



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**გზაგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 134 том

№ 3

ივნისი 1989 ИЮНЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

524  
1989  
პ. 134.  
ნ 3. სი



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზაფხულის

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

144

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 134 ტომ

№ 3

ნაწილი I часть

ივნისი 1989 ИЮНЬ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI

ჟურნალი დაარსებულია 1940 წელს  
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ჟურნალი „ზოამბე“  
ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

Ежемесячный научный журнал АН Грузинской ССР „Сообщения“  
на грузинском, русском и английском языках

ს ა რ ე ლ ა ტ ც ი ო კ ო ლ ე ბ ი ა

მ. ალექსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე,  
მ. გამყრელიძე, გ. გველესიანი, ე. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),  
ე. ზაალიშვილი, ა. თავხელიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კლუბაძე (მთავარი  
რედაქტორის მოადგილე), თ. კობახიძე, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი-  
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანეიშვილი, თ. იონიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქ-  
ტორის მოადგილე), ე. სენიანი, თ. ურუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ჯორჯიანი, მ. ხენგია

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редак-  
тора), Т. В. Гамкrelidze, Э. П. Гамкrelidze, Г. Г. Гвелесиани, В. И. Гомелаури,  
Р. Б. Гордезиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Кве-  
ситадзе, И. Т. Кигурадзе (заместитель главного редактора), Т. И. Копалишвили,  
Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метрели, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редак-  
тора), Б. Р. Нанеишвили, Т. Н. Оნიანი, М. Е. Салуквадзе (заместитель главного  
редактора), Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе (главный редактор), Т. Ф. Урушадзе,  
М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

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

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.  
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-16.  
Типография АН ГССР. 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-97.

გადაცემა წარმოებას 19.05.1989. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.07.1989. ფორმატი  
 $70 \times 108 \frac{1}{16}$ . მაღალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 14. პირ. საღ.-გატარება 14.8.  
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბაში 18.5. ტირაჟი 1150.  
უფ 04384. შეკვ. № 1452, ფასი 1 მ. 90 კაპ.

Сдано в набор 19.05.1988. Подписано к печати 26.07.1989. Формат  $70 \times 108 \frac{1}{16}$ .  
Печать высокая. Усл. печ. л. 14.8, уч.-изд. л. 14, усл. кр.-отт. 14.8 Ти-  
раж 1150. УЭ 04384. Зак. № 1452. Цена 1 р. 90 к.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოამბე, 1989.  
© Сообщения АН ГССР, 1989.

ზ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- \*ა. ხარაზიშვილი. ბერის თვისება და არაზომადი სიმრავლეები 468
- \*ა. გაგნიძე. კოშის ამოცანის ამონახსნთა ერთადერთობის შესახებ ზრდადკოეფიციენტებიანი მაღალი რიგის პარაბოლური განტოლებებისათვის 471
- \*ო. ოკუნიევი. წერტილოვანი კრებადობის ტოპოლოგიის მქონე ასახვათა სივრცის კომპაქტურობის მახლობელი თვისებების შესახებ 475
- \*მ. ჩობანი. ღია ასახვები და კომპაქტურ ქვესიმრავლეთა სივრცეები 479
- \*ა. არხანგელსკი. იტერირებულ ფუნქციათა სივრცის შესახებ 483
- \*ვ. ბუღაძე. ცვლადის იმ გარდაქმნათა შესახებ, რომლებიც ინახავენ ფურიე — ჰარის კოეფიციენტების მწკრივის აბსოლუტურად კრებადობას 486
- \*ვ. ფანცულაია. ზოგიერთ ფუნქციონალურ სივრცეში ინვარიანტული და კვაზინვარიანტული ზომების შესახებ 491
- \*ვ. მანვოშვილი. ორი მარტივი ჰიპოთეზის მიმდევრობითი გარჩევის ამოცანა შემოსაზღვრული მესხიერებით 496

მეჩანება

- \*რ. აღამია (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ბ. ბანძელაძე. ზოგიერთი სამშენებლო კონსტრუქციის გარდამავალი პროცესების ოპტიმიზაციური სინთეზი 499

დრეკადობის თეორია

- \*მ. შანგუა. დინამიური სასაზღვრო ამოცანა წრიული არისათვის, რომელიც გამაგრებულია მცირე სისქის სტრინგერით საზღვრის გასწვრივ 504

კიბერნეტიკა

- \*ე. გაბისონია, ნ. ავალიშვილი. დალაგებულ ოპერაციათა კომპლექსის მართვის ამოცანა 507
- \*თ. გაჩეჩილაძე, თ. მანჯაფარაშვილი. არამკაფიო შემთხვევითი ხლომილებები და შესაბამისი პირობითი ალბათური ზომები 512

ფიზიკა

- \*გ. კვაჭანტირაძე. აზოტის იმპლანტაციისას ნიობიუმის პოლიმორფული გარდაქმნების შესახებ 515
- \*ე. ზერაგია, თ. კალანდაძე, თ. ოქროაშვილი, ი. ოქროაშვილი, ა. ბარკალაია. წრფივი ელექტროშთანქმეა CdTe-ის ლეგირებულ კრისტალებში 520
- \*თ. კობალეიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ა. მაკავარიანი, ა. რუსეცკი. p-მეზონით გაცვლის როლი  $\pi N$ -გაფანტვის P-ტალღებში 524
- \*დ. გორდუზიანი, გ. ჯორჯაძე, ი. სარიშვილი. სასრულგანზომილებიანი სპინიანი რელატივისტური სისტემა 527

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მარქსის  
სახ. სახ. რესპუბ.  
ბიბლიოთეკა



- \*ა. ზეინი, ნ. ქურდიანი, ლ. ხავთასი, ნ. ჩიქოვანი. დასხვევის გავლენა მაღალმომიანი გალიუმის არსენიდის ფოტომგრძნობიარობაზე  $h\nu > E_g$  სპექტრულ არეში 532
- \*ა. ჯაბერი, ზ. ქაჩლიშვილი. მაგნიტური ველის გავლენა მინარეველ გარღვევაზე 535

გეოფიზიკა

- \*ვ. სტარახოვი (სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. შულაია, მ. კუპრაძე. ტოპოგრაფიული მასების ეფექტის აღრიცხვის მეთოდი დეტალური გრავიმეტრიული ვადლებსის მთიან რაიონში 539
- \*თ. ადუიშვილი, ა. გაბეშია, თ. ნავერიანი. ატომური ქანგბადის მწვეანე ხაზის ნათების ინტენსივობის რაკეტული ფოტომეტრიული გაზომვები საშუალო განედის იონოსფეროში 544

ანალიზური ქიმია

- \*ნ. ძოწენიძე, თ. რუსთაშვილი, ლ. ხინთიბიძე. ვერცხლის განსაზღვრის კინეტიკური მეთოდი 548

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- \*მ. მოდებაძე. სამარიუმის და ნიკელის იონების ურთიერთქმედება ნატრიუმისა და კალიუმის ოქსალატებთან 552

ორგანული ქიმია

- \*ს. კანდელიაკი, ქ. გოგობერიშვილი, ნ. ლეკიშვილი, ო. ჯიქია, ვ. ჩაგულაოვი, ლ. ხანანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). დიალილური მონომერების საფუძველზე მიღებულ გელ-პოლიმერულ მატრიცაში ფტორ- და სილიციუმშემცველი აკრილატების დიფუზიის კინეტიკის შესწავლა 556

ფიზიკური ქიმია

- \*ვ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. კრუპენიკოვა, მ. ბურჯანაძე, დ. ბარნაბიშვილი, ნ. გოგობე, თ. შარაშენიძე. სკანდიუმის კათიონების გავლენა Y ტიპის ცეოლითისა და კლინობტილოლიტის თვისებებზე 560

ელექტროქიმია

- \*ლ. გეგეშიძე, ვ. შავგულიძე, ჯ. ჯაფარიძე. ტყეის ჰალოგენ- და თიოცინატ-კომპლექსების პოტენციომეტრული შესწავლა 1,2-პრობილენგლიკოლში 563

ქიმიური ტექნოლოგია

- \*ა. ვარადაშვილი, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ცომაია, ნ. ლობუხევიჩი, ე. სტაროდუბცევი, ვ. კოპილოვი, ბ. კიპნისი, ი. ნოვიკოვი, მ. ვოლპინი. დეზინტეგრატორის გამოყენება მეთილქლორსილანების პირდაპირი სინთეზისათვის საპირო კონტაქტური მასის კომპონენტების აქტივაციის მიზნით 567

ჰიდროლოგია

- \*გ. გრიგოლია, ე. საბაძე. ჯონსონის  $S_g$  განაწილების პარამეტრებიდან ჩვეულებრივ ჰიდროლოგიურ მახასიათებლებზე გადასვლა 571

**გეოლოგია**

- \*თ. გიორგობიანი, დ. ზაქარაია. ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიონის ექნექტური დანაოჭების ფორმირების მექანიზმი 575
- \*ა. გავაშელი, პ. ავალიშვილი, დ. ჭეიშვილი, ი. ქავთარაძე, დ. გახარია, მ. ჯამბურია, მ. სულხანიშვილი. გაგრა-ჯავის ზონის დიზის წყების ანალოგები 579

**ლითოლოგია**

- \*ლ. ჩომახიძე. ძირულის მასივის სამხრეთ და ჩრდილო პერიფერიის ძველი გამოფიტვის ქერქის მინერალები 584

**საგზინებლო მშენებლობა**

- \*ვ. ბალაეძე, მ. ლორთქიფანიძე. ახლებური წარმოდგენა ბეტონის მუშაობაზე დროში 588

**მეტალურგია**

- \*ლ. ოკლეი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩხარტიშვილი, ჯ. ლორთქიფანიძე, კ. პაპავა, ზ. მელაშვილი, ლ. ჭანტურია. გლინების დახრის კუთხის გავლენა გილზებისა და მზა მილების ხარისხზე 592
- \*ბ. ერისთავი, გ. ასათიანი, ნ. ჯალაბაძე, ე. პიკუსი, ე. ქუთელია. ქრომნიკელიანი ფოლადების ზედაპირის სტრუქტურული კვლევა გოგირდმჟავას ზემოქმედების შემდეგ 596

**ბანქანათმცოდნეობა**

- \*პ. წულაია. ორი ერთგვაროვანი პოპულაციისაგან შედგენილი ნეირონული ქსელის ქცევის მოდელირება გარეშე პერიოდული ზემოქმედების დროს 600
- \*ს. მესარქიშვილი, ი. ყვინაშვილი. ყურძნის ჭყელტის პროცესის ანალიზი მიხსლოებითი პიდროდინამიკური თეორიის საფუძველზე 603
- \*რ. ზუკაკიშვილი, რ. თარგამაძე, ა. ტერტერაშვილი. ექსპერიმენტული ფაქტორების გავლენა ვანაწილებული დატვირთვების განსაზღვრის სიზუსტეზე ტენზომეტრული მზომი ელემენტების გამოყენებით 608

**ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა**

- \*მ. სალუქვაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. გაბისონია, ა. არსენაშვილი. მუდმივი დენის მაგისტრალურ ელმავლებზე ცვლადსტრუქტურული სისტემებისათვის სწრაფქმედების ამოცანის გამოყენება 612

**ბოტანიკა**

- \*ი. დანელია. TULIPAL-ის გვარის წარმომადგენელი ორი სახეობის კარიოლოგია 616

**აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია**

- \*ი. აივაზაშვილი, ი. ქარელი. ტვინის ქოლენერგული მექანიზმების მნიშვნელობა ლეკების ხატისმიერ და პირობითრეფლექსურ მექანიზმებში 619

**ბიოფიზიკა**

- \*გ. დავითაია, ს. მეცხვარიშვილი, ბ. ლომსაძე, პ. ნიშნიანიძე, ო. ქორიძე, ე. შენგელაია, თ. კარაპეტაძე, ი. კირში, გ. ფრანველიანი. პოლივინილიბროლიდონების დეზინტოქსიკაციური მოქმედება აკლოპოლური მოწამელის პროცესებში 623

## ბიომიშია

- \*თ. ხაჩიძე. ქართული ენდემური ხორბლების თესლის გლიადინური ცილების ელექტროფორეზული სპექტრები 628

## მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*რ. სალაყაია, გ. ვადაჭკორია, ნ. ამირიანი, ო. ცინცაძე. არასპეციფიური პროსტატიტების, ვეზიკულიტებისა და უკანა ურეტრიტების ეტიოლოგიური სტრუქტურა 631

## ზოოლოგია

- \*პ. საგდიევა, ე. დუბინინა. დიდი კავკასიონის თავისებური მღრღნელების გამაზოიდური ტყიების სახეობრივი შემადგენლობის და ეკოლოგიის შესწავლისათვის 636

## ემსპირიმენტული მემიციონა

- \*ე. შეანგირაძე. სარძევე კბილა ჩანასახების პულისის სისხლმომარაგების ზოგიერთი საკითხი სხვადასხვა ფიზიკური ვანეითარების მქონე დღესრულ ახალშობილებში 637
- \*თ. კოდუა. ბიოგენური ამინები და იმუნიტეტის მაჩვენებლები წყულუოვანი დაავადების დროს 641
- \*ზიგ. ზურაბაშვილი, ა. მამარდაშვილი, ნ. დარჩია, მ. ცხადაძე, ნ. ქიქოძე, მ. კლდიაშვილი, ა. გოგელია, ნ. ოკრიბელაშვილი. ქრონიკული ალკოჰოლიზმით დაავადებულთა სისხლის პლაზმის ზოგიერთი თავისებურება 647
- \*ბ. ხუდაიდატოვი. ნერვული სისტემის ზოგიერთი დაავადებისა და ბრონქალური ასთმის კომპლექსური აურიკულოკორპორალური რეფლექსოთერაპია 652

## ენათმეცნიერება

- \*ლ. სამანჯია. ომონიმების საკითხისათვის აფხაზურ სალიტერატურო ენაში 656
- \*ც. ბიბილეიშვილი. სომატური კომპონენტი ზომისა და ინტენსივობის ფუნქციით 659

## ფილოლოგია

- \*ნ. ჩხეიძე. „ქილილა და დამანას“ B ვერსიის სპარსული ლექსიკა 664

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- А. Б. Харазишвили. Свойство Бэра и неизмеримые множества 465
- А. Г. Гагнидзе. О единственности решений задачи Коши для параболических уравнений высокого порядка с неограниченными коэффициентами 469
- О. Г. Окунев. О свойствах, близких к компактности, пространств функции в топологии поточечной сходимости 473
- \* М. М. Чобан. Открытые отображения и пространства компактных подмножеств 477
- А. В. Архангельский. Об итерированных пространствах функций 481
- \* В. М. Бугадзе. О заменах переменной, сохраняющих абсолютную сходимость ряда коэффициентов Фурье—Хаара 485
- \* Г. Р. Панцулая. Об инвариантных и квазиинвариантных мерах в некоторых функциональных пространствах 489
- \* В. Г. Мангошвили. Последовательное различение двух простых гипотез с ограниченной памятью 493

### МЕХАНИКА

- \* Р. Ш. Адамия (член-корреспондент АН ГССР), Б. Р. Бандзеладзе. Оптимизационный синтез переходных процессов некоторых строительных конструкций 497

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- М. С. Шангуа. Стационарная задача теории упругости для диска усиленной накладкой малой толщины 501

### КИБЕРНЕТИКА

- В. Е. Габисония, Н. М. Авалишвили. Задача управления упорядоченным комплексом операций 505
- Т. Г. Гачечиладзе, Т. В. Манджaparашвили. Нечеткие случайные события и соответствующие условные вероятностные меры 509

### ФИЗИКА

- \* Г. Г. Квачантирадзе. О полиморфных превращениях ниобия при имплантации азота 513
- Э. М. Зерагия, Т. М. Каландадзе, Т. Г. Окроашвили, И. Т. Окроашвили, А. А. Баркалая. Линейное электропоглощение в легированных кристаллах CdTe 517

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



- Т. И. Копалейшвили (член-корреспондент АН ГССР), А. И. Мачавариани, А. Г. Русецкий. О роли  $\rho$ -мезонного обмена в  $P$ -волнах  $nN$ -рассеяния 521
- Д. Н. Гордезиани, Г. П. Джорджадзе, И. Т. Саришвили. Конечномерная релятивистская система со спином 525
- А. М. Зейн, Н. И. Курдиани, Л. Г. Хавтаси, Н. Н. Чиковани. Влияние облучения на фоточувствительность высокоомного арсенида галлия в области спектра  $h\nu > E_g$  529
- А. М. Джабер, З. С. Качлишвили. Влияние магнитного поля на при-  
 месной пробой 533

#### ГЕОФИЗИКА

- В. Н. Страхов (член-корреспондент СССР), Т. В. Шулаия, М. Д. Купрадзе. Метод учета эффекта топографических масс при деталь-  
 ных гравиметрических съемках в горной области 537
- Т. Г. Адейшвили, А. А. Габешия, Т. Х. Навериани. Ракетные  
 фотометрические измерения интенсивности свечения зеленой линии ато-  
 марного кислорода в среднеширотной ионосфере 541

#### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. Е. Дзоценидзе, Т. Г. Руснешвили, Л. С. Хинтибидзе. Ки-  
 нетический метод определения серебра 545

#### ОБЩАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. Е. Модебадзе. Взаимодействие ионов самария и никеля с оксалата-  
 ми натрия и калия 549

#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- С. А. Канделаки, К. М. Гогоберишвили, Н. Г. Лекишвили,  
 О. Д. Джикия, В. С. Чагулов, Л. М. Хананашвили (член-  
 корреспондент АН ГССР). Исследование процессов диффузии фтор- и  
 кремнийсодержащих метакрилатов в гелеполимерную матрицу на ос-  
 нове диаллильных мономеров 553

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), А. Ю. Крупеникова,  
 М. Н. Бурджанадзе, Д. Н. Барнабишвили, Н. И. Гого-  
 дзе, Т. В. Шарашидзе. Влияние катионов скандия на свойства  
 цеолита типа Y и клиноптилолита 557

#### ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Л. В. Гегешидзе, В. В. Шавгулидзе, Дж. И. Джапаридзе.  
 Потенциометрическое исследование галогенидных и тиоцианатных ком-  
 плексов свинца в 1,2-пропиленгликоле 561

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- А. Ш. Варадашвили, Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР), Н. И. Цома, Н. П. Лобусевич, Э. С. Стародубцев, В. М. Копылов, Б. М. Кипнис, Ю. Н. Новиков, М. Е. Вольпин. Использование дезинтегратора для активации компонентов контактных масс прямого синтеза метилхлорсиланов 565

## ГИДРОЛОГИЯ

- Г. Л. Григолия, Э. Я. Сабадзе. Переход от параметров распределения  $S_B$  Джонсона к обычным гидрологическим характеристикам 569

## ГЕОЛОГИЯ

- Т. В. Гиоргобиани, Д. П. Закара, Я. Механизм формирования гребневидной складчатости Северо-Западного Кавказа 573
- А. М. Гавашели, П. И. Авалишвили, Д. В. Ченшвили, И. Г. Кавтарадзе, Д. Т. Гахария, М. М. Джамбурия, М. М. Сулханишвили. Аналоги дизкой серии Гагра-Джавской зоны южного склона главного Кавказского хребта (в пределах Абхазии) 577

## ЛИТОЛОГИЯ

- Л. И. Чомахидзе. Минералы древней коры выветривания на южной и северной перифериях Дзирульского массива 581

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- В. К. Балавадзе, М. М. Лордкипанидзе. Новое представление о работе бетона во времени 585

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Л. Н. Оклей (член-корреспондент АН ГССР), И. В. Чхартишвили, Дж. Л. Лордкипанидзе, К. Г. Папава, Э. Н. Мелашвили, Л. С. Чантурия. Влияние угла наклона валков на качество гильз и готовых труб 589
- Б. Г. Эристави, Г. Н. Асатиани, Н. В. Джалабадзе, Е. А. Пикус, Э. Р. Кутелия. Структурные исследования поверхности хромоникелевых сталей после воздействия серной кислоты 593

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Г. Г. Сулая. Моделирование поведения нейронной сети, состоящий из двух однородных популяций, при внешних периодических воздействиях 597
- С. С. Месаркишвили, Ю. Ш. Кеннашвили. Результаты анализа процесса дробления винограда на основе приближенной гидродинамической теории 601

- Р. И. Зукакишвили, Р. Ч. Таргамадзе, А. В. Тертераши-  
 ли. Влияние экспериментальных факторов на точность определения рас-  
 пределенных нагрузок с помощью измерительных элементов на тензо-  
 резисторах

605

#### АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- М. Е. Салуквадзе (член-корреспондент АН ГССР), В. Е. Габисо-  
 ния, А. И. Арсенашвили. Задача оптимального быстродействия  
 систем с переменной структурой применительно к магистральным элек-  
 тровозам постоянного тока

609

#### БОТАНИКА

- И. М. Данелия. Кариология двух видов рода *Tulipa* L. из Закавказья

613

#### ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- И. М. Айвазашвили, Э. А. Карели. Значение холинергических ме-  
 ханизмов мозга в образной и условнорефлекторной памяти щенков

617

#### БИОФИЗИКА

- Г. Ш. Давитая, С. Ш. Мецхваришвили, Б. А. Ломсадзе,  
 П. Г. Нишнианидзе, О. А. Коридзе, Э. Н. Шенгелая, Т. М.  
 Карапутадзе, Ю. Э. Кириш, Г. А. Франгулян. Дезинтоксика-  
 ционное действие поливинилпирролидонов в процессах алкогольного от-  
 равления

621

#### БИОХИМИЯ

- Т. О. Хачидзе. Электрофоретические спектры глиадиновых белков се-  
 мян грузинских эндемичных пшениц

625

#### МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Р. Г. Салакая, Г. А. Вадачкория, Н. Б. Амирян, О. В. Цин-  
 цадзе. Этиологическая структура неспецифических простатитов, вези-  
 кулитов и задних уретритов

629

#### ЗООЛОГИЯ

- П. Д. Садгиева, И. В. Дубинина. К изучению видового состава и  
 экологии гамазовых клещей мышевидных грызунов Большого Кавказа

633

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Е. В. Швангирадзе. Некоторые вопросы васкуляризации пульпы за-  
 чатков молочных зубов у доношенных новорожденных с различным фи-  
 зическим развитием

637

- Т. Э. Кодуа. Биогенные амины и показатели иммунитета при язвенной  
 болезни

641

Зиг. А. Зурабашвили, А. Ф. Мамардашвили, Н. Ш. Дарчия,  
М. Ш. Цхададзе, Н. Г. Кикодзе, М. М. Клдиашвили,  
А. И. Гогелия, Н. Д. Окрибелашвили. Некоторые особеннос-  
ти плазмы крови больных хроническим алкоголизмом 645

Б. Р. Худайдагов. Комплексная аурикулокорпоральная рефлексотера-  
пия некоторых заболеваний нервной системы и бронхиальной астмы 649

#### ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Л. Х. Саманджия. К вопросу об омонимах в абхазском литературном  
языке 653

Ц. В. Бибилейшвили. Соматический компонент в функции меры и ин-  
тенсивности (на материале соматических фразеологизмов французского  
и грузинского языков) 657

#### ФИЛОЛОГИЯ

Н. Г. Чхеидзе. Персидская лексика версии в «Калилы и Димны» 661

## CONTENTS

### MATHEMATICS

A. B. Kharazishvili. The Baire property and nonmeasurable sets	468
A. G. Gagnidze. Uniqueness of Cauchy problem solutions for high-order parabolic equations	471
O. G. Okunev. On compact-like properties of spaces of continuous functions in the topology of pointwise convergence	476
M. M. Choban. Open mappings and spaces of compact subsets	480
A. V. Arkhangel'sky. On iterated function spaces	483
V. M. Bugadze. On variable changes preserving the absolute convergence of the series of Haar-Fourier coefficients	487
G. R. Pantsulaia. On invariant and quasiinvariant measures in some functional spaces	491
V. G. Mangoshvili. The problem of sequential decision between two simple hypotheses with restricted memory	496

### MECHANICS

R. Sh. Adamia, B. R. Bandzeladze. Optimization synthesis of transitive processes of some building constructions	499
---	-----

### THEORY OF ELASTICITY

M. S. Shangua. A dynamic boundary-value problem for a disc reinforced with a thin plate around the hole contour	504
---	-----

### CYBERNETICS

V. E. Gabisonia, N. M. Avalishvili. A problem of control of the ordered complex of operations	508
T. G. Gachechiladze, T. V. Manjaparashvili. Fuzzy random events and the corresponding conditional probability measures	512

### PHYSICS

G. G. Kvachantiradze. On polymorphous transformations of niobium during nitrogen implantation	516
E. M. Zeragia, T. M. Kalandadze, T. G. Okroashvili, I. T. Okroashvili, A. A. Barkalaia. Linear electroabsorption in CdTe doped crystals	520
T. I. Kopaleishvili, A. I. Machavariani, A. G. Rusetsky. The role of the $\rho$ -meson exchange in the P-wave $\pi$ N-scattering	524
D. N. Gordeziani, G. P. Jorjadze, I. T. Sarishvili. Finite-dimensional relativistic system with a spin	527
A. M. Zein, N. I. Kurdiani, L. G. Khavtasi, N. N. Chikovani. The effect of irradiation photosensitivity on high-resistance GaAs photosensitivity in the spectrum range $h\nu > E_g$	532
A. M. Jaber, Z. S. Kachlishvili. The influence of the magnetic field on impurity breakdown	535

### GEOPHYSICS

V. N. Strakhov, T. V. Shulaya, M. D. Kupradze. A method of inclusion of the effect of topographic masses during detailed gravimetric surveys in mountainous areas	539
---	-----



- T. G. Adeishvili, A. A. Gabeshia, T. Kh. Naveriani. Rocket photometric measurements of the intensity of atomic oxygen green lines glow in the mid-latitude ionosphere 544

## ANALYTICAL CHEMISTRY

- N. E. Dzotsenidze, T. G. Rusieshvili, L. S. Khintibidze. A kinetic method for the determination of silver 548

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- M. E. Modbadze. Interaction of Sm and Ni ions with Na and K oxalates 552

## ORGANIC CHEMISTRY

- S. A. Kandelaki, K. M. Gogoberishvili, N. G. Lekishvili, O. D. Jikia, V. S. Chagulov, L. M. Khananashvili. Investigation of diffusion processes of fluorine and silicon-containing methacrylates into the gel-polymer matrix on the basis of diallyl monomers 556

## PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, A. Yu. Krupennikova, M. N. Burjanadze, D. N. Barnabishvili, N. I. Gogodze, T. V. Shara-shenidze. The effect of scandium cations on the properties of Y-zeolite and clinoptilolite 560

## ELECTROCHEMISTRY

- L. V. Gegeshidze, V. V. Shavgulidze, J. I. Japaridze. Potentiometric investigation of halogenide and thiocyanate complexes of lead in 1, 2-propylene glycol 563

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- A. Sh. Varadashvili, L. M. Khananashvili, N. I. Tsomaya, N. P. Lobusevich, E. S. Starodubtsev, V. M. Kopylov, B. M. Kipnis, Yu. N. Novikov, M. E. Volpin. The use of desintegrator for activation of contact mass components in the direct synthesis of methylchlorosilanes 567

## HYDROLOGY

- G. L. Grigolia, E. Ya. Sabadze. The transfer from parameters of  $S_{\beta}$  Johnson distribution to ordinary hydrological characteristics 572

## GEOLOGY

- T. V. Giorgobiani, D. P. Zakariaia. The mechanism of formation of crest-like folding in the north-western Caucasus 576
- A. M. Gavasheli, P. I. Avalishvili, D. V. Cheishvili, I. G. Kavtaradze, D. T. Gakharlia, M. M. Jamburia, M. M. Sul Khanishvili. Stratotype of the Disian Series of Gagra-Java zone of the southern slope of the Greater Caucasian mountain range 580

## LITHOLOGY

- L. I. Chomakhidze. On the mineralogy of the old crust of weathering on the Georgian Block 584

## STRUCTURAL MECHANICS

- V. K. Balavadze, M. M. Lortkipanidze. A new concept about time-dependent concrete work 588

## METALLURGY

- L. N. Okley, I. V. Chkhartishvili, J. L. Lordkipanidze, K. G. Papava, Z. N. Melashvili, L. S. Chanturia. The effect of the roll angle on the quality of shells and finished pipes 592
- B. G. Eristavi, G. N. Asatiani, N. V. Jalabadze, E. A. Pikus, E. R. Kutelia. Investigation of chromium-nickel steel surface structure after the treatment with sulphuric acid 596

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- G. G. Tsulaia. Simulation of the behaviour of neuronal networks consisting of two homogeneous populations at external periodic excitations 600
- S. S. Mesarkishvili, Yu. Sh. Keinashvili. Analysis of grape crushing process on the basis of the approximate hydrodynamic theory 603
- R. I. Zukakishvili, R. Ch. Targamadze, A. V. Tertershvili. The effect of experimental factors on the accuracy of the distributed loads determination by means of measuring elements on strain-gauges 608

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- M. E. Salukvadze, V. E. Gabisonia, A. I. Arsenashvili. The time optimal problem of systems with variable structure as applied to d. c. main line electric locomotives 612

## BOTANY

- I. M. Danelia. Karyology of two species of the genus *Tulipa* L. from the Transcaucasus 616

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- I. M. Aivazashvili, E. A. Kareli. The role of cholinergic mechanisms in the image and conditioned- reflex memory of puppies 619

## BIOPHYSICS

- G. Sh. Davitaia, S. Sh. Metskhvarishvili, B. A. Lomsadze, P. G. Nishnianidze, O. A. Koridze, E. N. Shengelaia, T. M. Karaputadze, Yu. E. Kirsh, G. A. Frangulyan. Detoxifying action of polyvinylpyrrolidone in alcohol intoxication processes 624

## BIOCHEMISTRY

- T. O. Khachidze. Electrophoretic spectra of gliadin proteins in various species of Georgian wheat 628

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- R. G. Salakaia, G. A. Vadachkoria, N. B. Amiryan, O. V. Tsintsadze. Etiological structure of nonspecific prostatitis, vesiculitis and posterior urethritis 631

## ZOOLOGY

- P. D. Sagdieva, E. V. Dubinina. The study of fauna and ecology of small rodents Gamasina mites in the Greater Caucasus 636

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- E. V. Shvangiradze. Some problems of vascularization of the pulp of rudimentary milk teeth in newborns with different degrees of physical development 639
- T. E. Kodua. Biogenic amines and immunity in patients with peptic ulcer 643
- Zig. A. Zurabashvili, A. F. Mamardashvili, N. Sh. Darchia, M. Sh. Tskhadadze, N. G. Kikodze, M. M. Kldiashvili, A. I. Gogelia, N. D. Okribelashvili. Some peculiarities of blood plasma in patients suffering from chronic alcoholism 647
- B. R. Khudaidatov. Combined auriculocorporal reflexotherapy of some of diseases of the nervous system and bronchial asthma 652

## LINGUISTICS

- L. Kh. Samanjia. On the problem of homonyms in the Abkhazian literary language 656
- Ts. V. Bibileishvili. The use of somatic components in the function of measure and intensity (with reference to French and Georgian somatic phraseological units) 660

## PHILOLOGY

- N. G. Chkheidze. Persian words in the "B" version of "Kilila and Damana" 664





А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

### СВОЙСТВО БЭРА И НЕИЗМЕРИМЫЕ МНОЖЕСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 11.4.1988).

В настоящей статье рассматриваются некоторые вопросы, связанные с топологическим свойством Бэра и с неизмеримостью множеств относительно тех или иных квазинвариантных мер. Пусть  $R^n$  — евклидово пространство размерности  $n$ , где  $n \geq 1$ . Обозначим символом  $\overline{B}(R^n)$  класс всевозможных подмножеств в  $R^n$ , обладающих свойством Бэра (см. [1]). Тогда  $\overline{B}(R^n)$  представляет собой  $\sigma$ -алгебру частей пространства  $R^n$ , строго содержащую борелевскую  $\sigma$ -алгебру  $B(R^n)$  этого же пространства. На  $\sigma$ -алгебре  $B(R^n)$  мы имеем обычную лебегову меру  $\lambda_n$ , инвариантную относительно группы всех изометрических преобразований (т. е. движений) пространства  $R^n$ . Для более широкой  $\sigma$ -алгебры  $\overline{B}(R^n)$  аналогичной меры не существует. Говоря точнее, справедливо следующее утверждение.

**Теорема 1.** Пусть  $G$  — некоторая подгруппа группы всех движений евклидова пространства  $R^n$ . Тогда приводимые ниже соотношения эквивалентны:

- 1) какова бы ни была точка  $x \in R^n$ , ее орбита  $G(x)$  является несчетной;
- 2) какова бы ни была ненулевая  $\sigma$ -конечная  $G$ -квазинвариантная мера  $\mu$ , заданная в пространстве  $R^n$ , обязательно найдется множество  $X \in \overline{B}(R^n)$ , не измеримое относительно этой меры.

Сформулированное утверждение в частности показывает, что для достаточно богатой группы  $G$  движений пространства  $R^n$  на  $\sigma$ -алгебре  $\overline{B}(R^n)$  нельзя определить невырожденную  $\sigma$ -конечную меру, квазинвариантную относительно  $G$ . Доказательство теоремы 1 проводится по схеме, указанной в работе [2]. В процессе доказательства используются индукция по размерности  $n$  и хорошо известный результат Улама, состоящий в том, что первое несчетное кардинальное число  $\omega_1$  не измеримо в широком смысле. Отметим здесь же, что теорема, аналогичная теореме 1, имеет место и для  $n$ -мерной евклидовой сферы  $S^n$ , наделенной фиксированной группой  $G$  вращений этой сферы.

Пусть теперь  $E$  — основное базисное множество и  $G$  — некоторая группа его преобразований. Далее, пусть в множестве  $E$  задана некоторая топология  $T$  и  $\overline{B}(E, T)$  обозначает класс всевозможных частей от  $E$ , обладающих свойством Бэра относительно этой топологии. Будем говорить, что  $T$  и  $G$  согласуются между собой в смысле категории, если выполняются следующие соотношения:

а) класс  $\overline{B}(E, T)$  является  $G$ -инвариантным;

б) преобразования из группы  $G$  сохраняют категорию множеств,

т. е. для любого преобразования  $g \in G$  и для любого множества  $X \in \overline{B}(E, T)$ ,



имеющего первую категорию относительно  $T$ , образ  $g(X)$  также имеет первую категорию относительно  $T$ .

Например, если топология  $T$  такова, что все преобразования из группы  $G$  являются гомеоморфизмами, то совершенно ясно, что  $T$  согласуется с группой  $G$  в смысле категории.

Напомним, что топологическое пространство  $(E, T)$  называется бэровским, если каждое непустое открытое подмножество в  $E$  есть множество второй категории (другими словами, не представимо в виде объединения счетного семейства нигде не плотных множеств). Далее, говорят, что топологическое пространство  $(E, T)$  удовлетворяет условию Суслина (или, по другой терминологии, условию счетных цепей), если каждое дизъюнктное семейство, состоящее из непустых открытых подмножеств этого пространства, является не более чем счетным.

Пусть снова  $G$ -фиксированная группа преобразований базисного множества  $E$ . Для всякого ординального числа  $\alpha$  с помощью трансфинитной рекурсии определим некоторый класс  $K_\alpha(G)$  частей множества  $E$ . В качестве  $K_0(G)$  возьмем одноэлементный класс  $\{\emptyset\}$ . Затем, определив классы  $K_\beta(G)$  для всех ординальных чисел  $\beta < \alpha$ , для самого  $\alpha$  положим  $K_\alpha(G) = \{X : X \subseteq E \text{ и найдется несчетное инъективное семейство } (g_i)_{i \in I} \text{ преобразований из группы } G \text{ такое, что для любых двух различных индексов } i \in I \text{ и } j \in I \text{ множество } g_i(X) \cap g_j(X) \text{ принадлежит классу } \bigcup_{\beta < \alpha} K_\beta(G)\}$ .

