер встречалось в 2 или в 3 ряда.

В V периоде отмечалась стабилизация термогенной активности на уровне 1,2—1,5°C выше первоначального уровня. С 5-го месяца у подопытных крыс обнаруживались опухоли мышц правого бедра. При микроскопическом исследовании они характеризовались большим полиморфизмом. Иногда клетки имели уродливые формы. Около сосудов местами отмечался резкий атипизм опухолевых клеток. В ядрах наблюдались явления пикноза, полный или краевой гиперхроматоз,

вакуолизация. На периферии видны были разной формы и величины остатки поперечнополосатой мышечной ткани. Гистологический диагноз — злокачественная рабдомиобластома.

Таким образом, при тепловизионном и морфологическом изучении бластомогенеза мышечной ткани выявлена стадийность их развития, столь характерная для многих индуцированных опухолей [7].

Изучение гистологических и термографических особенностей экспериментальных опухолей мышечной ткани позволяет считать их наиболее адекватными аналогичным новообразованиям у человека.

Онкологический научный центр
МЗ ГССР

(Поступило 4.6.1987)

მაკაბრიმეტული მედიცინა

რ. ვიფხვაძე, ა. სიფიაშვილი, კ. ბარდაძე, დ. ცნობილაძე, რ. ხომერიკი,
გ. კევილიშვილი, ჯ. ბენიაშვილი

ინდუცირებული რაბდომიოგლასტომების განვითარების დინამიკის
თერმოვიზიური დახასიათება

რ ე ზ ი მ ე

ვირთაგვების კუნთში კანცეროგენის შეყვანით ინდუცირებულია ექსპერიმენტული რაბდომიოგლასტომები. შესწავლილია სიმსივნის განვითარება დინამიკაში კუნთის ქსოვილის მორფოლოგიის და თერმოგრაფიის ცვლილებების მიხედვით. დადგენილია, რომ მიოგენური ავთვისებიანი სიმსივნის ინდუცირება ხასიათდება გარკვეული სტადიურობით — პირველი თვის განმავლობაში ტემპერატურის დაცემით, ხოლო შემდგომში მომატებით (3,5—3,9°) და 1,5—2 თვიდან მისი თანაბარი დაკლებით. სიმსივნის განვითარებისას — კანცეროგენის შეყვანიდან 4—5 თვის შემდეგ — აღინიშნება თერმოგრაფიული აქტივობის შეფარდებითი სტაბილურობა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

R. Ya. VEPKHVADZE, A. O. SEPIASHVILI, K. I. BARDADZE, D. G. TSNOBILADZE,
R. V. KHOMERIKI, G. O. KEVLISHVILI, D. Sh. BENIASHVILI

THERMOVISUAL CHARACTERISTICS OF INDUCED RHABDOMYOBLASTOMA DYNAMICS

Summary

Experimental rhabdomyoblastomas are induced by carcinogene introduction into rat muscle.

Progress of the tumor is studied in dynamics according to morphological and thermographical changes in muscle tissue.

It is stated that the induction of myogenic malignant tumors is characterized by definite stages: temperature fall in the first month, with its subsequent increase by 3,5—3,9°, and after 1,5—2 months—a steady decrease in the temperature. As for tumor development, after 4—5 months following carcinogene introduction a relative stability of thermographic activity is noticed.

წიგნობის სია — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Миленко, Б. Б. Ильясов, Г. И. Чиж, С. С. Миндлин. Тез. докл. Всесоюз. конф. «Тепловизионная медицинская аппаратура и практика ее применения ТЕМП-82». Л., 1982, 175—177.
2. Н. К. Муратходжаев, А. А. Фазылов, Ф. Л. Аляви. Там же, 180—181.
3. В. Я. Мазурин. Медицинская термография. Кишинев, 1984.
4. Э. Г. Гедеванишвили, А. О. Сепиашвили, Н. Р. Вепхвадзе, О. К. Наянова. Тез. докл. Всесоюз. конф. «Тепловизионная медицинская аппаратура и практика ее применения ТЕМП-82». Л., 1982, 167—169.
5. А. И. Анисимов, Н. В. Леонтьева, Е. С. Соловьева. Пат. физиол. и эксп. тер., вып. 3, 1980, 65—66.
6. Г. Е. Георгадзе. Экспериментальные рабдомиобластомы и влияние организма на их развитие. Тбилиси, 1963.
7. Л. М. Шабад. Предрак в экспериментально-морфологическом аспекте. М., 1967.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. М. ХАРДЗЕИШВИЛИ

О ПОСТРЕАНИМАЦИОННОЙ ЭНТЕРОГЕННОЙ ТОКСЕМИИ
У ЖИВОТНЫХ, ОЖИВЛЕННЫХ ПОСЛЕ СМЕРТЕЛЬНОЙ
КРОВОПОТЕРИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 26.8.1987)

Нарушение барьерной функции кишечника, потеря им свойств полупроводника или изолятора для определенных веществ его содержимого угрожает попаданием в кровь токсических веществ. Из разнообразных патологий, вызывающих нарушение вышеназванной функции кишечника, особое место занимает патология, развившаяся в процессе умирания и оживления организма. Нашими предыдущими исследованиями [1—3] было показано, что гипоксия, имеющая место в процессе быстрого, длительного умирания от кровопотери и в ближайшие часы после реанимации, вызывает тяжелые структурные повреждения слизистой оболочки кишечника.

Цель настоящего исследования — определение степени токсичности плазмы крови портальной вены (ПКПВ), собирающей кровь из кишечного тракта в постреанимационном периоде, и оценка состояния барьерной функции кишечника с одновременным определением степени токсичности плазмы крови бедренной вены (ПКБВ), отражающей степень общей токсичности крови организма.

Опыты были поставлены на 15 беспородных собаках. Быстрое умирание моделировали одномоментным кровопусканием из бедренной артерии. Животных оживляли после быстрого умирания (3-минутная клиническая смерть) внутриартериальным нагнетанием собственной артериальной крови, искусственным дыханием и непрямым массажем сердца. Для получения крови из портальной вены за 1 месяц до эксперимента у животных производили лапаротомию и вставляли полиэтиленовый катетер в одну из ветвей брыжеечной вены, который выводился на передней стенке брюшной полости подкожно. Степень токсичности плазмы крови определяли методом биотестирования на одноклеточных организмах парамециях. О степени токсичности плазмы судили по длительности времени умирания половины количества парамеций (LD_{50}) и всех парамеций (DL_{100}).

Результаты изучения токсичности ПКПВ на различных сроках после реанимации показали, что в контроле время гибели половины количества парамеций — LD_{50} составляет 8 мин, а время гибели всех парамеций — LD_{100} — 12 мин и 10 сек. На 30-й мин LD_{50} равняется 2 мин и 40 сек, а LD_{100} — 3 мин и 10 сек (таблица). При воздействии ПКПВ, полученной через 1 час после реанимации, LD_{50} составляет 2 мин, а LD_{100} — 2 мин и 50 сек.

Через 2 часа после реанимации токсичность ПКПВ незначительно снижается по сравнению с предыдущим сроком реанимации, однако остается резко повышенной по сравнению с контролем (рис. 1). На этом сроке LD_{50} составляет 2 мин и 40 сек, DL_{100} — 3 мин и 50 сек.



Через 3, 6, 12 часов после реанимации токсичность ПКПВ незначительно снижается по сравнению с предыдущими сроками, однако все же остается высокой по сравнению с контролем. На этих сроках реанимации LD_{50} составляет 2 мин и 10 сек, LD_{100} — 3 мин и 20 сек (3 часа), LD_{50} — 5 мин и 10 сек, LD_{100} — 6 мин и 20 сек (6 часов), LD_{50} — 4 мин, LD_{100} — 6 мин и 30 сек (12 часов).

С 24 часов до 48 часов и 10 дней токсичность ПКПВ укладывается в пределах нормы и на 1 месяце даже падает ниже контроля.

Таким образом, определение степени токсичности плазмы крови портальной вены в различные сроки после реанимации показало, что высокой степенью токсичности плазма характеризуется в постреанимационном периоде от 30 мин до 12 часов. При этом самая высокая токсичность из названных сроков отмечается через 1 час после реанимации. С 24 часов до 10 дней включительно токсичность ПКПВ резко падает до уровня контроля и на 1 месяце выявляется более низкая степень токсичности, чем в контроле.

Результаты изучения степени токсичности ПКБВ на различных сроках после реанимации показали различную степень токсического воздействия названной плазмы на продолжительность жизни наблюдаемых одноклеточных организмов. В частности, при воздействии на парамеции ПКБВ контрольных животных время гибели половины количества всех парамеций составляет 8 мин и 10 сек и всех парамеций — 10 мин и 50 сек. При воздействии ПКБВ, полученной на 30-й минуте реанимации, LD_{50} составляет 1 мин и 10 сек, а LD_{100} — 2 мин и 40 сек (таблица). При воздействии ПКБВ, полученной через 1 час после реанимации, LD_{50} составляет 3 мин и 20 сек, а LD_{100} — 4 мин.

Среднеарифметические показатели времени гибели парамеций после воздействия на них плазмой крови портальной и бедренной вен (ПКПВ и ПКБВ), взятой на различных сроках после реанимации

Время постреанимационного периода	ПКПВ		ПКБВ	
	LD_{50}	LD_{100}	LD_{50}	LD_{100}
Контроль	8'10"	13'50"	8' 0"	12'10"
30 мин	1'50"	2'40"	2'40"	3'10"
1 час	3'20"	4' 0"	2' 0"	2'50"
2 часа	4' 0"	6'10"	2'40"	3'50"
3 часа	3'16"	5'20"	2'10"	3'20"
6 часов	6'30"	8'40"	5'10"	6'20"
12 часов	5' 0"	7'55"	4' 0"	6'30"
24 часа	9'30"	12'10"	8' 0"	10'10"
48 часов	10'10"	13'10"	8' 5"	11' 0"
10 дней	10'50"	15'50"	9' 0"	10'50"
1 месяц	9'30"	14' 0"	8' 0"	13' 0"

Через 3 часа после реанимации токсичность ПКБВ вновь, но незначительно повышается по сравнению с предыдущим сроком эксперимента. На этом сроке LD_{50} равняется 3 мин и 16 сек, а LD_{100} — 5 мин и 20 сек.

Через 6 и 12 часов после реанимации токсичность ПКПВ по сравнению с 3-часовым сроком наблюдений значительно не меняется и остается повышенной по сравнению с контролем. На этом сроке LD_{50} составляет 6 мин и 30 сек, LD_{100} — 8 мин и 40 сек (6 часов), LD_{50} — 5 мин и LD_{100} — 7 мин и 55 сек (12 часов).

Через 24 и 48 часов после реанимации токсичность ПКБВ резко снижается и почти сравнивается со степенью токсичности ПКБВ в контроле. Через 10 дней и 1 месяц токсичность ПКБВ снижается ниже контрольного уровня.

Таким образом, определение степени токсичности плазмы крови бедренной вены (ПКБВ) в различные сроки после реанимации показало, что высокой степенью токсичности плазма обладает в постреанимационном периоде от 30 мин до 12 часов. При этом самая высокая токсичность из названных сроков отмечается на 30-й мин. С 24 часов степень токсичности ПКБВ резко снижается и приближается к степени токсичности контроля. Более отдаленные сроки (10 дней и 1 месяц) после реанимации характеризуются еще большим снижением токсичности по сравнению с контролем (рис. 1).

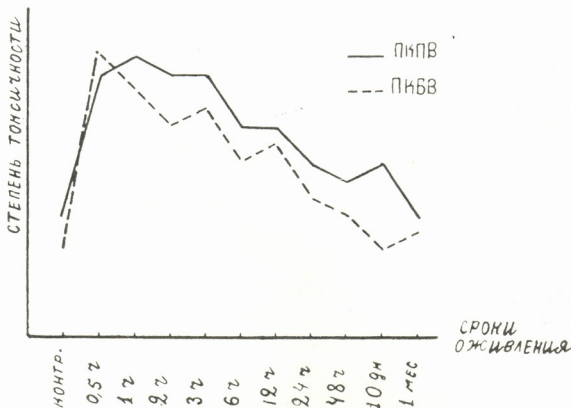


Рис. 1. Кривые, показывающие динамику степени токсичности плазмы крови портальной и бедренной вен (ПКПВ и ПКБВ) в постреанимационном периоде

Сравнение степени токсичности плазмы крови портальной и бедренной вен в процессе оживления организма показало, что от 0,5 до 12 часов после реанимации в плазме крови как портальной, так и бедренной вен отмечается высокая степень токсичности, резко снижающаяся к 24 часам реанимации. Вместе с вышеотмеченным имеется определенная разница в динамике и степени токсичности плазмы крови портальной и бедренной вен. Разница заключается в том, что токсичность плазмы портальной вены как в контроле, так и на всех сроках постреанимационного периода, за исключением 30-й мин, значительно выше токсичности крови бедренной вены.



Высокая токсичность плазмы крови портальной вены по сравнению с плазмой крови бедренной вены указывает на нарушение барьерной функции слизистой кишечника, развившегося в условиях его гипоксического повреждения в постреанимационном периоде.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 3.9.1987)

მაკაბრინმეტული მედიცინა

ო. ხარძეიშვილი

სასიკვდილო სისხლდაკარგვის შემდგომი კონსტრუქციული
ენტეროგენული ტოქსემიის შესახებ ცნობაზე

რეზიუმე

შესწავლილია პორტული და ბარძაყის ვენის სისხლის პლაზმის ტოქსიურობის ხარისხი მწვავე სისხლდაკარგვით გამოწვეული სიკვდილის შემდგომი გაცივების სხვადასხვა ვადებში.

დადგენილია, რომ პორტული და ბარძაყის ვენის სისხლის პლაზმა გაცივების შემდგომ პერიოდში 30 წუთიდან 12 საათამდე ხასიათდება ტოქსიურობის მაღალი ხარისხით. დასახელებულ პერიოდში პორტული ვენის სისხლის პლაზმის ტოქსიურობის ხარისხი უფრო მაღალია, ვიდრე ბარძაყის ვენისა, რაც დაკავშირებულია ნაწლავის ლორწოვანი გარსის დაზიანებასთან და მისი ბარიერული ფუნქციის დარღვევასთან.

EXPERIMENTAL MEDICINE

O. M. KHARDZEISHVILI

ON THE PROBLEM OF POSTRESUSCITATIONAL ENTEROGENOUS
TOXEMIA IN ANIMALS REANIMATED FOLLOWING THE FATAL
HEMORRAGE

Summary

A study has been made of the degree of toxicity of portal and femoral vein blood plasma at various intervals of resuscitation after death caused by acute blood loss.

Portal and femoral vein plasma is shown to be highly toxic within the period of 30 min to 12 hours following resuscitation. Within this interval the degree of toxicity of portal vein blood plasma, was higher than that of femoral vein blood plasma, which is related to the damage of intestinal mucous membrane and failure of its barrier function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. M. Khardzeishvili. Сообщения АН СССР, 117, № 3, 1985, 609—612.
2. O. M. Khardzeishvili. Сообщения АН СССР, 118, № 1, 1985, 153—155.
3. O. M. Khardzeishvili. Сообщения АН СССР, 119, № 2, 1985, 417—420.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. Т. АЛАДАШВИЛИ, С. А. КУКИШВИЛИ, Э. Ф. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

ДАННЫЕ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ДИСПЛАСТИЧЕСКОГО
 КОКСАРТРОЗА В ГРУЗИИ

(Представлено академиком О. Н. Гудушауря 17.9.1987)

Определение прогностической значимости факторов риска диспластического коксартроза служит профилактике этого заболевания.

Нами изучена значимость системы крови АВО и резус-фактора, а также некоторых других возможных факторов риска — пола, возраста, профессии и места рождения больных — в прогнозировании диспластического коксартроза в Грузии.

Определение значимости факторов риска коксартроза выполнено методами многомерного статического анализа [1].

Работа основана на изучении 103 больных с диспластическим коксартрозом в возрасте от 18 до 70 лет (контингент Научного центра травматологии и ортопедии МЗ ГССР) и 250 неотобранных лиц того же возраста из общей популяции. Все обследованные лица грузины.

Для реализации дискриминантного метода составлена программа на языке «Бейсик» для ЭВМ.

Для решения поставленных задач вначале мы применили стандартную статистическую обработку полученных данных для больных и контрольных лиц. В результате определили средние значения, значения дисперсии и их ошибки. Значимость различий признаков проверили с помощью t-критерия Стьюдента и ϕ -преобразования.

Дискриминантным анализом нами получен количественный вклад каждого из изученных признаков (группы крови, резус-отрицательный фактор, пол, возраст, профессия и место рождения больного) в прогноз заболеваемости диспластическим коксартрозом (табл. 1).

Таблица 1

Ценность признаков

Признаки	Ценность
Профессия — служащий	9,8
А-группа крови	6,3
Профессия — физический труд	5,1
О-группа крови	5,0
В-группа крови	4,1
Место рождения	2,3
Возраст средний (от 45 до 59)	1,5
Возраст пожилой (от 60 до 74 лет)	1,0

По данным этой таблицы, в прогнозировании диспластического коксартроза наибольший удельный вес имеют следующие признаки: профессия, группа крови, сравнительно меньший — место рождения, возраст.

Выявилась высокая прогностическая ценность следующих признаков: возраст больных от 45 до 59 лет, место рождения (если это

Распределение групп ОАВ среди больных коксартрозом и здоровых лиц в возрасте от 19 до 45 лет (I) и от 46 по 74 лет (II)

Клиническая группа	Всего		Г р у п п ы к р о в и							
			О		А		В		АВ	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
			I							
Больные	70	100,0	41	58,6±5,9	21	30,0±5,5	5	7,1±3,1	3	4,3±2,4
Здоровые	91	100,0	29	31,9±4,9	46	50,5±5,2	11	12,1±3,4	5	5,5±2,4
t				3,5		2,7		0,9		0,3
P			<	0,01	<	0,05	>	0,05	>	0,05
			II							
Больные	33	100,0	19	57,6±8,6	10	3,03±	4	12,1±8,0	0	
Больные	59	100,0	30	50,8±6,5	24	40,7 ±	5	8,5±2,9	0	
t				0,6		1,0		0,5		
P			>	0,5	>	0,05	>	0,5		



равнинная местность), профессия (домохозяйка или пенсионер), группа крови. Эти признаки являются факторами высокого риска. Сравнительно ниже прогностическая ценность таких признаков, как возраст от 19 до 44 и от 60 до 74 лет, профессия (служащий или занимается физическим трудом), место рождения (гористая местность). Однако прогностическая значимость этих признаков сравнительно ниже, чем вышеперечисленных.

Дискриминантным анализом обнаружено, что в тех случаях, когда имеет место сочетание — одновременное наличие многих факторов высокого риска, вероятность возникновения диспластического коксартроза достигает 95%, в тех же случаях, когда имеются сравнительно менее значимые признаки, — лишь 7%. Остальные признаки имеют различную значимость в диапазоне от 95 до 7%. Эти данные могут быть использованы в медико-генетическом консультировании семей пробандов с врожденным вывихом бедра и для профилактики диспластического коксартроза в Грузии.

Высокая прогностическая ценность группы крови системы АВО побудила нас получить добавочные данные о связи этой системы с диспластическим коксартрозом.

С этой целью мы сравнили частоту групп крови АВО, а также резус-фактора среди больных коксартрозом и практически здоровых лиц. Рассмотрели эти данные в двух возрастных группах: от 19 до 45 лет и от 46 до 74 лет. Эти данные приведены в табл. 2 и 3.

Данные этих таблиц показали, что значимого различия между больными и здоровыми в отношении резус-отрицательного фактора нет. В распределении же групп системы АВО между больными и здоровыми значимые различия выявились в возрастной группе от 19 до 45 лет — частота О-группы у больных оказалась выше, чем у здоровых, а В-группы — ниже. Можно предположить, что в сравнительно более раннем возрасте (до 45 лет) к коксартрозу на почве дисплазии склонны лица с группой крови 0. Можно также предположить, что группа А имеет защитное влияние на заболеваемость коксартрозом в этом возрасте. С увеличением возраста, группы крови теряют свое избирательное влияние на предрасположенность к коксартрозу.

Таблица 3
Распределение резус-отрицательного фактора (Rh—) среди больных коксартрозом и здоровых лиц в возрасте от 19 до 45 (I) и от 46 до 74 лет (II)

Клиническая группа	Всего		Rh —	
	абс.	%	абс.	%
I				
Больные	70	100,0	8	11,4
Здоровые	91	100,0	18	19,8
t				1,5
p				> 0,1
II				
Больные	33	100,0	5	15,1±6,2
Здоровые	59	100,0	12	20,3±5,2
t				0,6
p				< 0,5



Наши данные о превазировании среди больных группы 0 не подтверждают данные о значительном превазировании группы А при артрозе тазобедренного сустава на почве врожденного вывиха бедра [2]. По нашим данным, именно у лиц с группой крови 0 заболевание чаще переходит в стабильную форму.

В проведении генетико-математического анализа нам была оказана консультативная и практическая помощь канд. биол. наук В. И. Трубниковым (методический центр по генетико-математическому анализу в отделе генетики Института психиатрии АМН СССР).

Научный центр травматологии
и ортопедии
МЗ СССР

(Поступило 17.9.1987)

მაკარინიგნებულნი მდიონისა

ლ. ალადაშვილი, ს. კუკიშვილი, ე. ლორთქიფანიძე

მონაცემები საკართველოზი დისპლასტიური კოქსართროზის
პროგნოზირებისათვის

რეზიუმე

დისკრიმინანტული ანალიზის საშუალებით დადგენილია ზოგიერთი გენეტიკური და გარემო ფაქტორების მნიშვნელობა დისპლასტიური კოქსართროზის პროგნოზირებაში. ეს მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნას დისპლასტიური კოქსართროზის პროფილაქტიკისათვის.

EXPERIMENTAL MEDICINE

L. T. ALADASHVILI, S. A. KUKISHVILI, E. F. LORTKIPANIDZE

DATA TO PREDICT DISPLASTIC COXARTHROSIS IN GEORGIA

Summary

The significance of genetic and environmental factors in Georgia influencing the formation of displastic coxarthrosis is determined. These data may be used for preventing displastic coxarthrosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ю. Урбах. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. М., 1975.
2. В. П. Колодченко. Орт., травм. и протез., № 9, 1981, 41—45.