Наконец, положим

$$K(G) = \bigcup_{\alpha} K_\alpha(G).$$

Очевидно, что  $K(G)$  представляет собой некоторый подкласс класса всевозможных частей базисного множества  $E$ . Методом трансфинитной индукции без труда доказывается следующее предложение.

**Теорема 2.** Пусть  $G$ —фиксированная группа преобразований множества  $E$  и  $T$ —какая-нибудь топология в  $E$ , согласованная с группой  $G$  в смысле категории, удовлетворяющая условию Суслина и превращающая множество  $E$  в бэровское топологическое пространство. Тогда если множество  $X$  принадлежит классу  $K(G)$  и обладает свойством Бэра (относительно  $T$ ), то  $X$  непременно является множеством первой категории в  $E$ .

Пусть теперь  $Z$ —некоторое подмножество базисного множества  $E$ , по прежнему наделенного фиксированной группой преобразований  $G$ . Будем говорить, что  $Z$  есть множество,  $G$ -абсолютно не обладающее свойством Бэра, если для каждой топологии  $T$ , задаваемой в  $E$ , согласованной с группой  $G$  в смысле категории, удовлетворяющей условию Суслина и превращающей  $E$  в бэровское топологическое пространство,  $Z$  не обладает свойством Бэра относительно  $T$ . Приведенное определение вполне аналогично определению  $G$ -абсолютно неизмеримого подмножества базисного множества  $E$ . Напомним, что множество  $Z \subseteq E$  называется  $G$ -абсолютно неизмеримым в  $E$ , если оно оказывается не измеримым относительно каждой невырожденной  $\sigma$ -конечной  $G$ -квазиинвариантной меры  $\mu$ , задаваемой в  $E$ . Имеет место следующее вспомогательное утверждение.

**Лемма.** Пусть  $E$ —основное базисное множество,  $G$ —некоторая группа его преобразований и  $X$ —некоторое подмножество в  $E$ , удовлетворяющее следующим соотношениям:



1)  $X \in K(G)$ ,

2) существует счетное семейство  $(g_i)_{i \in I}$  преобразований из группы  $G$ ,

такое, что  $\bigcup_{i \in I} g_i(X) = E$ .

Тогда можно утверждать, что  $X$  есть множество,  $G$  — абсолютно не обладающее свойством Бэра в  $E$ .

Методом, аналогичным методу, примененному в работе [3], доказывается

**Теорема 3.** Пусть  $G$  — фиксированная группа параллельных переносов евклидова пространства  $R^n$ . Тогда приводимые ниже соотношения эквивалентны:

1) группа  $G$  несчетна;

2) в пространстве  $R^n$  имеются множества,  $G$ -абсолютно не обладающие свойством Бэра.

Отметим, что теорема 3 допускает обобщение на несчетные коммутативные группы преобразований (ср. с работой [3], в которой устанавливается существование абсолютно неизмеримого множества в любой несчетной коммутативной группе). В связи с только что сказанным представляет интерес следующая не решенная задача.

**Задача 1.** Каким необходимым и достаточным условиям должна удовлетворять группа  $G$  преобразований базисного множества  $E$ , для того, чтобы в  $E$  существовали множества,  $G$ -абсолютно не обладающие свойством Бэра?

Далее, можно убедиться, что имеет место

**Теорема 4.** Пусть  $E$  — произвольное базисное множество,  $G$  — фиксированная группа его преобразований и  $Z$  — подмножество в  $E$ . Если  $Z$  есть множество,  $G$ -абсолютно не обладающее свойством Бэра, то  $Z$  будет и  $G$ -абсолютно неизмеримым подмножеством в  $E$ .

Доказательство сформулированной теоремы основывается на глубоком результате фон Неймана (см. [4]), состоящем в том, что с каждой полной вероятностной мерой  $\mu$ , задаваемой в пространстве  $E$ , ассоциируется некоторая топология  $T = T(\mu)$  в этом же пространстве, согласующаяся с  $\mu$  в смысле категории, удовлетворяющая условию Суслина и превращающая  $E$  в бэровское топологическое пространство. Согласованность структур  $T$  и  $\mu$  в данном случае означает, что класс всех  $\mu$ -измеримых множеств совпадает с классом всех множеств, обладающих свойством Бэра относительно  $T$ , а класс всех множеств  $\mu$ -меры нуль совпадает с классом всех множеств первой категории относительно  $T$ . Если при этом мера  $\mu$  является  $G$ -квaziинвариантной, то очевидно, что топология  $T$  согласуется и с группой  $G$  в смысле категории.

Заметим, что утверждение, обратное к теореме 4, не верно (достаточно рассмотреть бесконечномерное сепарабельное гильбертово пространство  $H$ , в котором замкнутый единичный шар представляет собой  $H$ -абсолютно неизмеримое множество, обладающее свойством Бэра относительно естественной топологии этого пространства).

Остается не решенной следующая задача.

**Задача 2.** Пусть  $G$  — несчетная подгруппа группы всевозможных параллельных переносов евклидова пространства  $R^n$ . Существуют ли в  $R^n$  множества, являющиеся  $G$ -абсолютно неизмеримыми и в то же

პაქ. სსრ კ. მეცნიერებათა აკადემია  
საბ. საბ. რესპუბლიკა  
ბიბლიოტეკა

время обладающие свойством Бэра относительно обычной евклидовой топологии?

Ясно, что особый интерес в задаче 2 вызывает тот случай, когда группа  $G$  совпадает с группой всевозможных параллельных переносов пространства  $R^n$ .

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

(Поступило 14.4.1988)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ბერის თვისება და არაზომადი სიმრავლეები

რეზიუმე

გამოკვლეულია ბერის ტოპოლოგიური თვისების კავშირი სხვადასხვა კვაზინვარიანტული ზომების მიმართ არაზომადი სიმრავლეების არსებობის საკითხთან.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

THE BAIRE PROPERTY AND NONMEASURABLE SETS

Summary

The paper deals with the connection of the Baire topological property with the problem of existence of sets, nonmeasurable with respect to various quasiinvariant measures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Куратовский. Топология, т. I. М., 1966.
2. А. Б. Харазшвили. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984.
3. А. Б. Харазшвили. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980.
4. Дж. Окстоби. Мера и категория. М., 1974.



А. Г. ГАГНИДЗЕ

О ЕДИНСТВЕННОСТИ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ  
 ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА  
 С НЕОГРАНИЧЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 25.3.1988)

В настоящей работе изучается единственность решений задачи Коши для линейного параболического уравнения вида

$$\frac{\partial u}{\partial t} + Lu = 0, \quad (1)$$

где  $L$  — эллиптический дифференциальный оператор порядка  $2p$  ( $p$  — натуральное число).

Пусть  $\omega = R^n \times (0, T)$ ,  $T = \text{const} > 0$ . Введем для любых действительных  $l > 0$ ,  $0 \leq \tau_1 < \tau_2 \leq T$  и  $0 \leq \tau \leq T$  следующие обозначения:

$$\omega(l; \tau_1, \tau_2) = \{(x, t) : |x| < l, \tau_1 < t < \tau_2\}, \quad (1)$$

$$\omega(l; \tau) = \{(x, t) : |x| < l, t = \tau\}, \quad \Gamma(l; \tau_1, \tau_2) = \partial\omega(l; \tau_1, \tau_2) \cap \{\tau_1 < t < \tau_2\}.$$

В области  $\omega$  рассмотрим задачу Коши для уравнения вида (1) с начальным условием на  $R^n$

$$u(x, 0) = 0. \quad (2)$$

Предположим, что оператор  $L$  записан в виде

$$L = L_1 + L_2 + L_3,$$

где

$$L_1 u = (-1)^p \sum_{|\alpha| = |\beta| = p} D_x^\beta (a_{\alpha\beta}(x, t) D_x^\alpha u),$$

$$L_2 u = \sum_{|\beta| < |\alpha| = p} (-1)^\beta D_x^\beta (b_{\alpha\beta}(x, t) D_x^\alpha u),$$

$$L_3 u = \sum_{|\alpha| < p} C_\alpha(x, t) D_x^\alpha u.$$

Здесь и далее  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ ,  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$  — мультииндексы,

$$|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n, \quad D_x^\alpha = D_{x_1}^{\alpha_1} \cdot D_{x_2}^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot D_{x_n}^{\alpha_n} \quad \text{и} \quad D_{x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i}.$$

Будем предполагать, что  $a_{\alpha\beta}$ ,  $b_{\alpha\beta}$ ,  $c_\alpha$  ограниченные измеримые функции в любой конечной подобласти  $\omega$ .

Пусть  $G \in \omega$  — конечная область и  $g \subset \partial G$ . Через  $H^p(G, g)$  обозначим пространство функций, полученное пополнением по норме

$$\|u\|_p^2 = \int_G \left( u_t^2 + \sum_{|\alpha| \leq p} |D_x^\alpha u|^2 \right) d\bar{x} dt$$

множества функций  $u \in C^p(\bar{G})$ , равных нулю в окрестности  $g$ . Если  $g = \emptyset$ , то будем писать  $H^p(G, \emptyset) = H^p(G)$ .

Обобщенным решением задачи (1)–(2) в области  $\omega$  будем называть функцию  $u$ , которая для любой конечной  $\omega(l; \tau_1, \tau_2)$  принадлежит  $H^p(\omega(l; \tau_1, \tau_2))$  и при произвольной функции  $v \in H^p(\omega(l; \tau_1, \tau_2), \Gamma(l; \tau_1, \tau_2))$  удовлетворяет интегральному тождеству

$$\int_{\omega(l; \tau_1, \tau_2)} \left\{ u_t v + \sum_{|\alpha| = |\beta| = p} a_{\alpha\beta} D_x^\alpha u \cdot D_x^\beta v + \right. \\ \left. + \sum_{|\beta| < |\alpha| = p} b_{\alpha\beta} D_x^\alpha u \cdot D_x^\beta v + \sum_{|\alpha| < p} C_\alpha \cdot D_x^\alpha u \cdot v \right\} dx dt = 0$$

и начальному условию  $u(x, 0) = 0$ .

Относительно коэффициентов уравнения (1) предполагаем, что при любых  $(x, t) \in \bar{\omega}$  и  $v \in H^p(\omega(l; \tau_1, \tau_2))$  они удовлетворяют следующим условиям:

$$|a_{\alpha\beta}(x, t)| \leq M_1 \cdot a(x), \quad M_1 = \text{const} > 0; \quad (3)$$

$$\sum_{|\alpha| = |\beta| = p} a_{\alpha\beta} D_x^\alpha v \cdot D_x^\beta v \geq m_1 \cdot a(x) \sum_{|\alpha| = p} (D_x^\alpha v)^2, \quad m_1 = \text{const} > 0; \quad (4)$$

$$b_{\alpha\beta}^2(x, t) \leq M_2 \cdot a(x), \quad M_2 = \text{const} > 0; \quad (5)$$

$$|C_\alpha(x, t)| \leq M_3, \quad M_3 = \text{const} > 0, \quad (6)$$

где  $a(x)$  — неубывающая при возрастании  $|x|$  функция, причем при любом  $x \in \mathbb{R}^n$  имеет место неравенства:

$$m_0 \leq a(x) \leq M_0 (|x| + 1)^\sigma, \quad m_0, M_0 = \text{const} > 0, \quad 0 \leq \sigma < 2p; \quad (7)$$

$$\left| \frac{\partial a(x)}{\partial x_i} \right| \leq \frac{M_4}{|x| + 1} \cdot a(x), \quad i = 1, \dots, n, \quad M_4 = \text{const} > 0. \quad (8)$$

Пусть  $h$  — неубывающая положительная функция, удовлетворяющая условиям

$$\int_1^\infty \frac{dr}{r h^{2p-1}(r)} = \infty, \quad h(1) \geq 1. \quad (9)$$

Тогда имеет место следующая теорема единственности.

**Теорема 1.** Пусть коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют условиям (3)–(8) и функция  $h$  удовлетворяет условиям (9). Если для обобщенного решения  $u$  задачи (1)–(2) в  $\omega$  существует положительная константа  $\kappa$  такая, что при любых  $R \geq R^*$ ,  $R^* = \text{const} > 0$ , справедливо неравенство

$$\int_{\omega(R; 0, T)} u^2 dx dt \leq \exp \left\{ \kappa R^{\frac{2p-\sigma}{2p-1}} h(R) \right\},$$

то  $u(x, t) = 0$  почти всюду в  $\omega$ .

Заметим, что в случае, когда  $\sigma=0$  или  $p=1$ , результаты настоящей работы совпадают с ранее известными результатами [1, 2].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.4.1988)

მათემატიკა

ა. გაგნიძე

კოშის ამოცანის ამონახსნთა ერთაღებობის შესახებ  
ზრდადკოეფიციენტებიანი მაღალი რიგის პარაბოლური  
განტოლებებისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია  $2p$ , ( $p \geq 1$ ), რიგის წრფივი პარაბოლური განტოლებები  
ზრდადი კოეფიციენტებით. დამტკიცებულია კოშის ამოცანის ამონახსნთა  
ერთაღებობის თეორემა:

MATHEMATICS

A. G. GAGNIDZE

UNIQUENESS OF CAUCHY PROBLEM SOLUTIONS FOR  
HIGH-ORDER PARABOLIC EQUATIONS

Summary

The uniqueness classes of Cauchy problem solutions for high-order parabolic equations with unbounded coefficients are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. А. Олейник, Е. В. Радкевич. Успехи матем. наук. т. 33, № 5, 1978, с. 7—76.
2. А. Г. Гагნიძე. Вестник МГУ, математика, механика, № 5, 1981, 33—38.



О. Г. ОКУНЕВ

## О СВОЙСТВАХ, БЛИЗКИХ К КОМПАКТНОСТИ, ПРОСТРАНСТВ ФУНКЦИИ В ТОПОЛОГИИ ПОТОЧЕЧНОЙ СХОДИМОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 15.4.1988)

Все рассматриваемые пространства предполагаются тихоновскими. Символами  $C_p(X, I)$ ,  $C_p(X)$  обозначаются пространства всех непрерывных функций на пространстве  $X$  со значениями соответственно в отрезке  $I = [-1, 1]$  и в вещественной прямой  $R$ , наделенные топологией поточечной сходимости на  $X$ .

Класс  $\mathbf{P}$  пространств называется  $k$ -направленным [1], если  $\mathbf{P}$  содержит класс  $K$  всех компактов (не обязательно метризуемых) и замкнут относительно конечных произведений и перехода к непрерывным образам.  $k$ -направленный класс будем называть  $sk$ -направленным, если он к тому же устойчив относительно перехода к замкнутым подпространствам. Каждому  $sk$ -направленному классу  $\mathbf{P}$  сопоставим класс  $\mathbf{P}_{\sigma\delta}$  всех пространств  $X$ , представимых в виде  $X = \bigcap \{X_i : i \in N^+\}$ , где каждое  $X_i$  является объединением счетного семейства пространств из  $\mathbf{P}$ , и класс  $\mathbf{P}_\Sigma$ , определяемый следующим образом: пространство  $X$  принадлежит  $\mathbf{P}_\Sigma$ , если для некоторого расширения  $\bar{X}$  (которое без ограничения общности можно считать компактным) пространства  $X$  существует счетное семейство  $S$  подпространств  $\bar{X}$  такое, что  $S \subset \mathbf{P}$ , и для каждых двух точек  $x \in X$ ,  $y \in \bar{X} \setminus X$  найдется  $Z \in S$  такое, что  $x \in Z$  и  $y \notin Z$ . Если  $\mathbf{P} = K$ , получаем класс  $K_{\sigma\delta}$  всех пространств типа  $K_{\sigma\delta}$  и класс  $K_\Sigma$  всех линделефовых  $\Sigma$ -пространств. Нетрудно проверить, что классы  $\mathbf{P}_{\sigma\delta}$  и  $\mathbf{P}_\Sigma$  устойчивы относительно счетных произведений и перехода к замкнутым подпространствам, и, как следствие, относительно счетных пересечений; кроме того,

$$\mathbf{P} \subset \mathbf{P}_{\sigma\delta} \subset \mathbf{P}_\Sigma, \text{ и } (\mathbf{P}_\Sigma)_\Sigma = \mathbf{P}_\Sigma.$$

Известна следующая теорема А. В. Архангельского.

**Теорема 1 [1].** Пусть  $\mathbf{P}$  —  $k$ -направленный класс пространств,  $Y \in \mathbf{P}$ ,  $X$  — компакт, и  $X \subset C_p(Y)$ . Тогда  $C_p(X) \in \mathbf{P}_{\sigma\delta}$ .

Целью данной работы является получение аналогичных утверждений за пределами класса компактных пространств.

**Теорема 2.** Пусть  $\mathbf{P}$  —  $sk$ -направленный класс пространств,  $Y \in \mathbf{P}$ ,  $X \subset C_p(Y)$ ,  $X'$  — множество всех неизолированных точек пространства  $X$ .

а) Если пространство  $X'$   $\sigma$ -компактно, то  $C_p(X, I) \in \mathbf{P}_{\sigma\delta}$ .

б) Если  $X'$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство, то  $C_p(X, I) \in \mathbf{P}_\Sigma$ .

**Доказательство.** Для каждого  $P \subset X$  и натуральных  $m, k$ , обозначим  $B(m, k, P)$  подпространство пространства  $I^X$ , состоящее из всех функций  $\varphi: X \rightarrow I$ , для которых можно так выбрать точки  $y_1, \dots, y_m$  (не обязательно различные) в  $Y$ , чтобы для любых  $f \in X$  и  $g \in P$  из неравенств





$$|f(y_1) - g(y_1)| < 1/m, \dots, |f(y_m) - g(y_m)| < 1/m$$

следовало неравенство  $|\varphi(f) - \varphi(g)| \leq 1/k$ .

**Л е м м а 1.** Пространство  $B(m, k, P)$  есть непрерывный образ замкнутого подпространства произведения  $Y^m \times I^X$ .

Так как класс  $\mathbf{P}$   $sk$ -направлен, а  $I^X$  — компакт, из леммы 1 следует, что  $B(m, k, P) \in \mathbf{P}$ .