К. И. ПАГАВА, И. Ф. МИНЕЕВ, А. В. ПАГАВА, Т. О. АЛАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ НА АДАПТАЦИОННО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 25.9.1987)

Широкое распространение лазерной техники в медицине опережает научное обоснование лазерной терапии [1]. Целью работы явилось изучение адаптогенного действия монохроматического когерентного красного света (длина волны 633,2 нм), излучаемого низкоинтенсивным гелий-неоновым лазером, на основании математического анализа ритма сердца, проведенного с помощью ЭВМ. Ритм сердца как наиболее адекватный индикатор степени напряжения регуляторных систем позволяет получать объективную оценку адаптационно-приспособительных возможностей организма [2].

Под нашим наблюдением находились 72 ребенка в возрасте 10—14 лет с различными соматическими заболеваниями (бронхиальная астма, пневмония, холецистопатии, вегето-сосудистая дистония), в комплексное лечение которых включалась лазеротерапия. Проводилось воздействие на биологически активные точки кожи (БАТК). Плотность мощности 10—20 мвт/см², время воздействия на одну БАТК 10—15 сек. В течение одного сеанса облучались 5—7 БАТК, которые подбирались по принципам рефлексотерапии [3]. Для исключения влияния других сопутствующих факторов исследование проводилось перед лазеротерапией, непосредственно после нее и через 10 мин. Выборки из 100 значений кардиоинтервалов обрабатывались на ЭВМ «Искра-226». Определялись следующие показатели вариационной пульсометрии, аутокорреляционного и спектрального анализ: частота сердечных сокращений (ЧСС), средняя (M), среднеквадратическое отклонение (σ), коэффициент вариации, эксцесс, асимметрия, вариационный размах (ΔX), мода (M_0), амплитуда моды (AM_0), индекс напряжения регуляторных систем (ИН), ряд других производных показателей для оценки вегетативного гомеостаза, коэффициент корреляции на первом шаге (IK), K_0 и $K_{0,3}$ — числа шагов, на которых K становится отрицательным и менее 0,3, максимальные амплитуды и средние значения мощности медленных волн 2-го и 1-го порядка и дыхательных волн, индекс централизации и другие производные показатели, указывающие на активность подкорковых нервных центров [4].

Для суждения о состоянии регуляторных систем организма использовалась схема Р. М. Баевского [2], суть которой заключается в суммировании данных по конечному эффекту регуляции ритма сердца, функции автоматизма сердечной мышцы, вегетативному гомеостазу, устойчивости регуляции, активности подкорковых центров.

Одним из наиболее важных результатов проведенного исследования считаем выявление того факта, что в группах с нормальными значениями показателей математического анализа ритма сердца лазеротерапия не вызывала значительных сдвигов, выходящих за пределы нормы.

Изменения функциональных особенностей сердечного ритма под влиянием лазеротерапии

			I	II	III
Суммарный эффект регуляции	a (n=18)	ЧСС (уд/мин)	113,4 ± 2,6	102,5 ± 2,3*	103,5 ± 2,6
		M (сек)	0,562 ± 0,012	0,585 ± 0,010*	0,581 ± 0,012
Функция автоматизма	b (n=9) c (n=16)	ΔX (сек)	0,086 ± 0,005	0,107 ± 0,008*	0,121 ± 0,012*
		ΔX (сек)	0,352 ± 0,011	0,291 ± 0,010*	0,288 ± 0,012
Вегетативный гомеостаз	d (n=9)	AM ₀ (%)	16,8 ± 0,5	19,1 ± 0,7*	20,2 ± 0,7*
		ИН (усл. ед)	26,3 ± 2,0	38,6 ± 2,3*	43,9 ± 2,4*
	e (n=12)	AM ₀ %	19,6 ± 0,7	20,6 ± 0,8	22,8 ± 0,7*
		ИН	34,6 ± 1,9	39,1 ± 2,2	42,8 ± 2,3*
	l (n=19)	AM ₀ %	27,4 ± 0,7	25,1 ± 0,6	25,3 ± 0,6
		ИН	109,3 ± 4,8	79,4 ± 4,6*	66,2 ± 4,2*
	g (n=18)	AM ₀ %	22,6 ± 1,1	21,1 ± 1,0	20,6 ± 0,8
		ИН	245,3 ± 11,2	157,8 ± 10,4*	162,5 ± 6,2*
Устойчивость регуляции	h (n=7)	V %	16,2 ± 0,8	14,3 ± 0,8	11,9 ± 0,7*
		ИН	20,3 ± 1,6	28,6 ± 1,8*	38,0 ± 2,0*
		Ik	0,87 ± 0,04	0,79 ± 0,05	0,76 ± 0,04
Активность подкорковых нервных центров		S ₀ S _M S _D	Без достоверных сдвигов		

I — исходное состояние, II — непосредственно после ЛТ, III — через 10 мин после ЛТ; a — выраженная тахикардия, b — стабильный ритм, c — выраженная синусовая аритмия, d, e — выраженное и умеренное преобладание активности ПСНС, e, g — выраженное и умеренное преобладание активности СНС. h — переходный процесс.

Знак* — статистически достоверные сдвиги.

При исходных отклонениях от нормы после лазеротерапии наблюдались нормализация или тенденция к нормализации ряда показателей. Статистически достоверные положительные сдвиги представлены в таблице.

По суммарному эффекту регуляции наглядные положительные сдвиги наблюдались в группе больных с выраженной тахикардией: в 8 из 18 случаев тахикардия стала умеренной. Что касается функции

автоматизма миокарда, стабильный ритм нормализовался в 5 из 9 случаев, выраженная синусовая аритмия — в 7 и 16.

Наибольший эффект отмечался в отношении вегетативного гомеостаза. При выраженном преобладании парасимпатической нервной системы (9 случаев) переход в умеренное преобладание наблюдалось в 5, нормализация — в 2 случаях, при выраженном преобладании симпатической нервной системы (18 случаев) — соответственно в 8 и 4. При исходном умеренном преобладании парасимпатической нервной системы нормализация имела место у 8 и 12 больных, симпатической нервной системы — у 6 из 19. Эти данные свидетельствуют в пользу модулирующего действия лазеротерапии на вегетативный гомеостаз.

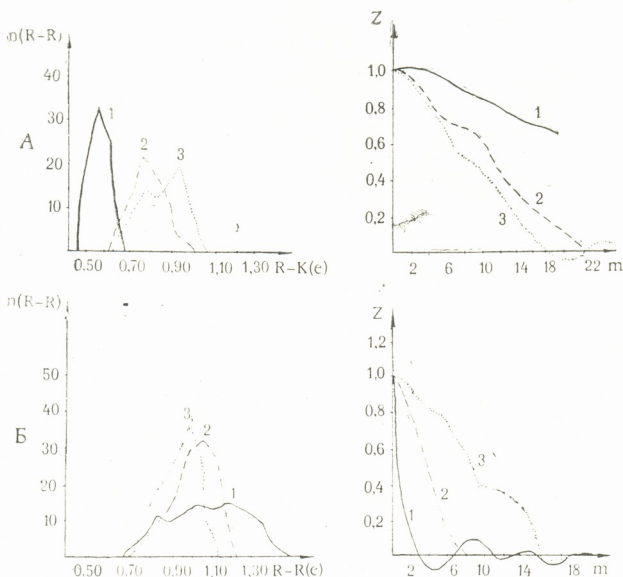


Рис. 1. Кривые вариационной пульсометрии до (1) и после (2, 3) лазеротерапии; А — больной С. с выраженным преобладанием активности симпатической нервной системы; Б — больная И. с выраженным преобладанием активности парасимпатической нервной системы.

Нормализация переходного процесса состоялась в 4 случаях из 7, единичные случаи дисрегуляции вегетативных типов, как правило, после лазеротерапии сходили на нет. Использованный математический аппарат не позволил выявить особых сдвигов в отношении активности подкорковых нервных центров, что можно объяснить также отсутствием выраженных отклонений от нормы у нашего контингента больных.

Групповой анализ показал, что после лазеротерапии у детей с соматическими заболеваниями за счет нормализации вегетативного гомеостаза, функции автоматизма, в меньшей степени устойчивости регуляции и суммарного эффекта регуляции наблюдается уменьшение показателя активности регуляторных систем, свидетельствующее о снижении степени их напряжения.



Индивидуальный анализ в большинстве случаев привел к аналогичным выводам. На рис. 1 представлены типичные изменения показателей вариационной пульсометрии, аутокорреляционного и спектрального анализов ритма сердца при их различных исходных уровнях. Единичные отрицательные результаты мы объясняем неадекватностью лечебного воздействия, что, в свою очередь, указывает на целесообразность применения данных исследований для подбора оптимальной лечебной дозы.

Проведенный на ЭВМ математический анализ ритма сердца позволил показать, что одним из факторов, обуславливающих лечебный эффект лазеротерапии, является ее адаптогенное действие. Учитывая наибольшую информативность показателей вариационной пульсометрии для подбора адекватной лечебной дозы, для данной цели может быть использована специальная биотехническая установка для автоматизированного приема и обработки рядов кардиоинтервалов (отдел нейрофизиологии ЦНИЛ Тбилгосмединститута).

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 12.11.1987)

მეცნიერებათა აკადემიის მიერ

ჟ. ფალავა, ი. მინევი, ა. ფალავა, თ. ალაშვილი

ლაზეროთერაპიის ზეგავლენა ორგანიზმის ადაპტაციურ-
ვებუბლოგიტ შესაძლებლობებზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ლაზეროთერაპიის შემდეგ ვარიაციული პულსომეტრიის, გულის რითმის აუტოკორელაციური და სპექტრალური ანალიზის პარამეტრები უმჯობესდება, რაც ლაზერული გამოსხივების ადაპტოგენურ ეფექტზე მიუთითებს.

EXPERIMENTAL MEDICINE

K. I. PHAGAVA, I. F. MINEEV, A. V. PHAGAVA, T. O. ALASHVILI

THE EFFECT OF LASER THERAPY ON ADAPTATIONAL
POTENTIALITIES OF THE ORGANISM

Summary

Variation pulsometry as well as autocorrelative and spectral analyses of cardiac rhythm showed positive shifts following laser therapy which are indicative of the adaptogenic action of laser radiation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Крюк, В. А. Мостовников, И. В. Хохлов, Н. Сердюченко. Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. Минск, 1986.
2. Р. М. Баевский, В. И. Кириллов, Р. З. Клецкин. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984.
3. Д. М. Табеева. Руководство по иглорефлексотерапии. М., 1980.
4. А. Д. Рифтин, Б. М. Гельцер, Г. Ф. Григоренко. Распознавание функциональных состояний организма на основе кибернетического анализа сердечного ритма. Владивосток, 1986.



ბ. კიკვიძე

„ბიძის“ („დედის ძმისა“ და „მამის ძმის“) აღმნიშვნელი ტერმინები სპარსულში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. ანდრონიკაშვილმა 23.4.1987)

ნათესაური ტერმინების კლასიფიკაციური სისტემებისათვის დამახასიათებელია ერთი და იმავე ტერმინით აღნიშვნა არა ერთი, არამედ რამდენიმე პირისა, რომლებიც ერთ გარკვეულ კლასს მიეკუთვნებიან.

მაგ., „დედის ძმა“ და „პაპა“ ხშირად ერთი და იმავე ტერმინით აღინიშნება.