**Л е м м а 2.** Если  $P$  — компактное подпространство  $X$ , то множество всех функций  $\varphi: X \rightarrow I$ , непрерывных во всех точках множества  $P$ , есть

$$\bigcap_k \bigcup_m B(m, k, P).$$

Из лемм 1 и 2 следует утверждение пункта а) теоремы 2. Действительно, пусть  $X' = \bigcup \{X_i : i \in N^+\}$ , где каждое пространство  $X_i$  — компакт. Тогда функция  $\varphi: X \rightarrow I$  непрерывна тогда и только тогда, когда она непрерывна во всех точках каждого множества  $X_i$ ,  $i \in N^+$ .

Перейдем к доказательству пункта б). Пусть  $X'$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство. Тогда найдется компактное покрытие  $\gamma$  пространства  $X'$  и счетное семейство  $\{P_n : n \in N^+\}$  подмножеств  $X'$  такие, что если  $C \in \gamma$  и  $V$  — окрестность множества  $C$  в  $X'$ , то для некоторого  $n \in N^+$ ,  $C \subset P_n \subset V$  [2].

**Л е м м а 3.** Для любых двух функций  $\varphi \in C_p(X, I)$  и  $\psi \in I^X \setminus C_p(X, I)$  найдутся натуральные  $m, k$  и  $n$  такие, что  $\varphi \in B(m, k, P_n)$ ,  $\psi \notin B(m, k, P_n)$ .

Из лемм 1 и 3 получаем утверждение пункта б) теоремы 2.

**С л е д с т в и е 1.** Пусть  $X$  — метризуемое пространство,  $X'$  — множество всех неизолированных точек в  $X$ .

а) Если пространство  $X'$   $\sigma$ -компактно, то  $C_p(X, I)$  — пространство типа  $K_{\sigma\delta}$ .

б) Если пространство  $X'$  сепарабельно, то  $C_p(X, I)$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство.

Действительно, каждое метризуемое пространство можно гомеоморфно вложить в  $C_p(Y)$  для некоторого компакта  $Y$  [3].

**С л е д с т в и е 2.** Существует линделефово пространство  $X$ , квадрат которого не нормален, и  $C_p(X, I)$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство.

Отметим еще одно утверждение, сразу вытекающее из леммы 1. Для каждого равномерного пространства  $X$  обозначим  $V_p(X, I)$  пространство всех равномерно непрерывных функций  $\varphi: X \rightarrow I$  в топологии поточечной сходимости.

**Т е о р е м а 3.** Пусть  $\mathbf{P}$  —  $sk$ -направленный класс пространств,  $Y \in \mathbf{P}$ ,  $X$  — равномерное подпространство пространства  $C_p(Y)$ . Тогда

$$V_p(X, I) \in \mathbf{P}_{\sigma\delta}.$$

Действительно,  $V_p(X, I) = \bigcap_k \bigcup_m B(m, k, X)$ .

Обозначим  $M_{\tau}$  наименьший  $sk$ -направленный класс пространств, содержащий линделефово  $P$ -пространство с единственной неизолированной точкой мощности  $\tau$ .

**С л е д с т в и е 3.**  $C_p(\Sigma I^{\tau}) \in (M_{\tau})_{\sigma\delta}$ .

В доказательстве теоремы 2 существенно используется компактность области значений функций. Для перехода к пространствам  $C_p(X)$  нам потребуются два вспомогательных утверждения.

**Л е м м а 4.** Пусть  $X$ — $\sigma$ -компактное пространство. Тогда существует пространство  $Z$  типа  $K_{\sigma\delta}$  такое, что  $C_p(X) \subset Z \subset R^X$ .

Следующая лемма получена В. В. Успенским (и приводится здесь с его любезного согласия):

**Л е м м а 5.** Пусть  $X$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство. Тогда существует линделефово  $\Sigma$ -пространство  $Z$  такое, что  $C_p(X) \subset Z \subset R^X$ .

**Т е о р е м а 4.** Пусть  $\mathbf{P}$ — $k$ -направленный класс пространств,  $Y \in \mathbf{P}$ ,  $X \subset C_p(Y)$ .

а) Если пространство  $X$   $\sigma$ -компактно, то  $C_p(X) \in \mathbf{P}_{\sigma\delta}$ .

б) Если  $X$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство, то  $C_p(X) \in \mathbf{P}_{\Sigma}$ .

Теорема 4 вытекает из лемм 4 и 5 и следующего рассуждения: пусть  $\bar{R}$ —естественная компактификация прямой, гомеоморфная отрезку  $I$ ,  $Z$ —такое пространство, что  $C_p(X) \subset Z \subset R^X$ . Тогда  $C_p(X) = C_p(X, \bar{R}) \cap Z$ . Но пространство  $C_p(X, \bar{R})$  гомеоморфно пространству  $C_p(X, I)$  и можно применить теорему 2.

**С л е д с т в и е 4.** Пусть  $X$  и  $Y$ —линделефовы  $\Sigma$ -пространства, причем  $X \subset C_p(Y)$ . Тогда  $C_p(X)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство. В частности, если  $X$ —компакт Гулько, то все пространства  $C_p(X)$ ,  $C_p C_p(X)$ , ... —линделефовы  $\Sigma$ .

С помощью леммы 5 можно получить частичное обращение пункта б) теоремы 4. Символом  $\nu X$  обозначается хьюиттовское расширение пространства  $X$ .

**Т е о р е м а 5.** Если  $C_p(X)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство, то  $\nu X$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство.

Действительно, в силу леммы 5, найдется линделефово  $\Sigma$ -пространство  $Z$  такое, что  $C_p C_p(X) \subset Z \subset R^{C_p(X)}$ . Пространство  $X$  канонически вложено в  $C_p C_p(X)$ ; при этом замыкание  $X$  в  $R^{C_p(X)}$  гомеоморфно  $\nu X$  (см., например, [4], с. 327). Так как замыкание  $X$  в пространстве  $Z$  линделефово, и, следовательно, полно в смысле Хьюитта, оно совпадает с  $\nu X$ , и  $\nu X$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство.

**С л е д с т в и е 5.** Если  $X$ —компакт, и  $C_p C_p(X)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство, то  $X$ —компакт Гулько.

Следует отметить, что техника, примененная в данной работе — развитие методов работы [5].

Калвинский государственный университет

(Поступило 21.4.1988)

მათემატიკა

ო. თაყაიშვილი

წიგნილითა და კრებულებით ტოპოლოგიის მკვლევარის მამია ასახვანას  
 სივრცის კომპაქტურობის მახლობელი თვისებების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია,  $X$ -სა და  $X$ -ზე უწყვეტ ფუნქციათა სივრცის (წიგნილითა და კრებულებით ტოპოლოგიაში) —  $C_p(X)$ -ის კომპაქტურობასთან დაკავშირებული მახლობელი თვისებები.

O. G. OKUNEV

ON COMPACT-LIKE PROPERTIES OF SPACES OF CONTINUOUS  
FUNCTIONS IN THE TOPOLOGY OF POINTWISE CONVERGENCE

## Summary

The paper studies the relationship between compact-like properties of spaces  $X$  and  $C_p(X)$ —the latter being the space of continuous functions on  $X$  in the topology of pointwise convergence.

## ՆՈՇՆՈՒԹՅՈՒՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Архангельский. ДАН СССР, 240, № 3, 1978.
2. K. Nagami. Fund. Math., 1969, v. 61, № 1.
3. А. В. Архангельский. 31, № 5, УМН, 1976.
4. Р. Энгелькинг. Общая топология. М., 1986.
5. В. В. Успенский. ДАН СССР, 242, № 3, 1978.



М. М. ЧОБАН

## ОТКРЫТЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВА КОМПАКТНЫХ ПОДМНОЖЕСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 13.4.1988)

Все пространства предполагаются отделимыми, а отображения — однозначными и непрерывными. Через  $C(X)$  обозначим совокупность всех непустых компактных подмножеств пространства  $X$ . Отображение  $f: X \rightarrow Y$  порождает отображение  $f_C: C(X) \rightarrow C(Y)$ , где  $f_C(F) = f(F)$  для всех  $F \in C(X)$ .

Предложение 1.  $f_C$  является отображением на  $C(Y)$  тогда и только тогда, когда  $f: X \rightarrow Y$  является  $k$ -накрывающим<sup>(1)</sup> отображением.

Доказательство. Очевидно.

На множестве  $C(X)$  рассмотрим следующие топологии:  $\lambda$ -топологию с базой из множеств вида

$$\langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle = \{F \in C(X) : F \cap U_1 \neq \emptyset, \dots, F \cap U_n \neq \emptyset\},$$

экспоненциальную топологию с базой из множеств вида

$$\langle U_1, \dots, U_n \rangle = \{F \in \langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle : F \subseteq U \{U_i, i = 1, \dots, n\}$$

и  $\kappa$ -топологию с базой из множеств вида  $\langle V \rangle$ , где множества  $V, U_1, \dots, U_n$  открыты в  $X$ . Экспоненциальная топология совпадает с супремумом  $\lambda$ -топологии и  $\kappa$ -топологии. Через  $C_e(X)$ ,  $C_\lambda(X)$  и  $C_\kappa(X)$  обозначим множество  $C(X)$  в экспоненциальной топологии,  $\lambda$ -топологии и  $\kappa$ -топологии, соответственно. Пусть  $j \in \{e, \lambda, \kappa\}$ . Будем считать, что  $X \subset C_j(X)$ , отождествляя точку  $x \in X$  с множеством  $\{x\} \in C_j(X)$ .

Предложение 2. Если для некоторых  $i, j \in \{e, \lambda, \kappa\}$  отображение  $f_C: C_i(X) \rightarrow C_j(Y)$  открыто<sup>(2)</sup>, то открыто и отображение  $f: X \rightarrow Y$ .

Доказательство. Если  $U \subset X$ , то  $f(U) = Y \cap f_C(\langle\langle U \rangle\rangle) = Y \cap f_C(\langle\langle U \rangle\rangle)$ . Доказательство завершено.

Лемма 1. Если отображение  $f_C: C_\lambda(X) \rightarrow C_\lambda(Y)$  открыто, то  $f(X) = Y$ .

Доказательство. Множество  $W = f_C(\langle\langle X \rangle\rangle)$  открыто в  $C_\lambda(Y)$ . Фиксируем  $F \in C(X)$  и  $y \in Y$ . Положим  $\Phi = f(F) \cup \{y\}$ . Для некоторых открытых в  $Y$  множеств  $U_1, \dots, U_n$  имеем  $f(F) \in \langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle \subset W$ . Тогда  $\Phi \in \langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle$  и  $\Phi \in W$ , то есть  $\Phi \subset f(X)$ . Следовательно,  $Y = f(X)$ .

Лемма 2. Пусть  $F \in C(X)$ , множество  $V$  открыто в  $C_e(X)$  и  $F \subset \langle\Phi \subset X : \Phi \in V\rangle$ . Тогда  $F \subset U \{F_i : i = 1, \dots, m\}$  для некоторого конечного семейства  $\{F_1, \dots, F_m\} \subset V$ . Если при этом  $F = U \{F : F \in V\}$ , то можем считать, что  $F = F_1 U \dots U F_m$ .

<sup>(1)</sup>  $f: X \rightarrow Y$  является  $k$ -накрывающим отображением, если для любого компакта  $F \subset Y$  существует такой компакт  $\Phi \subset X$ , что  $F \subset f(\Phi)$ . Все  $k$ -накрывающие отображения являются отображениями «на».

<sup>(2)</sup> Отображение  $f: X \rightarrow Y$  открыто, если для любого открытого в  $X$  множества  $U$  множество  $f(U)$  открыто в  $Y$ .



**Доказательство.** Фиксируем точку  $x \in F$ . Существует компакт  $H \in V$ , для которого  $x \in H$ . Пусть  $\{U_\alpha : \alpha \in A\}$  есть совокупность всех открытых в  $F$  множеств, содержащих точку  $x$ . Положим  $H_\alpha = H \cup [U_\alpha]$ . По построению, точка  $H \in C_e(X)$  является предельной точкой множества  $\{H_\alpha : \alpha \in A\} \subset C_e(X)$ . Поэтому  $H_\beta \in V$  для некоторого  $\beta \in A$ . Положим  $\Phi_x = H_\beta$ . Тогда система  $\{\Phi_x : x \in F\}$  содержит искомую подсистему  $\{F_1, \dots, F_n\} \subset V$ . Если  $H \subset F$ , то и  $\Phi_x \subset F$ . Лемма доказана.

**Теорема 1.** Для отображения  $f: X \rightarrow Y$  пространства  $X$  в пространстве  $Y$  следующие утверждения равносильны:

1.  $f$  есть открытое  $k$ -накрывающее отображение.
2.  $f_C: C_k(X) \rightarrow C_k(Y)$  есть открытое отображение на  $C_k(Y)$ .
3. Отображение  $f_C: C_k(X) \rightarrow C_k(Y)$  открыто.

**Доказательство.** Пусть выполняются условия утверждения 1. Рассмотрим открытые в  $X$  множества  $U_1, \dots, U_n$ . Фиксируем  $F \in \langle\langle f(U_1), \dots, f(U_n) \rangle\rangle$ . Имеем  $F = f(H)$  для некоторого  $H \in C(X)$ . Фиксируем точки  $x_1 \in U_1 \cap f^{-1}(F), \dots, x_n \in U_n \cap f^{-1}(F)$ . Положим  $\Phi = H \cup \{x_1, \dots, x_n\}$ . Тогда  $F = f(\Phi)$  и  $\Phi \in \langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle$ . Равенство

$$f(\langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle) = \langle\langle f(U_1), \dots, f(U_n) \rangle\rangle$$

и импликации  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  установлены. Пусть выполняется условие утверждения 3. В силу леммы 1 имеем  $Y = f(X)$ . Фиксируем  $F \in C(Y)$ . Множество  $W = f_C(\langle\langle X \rangle\rangle)$  открыто в  $C_k(Y)$  и в  $C_e(Y)$ . Из  $F = \bigcup \{H \subset F : F \in W\}$  и леммы 2 вытекает, что  $F = f(\Phi_1) \cup \dots \cup f(\Phi_m)$  для некоторых  $\{f(\Phi_1), \dots, f(\Phi_m)\} \subset W$ . Положим  $\Phi = \Phi_1 \cup \dots \cup \Phi_m$ . Тогда  $\Phi \in C(X)$  и  $F = f(\Phi)$ . Предложение 2 завершает доказательство.

**Пример 1.** Пусть  $X$  есть открытое непустое подпространство пространства  $Y$  и  $Y \setminus X \neq \emptyset$ , а  $f: X \rightarrow Y$  есть тождественное отображение. Тогда  $f: X \rightarrow Y$ ,  $f_C: C_k(X) \rightarrow C_k(Y)$  и  $f_C: C_e(X) \rightarrow C_e(Y)$  являются открытыми отображениями и гомеоморфными вложениями. Поэтому аналог леммы 1 не верен для  $\kappa$ -топологии и экспоненциальной топологии.

**Теорема 2.** Для отображения  $f: X \rightarrow Y$  пространства  $X$  в пространстве  $Y$  следующие утверждения равносильны:

1. Отображение  $f$  открыто и  $f|U: U \rightarrow f(U)$  является  $k$ -накрывающим отображением для любого открытого в  $X$  множества  $U$ .
2. Отображение  $f_C: C_e(X) \rightarrow C_e(Y)$  открыто.
3. Отображение  $f_C: C_k(X) \rightarrow C_k(Y)$  открыто.
4. Отображение  $f_C: C_k(X) \rightarrow C_e(Y)$  открыто.

**Доказательство.** Пусть выполняются условия утверждения 1. Рассмотрим открытые в  $X$  множества  $U_1, \dots, U_n$  и  $U = U_1 \cup \dots \cup U_n$ . Пусть  $F \in \langle\langle f(U_1), \dots, f(U_n) \rangle\rangle$ . Тогда  $F = f(\Phi_1)$  для некоторого компакта  $\Phi_1 \subset U$ . Фиксируем точки  $x_1 \in U_1 \cap f^{-1}(F), \dots, x_n \in U_n \cap f^{-1}(F)$ . Положим  $\Phi = \Phi_1 \cup \{x_1, \dots, x_n\}$ . Тогда  $\Phi \in \langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle$  и  $F = f(\Phi)$ . Равенство  $f_C(\langle\langle U_1, \dots, U_n \rangle\rangle) = \langle\langle f(U_1), \dots, f(U_n) \rangle\rangle$  и импликации  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$  и  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4$  установлены. Импликация  $4 \rightarrow 1$  вытекает из предложения 2 и следующего факта.

**Лемма 3.** Пусть заданы отображение  $f: X \rightarrow Y$  и открытое в  $X$  множество  $U$ . Если множество  $f_C(\langle\langle U \rangle\rangle) = V$  открыто в  $C_e(Y)$ , то  $f|U: U \rightarrow f(U)$  является  $k$ -накрывающим отображением.

Доказательство. Фиксируем компакт  $F \subset f(U)$ . Тогда

$$F = \bigcup \{H \subset F : H \in V\}.$$

Лемма 2 завершает доказательство.

Теоремы 1 и 2 вместе с результатами работ [1, 2], позволяют установить

Следствие 1. Пусть для открытого отображения  $f: X \rightarrow Y$  пространства  $X$  и  $Y$  выполняется одно из условий:

1. Пространство  $X$  полно в смысле Чеха или является открытым образом полного в смысле Чеха пространства.
2. Отображение  $f$  компактно и  $X$  является открытым компактным образом регулярного  $p$ -пространства.
3. Отображение  $f$  локально совершенно.
4. Отображение  $f$  замкнуто и периферически компактно.
5. Отображение  $f$  замкнуто и пространство  $X$  полно в смысле Дьедонне.

Тогда отображения  $f_C: C_e(X) \rightarrow C_e(Y)$ ,  $f_C: C_\lambda(X) \rightarrow C_\lambda(Y)$  и  $f_C: C_\kappa(X) \rightarrow C_\kappa(Y)$  открыты.

Следствие 2. Если для отображения  $f: X \rightarrow Y$  пространства  $X$  на  $Y$  отображение  $f_C: C_e(X) \rightarrow C_e(Y)$  открыто, то открыто и отображение  $f_C: C_\lambda(X) \rightarrow C_\lambda(Y)$ .

Пример 2. В работе [2] построен пример открытого конечнократного не  $k$ -накрывающего отображения  $g: Z \rightarrow Y$  счетного с одной изолированной точкой пространства  $Z$  на метризуемый компакт  $Y$ . Пусть  $X$  есть дискретная сумма пространств  $Z$  и  $Y$ . Рассмотрим отображение  $f: X \rightarrow Y$ , где  $f|Z = g$  и  $f(y) = y$  для всех  $y \in Y$ . Тогда отображение  $f_C: C_\lambda(X) \rightarrow C_\lambda(Y)$  открыто, а отображение  $f_C: C_e(X) \rightarrow C_e(Y)$  не открыто.

Замечание. В работе [2] содержатся достаточно общие условия, при которых открытое отображение является  $k$ -накрывающим. При этих условиях справедливо утверждение следствия 1.

Вопрос. При каких условиях отображение  $f_C: C_j(X) \rightarrow C_j(Y)$ , где  $j \in \{e, \lambda, \kappa\}$ , замкнуто?

Ясно, что замкнутость отображения  $f$  является необходимым условием замкнутости отображения  $f_C$  для любого  $j \in \{e, \lambda, \kappa\}$ .

Тираспольский педагогический институт

(Поступило 21.4.1988)

მათემატიკა

ა. ჩოხანი

ლიჯ ასახვები და კომპაქტურ ქვესიმრავლეთა სივრცეებში

რეზიუმე

$C(X)$ -ით აღნიშნული არაცარიელ კომპაქტურ ქვესიმრავლეთა სივრცე. ყოველი  $f: X \rightarrow Y$  ასახვისათვის განსაზღვრულია ასახვა  $f_C: C(X) \rightarrow C(Y)$ . ნაშრომში მოცემულია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისა, რომ ასახვა  $f_C$  იყოს ღია, როცა  $C(X)$  და  $C(Y)$  განხილულია ექსტონენციალურ ტოპოლოგიაში, ან  $\lambda$ -ტოპოლოგიაში, ან  $\kappa$ -ტოპოლოგიაში.

M. M. CHOBAN

## OPEN MAPPINGS AND SPACES OF COMPACT SUBSETS

## Summary

A space of non-empty compact subsets of  $X$  is denoted by  $C(X)$ . For every mapping  $f: X \rightarrow Y$  the mapping  $f_C: C(X) \rightarrow C(Y)$  is defined. Necessary and sufficient conditions under which the mapping  $f_C$  is open are found (on  $C(X)$  and  $C(Y)$  the exponential topology, or the  $\lambda$ -topology, or the  $\alpha$ -topology are considered).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Архангельский. Труды Моск. матем. о-ва, 15, 1966, 181—223.
2. М. М. Чобан. Сб. «Топологические пространства и алгебраические системы». Кишинев, 1979, 148—173.



А. В. АРХАНГЕЛЬСКИЙ

ОБ ИТЕРИРОВАННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ФУНКЦИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 28.4.1988)

Рассматриваются только тихоновские пространства;  $C_p(X)$  — пространство непрерывных вещественных функций на  $X$  в топологии поточечной сходимости,  $C_{p,k+1}(X) = C_p(X)$  и  $C_{p,k+1}(X) = C_p(C_{p,k}(X))$ . Обозначения — как в [1, 2]. В частности,  $\nu(X)$  — пополнение по Хьюиту пространства  $X$ .

В. В. Успенский заметил, что если  $X$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство, то найдется линделефово  $\Sigma$ -пространство  $Z \subset R^X$  такое, что  $C_p(X) \subset Z$  (см. [3]). Для нас важно следующее обобщение этого результата:

**Предложение 1.** Если  $\nu(X)$  является линделефовым  $\Sigma$ -пространством, то найдется  $Z \subset R^X$ , являющееся линделефовым  $\Sigma$ -пространством такое, что  $C_p(X) \subset Z$ .

**Доказательство.** Существует линделефово  $\Sigma$ -пространство  $Z^* \subset R^{\nu(X)}$ , для которого  $C_p(\nu(X)) \subset Z^*$ . При проецировании  $\pi: R^{\nu(X)} \rightarrow R^X$  имеем:  $C_p(X) = \pi(C_p(\nu(X))) \subset \pi(Z^*) \subset R^X$ . Но  $\pi(Z^*)$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство.

О. Г. Окунев показал [3], что если  $C_p(X)$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство, то и  $\nu(X)$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство. Предложение 1 позволяет получить более гармоничный результат:

**Теорема 1.** Если  $\nu(C_p(X))$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство, то и  $\nu(X)$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство.

**Доказательство.** В силу предложения 1 существует линделефово  $\Sigma$ -пространство  $Z$  такое, что  $C_p(C_p(X)) \subset Z \subset R^{C_p(X)}$ . При отображении вычисления  $\Psi$  пространство  $X$  отображается гомеоморфно на подпространство  $\Psi(X)$  пространства  $R^{C_p(X)}$ , причем каждая непрерывная вещественная функция на  $\Psi(X)$  описывается как проецирование пространства  $\Psi(X)$  на некоторый сомножитель произведения  $R^{C_p(X)}$  и, следовательно, продолжается до непрерывной функции на всем этом произведении (см. [2]).

Но  $\Psi(X) \subset C_p(C_p(X)) \subset Z$  и замыкание  $Z_1$  множества  $\Psi(X)$  в пространстве  $Z$  является линделефовым  $\Sigma$ -пространством. Тем более,  $Z_1$  полно по Хьюиту. Так как каждая функция  $f \in C_p(\Psi(X))$  продолжается до некоторой функции  $\tilde{f} \in C_p(Z_1)$ , заключаем, что  $Z_1 = \nu(\Psi(X))$ . Но  $X$  гомеоморфно  $\Psi(X)$ . Следовательно,  $\nu(X)$  гомеоморфно  $Z_1$  и является линделефовым  $\Sigma$ -пространством.

**Следствие 1.** Если при некотором  $n \in N^+$   $\nu(C_{p,n}(X))$  — линделефово  $\Sigma$ -пространство, то  $\nu(X)$  и  $\nu(C_{p,k}(X))$  — линделефовы  $\Sigma$ -пространства при всех  $k \leq n$ ,  $k \in N^+$ .



**Теорема 2.** Если  $\nu(X)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство и  $F \subset C_p(X)$ ,  $F$ —счетно компактно, то  $F$ —компакт Гулько (т. е.  $F$ —компакт и  $C_p(F)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство).

**Доказательство.** Можно считать, что  $C_p(X)$  и  $C_p(\nu(X))$  совпадают как множества. Счетные пространства в  $C_p(X)$  и  $C_p(\nu(X))$ —одни и те же (см. [4]); поэтому подпространство  $F'$ , получающееся, если множество  $F$  наделять топологией, индуцированной из  $C_p(\nu(X))$ , тоже счетно компактно. Но  $\nu(X)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство. По теореме Д. П. Батурина [5], тогда  $F'$ —компакт, а по теореме из [6],  $F'$ —компакт Гулько. Так как  $F'$ —компакт, топологии пространств  $F'$  и  $F$  совпадают, т. е.  $F' = F$ .

**Теорема 3.** Если  $\nu(C_p(X))$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство, то каждое счетно-компактное  $F \subset C_p(X)$  является компактом Гулько.

**Доказательство.** По теореме 1  $\nu(X)$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство. Остается применить теорему 2.

**Теорема 4.** Если  $X$ —счетно-компактно и  $\nu(C_{p,n}(X))$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство при некотором  $n \in \mathbb{N}^+$ , то  $X$ —компакт Гулько.

**Доказательство.** По следствию 1  $\nu(C_p(X))$ —линделефово  $\Sigma$ -пространство. Но  $X$  гомеоморфно подпространству пространства  $C_p(C_p(X))$ . Остается применить теорему 2.

**Теорема 5.** Пространство  $C_p(C_p(X))$   $K$ -аналитично (см. [4]) в том и только том случае, если пространство  $X$  конечно.

**Доказательство** основано на двух леммах.

**Лемма 1.** Если  $C_p(C_p(X))$   $K$ -аналитично, то каждый компакт  $\Phi \subset X$  конечен.

**Доказательство.** Пространство  $C_p(X)$  непрерывно и открыто отображается на  $C_p(\Phi)$  (см. [7]). Поэтому  $C_p(C_p(\Phi))$  гомеоморфно замкнутому подпространству пространства  $C_p(C_p(X))$  и, следовательно,  $K$ -аналитично. Тогда, по теореме 4,  $\Phi$ —компакт Гулько. Покажем, что  $\Phi$  конечен.

Предположим противное. Тогда найдется бесконечный счетный компакт  $\Phi_1 \subset \Phi$  (см. [6]). Пространство  $C_p(C_p(\Phi_1))$   $K$ -аналитично (см. выше) и имеет счетную сеть. Следовательно [4],  $C_p(C_p(\Phi_1))$  аналитично. Пространство  $C_p(\Phi_1)$  обладает счетной базой. По теореме Кристенсена [4], тогда  $C_p(\Phi_1)$   $\sigma$ -компактно. заключаем (см. [6]):  $\Phi_1$  конечно. Получили противоречие. Следовательно, компакт  $\Phi$  конечен.

**Лемма 2.** Если  $Y$ —непрерывный образ линделефова  $k$ -пространства  $X$  и каждый компакт  $\Phi \subset Y$  конечен, то  $Y$  счетно.

**Доказательство.** Пусть  $f: X \rightarrow Y$ —непрерывное отображение и  $f(X) = Y$ . Для любого  $y \in Y$  множество  $f^{-1}(y)$  открыто в  $X$ —иначе нашелся бы компакт  $K \subset X$ , для которого  $K_1 = K \setminus f^{-1}(y)$  не замкнуто,  $y \in \overline{f(K_1)} \setminus f(K_1)$  и, следовательно,  $f(K_1)$  бесконечно. Но тогда  $f(K)$ —бесконечный компакт в  $Y$ , так как  $f(K_1) \subset f(K)$ —получили противоречие.

Итак,  $\{f^{-1}(y) : y \in Y\}$ —открытое дизъюнктивное покрытие линделефова пространства  $X$  непустыми множествами. Следовательно,  $Y$  счетно.

**Доказательство теоремы 5.** По лемме 1, каждый компакт  $\Phi \subset X$  конечен. Так как  $X$  гомеоморфно замкнутому подпространству пространства  $C_p(C_p(X))$ ,  $X$  является линделефовым  $\Sigma$ -пространством

и, следовательно, на  $X$  непрерывно отображается некоторое линделефово  $p$ -пространство. Но все  $p$ -пространства являются  $k$ -пространствами [1]. Из леммы 2 следует теперь, что  $X$  счетно. Поэтому вес  $C_p(X)$  счетен, а  $C_p(C_p(X))$  имеет счетную сеть и аналитично. Тогда  $C_p(X)$   $\sigma$ -компактно, по теореме Кристенсена [4], а само  $X$  конечно (см. [6]).

**Пример 1.** Пусть  $X$ — $\Sigma$ -произведение несчетного множества вещественных прямых. Тогда  $Y = C_p(X)$ —линделефово пространство [8], для которого не существует линделефова пространства  $Z \subset R^Y$  такого, что  $C_p(Y) \subset Z$ — иначе  $\nu(X)$  оказалось бы линделефовым пространством.

**Определение 1.** Назовем пространство  $C_p(X)$  **P**-окаймляемым (а  $X$ —дуально **P**-окаймляемым), где **P**-произвольное топологическое свойство, если существует подпространство  $Z \subset R^X$  со свойством **P** такое, что  $C_p(X) \subset Z$ .

**Общая задача 1.** Установить признаки **P**-окаймляемости  $C_p(X)$  в терминах топологии  $X$ .

**Задача 2.** Для каких  $X$  пространство  $C_p(X)$  линделефово окаймляемо? Нормально окаймляемо?

**Замечание 1.** Не для каждого аналитического пространства  $X$  пространство  $C_p(X)$  аналитически окаймляемо.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 5.5.1988)

მათემატიკა

ა. არხანგელსკი

იტერირებულ ფუნქციათა სივრცის შესახებ

რეზიუმე

$C_{p,n}(X) = C_p(C_{p,n-1}(X))$ —უწყვეტ ფუნქციათა სივრცის (წერტილოვნად კრებადობის ტოპოლოგიაში) შესახებ დამტკიცებულია შემდეგი; თუ  $C_{p,2}(X)$   $K$ -ანალიზურია, მაშინ  $X$  სასრულია; თუ ჰიუიტის გასრულება  $\nu(C_p(X))$  არის ლინდელოფის  $\Sigma$ -სივრცე, მაშინ  $\nu(X)$ -ც არის ლინდელოფის  $\Sigma$ -სივრცე— $\sigma$ . ოკუნევის შედეგის განზოგადება; თუ  $\nu(C_{p,n}(X))$  არის ლინდელოფის  $\Sigma$ -სივრცე რომელიმე  $n \in \mathbb{N}^+$ -სათვის და  $X$  თვლად კომპაქტურია, მაშინ  $X$  არის გულკოს კომპაქტი.

MATHEMATICS

A. V. ARKHANGEL'SKY

ON ITERATED FUNCTION SPACES

Summary

Concerning spaces  $C_{p,n}(X) = C_p(C_{p,n-1}(X))$  of continuous real-valued functions in the topology of pointwise convergence the following facts are established. If  $C_{p,2}(X)$  is  $K$ -analytic then  $X$  is finite. If the Hewitt completion  $\nu(C_p(X))$  is a Lindelof  $\Sigma$ -space, then  $\nu(X)$  is also a Lindelof  $\Sigma$ -space—



this is a generalization of a result of O. G. Okunev. If  $\nu(C_{p,n}(X))$  is a Lindelof  $\Sigma$ -space for some  $n \in \mathbb{N}^+$  and  $X$  is countably compact, then  $X$  is a Gul'ko compactum.

ՀՈՒՅՐԱԾՅՈՒՄ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Архангельский, В. И. Пономарев. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М., 1974.
2. Р. Энгелькинг. Общая топология. М. 1986.
3. О. Г. Окунев. Сообщения АН ГССР, 134, № 3, 1989.
4. I. P. R. Christensen. Topology and Borel structure, vol. 10. Amsterdam North.-Holland, 1974.
5. Д. П. Батуров. Вестник МГУ, мат. и мех. № 4, 1987, 4—7.
6. А. В. Архангельский. УМН, т. 39, № 5, 1984, 11—50.
7. А. В. Архангельский. Пространства функций в топологии поточечной сходимости, ч. I. В кн.: «Отображения и функторы». М., 1985.
8. С. П. Гулько. ДАН СССР, т. 243, № 4, 1978, 839—842.
9. А. В. Архангельский, Б. В. Ткачук. Пространства непрерывных функций в топологии по точечной сходимости. М., 1984.

В. М. БУГАДЗЕ

О ЗАМЕНАХ ПЕРЕМЕННОЙ СОХРАНЯЮЩИХ АБСОЛЮТНУЮ  
 СХОДИМОСТЬ РЯДА КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУРЬЕ—ХААРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. В. Жижиашвили 28.3.1988)

Ряд Фурье—Хаара функции  $f \in L[0, 1]$  по системе Хаара  $\{\chi_m\}$  (см., например, [1, 2]) или ряд Фурье—Хаара функции имеет вид

$$f(t) \sim \sum_{m=1}^{\infty} a_m(f) \chi_m(t) \equiv a_1(f) + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=1}^{2^n} a_n^{(k)}(f) \chi_n^{(k)}(t),$$

где

$$a_1(f) = \int_0^1 f(t) dt, \quad a_m(f) = a_n^{(k)}(f) = \int_0^1 f(t) \chi_n^{(k)}(t) dt, \quad 2 \leq m < \infty,$$

$$m = 2^n + k, \quad 1 \leq k \leq 2^n, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Обозначим через  $A_\beta, \beta > 0$ , класс всех функций  $f \in L[0, 1]$ , для которых  $\sum_{m=1}^{\infty} |a_m(f)|^\beta < \infty$ .

Через  $\text{Lip}_D 1, D > 0$ , будем обозначать класс всех гомеоморфизмов  $\varphi$  отрезка  $[0, 1]$ , удовлетворяющих условию

$$|\varphi(t_1) - \varphi(t_2)| \leq D |t_1 - t_2|, \quad t_1, t_2 \in [0, 1],$$

а через  $\text{Lip} 1$  будем обозначать класс  $\bigcup_{D>0} \text{Lip}_D 1$ .

Имеют место следующие теоремы.

**Теорема 1.** Пусть  $\varphi$ —некоторый гомеоморфизм отрезка  $[0, 1]$  и обратная к ней функция  $\varphi^{-1} \in \text{Lip}_D 1$ . Тогда для каждой функции  $f \in A_1$  суперпозиция  $f \circ \varphi \in A_1$  и имеют место неравенства

$$\sum_{m=2}^{\infty} |a_m(f \circ \varphi)| \leq \frac{4\sqrt{D}}{\sqrt{2}-1} \sum_{m=2}^{\infty} |a_m(f)|$$

и

$$|a_1(f \circ \varphi)| \leq |a_1(f)| + \frac{D}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2}^n} \sum_{k=1}^{2^n} |a_n^{(k)}(f)|.$$

**Теорема 2.** Пусть  $\varphi$  — такой гомеоморфизм отрезка  $[0, 1]$ , что обратная к ней функция  $\varphi^{-1} \in \text{Lip } 1$ . Тогда для произвольных последовательностей  $\{\alpha_i\}_{i=1}^{\infty}$  и  $\{\beta_i\}_{i=1}^{\infty}$  положительных чисел существует функция  $f \in L[0, 1]$  и последовательности  $\{m_i\}_{i=1}^{\infty}$  и  $\{q_i\}_{i=1}^{\infty}$  натуральных чисел такие, что  $a_k(f) = 0$  при  $k \neq m_i$ ,  $i = 1, 2, \dots$ ,  $|a_{m_i}(f)| \leq \alpha_i$ ,  $i = 1, 2, \dots$ , и или суперпозиция  $f \circ \varphi \in L[0, 1]$  или если  $f \circ \varphi \in L[0, 1]$ , то

$$|a_{q_i}(f \circ \varphi)| \geq \beta_i, \quad i = 1, 2, \dots$$

Из теоремы 2 вытекает

**Следствие.** Пусть  $\varphi$  — такой гомеоморфизм отрезка  $[0, 1]$ , что  $\varphi^{-1} \in \text{Lip } 1$ . Тогда существует такая функция  $f \in \bigcap_{\beta > 0} A_{\beta}$ , что суперпозиция  $f \circ \varphi \notin \bigcup_{\beta > 0} A_{\beta}$ .