პროტოინდოევროპულში *awos აღნიშნავს „დედის ძმასა“ და „პაპას“. ამავე დროს *awos ეწოდება როგორც „დედის მამას“, ისე „მამის მამას“, რაც ბენვენისტიის აზრით, ეგზოგამიასა და კროს-კუზენურ ქორწინებასთან უნდა იყოს დაკავშირებული. ასევეა ლათინურში: avus — „პაპა“, avunculus — „დედის ძმა“ [1].

ხეობებში დასტურდება განსაკუთრებული დამოკიდებულება დისშვილსა და დედის ძმას შორის. ხათუსილი I (XVII ს. ჩვ. ერამდე) თავის თავს უწოდებს „თავანანას ძმის შვილს“ [2].

გერმანულ ტრადიციაში, ტაციტუსის მიხედვით, sororum filiis idem apud auunculum qui ad patrem honor „დედის ვაჟიშვილები ისე სცემენ პატივს ბიძებს (დედის ძმებს), როგორც საკუთარ მამებს“ [1].

არაბების აზრით, ადამიანის ხასიათი განისაზღვრება მეგვიდრეობით გადმოსული თვისებებით. ამ შემთხვევაში არაბებს მხედველობაში ჰყავთ დედის ძმები [3].

საქართველოში, კერძოდ, ფშავში, დედის ძმას და მამას ერთნაირი ფუნქცია აქვთ სისხლის აღებისას, დედის ძმა იღებს აგრეთვე გამოსასყიდის უმეტეს ნაწილს [3].

ხევსურები არ იცნობენ უკეთეს მეურვეს ობლებისათვის, ვიდრე დედის ძმაა [3].

მაგრამ, ყოველივე ეს არის გადმონაშთი მატრიარქატისა, რომელიც შემორჩა და პატრიარქატის გვერდით არსებობდა.

ირანში საზოგადოების ძირითადი ერთეული პატრიარქალური გვარი იყო, სადაც მთავარი იყო ნათესაობა მამაკაცის მხრიდან. ოჯახის პატრიარქალური კონცეფცია დღესაც კი ცოცხლობს.

ამიტომ ჩვენთვის მოულოდნელი არ არის, რომ არც ძველ სპარსულში და არც ფალსურ ტექსტებში შემონახული არ არის ტერმინი „დედის ძმა“.

მხოლოდ ავღანურში არის შემორჩენილი საკუთრივ ირანული ტერმინი niāi — „დედის ძმა“, „ბიძა დედის მხრიდან“, „პაპა“. სპარსულში niāi — მხოლოდ „პაპას“ ან „წინაპრის“ მნიშვნელობით გვხვდება (niyāka — „პაპა“, apāniyāka — „წინაპარი“).



Vaṣṇā Auramazdāha hya mana pita Vištāspa uta Aršāma hya māna nityāka tyā uba ajīvatam yadiy Auramazdā mam xšāyahiyaṃ akunauš... (4) — „ნებითა აპურამაზდასი მამაჩემი ვიშტასპა და არშამა პაპაჩემი, ისინი ორივე ცოცხლები იყვნენ, როდესაც აპურამაზდამ მე მეფედ დამსვა“. imam apadāna Dārayavauš apanayākama akunaš [4] — „ეს სასახლე დარიოსმა... ჩემმა წინაპარმა ააშენა“.

ჩვენ დაზუსტებით არ შეგვიძლია ვთქვათ, თუ როგორ აღინიშნებოდა „დედის ძმა“, მაგრამ, თუნდაც ავღანური ენის მაგალითზე, მაინც მიგვაჩინა, რომ „დედის ძმა“ და „პაპა“ შესაძლებელია ერთგვარად აღნიშნულიყო.

ალბათ, მატრიარქატის გამოძახილია, რომ ირანელები „დედის ძმას“ უწოდებენ „აღმზრდელს“ (სპარსულში — *dāi*, პაშტოში — *dāyi*, ბელუჯურში — *dāi*), მაგრამ ეს სიტყვა უცნობია ფალაური და სპარსული ტექსტებისათვის და შემონახულია მხოლოდ ხალხში [5].

თურქულენოვან ხალხებთან ამ ტერმინით აღინიშნება ყოველგვარი ნათესაობა დედის მხრიდან [6]. აქ ხაზგასმული არ არის ასაკობრივი მომენტი. ასე რომ, *māi*||*dāi* შეიძლება აღნიშნავდეს როგორც დედის უფროს ძმას, ისე უმცროსსაც [6]. აღსანიშნავია, რომ ეს სიტყვა თურქულშიც თავდაპირველად აღნიშნავდა „აღმზრდელს“, „დედას“.

„დეიდაც“ არ დასტურდება სპეციალური ტერმინით ტექსტებში, მაგრამ ფართოდ არის გავრცელებული ირანელებში *dāyze* — „დეიდა“. ეს ტერმინი შეიძლება დაეუკავშიროთ *māi*||*dāi* — *ჰაგე*-ს, მაგრამ დ. პოკროვის კაიას აზრით, ამის მტკიცება ჯერჯერობით არ ხერხდება [6].

kākū — „დედის ძმა“. ეს სიტყვა ბავშვის ენისეულია და სრულიად სხვადასხვა წარმომავლობის ენებში დასტურდება, ამ ტერმინს, ჯერ კიდევ ნიზამი არუზი სამარყანდელის „ოთხ საუბარში“ გვხვდებით, სადაც იგი დასახელება „ქოქუიონს“ უკავშირებს დილემიურ სიტყვას *kākū*, რომელიც „დედის ძმას“ აღნიშნავს [7]. იგივე ძირიდან გვაქვს სიტყვა *kākā* „უფროსი ძმა“, რომელიც უკვე ძველ სპარსულში გვხვდება: *Hukaka* „— კეთილი, უფროსი ძმა“ [8] 1). დადასტურებულია პერსეპოლისის საკუთარ სახელთა ფონდში. ეს მოვლენა უნდა განვიხილოთ როგორც შედეგი ნათესაური ურთიერთობისა და ანთროპონიმიური სისტემების ურთიერთკავშირისა.

ამავე ფუძიდან მდებარ. სქესის სუფიქსის დართვით მივიღეთ „დეიდას“ აღნიშვნელი ტერმინი *kākī*.

უმეტესად კი „დედის ძმასა“ და „დეიდას“ აღნიშნავს არაბულიდან შემოსული სიტყვები როგორც სპარსულ ენაში, ისე მის დიალექტებშიც (*xāl*, *xāle*).

ემნიდუმ, ქი მრლ უ ჰრლუთ რეპ ბე გრრტ [9] — გავიგე, რომ შენი გვარი და ბიძაშენი დასარბევად წავიდნენ.

ჯელოუ რუ ხწლე ფოშთ სარ ჩწლე [10] — შეხედავ, დვიძლი დეიდაა, ზურგს უკან კი ორმოს გითხრის.

ირანელებთან მამის ძმას უკავია საპატიო ადგილი და აქვს ისეთი მოვალეობანი, როგორიც აქვს დედის ძმას სხვა ხალხებთან.

მამის ძმა, ძმისა და პაპის შემდეგ, უახლოეს ნათესავად ითვლებოდა. მას ისეთივე მოვალეობანი ეკისრებოდა ძმისშვილის მიმართ, როგორც საკუთარი შვილებისადმი ჰქონდა. ის ვალდებული იყო ძმისშვილები საკუთარი შვილე-

1) შღრ. ავლ. *kāka* — „მამის ძმა“, ნებალი — *kako*, სინღპი — *kako*, ფანჯავი — *caca*, „მამის ძმა“.

ბივით აღეზარდა. თუ ძმისშვილი ქალი იყო, მამის ძმის ნებით უნდა მომზდარიყო მისი გათხოვება [5].

ავესტასა და ძველ სპარსულში დასტურდება „მამის ძმის“ აღმნიშვნელი ტერმინი: *tuirya*; ისევე როგორც მრავალ სხვა ენაში (სანსკრ. *pitruya*, ძვ. ბერძნ. *patros*, ლათ. *patruus*, ძვ. ზ. გერმ. *fatureo*), სპარსულშიც „მამის ძმა“ მიღებულია სიტყვიდან „მამა“: *tuirya* < (p) *trwya*. ამ სიტყვით აღინიშნება „მამიდაც“ — *tuiryā*, რომელიც, ისევე როგორც „მამის ძმა“, ზრუნავს და მეურვეობს ძმისშვილებს, მონაწილეობას იღებს მათ აღზრდაში.

როგორც ვხედავთ, ირანში იმდენად ძლიერი აღმოჩნდა პატრიარქალური გვარი, რომ სრულიად დაიკარგა მატრიარქატისდროინდელი ტერმინები. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ არაბულმა ტერმინოლოგიამ განდევნა „მამის ძმისა“ და „მამიდას“ აღმნიშვნელი საკუთრივ ირანული ტერმინებიც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წერეთლის სახელობის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 30.4.1987)

ФИЛОЛОГИЯ

К. Ц. КИКВИДЗЕ

ТЕРМИНЫ, ОБОЗНАЧАЮЩИЕ «ДЯДЮ» («БРАТ МАТЕРИ», «БРАТ ОТЦА») В ПЕРСИДСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

Термин «брат матери» не сохранился ни в древнеперсидских, ни в пехлевиjsких текстах. Но факты афганского языка дают возможность сделать вывод, что понятия «дед» и «брат матери» выражались одним и тем же древнеиранским термином — *niyāka*. Тот факт, что иранцы зовут «брата матери» *daī* — «воспитатель», по-видимому, является пережитком матриархата.

В древнеперсидском и в языке Авесты понятие «брат отца» обозначено словом *tuirya*.

Позднее иранские термины вытесняются арабскими.

PHILOLOGY

K. Ts. KIKVIDZE

THE TERM "UNCLE" (MOTHER'S BROTHER, FATHER'S BROTHER) IN PERSIAN

Summary

The term "mother's brother" is not found either in Old Persian or Middle Persian. But examples from the Afghan language warrant the conclusion that one and the same term (*niyāka*) might have been used to mean "mother's brother" and "grandfather".

In Avestan and Old Persian the term "*tuirya*" is used to denote "father's brother". It is probably due to the influence of matriarchy that the term "mother's brother" (*daī*) is used to mean "upbringer".

Later on, the Persian terms have been ousted by the Arabic ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Benveniste. Le vocabulaire des institutions indoeuropéennes Paris, 1969, 230.
2. Т. В. Гамкрелидзе, Вяч. Вс. Иванов. Индоевропейский язык и индоевропейцы, реконструкция и историко-типологический анализ праязыка и протокультуры. II. Тбилиси, 1984, 773.
3. М. Ковалевский. Очерк происхождения и развития семьи и собственности. М., 1939, 33, 35, 41.
4. R. Kent. Old Persian, New Haven, Connecticut, 1950, 142, 168.
5. A. A. Mazaheri, La famille Iranienne, Paris, 1938, 196, 194.
6. Л. А. Покровская. Сб. «Историческое развитие лексики тюркских языков». М., 1961, 47, 49, 51.
7. А. К. Писарчик. Труды АН Таджикской ССР, т. 17, 1953, 180.
8. W. Hinz. Altiranisches Sprachgut der nebenüberlieferungen, Wiesbaden, 1975, 123.
9. В. А. Жуковский. Материалы для изучения персидских наречий, т. III. М., 1922, 100.
10. Ю. А. Рубинчик. Персидско-русский словарь. т. I. М., 1970, 532.