Из этого следствия и теоремы 1 вытекает

**Теорема 3.** Пусть  $\varphi$  — некоторый гомеоморфизм отрезка  $[0, 1]$ . Тогда для того, чтобы суперпозиция  $f \circ \varphi \in A_1$  при любой функции  $f \in A_1$  необходимо и достаточно, чтобы обратная к  $\varphi$  функция  $\varphi^{-1} \in \text{Lip } 1$ .

Об аналогичных вопросах для тригонометрических рядов Фурье смотрите, например, в [3, гл. VII].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.5.1988)

მათემატიკა

### 3. ბუღადე

ცვლადის იმ გარდაქმნათა შესახებ, რომლებიც ინახავენ ფურიე — ჰარის კოეფიციენტების მჭკრივის აბსოლუტურად კრებადობას

რეზიუმე

დადგენილია სიმრავლე ცვლადის ყველა იმ ჰომეომორფული გარდაქმნებისა, რომლებიც ფურიე — ჰარის კოეფიციენტების მჭკრივების აბსოლუტურად კრებადობას ინახავენ.

V. M. BUGADZE

ON VARIABLE CHANGES PRESERVING THE ABSOLUTE  
CONVERGENCE OF THE SERIES OF HAAR-FOURIER  
COEFFICIENTS

Summary

The set of all homeomorphic changes of a variable preserving the absolute convergence of the series of Haar-Fourier coefficients is established.

ԳՐԱՆՈՒՅՈՒԹՅԱՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Алексич. Проблемы сходимости ортогональных рядов. М., 1963, 54.
2. Б. С. Кашин, А. А. Саакян. Ортогональные ряды, М., 1984, 77.
3. Ж. П. Кахан. Абсолютно сходящиеся ряды Фурье. М., 1976.



Г. Р. ПАНЦУЛАЯ

ОБ ИНВАРИАНТНЫХ И КВАЗИИНВАРИАНТНЫХ МЕРАХ  
 В НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 4.5.1988)

Пусть  $\alpha$  — произвольное множество индексов, и пусть для каждого  $t \in \alpha$  символ  $R_t$  обозначает действительную прямую. Обозначим через  $R^\alpha$  пространство всех вещественных функций  $(x_t)_{t \in \alpha}$ , заданных на множестве  $\alpha$ . Обозначим через  $\mathbf{B}(R^\alpha)$  борелевскую  $\sigma$ -алгебру частей пространства  $R^\alpha$ , порожденную обычной тихоновской топологией этого же пространства. Далее, обозначим через  $R^{(\alpha)}$  пространство всех финитных функций, заданных на множестве  $\alpha$ , т. е.

$$R^{(\alpha)} = \{(x_t)_{t \in \alpha} \mid (x_t)_{t \in \alpha} \in R^\alpha \text{ \& \textit{Card} } (\{t : x_t \neq 0\}) < \omega_0\},$$

где через  $\omega_0$  обозначена мощность всех натуральных чисел.

В работе [1] с помощью техники и методов теории меры Хаара для произвольного непустого параметрического множества  $\alpha$  в измеримом пространстве  $(R^\alpha, \mathbf{B}(R^\alpha))$  построена вероятностная мера, квазиинвариантная относительно всюду плотного векторного пространства  $R^{(\alpha)}$ . В связи с этим результатом А. Б. Харазшвили поставил следующий вопрос: если  $\alpha$  — произвольное несчетное множество индексов, то существует ли в топологическом пространстве  $R^\alpha$  ненулевая  $\sigma$ -конечная борелевская мера, инвариантная относительно группы  $R^{(\alpha)}$ ? Ответ на этот вопрос пока остается неизвестным.

Далее, в работе [2] приведено построение такой невырожденной  $\sigma$ -конечной меры в измеримом пространстве  $(R^{\omega_0}, \mathbf{B}(R^{\omega_0}))$ , которая является инвариантной относительно группы  $R^{(\omega_0)}$ . Построение указанной меры осуществлено таким способом, что если заранее зафиксировать вещественное число  $p$ , удовлетворяющее неравенством  $1 \leq p < +\infty$ , то эту меру можно будет сосредоточить на сепарабельном банаховом пространстве  $l^p \subset R^{\omega_0}$ .

Исходя из существования такой меры, можно строить аналогичные ненулевые  $\sigma$ -конечные борелевские меры в некоторых функциональных пространствах, инвариантные относительно тех или иных всюду плотных векторных подпространств этих пространств. Остановимся подробнее на таких конструкциях.

Введем обозначение

$$(\forall n) \left( n \in N \Rightarrow A_n = \prod_{i=1}^n R_i \times \prod_{i>n} \Delta_i \right),$$

где

$$(\forall i) \left( i \in N \Rightarrow \Delta_i = \left[ 0, \frac{1}{2^{i+2}} \right] \right).$$



Рассмотрим сепарабельное банахово пространство всех абсолютно суммируемых последовательностей  $l^1$ , заданных на множестве натуральных чисел  $N$ . Обозначим через  $\mathbf{B}(l^1)$  борелевскую  $\sigma$ -алгебру этого пространства. Методами, изложенными в работах [2, 3], без особого труда доказывается

**Лемма 1.** В измеримом пространстве  $(l^1, \mathbf{B}(l^1))$  существует невырожденная  $\sigma$ -конечная мера  $\mu_0$ , обладающая приводимыми ниже свойствами:

1) мера  $\mu_0$  инвариантна относительно всюду плотного векторного пространства  $R^{(\omega_0)}$ ;

$$2) \mu_0 \left( \prod_{i \in N} \Delta_i \right) = 1;$$

3) мера  $\mu_0$  обладает свойством существенной единственности на множестве  $\bigcup_{n \in N} A_n$  в классе всех  $R^{(\omega_0)}$ -инвариантных  $\sigma$ -конечных борелевских мер, заданных на пространстве  $R^{\omega_0}$  и принимающих на множестве  $\prod_{i \in N} \Delta_i$

конечные строго положительные значения;

$$4) \mu_0(l^1 \setminus \bigcup_{n \in N} A_n) = 0.$$

Далее, справедлива следующая простая

**Лемма 2.** Зададим отображение  $\varphi$  пространства  $l^1$  в пространство всех непрерывных вещественных функций  $C[0,1]$ , заданных на отрезке  $[0,1]$ , с помощью соотношения

$$(\forall (a_i)_{i \in N}) \left( (a_i)_{i \in N} \in l^1 \Rightarrow \varphi((a_i)_{i \in N}) = \sum_{i \in N} a_i \cdot x^i \right).$$

Тогда отображение  $\varphi$  является взаимно однозначным линейным непрерывным оператором.

Имеет место

**Предложение 1.** Пусть функционал  $\mu_1$  задается с помощью соотношения

$$(\forall B) (B \in \mathbf{B}(C[0,1]) \Rightarrow \mu_1(B) = \mu_0(\varphi^{-1}(B))),$$

где через  $\mathbf{B}(C[0,1])$  обозначена обычная борелевская  $\sigma$ -алгебра сепарабельного банахова пространства  $C[0,1]$ . Тогда функционал  $\mu_1$  является невырожденной  $\sigma$ -конечной борелевской мерой, инвариантной относительно всюду плотного векторного пространства, состоящего из всех полиномов, определенных на сегменте  $[0,1]$ .

Исходя из результата предложения 1, нетрудно получить

**Предложение 2.** Пусть  $R^{[0,1]}$  — пространство всех вещественных функций на  $[0,1]$ , наделенное тихоновской топологией. Тогда в  $R^{[0,1]}$  существует невырожденная  $\sigma$ -конечная борелевская мера  $\mu$ , инвариантная относительно векторного пространства всех полиномов, определенных на  $[0,1]$ .

**Замечание.** Тот факт, что векторное пространство всех полиномов на  $[0,1]$  является всюду плотным в пространстве  $R^{[0,1]}$  (а также в банаховом пространстве  $C[0,1]$ ), вытекает из хорошо известной теоремы Вейерштрасса об аппроксимации непрерывных вещественных



функций на отрезке  $[0,1]$  с помощью полиномов, задаваемых на этом же отрезке.

Не представляет особых трудностей доказательство следующего утверждения:

**Предложение 3.** Пусть для множества индексов  $\alpha$  выполняется соотношение  $\text{Card}(\alpha) > \omega_0$ . Тогда в измеримом пространстве  $(R^\alpha, \mathbf{B}(R^\alpha))$  не существует вероятностной радоновой меры, квазиинвариантной относительно векторного пространства  $R^{(\alpha)}$ .

**Пример 1.** Пусть  $\alpha$  — произвольное несчетное множество индексов. Пусть  $\lambda_1$  — та вероятностная борелевская мера в  $R^\alpha$ , которая строится в работе [1]. Непосредственно проверяется, что эта мера является регулярной. С другой стороны, так как вероятностная мера  $\lambda_1$  является квазиинвариантной относительно векторного пространства  $R^{(\alpha)}$ , то в силу предложения 3 она не может быть радоновой.

**Пример 2.** Обозначим через  $\lambda_2$  произвольную вероятностную меру, заданную в измеримом пространстве  $(R^{[0,1]}, \mathbf{B}(R^{[0,1]}))$  и эквивалентную мере  $\mu$ , о существовании которой говорится в предложении 2. Можно убедиться, что мера  $\lambda_2$  является радоновой и квазиинвариантной относительно векторного пространства всех полиномов, задаваемых на  $[0, 1]$ .

В связи с примером 2 заметим, что справедливо

**Предложение 4.** Пусть  $\alpha$  — произвольное множество параметров с  $\text{Card}(\alpha) > c$ , где через  $c$  обозначена мощность континуума. Тогда в измеримом пространстве  $(R^\alpha, \mathbf{B}(R^\alpha))$  не существует вероятностной радоновой меры, квазиинвариантной относительно некоторого всюду плотного векторного подпространства пространства  $R^\alpha$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Институт систем управления

(Поступило 13.5.1988)

მათემატიკა

ბ. შანტულაია

ზოგიერთ ფუნქციონალურ სივრცეში ინვარიანტული და  
კვაზინვარიანტული ზომების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში გამოკვლეულია საკითხი, დაკავშირებული ზოგიერთ ფუნქციონალურ სივრცეში ისეთი ატრიბუციონალური  $\sigma$ -სასრული ბორელის ზომების არსებობასთან, რომლებიც ინვარიანტულია (შესაბამისად, კვაზინვარიანტულია) ამ სივრცეების ყველგან მკერძი ვექტორული ქვესივრცეების მიმართ.

MATHEMATICS

G. R. PANTSULAIA

ON INVARIANT AND QUASIINVARIANT MEASURES  
IN SOME FUNCTIONAL SPACES

Summary

Some questions connected with the theorem on the existence of nontrivial  $\sigma$ -finite Borel measures defined on the certain functional spaces and

invariant or quasiinvariant with respect to the dense subspaces of these spaces are considered in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984.
2. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 114, № 1, 1984.
3. А. П. Киртадзе, Г. Р. Панцулая. Сообщения АН ГССР, 127, № 1, 1987.

В. Г. МАНГОШВИЛИ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ РАЗЛИЧЕНИЕ ДВУХ ПРОСТЫХ  
 ГИПОТЕЗ С ОГРАНИЧЕННОЙ ПАМЯТЬЮ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 3.5.1988)

Пусть на измеримом пространстве  $(\Omega, \mathbf{F})$  заданы  $\sigma$ -подалгебры  $\mathbf{F}_0, \mathbf{F}_1, \dots, \mathbf{F}_n, \dots$  (последовательность  $\mathbf{F}_n$  не предполагается возрастающей), случайная величина  $\theta = \theta(\omega)$  с двумя значениями 0, 1 и вероятностная мера  $P^\pi$  ( $\pi$  — некоторое фиксированное число из  $[0, 1]$ ) такая, что

$$P^\pi(\theta=1)=\pi, \quad P^\pi(\theta=0)=1-\pi, \quad (1)$$

$$P^\pi(A \cap \theta=1)=\pi P^1(A), \quad P^\pi(A \cap \theta=0)=(1-\pi) P^0(A)$$

где  $A \in \mathbf{F}_\infty = \sigma(\bigcup_{n=0}^{\infty} \mathbf{F}_n)$ , а  $P^1$  и  $P^0$  — две вероятностные меры на  $(\Omega, \mathbf{F}_\infty)$ , не зависящие от  $\pi$ . Из (1) имеем

$$P^\pi(A) = \pi P^1(A) + (1-\pi) P^0(A), \quad A \in \mathbf{F}_\infty. \quad (2)$$

Определение 1. Неотрицательная случайная величина  $\tau = \tau(\omega)$ , принимающая значения 0, 1, 2, ...,  $\infty$ , называется марковским моментом относительно системы  $F = (F_n)_{n \geq 0}$ , если существует последовательность событий  $A_0, A_1, \dots, A_n, \dots$ , где  $A_n \in F_n$ , такая, что

$$\{\omega : \tau(\omega) = 0\} = A_0 \in F_0 \cdot \dots \cdot \{\omega : \tau(\omega) = n\} = \bar{A}_0 \cap \bar{A}_1 \cap \dots \cap \bar{A}_{n-1} \cap A_n, \quad (3)$$

$$n = 1, 2, \dots,$$

что эквивалентно следующему соотношению:

$$\{\omega : \tau(\omega) = 0\} = A_0 \in F_0, \quad \{\omega : \tau(\omega) = n\} = \{\omega : \tau(\omega) > n-1\} \cap A_n, \quad (4)$$

$$n = 1, 2, \dots$$

Определение 2. Марковский момент называется моментом остановки (относительно меры  $P^\pi$ ), если  $P^\pi(\tau(\omega) < \infty) = 1$ .

Замечание. Любую последовательности событий  $A_0, A_1, \dots, A_n, \dots$ , где  $A_n \in F_n$ , соответствует марковский момент  $\tau = \tau(\omega)$ , который определяется следующим образом:

$$\tau(\omega) = \begin{cases} 0, & \text{если } \omega \in A_0, \\ 1, & \text{если } \omega \in \bar{A}_0 \cap A_1, \\ \vdots \\ n, & \text{если } \omega \in \bar{A}_0 \cap \bar{A}_1 \cdot \dots \cdot \bar{A}_{n-1} \cap A_n, \\ \vdots \\ \infty, & \text{если } \omega \in \bigcap_{n=0}^{\infty} \bar{A}_n, \end{cases} \quad (5)$$

Введем функцию заключительного решения (для данного момента остановки  $\tau$ )

$$d_{\tau}(\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} I_{\{\tau(\omega)=n\}} d_n(\omega), \quad (6)$$

где  $d_n(\omega)$  являются  $F_n$ -измеримыми случайными величинами, принимающими два значения 0 и 1.

Применительно к задаче различения двух гипотез „ $H_0: \theta=0$ “ и „ $H_1: \theta=1$ “ выбор момента  $\tau$  означает выбор правила прекращения процесса наблюдений по последовательности  $\sigma$ -алгебр  $F_0, F_1, \dots, F_n, \dots$ , а функция заключительного решения  $d_{\tau}(\omega)$  показывает, какую из гипотез  $H_0$  или  $H_1$  следует принять. Если  $d_{\tau}(\omega)=1$ , то будем считать, что принимается гипотеза  $H_1$ , если же  $d_{\tau}(\omega)=0$ , то гипотеза  $H_0$ .

Пару функций  $(\tau, d_{\tau}) \equiv \delta$ , где  $\tau$ —момент остановки, будем называть решающим правилом. „Риск“ решающего правила  $\delta$  определим следующим выражением:

$$\rho_0(\pi, a, b, c, \delta) = cM^{\pi}\tau + aP^{\pi}(\theta=1, d_{\tau}=0) + bP^{\pi}(\theta=0, d_{\tau}=1), \quad (7)$$

где  $a, b, c$  — неотрицательные константы.

Определение 3. Пусть  $\pi$ —фиксированное число из  $[0, 1]$ . Решающее правило  $\delta_{\pi}^*$  назовем  $\pi$ -байесовским, если

$$\rho_0(\pi, a, b, c, \delta_{\pi}^*) = \inf_{\delta} \rho_0(\pi, a, b, c, \delta) \equiv \rho_0(\pi, a, b, c). \quad (8)$$

Теорема 1. Пусть  $\delta = (\tau, d_{\tau})$  — некоторое решающее правило, а  $\tilde{\delta} = (\tau, \tilde{d}_{\tau})$  — решающее правило такое, что момент  $\tau$  тот же, что и в  $\delta$ , а

$$\tilde{d}_{\tau}(\omega) = \begin{cases} 1, & \text{если } aP^1(\tau=n|F_n)\pi_n^{\pi} \geq bP^0(\tau=n|F_n)(1-\pi_n^{\pi}), \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (9)$$

где  $\pi_n^{\pi} = P^{\pi}(\theta=1|F_n)$ . Тогда

$$\rho_0(\pi, a, b, c, \tilde{\delta}) \leq \rho_0(\pi, a, b, c, \delta),$$

и

$$\rho_0(\pi, a, b, c) = \inf_{\tau} \left[ cM^{\pi}\tau + M^{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \min \left( aP^1(\tau=n|F_n)\pi_n^{\pi}, bP^0(\tau=n|F_n)(1-\pi_n^{\pi}) \right) \right], \quad (10)$$

где инфимум берется по всем моментам остановки  $\tau$ .

Перейдем теперь к рассмотрению частного случая вышеприведенной задачи. Пусть на измеримом пространстве  $(\Omega, F)$  задана последовательность  $l$ -мерных случайных векторов  $\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2, \dots, \bar{\xi}_n, \dots$ , где  $\bar{\xi}_n = (\xi_{n1}, \xi_{n2}, \dots, \xi_{nl})$  и по каждой мере  $P^1, P^0$  векторы  $\bar{\xi}_n$  независимы и одинаково распределены.

Будем предполагать, что  $F_0 = (\emptyset, \Omega)$ ,  $F_1 = \sigma(\bar{\xi}_1), \dots, F_n = \sigma(\bar{\xi}_n)$  и что меры  $P^1(B) = P^1(\bar{\xi}_1 \in B)$ ,  $P^0(B) = P^0(\bar{\xi}_1 \in B)$  ( $B \in B(R^l)$ ) взаимно абсолютно непрерывны.

Для характеристики «риска» нам придется воспользоваться искусственным приемом введения различных цен наблюдения  $c$  и  $d$  при гипотезах  $H_1$  и  $H_0$  соответственно.

Тогда легко показать, что

$$\rho_0(\pi, a, b, c, d) = \min(\min(a\pi, b(1-\pi)), \rho(\pi, a, b, c, d)), \quad (11)$$

где

$$\rho(\pi, a, b, c, d) = \inf_{\tau^{(1)}} \left[ c\pi M^1 \tau^{(1)} + d(1-\pi) M^0 \tau^{(1)} + M^\pi \sum_{n=1}^{\infty} \min(aP^1(\tau^{(1)}=n|F_n) \pi_n^\pi, bP^0(\tau^{(1)}=n|F_n) (1-\pi_n^\pi)) \right] \quad (12)$$

а  $\tau^{(1)}$  любой момент остановки такой что  $\tau^{(1)} \geq 1$ , так как класс всех моментов остановки разбивается на две части: первая состоит из момента остановки  $\tau=0$ , а вторая из всех моментов остановки  $\tau^{(1)}$ .

**Теорема 2.** «Риск»  $\rho(\pi, a, b, c, d)$  удовлетворяет следующему уравнению:

$$\rho(\pi, a, b, c, d) = c\pi + d(1-\pi) + \inf_{B, B \in B(R^1)} [M^\pi I_{\bar{\xi}} \in B] \min(a\pi_1^\pi, b(1-\pi_1^\pi)) + \rho(\pi, aP^1(\bar{B}), bP^0(\bar{B}), cP^1(\bar{B}), dP^0(\bar{B})),$$

где  $a \geq 0, b \geq 0, c \geq 0, d \geq 0$  и  $\pi_1^\pi = P^\pi(\theta = 1 | \bar{\xi}_1)$ .

Теперь основной интерес представляет вопрос о строении оптимального момента остановки  $\tau^{(1)*}$  (в предположении, что он существует), т. е. о строении последовательности событий  $A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*, \dots$ , где  $A_n^* \in \sigma(\bar{\xi}_n)$ .

**Теорема 3.** Если для некоторых  $\pi, a, b, c, d$  существует оптимальный момент остановки  $\tau^{(1)*} = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*)$ , тогда последовательность событий  $A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*, \dots$  удовлетворяет системе следующих рекуррентных уравнений:

$$\rho(\pi, a_{k-1}, b_{k-1}, c_{k-1}, d_{k-1}) = c_{k-1} \cdot \pi + d_{k-1} (1 - \pi) + M^\pi I_{A_k^*} \min(a_{k-1} \pi_k^\pi, b_{k-1} (1 - \pi_k^\pi)) + \rho(\pi, a_{k-1} P^1(\bar{A}_k^*), b_{k-1} P^0(\bar{A}_k^*), c_{k-1} P^1(\bar{A}_k^*), d_{k-1} P^0(\bar{A}_k^*)),$$

где

$$a_k = a P^1(\bar{A}_1^*) \dots P^1(\bar{A}_k^*), \quad b_k = b P^0(\bar{A}_1^*) \dots P^0(\bar{A}_k^*)$$

$$c_k = c P^1(\bar{A}_1^*) \dots P^1(\bar{A}_k^*), \quad d_k = d \cdot P^0(\bar{A}_1^*) \dots P^0(\bar{A}_k^*)$$

$$k = 1, 2, \dots,$$

а

$$\pi_k^\pi = P^\pi(\theta = 1 | \bar{\xi}_k).$$

## 3. მანგოშვილი

 ორი მარტივი ჰიპოთეზის მიმდევრობითი გარჩევის ამოცანა  
 შეზღუდული მეხსიერებით

რეზიუმე

განხილულია ორი მარტივი ჰიპოთეზის მიმდევრობითი გარჩევის ამოცანა, როდესაც დაკვირვებათა ნაკადს არ მოეთხოვება ზრდადობის თვისება. დადგენილია, რომ ოპტიმალური გადაწყვეტილების წესის მოძებნის ამოცანა, ისევე როგორც კლასიკურ შემთხვევაში, დაიყვანება ოპტიმალური გაჩერების (არაკლასიკურ) ამოცანაზე. ამ ამოცანის ერთ კერძო შემთხვევაში გამოყვანილია განტოლება რისკისათვის და მოძებნილია ოპტიმალური წესის შესაბამისი გაჩერების არეების აგების პრინციპი.

MATHEMATICS

V. G. MANGOSHVILI

 THE PROBLEM OF SEQUENTIAL DECISION BETWEEN TWO  
 SIMPLE HYPOTHESES WITH RESTRICTED MEMORY

Summary

The paper deals with the problem of sequential decision between two simple hypotheses, when the observation flow is not required to be increasing. It is established that the problem of finding an optimal decision rule reduces to the optimal stopping (nonclassical) problem as it was in the classical case. For a special case of this problem an equation for the risk function is derived, and the principle of constructing the optimal stopping regions is found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Ширяев. Статистический последовательный анализ. М., 1976.

Р. Ш. АДАМИЯ (член-корреспондент АН ГССР), Б. Р. БАНДЗЕЛАДЗЕ

### ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ СИНТЕЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НЕКОТОРЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Разработанный инженерный алгоритм оптимизационного синтеза переходных процессов механических систем [1] характеризуется простотой и общностью подхода. Его можно использовать при исследовании переходных процессов некоторых строительных конструкций с соответствующими допустимыми ограничениями. Для этого понадобятся конические уравнения метода перемещений, с применением принципа суперпозиции к основной системе рассматриваемой конструкции.

Поставленная задача не требует учета затуханий, поэтому рассмотрим векторно-матричное уравнение движения для дискретной системы, совершающей свободные колебания, на примере невесомой рамы, несущей точные массы [2]:

$$\vec{M} + R\vec{Z} = 0, \quad (1)$$

где вектор перемещений, матрицы масс и жесткостей (реакций) соответственно имеют вид

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1 \\ \vdots \\ Z_n \end{bmatrix}, \quad M = \begin{bmatrix} m_1 & & \\ & \ddots & \\ & & m_n \end{bmatrix}, \quad R = [r] = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix}.$$

Согласно упомянутому выше алгоритму, чтобы перейти к упругим нагрузкам, действующих в отдельных участках конструкций с постоянными изгибными жесткостями (они могут быть разными), надо вычлечь друг от друга соответствующие уравнения (1), а те, которые характеризуют примыкающие закрепленным концом участки, оставляем без измерения. Переходя к упругим нагрузкам, действующим на участках конструкции, получаем одно уравнение высокого порядка и определяем обобщенный безразмерный коэффициент  $C_1$  так же, как для механических конструкций.

Сказанное проиллюстрируем на примере симметричной трехэтажной рамной конструкции [2], у которой жесткость ригеля  $EI_{\text{риг}}$  во много раз больше жесткости стоек  $EJ$  (рис. 1). Поэтому в расчетах ригели принимаем абсолютно жесткими. Стойки считаем безмассовыми, а вес перекрытий пусть соответственно будет  $G$ ,  $2G$ ,  $2G$ . Система обладает тремя степенями свободы. Как отмечалось, в данном случае удобно воспользоваться основной системой метода перемещений (рис. 2). Учтя данные, приведенные в [2], с соответствующими обозначениями для рассматриваемой рамы

$$r_{11} = \frac{24 EI}{e^3} = c, \quad r_{22} = r_{33} = 2c, \quad r_{12} = r_{23} = -c, \quad r_{13} = 0,$$

$$m_1 = m = \frac{G}{g}, \quad m_2 = m_3 = 2m$$

и введя для каждого участка обозначения

$$EI(Z_1 - Z_2) = F_I, \quad EI(Z_2 - Z_3) = F_{II}, \quad EI \cdot Z_3 = F_{III},$$

запишем (1) относительно вектора упругих нагрузок

$$[F_I, F_{II}, F_{III}]^T = \vec{F},$$

действующих на участках 1-2, 2-3 и 3-4 в следующем виде:

$$L \cdot \vec{F} = 0, \quad (2)$$

где

$$L = \begin{bmatrix} \left(p^2 + \frac{3c}{2m}\right) & -\frac{c}{2m} & 0 \\ -\frac{c}{2m} & \left(p^2 + \frac{c}{m}\right) & -\frac{c}{2m} \\ 0 & -\frac{c}{2m} & \left(p^2 + \frac{c}{m}\right) \end{bmatrix}, \quad p = \frac{d}{dt}.$$

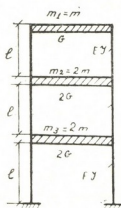


Рис. 1

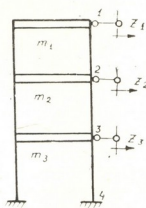


Рис. 2

Согласно [1] перейдем от (2) к одному уравнению 6-го порядка:

$$F^{VI} + a_0 F^{IV} + a_1 F^{II} + a_2 F = 0,$$

где

$$a_0 = \frac{3c}{m}, \quad a_1 = \frac{9c^2}{4m^2}, \quad a_2 = \frac{c^3}{8m^3}.$$

Обобщенные безразмерные параметры

$$C_1 = \frac{a_1}{a_0^2} = \frac{1}{4} \quad \text{и} \quad C_2 = \frac{a_2}{a_0^3} = \frac{1}{216}.$$

Полученная величина обобщенных безразмерных параметров  $C_1$  и  $C_2$  для рассматриваемого конкретного случая попадает в оптимальную



область допустимых значений указанных величин для систем с тремя степенями свободы [3]. В случае неудовлетворения оптимальной области конструктор еще на стадии проектирования всегда может путем варьирования параметров (изменения величины изгибных жесткостей и масс) получить желаемые значения обобщенных параметров  $C_1$  и  $C_2$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Кутаисский комплексный  
 научный центр  
 Института металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 21.4.1988)

შეჯამება

რ. ადამია (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ბ. ბანძელაძე

ზოგიერთი სამშენებლო კონსტრუქციის გარდამავალი პროცესების  
 ოპტიმიზაციური სინთეზი

რეზიუმე

ნაჩვენებია მექანიკური სისტემებისათვის დამუშავებული ოპტიმიზაციური სინთეზის, საინჟინრო ალგორითმის გამოყენების შესაძლებლობა ზოგიერთი სამშენებლო კონსტრუქციისათვის.

MECHANICS

R. Sh. ADAMIA, B. R. BANDZELADZE

## OPTIMIZATION SYNTHESIS OF TRANSITIVE PROCESSES OF SOME BUILDING CONSTRUCTIONS

Summary

The possibility of applying the developed engineering algorithm of the optimization synthesis of mechanical systems for some building constructions is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Адамия. Оптимизация динамических нагрузок прокатных станов. М., 1987.
2. А. Ф. Смирнов, А. В. Александров и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. М., 1984.
3. Р. Ш. Адамия, В. М. Лобода. Основы рационального проектирования металлургических машин. М., 1984.



М. С. ШАНГУА

СТАЦИОНАРНАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ДИСКА  
УСИЛЕННОЙ НАКЛАДКОЙ МАЛОЙ ТОЛЩИНЫ

(Представлено академиком Н. П. Векун 17.10.1988)

Пусть наша область заполняет круг с радиусом  $a$ , которая вдоль границы усилена накладкой малой толщины  $h$ . На верхней грани накладки даны нормальные и тангенциальные компоненты напряжения  $q_+$  и  $\tau_+$ .

Задача для упругого диска без накладки решена в [1].

Сначала решаем вспомогательную задачу для диска со следующими граничными условиями:

$$\begin{aligned}\sigma_{rr}(a, \theta, t) &= q_-(\theta, t), \\ \sigma_{r\theta}(a, \theta, t) &= \tau_-(\theta, t),\end{aligned}\quad (1)$$

где  $q_-$ ,  $\tau_-$  — искомые контактные напряжения на нижней грани накладки.

Из [1] для этой задачи имеем

$$\begin{aligned}A_{1n} &= [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [S_{2n}(a\tau)\sigma_{0s}^- - N_{2n}(a\tau)\tau_{0c}^-], \\ A_{2n} &= [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [S_{2n}(a\tau)\sigma_{0c}^- + N_{2n}(a\tau)\tau_{0c}^-], \\ B_{1n} &= [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [-S_{1n}(a\tau)\sigma_{0s}^- + N_{1n}(a\tau)\tau_{0c}^-], \\ B_{2n} &= [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [-S_{1n}(a\tau)\sigma_{0c}^- - N_{1n}(a\tau)\tau_{0s}^-], \\ A_{j0} &= \frac{1}{2} [A_{jn}]_{n=0}, \quad B_{j0} = \frac{1}{2} [B_{jn}]_{n=0}, \\ D_n(a\tau) &= N_{1n}(a\tau)S_{2n}(a\tau) - S_{1n}(a\tau)N_{2n}(a\tau).\end{aligned}\quad (2)$$

Здесь  $\sigma_{0s}^-$ ,  $\sigma_{0c}^-$ ,  $\tau_{0s}^-$ ,  $\tau_{0c}^-$  — неизвестные координаты ряда Фурье функции  $q_-$ ,  $\tau_-$ , а  $S_{jn}$ ,  $N_{jn}$  даются формулами

$$\begin{aligned}N_{1n}(r\tau) &= [\lambda/2\mu + 1 - n^2\rho_1^{-2}] \cdot J_n(\rho_1) + \rho_1^{-1} \cdot J'_n(\rho_1), \\ N_{2n}(r\tau) &= 2n\rho_2^{-2} \cdot J_n(\rho_2) - 2n\rho_2^{-1} \cdot J'_n(\rho_2), \\ S_{1n}(r\tau) &= n\rho_1^{-2} \cdot J_n(\rho_1) - n\rho_1^{-1} \cdot J'_n(\rho_1), \\ S_{2n}(r\tau) &= [1 - 2n^2\rho_2^{-2}] J_n(\rho_2) + 2\rho_2^{-1} J'_n(\rho_2) \quad \rho_j = \alpha_j\tau \cdot r.\end{aligned}\quad (3)$$

Для определения искомых коэффициентов  $\sigma_{0s}^-$ , ...,  $\tau_{0c}^-$  мы имеем условия на границе соединения основания с накладкой, данной в [2]

$$\begin{aligned}\frac{E_s}{a^2} \left( \frac{\partial \bar{v}}{\partial \theta} + \bar{u} \right) &= \bar{q}_+ - \bar{q}_- + \rho\tau^2 \bar{u}, \\ \frac{E_s}{a^2} \left( \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \theta^2} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial \theta} \right) &= \bar{\tau}_- - \bar{\tau}_+ - \rho\tau^2 \bar{v},\end{aligned}\quad (4)$$

где  $E_s = E_1 h / (1 - \nu_1^2)$ .



Выпишем из [1] выражения для  $u$  и  $v$ :

$$\bar{u} = \sum_{n=0}^{\infty} U_{1n}(r) \sin n\vartheta + U_{2n}(r) \cos n\vartheta, \quad (5)$$

$$\bar{v} = \sum_{n=0}^{\infty} V_{1n}(r) \cos n\vartheta - V_{2n}(r) \sin n\vartheta,$$

где

$$-r^{-1}U_{1n}(r) = A_{jn} \cdot J'_n(\rho_1) \cdot \rho_1^{-1} + B_{jn} \cdot J_n(\rho_2) \cdot 2n\rho_2^{-2}, \quad (6)$$

$$-r^{-1}V_{1n}(r) = A_{jn} \cdot J_n(\rho_1) \cdot n\rho_1^{-2} + B_{jn} \cdot J'_n(\rho_2) \cdot 2\rho_2^{-1},$$

а метка вверху означает трансформант Фурье по  $t$ .