Э. К. АСТАХИШВИЛИ

К ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТЕРМИНА *bīt hurizāti* СОГЛАСНО
ТЕКСТУ HSS 16.452 АРХИВА НУЗИ

(Представлено академиком Г. А Меликишвили 18.2.1988)

В клинописном архиве сектора «С» городской застройки городища Нузи (совр. Иорган-тепе) среди других клинописных текстов (общее число которых составляет 81) был обнаружен любопытный текст, транслитерация которого была издана Эрнестом Рене Лахманом в XVI томе семитских текстов Гарвардского университета [1]. Номер полевой маркировки текста SMN 3056. Публикационный номер HSS 16.452. Ниже приводим транслитерацию и перевод документа:

„(1) ^mŠur-kip-šarri DUMU A-kip-šarri (2) ki-ma 23 UDU. MEŠ a-na (3) bīt hu-ri-za-ti hu-tup-pu-TI (4) ù i-na-an-na 2 GUD. ÁB. MEŠ (5) ki-ma 23 UDU. MEŠ ^mEn-na-ma-[ti] (6) LU^uhal-šú-uḫ-lu ù ^mBe-li-ja (7) DUMU Ki-lu-ma-tal LU^utu-ul-lu (8) a-na hu-ri-za-ti il-qu-ú (9) ù ^mŠur-kip-šarri qa-an-na-šu (10) a-na pa-ni ší-bu-ti an-nu-ti (11) im-ta-šar ù ap-la-ku-mi (12) pa-la-ku-mi (13) šum-ma ^mŠur-kip-šarri KI. BAL-tu₄ (14) 23 UDU. MEŠ 2-[mu]-um-ma eppušū^{su} (15) ù šum-ma ^mEn-na-ma-ti ù ^mBe-li-ja KI. BAL-tu₄ (16) 23 UDU. MEŠ 2-mu-um-ma eppušū^{su} (17) IGI ^mEn-na-ma-ti DUMU Wa-aḫ-ri-še-ni (18) IGI ^mŠe-eḫ-li-ja DUMU Še-en-na-āja (19) IGI ^mZi-li-pa-pu DUMU [T]-a-a-a (20) IGI ^mHu-ti-ja DUMU A-kip-šarri (21) IGI Ki-li-[ip-ša-an]-ta (22) IGI ^mHu-ti-ja DUMU A-kap-tùk-kí (24) ŠU ^m[xxx-m] i-it-[ta]-ra-[xx] (25) [NA₄ ^mEn-na-ma]-ti NA₄ ^m[Be]-li-ja (26) NA₄ ^mZi-li-pa-pu NA₄ ^mHu-ti-ja (27) NA₄ ^mŠe-e[ḫ-li-ja] (28) NA₄ ^mEn-na-ma-ti“.

«(1) (Дело о том, как) Шуркишарри, сын Акишарри, (2) 23 барана (3) дому хуризати в качестве повинности должен был сдать⁽¹⁾. (4) Однако теперь двух коров⁽²⁾ (5) взамен 23 баранов Эннамат, (6) хальцухлу, и Белия, (7) старший пастух, сын Кулуматала, (8) за (или в качестве. — Э. А.) хуризату взяли (приняли). (9) Шуркишарри же знак свой (10) перед старейшинами (на табличке) (11) поставил (со словами)⁽³⁾: «свою плату (12) я оплатил»⁽⁴⁾. (13) Если Шуркишарри поднимет (иск), (14) то он 23 барана вдвойне внесет. (15) Если же Эннамат и Белия поднимут

(1) Возможно, речь идет о жертвоприношении, так как одним из значений слова *ḫatāri* является «исполнение ритуального жертвоприношения» (см. [2, с. 149]).

(2) По-аккадски *litu* — «корова» (см. [3, с. 217]).

(3) Основным значением слова *qaṣpi* является «одежда», но в данном случае, как отмечено в словаре аккадского языка, *qaṣpi* означает «знак», «рубец» (см. [4, с. 483]). Относительно глагола *mašāgi* со значением «поставить знак (рубец) на табличке» (см. [5, с. 359]).

(4) *pillu* — «обязанность», «повинность» (см. [5, с. 863]). Не исключено, что слова *arlakumi*, *palakumi* являются хурритскими по происхождению, значение которых пока не установлено.



(иск), (16) то они 23 барана вдвойне внесут. (17) Свидетель Эннамати, сын Вахришени, (18) свидетель Шехлийя, сын Шеннайи, (19) свидетель ЗилибАбу, сын Тае, (20) свидетель Худийя, сын Акипшарри, (21) свидетель Килипшанта, (22) свидетель Худийя сын Акаптукке, (24) писец (имя не восстанавливается), (25) печать Эннамати, печать Белийи, (26) печать ЗилибАбу, печать Худийи, (27) печать Шехлийи, (28) печать Эннамати».

Из текста выясняется, что в качестве натуральной повинности Шуркипшарри, сын Акипшарри, дому хуризати должен был сдать 23 барана. Мы предполагаем, что такое количество скота являлось повинностной нормой за один год с домово́й общины Шуркипшарри. Однако у Шуркипшари, видимо, не было указанного количества баранов, из-за чего он вместо них сдал двух коров. Ввиду того что вид сдаваемого скота был изменен, был составлен специальный документ, который в случае какой-либо претензии со стороны получателей повинности — хальцухлу и старшего пастуха — послужил бы для Шуркипшарри как свидетельство о сдаче скота. В этом и заключалась цель составления документа.

В рассматриваемом нами тексте нет речи о значении *bīt ḥurizāti* — дома хуризати. Этот термин встречается и в других текстах, в которых также отсутствует прямое указание о его значении (см. судебный процесс над градоначальником (*bazannu*) города Нузи Кушшихарбе, AASOR XVI, 1 — 14; L. Oppenheim, AfO 12, 154; H. Lewy, OR. 28. 113/8). Ученые лишь предполагают, что *bīt ḥurizāti*—это «загон (для скота)», «дворец», «загородный дом» [2, с. 251; 7, с. 359].

Исходя же из данных рассматриваемого нами текста, *bīt ḥurizāti* можно определить как место, куда сдавали повинностный скот. По всей вероятности, это место являлось помещением, на что указывает слово *bītū*: «дом», «помещение», «постройка» [8, с. 285].

Вышеотмеченное дает нам право определить значение и самого слова *ḥurizātu*: оно обозначало повинностный скот, сдаваемый общинниками государству. Потому и данное слово употреблено в стк. 8 без *bītū*—«дом»: *ana ḥurizāti*—«в качестве, за хуризати».

Как видно из текста, повинностный скот получали два лица: представитель дворцового управления — начальник военного округа (*ḥaššu-ḥlu*) и старший пастух. То, что прием скота являлся одной из функций начальника военного округа, подтверждается и другими данными архива Нузи. (Об этом свидетельствуют также тексты архива Мари) [9, с. 137]. Появление в интересующем нас документе старшего пастуха (*utullu*) во время приема скота является вполне естественным.

Судя по рассматриваемому нами документу, сдавший скот человек обращался к старейшинам, которые обычно вели судебные дела. (Суд старейшин, т. е. элемент общинного самоуправления, являлся авторитетным органом, что подтверждается и другими текстами архива Нузи) [9, с. 144]. Интересно, что сдавшее скот лицо выполняло определенную церемонию, ставя свой знак на табличке. (В принципе это означало, что он поставил свою подпись). Старейшины, в обязанности которых входило и ведение судебными делами, контролировали действия не только предсатвителей общины, но и царских служащих, в данном случае начальника военного округа. В документе отмечается, что в случае иска со стороны как сдавшего скот, так и получателей его должны были платить штраф в двойном размере — 46 баранов.

В рассмотренном выше документе действующими лицами являются и 6 свидетелей, которые в конце текста ставят свои печати.

Таким образом, в тексте HSS 16.452 засвидетельствованы сведения, дающие нам возможность определить значения как термина *bit hurizāti*, так и самого слова *hurizātu*. Это следует принимать во внимание при изучении данных других текстов, упоминающих рассмотренные нами слова.

Академия наук Грузинской ССР

Институт истории,
археологии и этнографии
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 19.2.1988)

ისტორია

მ. ასტახიშვილი

bit hurizāti ტერმინის ინტერპრეტაციისათვის ნუზის არქივის
HSS 16.452 ტექსტის მიხედვით

რეზიუმე

გამოთქმულია მოსაზრება იმის თაობაზე, რომ ტერმინი *bit hurizāti* უნდა აღნიშნავდეს „საგადასახადო საქონლის სახლს“ შენობას, სადაც მეთემეები აბარებდნენ საგადასახადო საქონელს), ხოლო საკუთრივ სიტყვა *hurizātu*-ს მნიშვნელობაა „საგადასახადო საქონელი“.

HISTORY

E. K. ASTAKHISHVILI

FOR THE INTERPRETATION OF THE TERM *bit hurizāti*
ACCORDING TO THE NUZI ARCHIVE'S TEXT HSS 16.452

Summary

It is suggested in the paper that the term *bit hurizati* must mean "taxing cattle house" (the building where comuners handed in the taxing cattle), but the meaning of the word *hurizatu* itself is "taxing cattle".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Harvard Semitic Series ed. by E. R. Lacheman. v. 16, Cambridge MA. 1958.
2. CAD, v. H. Chicago, 1956.
3. CAD. v. L, Chicago, 1972.
4. CAD, v. Q, Chicago, 1982.
5. CAD, v. M—2, Chicago, 1977.
6. AHW, L. 10, Wiesbaden, 1971.
7. AHW, L. 4, Wiesbaden, 1969.
8. CAD, v. B, Chicago, 1965.
9. Э. К. Астахишвили. «Мацне», сер. ист., № 1, 1987.

130-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

აბაშიძე ვ. 79	გაჩეჩილაძე თ. 56, 303	თვარაძე ქ. 548
აბდუშელიშვილი გ. 296	გელაშვილი თ. 476	თალაკვაძე მ. 580
აბზიანიძე თ. 296	გერგელაძე ბ. 352	თევდორაშვილი მ. 331
აბულაძე გ. 347	გვახავა ნ. 604	თოფჩიშვილი მ. 116
აბურჯანია ა. 151	გვახავა რ. 323	თუმანიშვილი ვ. 64
აგლაძე თ. 163	გვახარია ვ. 549	თურმანიძე ც. 620
ავალიანი ა. 395	გვახარია თ. 549	
ალადაშვილი ლ. 648	გველესიანი გ. 343	
ალაშვილი თ. 652	გიგაური ნ. 555	იაკობაშვილი ზ. 400, 612
ალიბეგაშვილი ბ. 112	გიგაური რ. 549, 555	იაშვილი ნ. 112
ამლობელი ნ. 631	გიორგობიანი გ. 485	ივანიშვილი ა. 544
ამირანაშვილი თ. 315	გიუნაშვილი ნ. 623	იმნაიშვილი ლ. 608
ანანიაშვილი ი. 416	გოგიჩაიშვილი ე. 159	ინწკირველი ლ. 107
ანდრონიკაშვილი თ. 575	გოგორიშვილი ლ. 64	იურჩენკო რ. 532
ართმელაძე ი. 183	გოგრიჭანი გ. 131	
არსლამბეგოვი ვ. 340	გოგსაძე რ. 159	
ასლამაზაშვილი ზ. 391	გომართელი მ. 628	კავთიაშვილი რ. 425
ასტახიშვილი ე. 659	გორგაძე თ. 408	კაკულია ც. 559
ასტახოვი გ. 112	გუბულაძე ი. 471	კაჭურია ლ. 104
ახალკაცი გ. 296	გურგენიძე ნ. 555	კალინოვსკი ე. 104
ახვლედიანი ი. 371		კანდელაკი მ. 572
		კარასკევიჩი ა. 620
		კახაშვილი ლ. 375
ბაგრატიშვილი გ. 340	დავითაია გ. 183	კეკელიშვილი გ. 639
ბაიდოშვილი თ. 99	დანელია რ. 104	კეთილაძე თ. 76
ბარათაშვილი ი. 343	დეკანოსიძე რ. 532	კეკელია გ. 539
ბარდაძე ქ. 639	დობოჯგინიძე ლ. 508	კეკელიძე ნ. 535, 544
ბასილაძე მ. 327, 588	დოღბაია ა. 72	კერვალიშვილი ბ. 532
ბაცანაძე ა. 575	დოლიძე ლ. 549	კერნაძე გ. 34
ბეგიაშვილი მ. 519, 523		კვერნაძე მ. 56
ბედუკაძე ლ. 563		კვესიტაძე გ. 620
ბეთანელი ა. 163		კვიციანი მ. 519
ბენაშვილი ე. 99	ევიაზაროვი ა. 296	კვიციანი ნ. 631
ბენდიანიშვილი მ. 620	ერისთავი ბ. 303	კვიციანი ე. 516
ბენიაშვილი ჯ. 639	ეფრემიძე ლ. 250	კიზირია გ. 388
ბერიძე მ. 123		კიკვიძე ქ. 653
ბერიშვილი ზ. 632		კლემე ი. 336
ბერუღაია გ. 535	ვარდოსანიძე თ. 92, 96	კობახიძე ე. 575
ბოგდანოვი ფ. 76, 539	ვაჩნაძე ე. 555	კოდუა თ. 632
ბოჭუჩაია ნ. 52	ვახანია დ. 583	კოკია მ. 504
ბოროდინა გ. 327	ვახანია ე. 583	კოსტავა ა. 592
ბოჭოლიშვილი ი. 500	ვეკუა ლ. 311	კოსტავა ბ. 268, 463
ბრეგვაძე დ. 395	ვეფხვაძე რ. 639	კოტაშვილი ლ. 433
ბულია ნ. 48	ვირსალაძე კ. 632	კოტევი ნ. 371
ბურღლიაძე ნ. 140	ვოლბინი მ. 559	ქუჩენკოვი ა. 458
ბურჭულაძე ლ. 167		ქუჭავა ნ. 307
ბუჯიაშვილი დ. 403		
	ზედგინიძე თ. 191	ლაბარტყავა მ. 563
	ზედგინიძე ს. 368	ლალიაშვილი მ. 568
გაბაშვილი ა. 523	ზილფიმიანი დ. 320	ლაშვი ა. 40
გაბელია ც. 575	ზონენაშვილი ი. 43, 280	ლებანიძე ზ. 364
გაბრიჩიძე გ. 380		

ლმკვეიშვილი ე. 331
 ლიტხერი ვ. 604
 ლომსაძე ბ. 183
 ლორთქიფანიძე ე. 648

მაზია ვ. 20
 მაისურაძე ნ. 532
 მაისურაძე რ. 72
 მალინეცი გ. 500
 მამასახლისოვი გ. 52
 მანგაჯალაძე პ. 320
 მგალობლიშვილი გ. 636
 მგალობლიშვილი ზ. 549
 მელქაძე ი. 79
 მენთეშაშვილი ზ. 340
 მესარქიშვილი ს. 143
 მესხი ყ. 107
 მეტაყოესი ე. 612
 მეტრეველი კ. 320
 მეტრეველი ნ. 72
 მეცხვარიშვილი ს. 183
 მითაიშვილი რ. 516
 მიმინოშვილი ბ. 492
 მინდელი კ. 167
 მინდინი ვ. 112
 მინეგვი ი. 652
 მირცხულავა ა. 56, 303
 მირცხულავა ნ. 56
 მისეიჩი ი. 256
 მიქანაძე ი. 620
 მიქაშვიტე მ. 441
 მიქაძე ზ. 592
 მოღებაძე თ. 580
 მოლოდაყენი გ. 175
 მსხილაძე გ. 128
 მუსელიანი თ. 151
 მუხრან-მაჭუყარიანი ი. 336
 მძინარიშვილი ე. 175

ნადირაძე ა. 343
 ნადირაძე ი. 187
 ნაკაშიძე თ. 300
 ნანობაშვილი ნ. 283
 ნასყიდაშვილი პ. 400, 612
 ნაცვლიშვილი ზ. 136
 ნახტრიშვილი ი. 340
 ნგუენ სუან ტუენი 23
 ნერსესიანი ა. 292
 ნინუა ე. 423
 ნოვიკოვი ი. 559
 ნოვიკოვი ყ. 347
 ნოზაძე მ. 327

ნუკუა ვ. 88
 ომაძე ი. 343

ონიაშვილი გ. 391
 ორბელაძე ნ. 320
 ორმოცაძე რ. 260
 ორჯონიკიძე გ. 187
 ოსვენსკი ვ. 56

პაპავა დ. 583
 პელმენშიკოვი ა. 572
 პიტელინი ა. 391
 პორიკაია ლ. 371

ქედომიროვი გ. 572

რაბინოვი ა. 487
 რატანი რ. 195
 რევეიაშვილი ი. 315
 რიაბოშტანი ი. 315
 როგავა მ. 88
 რუდა ლ. 572
 რუხაძე მ. 88
 რჩეულიშვილი ა. 60
 რცხილაძე ვ. 395

საბინ-გუსი ი. 549
 სალუაშვილი მ. 128
 სალუქვაძე ბ. 128
 სამსონია შ. 327, 568
 სამხარაძე ჯ. 391
 სანაძე თ. 535
 სარიშვილი გ. 391
 სარჩიშვილი რ. 199
 სეფიაშვილი ა. 639
 სიხარულიძე გ. 528
 სიხარულიძე ე. 528
 სიხარულიძე ნ. 201
 სიხარულიძე ტ. 204
 სობოლევი ა. 92, 96
 სოზინოვი ა. 612
 სოლოვიოვი ა. 20
 სოსაძე გ. 263
 სურმავა გ. 528

ტაბატაძე გ. 479
 ტატიშვილი შ. 395
 ტატულოვი რ. 580
 ტოგონიძე ჯ. 384
 ტრაზბროტი ბ. 67
 ტყეშელაშვილი გ. 243
 ტყეშელაშვილი გ. 296

უნგიაძე ა. 179
 ურუშაძე თ. 167
 უფლისაშვილი ჯ. 236

ფაღავა ა. 652
 ფაღავა ყ. 652
 ფეიქრიშვილი ც. 403
 ფერაძე მ. 600
 ფიოლია ი. 347
 ფირცხალავა ა. 412
 ფორაქიშვილი ნ. 631
 ფხაკაძე გ. 121
 ფხალაძე ნ. 163

ქამუშაძე თ. 72
 ქანთარია რ. 544
 ქებაძე ყ. 104
 ქვეციანიშვილი გ. 76, 539
 ქეშხაძე შ. 248
 ქუთელია ე. 532
 ქუთელია მ. 303
 ქურდიანი ნ. 64, 72
 ქუქიშვილი ნ. 648

ლლონტი გ. 403
 ლონიაშვილი დ. 276

ყეინაშვილი ი. 143

შავლაყაძე ნ. 512
 შავლაშვილი ლ. 107
 შავოშვილი ი. 163
 შანიძე ზ. 156, 496
 შელეგია ქ. 631
 შენგელია ი. 84
 შევლაშვილი ა. 92, 96
 შკოლინი ა. 628
 შპოლიანსკი ი. 604
 შუბლაძე შ. 167

ჩაბუნაშვილი თ. 104
 ჩიქოვანი ნ. 64
 ჩიხლაძე მ. 76
 ჩომახიძე ლ. 588
 ჩოჩია ქ. 169

ცაგარეიშვილი ვ. 26
 ცერცვაძე გ. 136

ცინაძე თ. 296
 ცინცაძე გ. 535
 ცირეკიძე გ. 600
 ცირეკიძე ლ. 356
 ციციაშვილი ხ. 632
 ციციშვილი გ. 572
 ცნობილადე დ. 639
 ცომია ნ. 559
 ცოფურაშვილი თ. 417

ძიგრაშვილი თ. 532

წერეთელი ა. 628
 წიფწიაძე დ. 303
 წოწკოლაური ნ. 287
 წუწუნავა თ. 120

ჭავჭავაძე თ. 519, 523
 ჭავჭავაძე ქ. 183
 ჭანკვეტაძე ნ. 88
 ჭანტურია მ. 388
 ჭარელიშვილი ლ. 92, 96
 ჭირაქაძე გ. 437
 ჭიჭინაძე ც. 431
 ჭუბაბრია მ. 535

ხეთასი ლ. 64
 ხანანაშვილი ლ. 336, 559
 ხარაზიშვილი ა. 32
 ხარებოვი ვ. 311
 ხარტიშვილი თ. 644
 ხატიაშვილი მ. 107
 ხვოლესი ა. 572

ხიმშიაშვილი ნ. 195
 ხომერიკი რ. 639
 ხუროშვილი დ. 572
 ხუზია ნ. 368
 ხუხუნია ც. 549

ჯავახაძე დ. 360
 ჯავახია დ. 375
 ჯანელიძე რ. 340
 ჯაფარიძე გ. 292, 568
 ჯაფარიძე ზ. 327
 ჯაფარიძე ლ. 104
 ჯვარშიშვილი გ. 271
 ჯიქია ნ. 283

ქერპოლდი პ. 336

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 130-го ТОМА

Абашидзе В. Г. 77
 Абдушелишвили Г. И.
 293
 Абзианидзе Т. Г. 293
 Абуладзе Г. В. 345
 Абурджания А. Н. 149
 Авлиани А. Т. 393
 Агладзе Т. Р. 161
 Аладашвили Л. Т. 645
 Алашвили Т. О. 649
 Алибегашвили Б. А. 109
 Амаглобели Н. Н. 629
 Амираншвили Т. Ш.
 313
 Анианишвили Ю. Ш.
 413
 Андроникашвили Т. Г.
 573
 Арсламбеков В. А. 337
 Артмеладзе И. Г. 181
 Асламазишвили З. Г.
 389
 Астахишвили Э. К. 657
 Астахов Г. Н. 109
 Ахалкаци Г. Э. 293
 Ахвледiani И. Р. 369

Багратишвили Г. Д. 337
 Багдошвили О. С. 97
 Бараташвили И. Б. 341
 Бардадзе К. И. 637

Басиладзе М. Н. 325,
 565
 Бацанадзе А. Л. 573
 Бегишвили Г. А. 521
 Бегишвили М. А. 517
 Бедукадзе Л. И. 561
 Бенашвили Е. М. 97
 Бендванишвили М. В.
 617
 Бенишвили Д. Ш. 637
 Беридзе М. А. 121
 Бершвили З. Л. 629
 Бериулава Б. Г. 533
 Бетанели А. И. 161
 Богданов Ф. Г. 73, 537
 Боколишвили И. Б. 497
 Бокучава Н. В. 49
 Бородина Г. В. 325
 Брегадзе Т. С. 393
 Буджиашвили Д. М.
 401
 Булия Н. П. 45
 Гурдиладзе Н. А. 137
 Бурчуладзе Л. Л. 172

Вардосанидзе Т. О. 89,
 93
 Вахания Д. Е. 581
 Вахания Е. К. 581
 Вачнадзе Е. С. 553
 Векуа Л. В. 309
 Вепхвадзе Р. Я. 637
 Вирсаладзе К. С. 629
 Вольпин М. Е. 557

Габашвили А. А. 521
 Габелна Ц. С. 573
 Габечავა Э. Ш. 593
 Габричидзе Г. К. 377
 Гахокидзе П. А. 345,
 561
 Гачечиладзе О. О. 53,
 301
 Гвазава Н. Г. 601
 Гвазава Р. А. 321
 Гвахария В. Г. 549
 Гвахария Т. А. 549
 Гвелესიანი Г. Т. 431
 Гелашვილი Т. М. 473
 Гергедава Б. А. 349
 Гигаური Н. Ш. 553
 Гигаური Р. Д. 549, 553
 Гвორгობიანი Г. Д. 481
 Гпунашвили Н. Дж.
 621
 Глопти Г. Г. 401
 Гогелиანი Л. Д. 145
 Гогвчашვილი В. К. 157
 Гогоришვილი Л. Ф. 61
 Гогричiani Г. Д. 129
 Гогсაძე Р. Ш. 157
 Гомартели М. М. 625
 Гошнashვილი Д. Е. 273
 Горгадзе О. А. 405
 Губеладзе И. Дж. 469
 Гургенидзе Н. И. 553



- Давитая Г. Ш. 181
 Дanelия Р. Г. 101
 Дсканосидзе Р. Н. 529
 Джавахидзе Д. Г. 357
 Джавахия Д. Б. 373
 Джanelидзе Р. Б. 337
 Джапаридзе Г. И. 289
 Джапаридзе З. Ш. 325, 565
 Джапаридзе Л. Н. 101
 Джваршейшвили Г. А. 269
 Джикия Н. Ш. 281
 Дзиграшвили Т. А. 529
 Доборджгинидзе Л. Г. 505
 Долбая А. Ш. 69
 Дolidze Л. Ш. 549
 Егиазаров А. С. 293
 Жидомиров Г. М. 569
 Зедгинидзе С. Н. 365
 Зедгинидзе Т. Г. 189
 Зильмимани Д. О. 317
 Зопепашвили И. А. 41, 277
 Иашвили Н. Г. 109
 Иванишвили А. Н. 541
 Имианшвили Л. Ш. 605
 Инцкирвели Л. Н. 105
 Кавтиашвили Р. Г. 428
 Какулия Ц. В. 557
 Какурия Л. Ш. 101
 Калиновский Е. А. 101
 Камушадзе Т. Д. 69
 Кацделаки М. Н. 569
 Кантария Р. В. 541
 Карсакевич А. С. 617
 Кахишвили Л. И. 373
 Квернадзе Г. А. 33
 Квернадзе М. С. 53
 Квеситадзе Г. И. 617
 Квимсадзе М. В. 517
 Квирквелия Н. Г. 629
 Квиташвили Е. Н. 513
 Кебадзе Ж. М. 101
 Кеванишвили Г. Ш. 537
 Кевлишвили Г. Д. 637
 Кеинашвили Ю. Ш. 141
 Кекелидзе Н. П. 533, 541
 Кекелия Г. В. 537
 Кемхадзе Ш. С. 245
 Кервалишвили П. Д. 529
 Кетиладзе О. Г. 73
 Кизирия Г. В. 385
 Киквидзе К. Ц. 655
 Клес И. 333
 Кобахидзе Е. И. 573
 Кодуа Т. Э. 629
 Кокая М. В. 501
 Костава А. А. 589
 Костава Б. А. 265, 465
 Коташвили Л. Н. 435
 Котов Н. В. 369
 Кузенков А. Ф. 545
 Кукишвили С. А. 645
 Курдиани Н. И. 61, 69
 Кутелия Э. Р. 301, 529
 Кучава Н. Е. 305
 Лабарткава М. О. 561
 Лалиашвили М. Г. 565
 Лашхи А. А. 37
 Лебанидзе З. А. 361
 Леквейшвили Э. Г. 329
 Ломсадзе Б. А. 181
 Лордкипанидзе Э. Ф. 645
 Лятхер В. М. 601
 Мазья В. Г. 17
 Майсурадзе Н. И. 529
 Майсурадзе Р. М. 69
 Малинецкий Г. Г. 497
 Мамасахлисов Г. В. 49
 Манджгаладзе П. В. 317
 Мгалоблишвили Г. Н. 633
 Мгалоблишвили З. И. 549
 Мдзинаришвили А. Л. 173
 Мелкадзе И. А. 77
 Ментешашвили З. Р. 337
 Месаркишвили С. С. 141
 Месхишвили Ж. И. 105
 Метакровский Е. В. 609
 Метревели К. А. 317
 Метревели М. Г. 393
 Метревели Н. К. 69
 Мецхваришвили С. Ш. 181
 Микадзе З. К. 589
 Миканадзе Ю. С. 617
 Микашавидзе М. Ш. 442
 Миминошвили М. Р. 489
 Миндели К. В. 165
 Миндин В. Ю. 109
 Минеев И. Ф. 649
 Мирцхулава А. А. 53, 301
 Мирцхулава Н. И. 53
 Мисевич И. К. 253
 Митаншвили Р. Л. 513
 Модебадзе О. Е. 577
 Молодавкин Г. М. 173
 Мсхиладзе Г. Г. 125
 Муселлиани Т. Г. 149
 Мухран-Мачавариани И. М. 333
 Надирадзе А. А. 341
 Надирадзе И. Ш. 195
 Накашидзе Т. Г. 297
 Нанобашвили Н. Д. 281
 Наскидашвили П. П. 397, 609
 Нахуциришвили И. Г. 337
 Нацвлишвили З. С. 133
 Нгуен Суан Туен 21
 Нерсисян А. А. 289
 Нишуа Э. Д. 421
 Новиков Ю. Н. 557
 Новикова Ж. Н. 345
 Нозадзе М. Д. 325
 Окуджава В. М. 85
 Омнадзе И. С. 341
 Опнашвили Г. Ш. 389
 Орбеладзе Н. К. 317
 Орджоникидзе Г. К. 185
 Ормоцадзе Р. Н. 257
 Освенский В. Б. 53
 Пагава А. В. 649
 Пагава К. И. 649
 Папава Д. Ю. 581
 Пейкришвили Ц. Г. 401

- Пельменщиков А. Г. 569
 Перадзе М. А. 597
 Пирцхалава А. А. 409
 Питюлин А. Н. 389
 Пиракишвили Н. З. 629
 Порицкая Л. Г. 369
 Пхакадзе Г. Г. 209
 Пхаладзе Н. В. 161
 Рабимов А. С. 485
 Ратнани Р. В. 193
 Рехвишвили Ю. С. 313
 Рогавя М. М. 85
 Руда Л. Г. 569
 Рухадзе М. Д. 85
 Рцхладзе В. Г. 393
 Рчеулишвили А. Н. 57
 Рябоштан Ю. С. 313
 Сабин-Гусс И. А. 549
 Салуашвили М. Э. 125
 Салуквадзе Б. А. 125
 Самсопия Ш. А. 325, 565
 Самхарадзе Д. М. 389
 Санадзе Т. И. 533
 Саришвили Г. Г. 389
 Сарчимелия Р. А. 197
 Сепишвили А. О. 637
 Сихарулидзе Г. А. 525
 Сихарулидзе Е. И. 525
 Сихарулидзе Н. Г. 205
 Сихарулидзе Т. Т. 203
 Соболев А. Н. 89, 93
 Созинов А. А. 609
 Соловьев А. А. 17
 Сохадзе Г. А. 261
 Сурмава Г. Г. 525
 Табатадзе Г. З. 477
 Таварткиладзе К. А. 545
 Талаквадзе М. В. 577
 Татишвили Ш. Д. 393
 Татулов Р. А. 577
 Тевдорашвили М. Н. 329
 Ткебучава Г. Е. 241
 Ткешелашвили Г. И. 293
 Тогонидзе Д. М. 381
 Топчшвили М. В. 113
 Трахброт Б. М. 65
 Туманишвили Э. П. 61
 Турманидзе Ц. С. 617
 Унгиадзе А. А. 177
 Уплисашвили Дж. М. 133
 Урушадзе Т. Ф. 165
 Фиоля И. Л. 345
 Хавтаси Л. Г. 61
 Хананашвили Л. М. 33, 557
 Харазишвили А. Б. 29
 Хардзейшвили О. М. 641
 Харебов В. С. 309
 Хатнашвили М. Г. 105
 Хволес А. Р. 569
 Херхольд Г.-Г. 333
 Химшишвили Н. Г. 193
 Хомерики Р. В. 637
 Хурошвили Д. В. 569
 Хухия Н. В. 365
 Хухуния Ц. В. 549
 Цагарейшвили В. Ш. 25
 Церетели А. К. 625
 Церцвадзе Г. В. 133
 Цивцивадзе Д. М. 301
 Цинадзе Т. В. 293
 Цицадзе Г. А. 533
 Цирекидзе Г. Г. 597
 Цирекидзе Л. Р. 353
 Цициашвили Х. Ш. 629
 Цицишвили Г. В. 597
 Цнобиладзе Д. Г. 637
 Цомая Н. И. 557
 Цопурашвили Т. Я. 419
 Цоцколаури Н. И. 285
 Цуцунава Т. Н. 117
 Цхопрешашвили В. С. 333
 Чавчанидзе К. Г. 181
 Чавчанидзе О. Н. 517, 521
 Чанквстадзе Б. Г. 85
 Чантурия М. Л. 385
 Чарелишвили Л. Ш. 89, 93
 Чахувашвили Т. А. 101
 Чиракадзе М. Г. 439
 Чихладзе М. Н. 73
 Чичинадзе Ц. Г. 429
 Чомахидзе Л. И. 585
 Чочия К. А. 172
 Чубабрия М. Я. 533
 Шавлакадзе Н. Н. 509
 Шавлиашвили Л. У. 105
 Шавошвили И. Г. 161
 Шанидзе З. Г. 153, 493
 Швелашвили А. Е. 89, 93
 Шелегия К. Т. 629
 Шенгелия И. А. 81
 Школьный А. Т. 625
 Шнолянский Ю. Б. 601
 Шубладзе Ш. К. 165
 Эпремидзе Л. Н. 249
 Эристави Б. Г. 301
 Юречко Р. Я. 521
 Якобашвили З. А. 397, 609

AUTHOR INDEX TO VOLUME 130

- Abashidze V. G. 80
 Abdushelishvili G. I. 296
 Abuladze G. V. 347
 Aburjania A. N. 152
 Abzianidze T. G. 296
 Agladze T. R. 163
 Akhalkatsi G. E. 296
 Akhvlediani I. R. 372
 Aladashvili L. T. 648
 Alashvili T. O. 652
 Alibegashvili B. A. 112
 Amaglobeli N. N. 632
 Amiranashvili T. Sh. 315
 Ananiashvili Yu. Sh. 416
 Andronikashvili T. G. 576

- Arslambekov V. A. 340
 Artmeladze I. G. 183
 Aslamazashvili Z. G. 392
 Astakhishvili E. K. 659
 Astakhov G. N. 112
 Avaliani A. T. 396
- Bagratishvili G. D. 340
 Baidoshvili O. S. 100
 Baratashvili I. B. 343
 Bardadze K. I. 639
 Basiladze M. N. 327, 568
 Batsanadze A. L. 576
 Bedukadze L. I. 563
 Begiashvili G. A. 524
 Begiashvili M. A. 520
 Benashvili E. M. 100
 Bendianishvili M. V. 620
 Beniashvili D. Sh. 639
 Beridze M. A. 124
 Berishvili Z. L. 632
 Berulava B. G. 535
 Betaneli A. I. 163
 Bogdanov F. G. 76, 540
 Bokolishvili I. B. 500
 Bokuchava N. V. 52
 Borodina G. V. 327
 Bregadze T. S. 396
 Bujashvili D. M. 403
 Bulia N. P. 48
 Burchuladze L. L. 167
 Burdiladze N. A. 140
- Chakhunashvili T. A. 104
 Chankvetadze B. G. 88
 Chanturia M. L. 388
 Charelshvili L. Sh. 92, 96
 Chavchanidze K. G. 183
 Chavchanidze O. N. 520, 524
 Chichinadze Ts. G. 431
 Chikhladze M. N. 76
 Chikovani N. N. 64
 Chirakadze M. G. 440
 Chochia K. A. 172
 Chomakhidze L. I. 588
 Chubabria M. Ya. 535
- Danelia R. G. 104
 Davitaya G. Sh. 183
 Dekanosidze R. N. 532
 Doborjginidze L. G. 508
 Dolbaia A. Sh. 72
 Dolidze L. Sh. 552
 Dzigrashvili T. A. 532
- Egiazarov A. S. 296
 Epremidze L. N. 251
 Eristavi B. G. 303
- Gabashvili A. A. 524
 Gabechava E. Sh. 596
 Gabelia Ts. S. 576
 Gabrichidze G. K. 380
 Gachechiladze O. O. 56, 303
 Gakhokidze R. A. 374, 563
 Gelashvili T. M. 476
 Gergedava R. A. 352
 Gigauri N. Sh. 556
 Gigauri R. D. 552, 556
 Giorgobiani G. D. 484
 Giunashvili N. J. 623
 Glonti G. G. 403
 Gogeliani L. D. 147
 Gogichaishvili V. K. 159
 Gogorishvili L. V. 64
 Gogrichiani G. D. 131
 Gogsadze R. Sh. 159
 Gomarteli M. M. 628
 Goniashvili D. E. 276
 Gorgadze O. A. 408
 Gubeladze I. J. 471
 Gurgenidze N. I. 556
 Gvakharia T. A. 552
 Gvakharia V. G. 552
 Gvazava N. G. 604
 Gvazava R. A. 324
 Gvelesiani G. G. 343
- Hörhold H. H. 336
- Jakobashvili Z. A. 400, 612
 Iashvili N. G. 112
 Imnaishvili L. Sh. 608
 Intskirveli L. N. 108
 Ivanishvili A. N. 544
- Janelidze R. B. 340
 Japaridze G. I. 292
 Japaridze L. N. 104
 Japaridze Z. Sh. 327, 568
 Javakhia D. B. 376
 Javakhidze D. G. 360
 Jikia N. Sh. 284
 Jvarsheishvili G. A. 271
- Kakhiashvili L. I. 376
 Kakulia Ts. V. 559
 Kakuria L. Sh. 104
 Kalinovsky E. A. 104
 Kamushadze T. D. 72
 Kandelaki M. N. 572
 Kantaria R. V. 544
 Karsakevich A. S. 620
 Kavtiashvili K. G. 428
 Kebabdze Zh. M. 104
 Keinashvili Yu. Sh. 144
 Kekelia G. V. 540
 Kekelidze N. P. 535, 544
 Kemkhadze Sh. S. 248
 Kervalishvili P. D. 532
 Ketiladze O. G. 76
 Kevanishvili G. Sh. 540
 Kevanishvili O. Sh. 76
 Kevlishvili G. O. 639
 Khananashvili L. M. 336, 559
 Kharazishvili A. B. 32
 Khardeishvili O. M. 644
 Kharebov V. S. 312
 Khatiashvili M. G. 108
 Khavtasi L. G. 64
 Khimshiashvili N. G. 196
 Khomeriki R. V. 639
 Khukhia N. V. 368
 Khukhunia Ts. V. 552
 Khuroshvili D. V. 572
 Khvoles A. R. 572
 Kiziria G. V. 388
 Klee I. 336
 Kobakhidze E. I. 576
 Kodua T. E. 632
 Kokaia M. V. 504
 Kostava A. A. 592
 Kostava B. A. 268, 468
 Kotashvili L. N. 435
 Kotov N. V. 372
 Kuchava N. E. 308
 Kukishvili S. A. 648
 Kurdiani N. I. 64, 72
 Kutelia E. R. 303, 532
 Kuzenkov A. F. 548
 Kvernadze G. A. 34
 Kvernadze M. S. 56
 Kvesitadze G. I. 620
 Kvimsadze M. V. 520
 Kvirkvelia N. G. 632
 Kvitashvili E. N. 516
- Labarikava M. O. 563
 Laliashvili M. G. 568
 Lashkhi A. A. 40

- Lebanidze Z. A. 364
 Lekveishvili E. G. 331
 Lomsadze B. A. 183
 Lortkipanidze E. F. 648
 Lyatkher V. M. 604
- Maisuradze N. I. 532
 Maisuradze R. M. 72
 Malinetsky G. G. 500
 Mamasakhlisov G. V. 52
 Manjgaladze P. V. 320
 Maz'ya V. G. 20
 Mdzinarishvili A. L. 176
 Melkadze I. A. 80
 Menteshashvili Z. R. 340
 Mesarkishvili S. S. 144
 Meskhishvili Zh. I. 108
 Metakovsky E. V. 612
 Metreveli K. A. 320
 Metreveli M. G. 396
 Metreveli N. K. 72
 Metskhvariashvili S. Sh. 183
- Mgaloblishvili G. N. 636
 Mgaloblishvili Z. I. 552
 Mikadze Z. K. 592
 Mikanadze Yu. S. 620
 Mikashvidze M. Sh. 443
 Miminoshvili M. R. 492
 Mindeli K. V. 167
 Mindin V. Yu. 112
 Mineev I. F. 652
 Mirtskhulava A. A. 56. 303
- Mirtskhulava N. I. 56
 Misiwicz J. K. 256
 Mitaishvili R. L. 516
 Modebadze O. E. 580
 Molodavkin G. M. 176
 Mskhiladze G. G. 128
 Mukhran-Machavariani I. M. 336
- Museliani T. G. 152
- Nadiradze A. A. 343
 Nadiradze I. Sh. 187
 Nakashidze T. G. 300
 Nakhutsrishvili I. G. 340
 Nanobashvili N. D. 284
 Naskidashvili P. P. 400. 612
- Natsvlishvili Z. S. 136
 Nersesyan A. A. 292
 Nguyen Xuan Tuyen 23
 Ninua E. D. 423
 Novikov Yu. N. 559
 Novikova Zh. N. 347
 Nozadze M. D. 327
- Okujava V. M. 88
 Omiadze I. S. 343
 Oniashvili G. Sh. 392
 Orbeladze N. K. 320
 Orjonikidze G. K. 187
 Ormetsadze R. N. 260
 Osvensky V. B. 56
- Papava D. Yu. 584
 Peikrishvili Ts. G. 403
 Pelmenchikov A. G. 572
 Peradze M. A. 600
 Phaghava A. V. 652
 Phaghava K. I. 652
 Phiolia I. L. 347
 Pirtskhalava A. V. 412
 Pityulin A. N. 392
 Pkhakadze G. G. 212
 Pkhaladze N. V. 163
 Porakishvili N. Z. 632
 Poritskaya L. G. 372
- Rabimov A. S. 488
 Recheulishvili A. N. 60
 Rekhviashvili Yu. S. 315
 Rogava M. M. 88
 Rtskhiladze V. G. 396
 Ruda L. G. 572
 Rukhadze M. D. 88
 Ryaboshtan Yu. S. 315
- Sabin-Guss I. A. 552
 Saluashvili M. E. 128
 Salukvadze B. A. 128
 Samkharadze D. M. 392
 Samsonia Sh. A. 327, 568
 Sanadze T. I. 535
 Sarchimelia R. A. 200
 Sarishvili G. G. 392
 Sepiashvili A. O. 639
 Shanidze Z. G. 156, 496
 Shavlakadze N. N. 512
 Shavliashvili L. U. 108
 Shavoshvili I. G. 163
 Shelegia K. T. 632
 Shengelia I. A. 84
 Shkolny A. T. 628
 Shpolyansky Ya. B. 604
 Shubladze Sh. K. 167
 Shvelashvili A. E. 92, 96
 Sikharulidze E. I. 528
 Sikharulidze G. A. 528
 Sikharulidze N. G. 207
 Sikharulidze T. T. 204
 Sobolev A. N. 92, 96
- Sokhadze G. A. 263
 Solovyev A. A. 20
 Sozinov A. A. 612
 Surmava G. G. 528
- Tabatadze G. Z. 479
 Talakvadze M. V. 580
 Tatishvili Sh. D. 396
 Tatulov R. A. 580
 Tavartkiladze K. A. 548
 Tevdorashvili M. N. 331
 Tkebuchava G. E. 243
 Tkeshelashvili G. I. 296
 Tgonidze J. M. 384
 Topchishvili M. V. 116
 Trakhbrot B. M. 68
 Tsagareishvili V. Sh. 27
 Tsereteli A. K. 628
 Tsertsvadze G. V. 136
 Tsintsadze G. A. 535
 Tsitsiashvili Kh. Sh. 632
 Tsintsadze T. V. 296
 Tsirekidze G. G. 600
 Tsirekidze L. R. 356
 Tsitsiashvili G. V. 572
 Tsvitvadze D. M. 303
 Tskhovrebashvili V. S. 336
 Tsnobiladze D. G. 639
 Tsomaya N. I. 559
 Tsupurashvili T. Ya. 419
 Tsotskolauri N. I. 287
 Tsutsunava T. N. 120
 Tumanishvili E. P. 64
 Turmanidze Ts. S. 620
- Ungiadze A. A. 179
 Uplisashvili J. M. 136
 Urushadze T. F. 167
- Vachnadze E. S. 556
 Vakhania D. E. 584
 Vakhania E. K. 584
 Vardosanidze T. O. 92, 96
 Vekua L. V. 312
 Vepkhvadze R. Ya. 639
 Virsaladze K. S. 632
 Vol'pin M. F. 559
- Yurechko R. Ya. 532
- Zedginidze S. N. 368
 Zedginidze T. G. 191
 Zhidomirov G. M. 577
 Zilpimiani D. O. 320
 Zonenashvili I. A. 43, 280

ა მ ტ რ თ ა ს ა უ 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, როგორც წესი, აკადემიკოს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერალისა (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“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მობართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცხებით 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 მიოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალთა გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დაწვრილებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუკიდებელი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოვლება ავტორის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი



ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნიტი ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათვალად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „გამოკვეთილი“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ეიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписные 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

ная 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.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в списках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.