Вставляя в (6), (2), а затем (5) в (4) получаем

$$\bar{q}_- - \bar{q}_+ = \sum_{n=0}^{\infty} [K_{1n} \cdot \sigma_{0c}^- + K_{2n} \cdot \tau_{0c}^-] \sin n\vartheta + [K_{1n} \cdot \sigma_{0c}^- - K_{2n} \cdot \tau_{0s}^-] \cos n\vartheta \quad (7)$$

$$\bar{\tau}_- - \bar{\tau}_+ = \sum_{n=0}^{\infty} [L_{1n} \cdot \sigma_{0s}^- + L_{2n} \cdot \tau_{0c}^-] \cos n\vartheta + [-L_{1n} \cdot \sigma_{0c}^- + L_{2n} \cdot \tau_{0s}^-] \sin n\vartheta,$$

где

$$K_{1n}(a\tau) = [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [S_{2n}(a\tau)G_{1n}(a\tau) - S_{1n}(a\tau)G_{2n}(a\tau)],$$

$$K_{2n}(a\tau) = [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [N_{1n}(a\tau)G_{2n}(a\tau) - N_{2n}(a\tau)G_{1n}(a\tau)],$$

$$L_{1n}(a\tau) = [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [S_{2n}(a\tau)M_{1n}(a\tau) - S_{1n}(a\tau) \cdot M_{2n}(a\tau)], \quad (8)$$

$$L_{2n}(a\tau) = [2\mu D_n(a\tau)]^{-1} [N_{1n}(a\tau)M_{2n}(a\tau) - N_{2n}(a\tau)M_{1n}(a\tau)],$$

а

$$G_{1n}(a\tau) = \frac{E_s n}{a^2} n (\alpha_1 a \tau)^{-2} \cdot a \cdot J_n(\alpha_1 a \tau) - \left( \rho \tau^2 - \frac{E_s}{a^2} \right) (\alpha_1 a \tau)^{-1} \cdot a \cdot J'_n(\alpha_1 a \tau),$$

$$G_{2n}(a\tau) = \frac{E_s n}{a^2} 2 (\alpha_2 a \tau)^{-1} \cdot a \cdot J'_n(\alpha_2 a \tau) - \left( \rho \tau^2 - \frac{E_s}{a^2} \right) 2n (\alpha_2 a \tau)^{-2} \cdot a \cdot J_n(\alpha_2 a \tau),$$

$$M_{1n}(a\tau) = -\frac{E_s n}{a^2} (\alpha_1 a \tau)^{-1} \cdot a \cdot J'_n(\alpha_1 a \tau) - \left( \rho \tau^2 - \frac{E_s n^2}{a^2} \right) n (\alpha_1 a \tau)^{-2} \cdot a \cdot J_n(\alpha_1 a \tau), \quad (9)$$

$$M_{2n}(a\tau) = -\frac{E_s n}{a^2} 2n (\alpha_2 a \tau)^{-2} \cdot a \cdot J_n(\alpha_2 a \tau) - \left( \rho \tau^2 - \frac{E_s n^2}{a^2} \right) 2(\alpha_2 a \tau)^{-1} \cdot a \cdot J'_n(\alpha_2 a \tau).$$

Если разложим функции  $\bar{\tau}_-$ ,  $\bar{\tau}_+$ ,  $\bar{q}_-$ ,  $\bar{q}_+$  в ряды Фурье, вставим их в (7), приравняем коэффициенты, получим алгебраическую систему уравнений для искоемых  $\sigma_{0s}^-$ ,  $\sigma_{0c}^-$ ,  $\tau_{0s}^-$ ,  $\tau_{0c}^-$ , решая которую получаем

$$\sigma_{0s}^- = [\eta_n(a\tau)]^{-1} [[1 - L_{2n}(a\tau)] \sigma_{0s}^+ + K_{2n}(a\tau) \tau_{0c}^+],$$

$$\tau_{0c}^- = [\eta_n(a\tau)]^{-1} [L_{1n}(a\tau) \cdot \sigma_{0s}^+ + [1 - K_{1n}(a\tau)] \cdot \tau_{0c}^+],$$

$$\sigma_{0c}^- = [\eta_n(a\tau)]^{-1} [[1 - L_{2n}(a\tau)] \sigma_{0c}^+ - K_{2n}(a\tau) \cdot \tau_{0s}^+], \quad (10)$$

$$\tau_{0s}^- = [\eta_n(a\tau)]^{-1} [-L_{1n}(a\tau) \sigma_{0c}^+ + [1 - K_{1n}(a\tau)] \tau_{0s}^+],$$

$$\eta_n(a\tau) = [1 - L_{2n}(a\tau)] [1 - K_{1n}(a\tau)] - L_{1n}(a\tau) K_{2n}(a\tau),$$

где  $\sigma_{0s}^+$ ,  $\sigma_{0c}^+$ ,  $\tau_{0s}^+$ ,  $\tau_{0c}^+$  — соответственно синус и косинус коэффициенты ряда Фурье функции  $\bar{q}_+$ ,  $\bar{\tau}_+$ .

Мы рассмотрим наиболее важный, по практическим соображениям, случай нагружения: две диаметрально противоположные, концентрированные, радиальные, равномерно движущиеся нагрузки.

Граничные условия имеют вид

$$\begin{aligned} \tau_+ &= 0, \\ q_+ &= (\theta_0/\pi a) \sum_{n=0}^{\infty} p_n \cos n(\vartheta - \Omega t) + q_n \sin n(\vartheta - \Omega t), \end{aligned} \quad (11)$$

где

$$p_n = \begin{cases} 2/\pi & n \text{ чет} \\ 0 & n \text{ нечет}, \end{cases} \quad q_n = 0. \quad (12)$$

После несложных преобразований получаем

$$\eta_n(a\tau) \cdot a \cdot \sigma_{\theta\tau}^- / \Theta_0 = (p_n^- - iq_n^-) \delta(\Omega_n - \tau) + (p_n^- + iq_n^-) \delta(-\Omega_n - \tau), \quad (13)$$

$$\eta_n(a\tau) \cdot a \cdot \sigma_{\theta s}^- / \Theta_0 = (ip_n^- + q_n^-) \delta(\Omega_n - \tau) + (-ip_n^- + q_n^-) \delta(-\Omega_n - \tau),$$

для  $\tau_{\theta\tau}^-$ ,  $\tau_{\theta s}^-$  вместо  $p_n^-$ ,  $q_n^-$  надо вставить  $r_n^-$ ,  $s_n^-$ . Они даются формулами

$$\begin{aligned} p_n^- (a\tau) &= [1 - L_{2n}(a\tau)] p_n, \\ r_n^- (a\tau) &= L_{1n}(a\tau) \cdot p_n, \\ q_n^- (a\tau) &= s_n^- (a\tau) = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

Комбинируя (5), (6) (2) и (13), для компонент перемещения получаем

$$\begin{aligned} -(\pi^2 a \mu / \Theta_0 r) u &= \sum_{n=0,2,\dots} u_n^{(1)}(r\Omega n) [1 - L_{2n}(a\Omega n)] \cdot \cos n(\vartheta - \Omega t) + \\ &+ u_n^{(2)}(r\Omega n) [-L_{1n}(a\Omega n)] \cdot \sin n(\vartheta - \Omega t), \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} (\pi^2 a \mu / \Theta_0 r) v &= \sum_{n=0,2,\dots} v_n^{(1)}(r\Omega n) [L_{2n}(a\Omega n) - 1] \sin(\vartheta - \Omega t) + \\ &+ v_n^{(2)}(r\Omega n) [-L_{1n}(a\Omega n)] \cdot \cos n(\vartheta - \Omega t), \end{aligned}$$

где

$$u_n^{(1)}(r\Omega n) = [\eta_n(a\Omega n) \cdot D_n(a\Omega n)]^{-1} \cdot [(x_1 r \Omega n)^{-1} J_n^1(x_1 r \Omega n) S_{2n}(a\Omega n) - 2n(x_2 r \Omega n)^{-2} J_n(x_2 r \Omega n) S_{1n}(a\Omega n)],$$

$$v_n^{(1)}(r\Omega n) = [\eta_n(a\Omega n) D_n(a\Omega n)]^{-1} [n(x_1 r \Omega n)^{-2} \cdot J_n(x_1 r \Omega n) S_{2n}(a\Omega n) - 2(x_2 r \Omega n)^{-1} J_n^1(x_2 r \Omega n) \cdot S_{1n}(a\Omega n)],$$

а  $u_n^{(2)}$ ,  $v_n^{(2)}$  получаются заменой  $S_{2n}(a\Omega n)$  и  $S_{1n}(a\Omega n)$  на  $N_{2n}(a\Omega n)$ ,  $N_{1n}(a\Omega n)$ , кроме в  $D_n$  и  $\eta_n$ .

Нетрудно показать, что из результатов этой работы можно получить решение задачи, данное в [1] для диска без накладки. Предельным переходом  $h \rightarrow 0$  принимаем

$$\bar{q}_- = \bar{q}_+, \quad \bar{\tau}_- = \bar{\tau}_+,$$

потому что

$$L_{jn}(a\tau) = K_{jn}(a\tau) = 0 \quad j = 1, 2, \quad \text{а} \quad \eta_n(a\tau) = 1.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.10.1988)

## გ. უანგუა

დინამიური სასაზღვრო ამოცანა წრიული არისათვის, რომელიც გამაგრებულია მცირე სისქის სტრინგერით საზღვრის გასწვრივ

## რეზიუმე

შესწავლილია დრეკადობის თეორიის ბრტყელი დინამიური ამოცანა მცირე სისქის სტრინგერიდან წრიულ არეზე ძაბვების გადაცემის შესახებ. განხილულია პრაქტიკულად საინტერესო შემთხვევა ორი დიამეტრულად საწინააღმდეგო კონცენტრული დატვირთვისა.

---

 THEORY OF ELASTICITY
 

---

M. S. SHANGUA

 A DYNAMIC BOUNDARY-VALUE PROBLEM FOR A DISC  
 REINFORCED WITH A THIN PLATE AROUND THE HOLE CONTOUR

## Summary

A dynamic plane problem of the elasticity theory on the transfer of tension from a thin plate is investigated for a disc. A practically important case of loading is considered: two concentrated radial diametrically opposite loads.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Eringen. Quart. J. of Mech. and App. Mathematics. V. VIII. part 4, 1955.
2. В. М. Александров, С. М. Мхитарян. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. М., 1986

В. Е. ГАБИСОНИЯ, Н. М. АВАЛИШВИЛИ

## ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ УПОРЯДОЧЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ ОПЕРАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Е. Салуквадзе 29.1.1988)

Пусть имеется управляемый комплекс операций, которые могут выполняться в некоторой заранее определенной очередности.

Предполагается, что на временных интервалах возможно выполнение одной или нескольких операций, а также предполагается возможность выполнения каких-либо из операций на различных необязательно последовательных интервалах времени.

Работа комплекса считается завершенной в момент, к которому все операции, входящие в рассматриваемый комплекс, будут завершены.

Будем считать, что каждая из операций описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\begin{aligned} \dot{x}_i(t) &= \Phi_i(u(t)), \\ x_i(0) &= 0, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (1)$$

$T$ —время выполнения комплекса операций [1]

$$T = \min \{ \tau | x_i(\tau) = x_i^* \},$$

$x_i^*$ —заданные конечные состояния.

Управление  $u(\cdot) : [0, T) \rightarrow R$  называется допустимым, если

1)  $u(t) \geq 0$ —кусочно-непрерывная функция,

$$2) \int_0^T \Phi_i(u(t)) dt = x_i^*.$$

Пусть  $\min T = T^*$ . Задача состоит в нахождении  $u^*$ , соответствующего  $T^*$ .

Допустим, что на некотором заранее известном интервале  $[\bar{t}_1, \bar{t}_1] = I_1$  могут одновременно выполняться только  $k_1$  определенных операций, а затем на интервале  $[\bar{t}_2, \bar{t}_2] = I_2$  могут одновременно выполняться  $k_2$  определенных операций, ..., на  $[\bar{t}_{m-1}, \bar{t}_{m-1}] = I_{m-1}$ ,  $\bar{t}_m = T$  выполняются  $k_{m-1}$  определенных операций:

$$k_1 + k_2 + \dots + k_{m-1} \geq n, \quad t_1 = 0; \quad t_2, t_3, \dots, t_{m-1} -$$

—моменты времени, в которые происходит переход от одного набора операций к другому

$$t_0 = \bar{t}_1, \quad t_1 \in I_1, \quad t_2 \in I_2, \quad \dots, \quad t_{m-1} \in I_{m-1}, \quad \bar{t}_i < \bar{t}_{i+1} < \bar{t}_i < \bar{t}_{i+2} < \bar{t}_{i+1}.$$



Если рассмотреть задачу управления упорядоченным комплексом при условии, что имеется эффект запаздывания, т. е. задачу, каждая из операций которого описывается уравнением

$$\dot{x}_i(t) = \Phi_i(u(t), u(\xi(t))), \quad (\dot{\xi}(t) > 0, \quad \xi(t) < t), \quad x_i(0) = 0,$$

то будет справедлива следующая

**Теорема 2.** Пусть  $\tilde{u}(t)$ ,  $t_1 \leq t \leq t_m$  — оптимальное управление;  $\tilde{x}(t)$  — соответствующая оптимальная траектория;  $t_i$  — оптимальные моменты перехода.

Предположим, что управление  $\tilde{u}(t)$  непрерывно в точках  $t_i$ ,  $i = \overline{2, m-1}$ . Тогда  $\tilde{\Psi}$  — такое ненулевое непрерывное решение  $\tilde{\Psi}(t)$ ,  $t_1 \leq t \leq t_m$  сопряженной системы, что выполняются следующие условия:

- 1)  $[\chi(t) \cdot \tilde{\Psi}(t) \cdot \vec{\Phi}_i(\tilde{u}(t), \tilde{u}(\xi(t))) + \chi(\rho(t)) \cdot \tilde{\Psi}(\rho(t)) \cdot \vec{\Phi}_i(\tilde{u}(\rho(t)), \tilde{u}(\xi(\rho(t)))) \cdot \dot{\tilde{u}}(t) \cdot \dot{\rho}(t)] =$   
 $= \sup_{u \in U} [\chi(t) \cdot \tilde{\Psi}(t) \cdot \vec{\Phi}_i(u, \tilde{u}(\xi(t))) + \chi(\rho(t)) \cdot \tilde{\Psi}(\rho(t)) \cdot \vec{\Phi}_i(\tilde{u}(\rho(t)), u) \dot{\rho}(t)],$
- 2)  $\tilde{\Psi}(t_i) \vec{\Phi}_i(\tilde{u}(t_i), \tilde{u}(\xi(t_i))) = \tilde{\Psi}(t_i) \vec{\Phi}_{i+1}(\tilde{u}(t_i), \tilde{u}(\xi(t_i))),$
- 3)  $\tilde{\Psi}(t_m) \cdot \vec{\Phi}_{m-1}(\tilde{u}(t_m), \tilde{u}(\xi(t_m))) \geq 0, \quad \forall i,$

где  $\chi(t)$  — характеристическая функция отрезка  $I_i$ ;  $\rho(t)$  — обратная функция функции  $\xi(t)$ .

Таким образом, вышесказанная теорема дает необходимые условия оптимальности для нахождения моментов  $t_i$ ,  $i = \overline{2, m-1}$  оптимального перехода от одного набора операций одновременной работы к другому набору операций одновременной работы и для нахождения соответствующего управления  $\tilde{u}(\cdot)$ , реализующего работу такого комплекса.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт систем управления

(Поступило 29.1.1988)

კიბერნეტიკა

მ. ბაბინია, ნ. ავალიშვილი

დალაგებულ ოპერაციათა კომპლექსის მართვის ამოცანა

რეზიუმე

დალაგებულ ოპერაციათა კომპლექსისათვის მოყვანილია აუცილებელი პირობები, რომლებიც ანხორციელებენ ამ კომპლექსის მართვას სწრაფქმედების აზრით.

განხილულია შემთხვევა დაგვიანებით მართვებში.



V. E. GABISONIA, N. M. AVALISHVILI

A PROBLEM OF CONTROL OF THE ORDERED COMPLEX  
OF OPERATIONS

## Summary

For an ordered complex of operations necessary conditions of optimality, allowing to control this complex in the sense of optimal time, are given. A case with delay in control is considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Janiak, A. Stankiewicz. Int. J. Control. 1983, vol 38, no 6, 1149-1165.
2. Н. Н. Моисеев. Математические задачи системного анализа. М., 1981.
3. Г. Л. Харатишвили. Сб. «Оптимальные задачи в системах с переменной структурой». Тбилиси, 1985, 3—45.
4. В. Е. Габисония, Н. М. Авалишвили. Сообщения АН ГССР, 129, № 1, 1987.



Т. Г. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ, Т. В. МАНДЖАПАРАШВИЛИ

НЕЧЕТКИЕ СЛУЧАЙНЫЕ СОБЫТИЯ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ УСЛОВНЫЕ ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕРЫ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 10.3.1988)

Процедура расщепления множества [1] очень удобна при рассмотрении нечетких случайных событий и соответствующих вероятностей.

Определение априорной или условной (при четком условии) вероятности нечеткого события является естественным следствием процедуры расщепления. Нечеткие условия требуют более углубленного рассмотрения, хотя, в конечном счете, опять-таки процедура расщепления приводит к разумной вероятностной мере случайного события (четкого или нечеткого) при нечетком (расщепленном) условии.

Исходным для нас является обычное вероятностное пространство  $(\Omega, \mathbf{B}, p)$ .

Определение. **В**-Измеримое расщепление четкого события  $A \in \mathbf{B}$

$$\Lambda = \tilde{\Lambda} \oplus \tilde{\Lambda}^D$$

будем называть нечетким случайным событием. Соответственно

$$p(\tilde{\Lambda} \oplus \tilde{\Lambda}^D) = \int_{\tilde{\Omega}} I_{\tilde{\Lambda}}(\omega) p(d\omega) + \int_{\tilde{\Omega}} I_{\tilde{\Lambda}^D}(\omega) p(d\omega), \quad (1)$$

а выражения

$$p(\tilde{\Lambda}) = \int_{\tilde{\Omega}} I_{\tilde{\Lambda}}(\omega) p(d\omega) \text{ и } p(\tilde{\Lambda}^D) = \int_{\tilde{\Omega}} I_{\tilde{\Lambda}^D}(\omega) p(d\omega) \quad (2)$$

назовем вероятностью нечеткого события  $\tilde{\Lambda}$  и вероятностью дуального нечеткого события  $\tilde{\Lambda}^D$ . Представление

$$p(\Lambda) = p(\tilde{\Lambda} \oplus \tilde{\Lambda}^D) = p(\tilde{\Lambda}) + p(\tilde{\Lambda}^D) \quad (3)$$

назовем процедурой расщепления вероятностной меры. Очевидно, что

$$p(\neg \tilde{\Lambda}) = 1 - p(\tilde{\Lambda}), \quad p((\emptyset : \tilde{\Lambda})) = 1 - p(\Lambda), \quad (4)$$

где  $\neg \tilde{\Lambda}$  — нечеткое дополнение, а  $(\emptyset : \tilde{\Lambda})$  — псевдодополнение [1].

Из свойств обычного интеграла Лебега—Стилтьеса вытекают следующие свойства расщепленной вероятностной меры: 1) монотонность

$\tilde{A} \subseteq \tilde{B} \Rightarrow p(\tilde{A}) \leq p(\tilde{B})$ , 2) непрерывность относительно монотонных последовательностей:

$\tilde{A}_n \uparrow \tilde{A} \Rightarrow p(\tilde{A}_n) \rightarrow p(\tilde{A})$  и  $\tilde{A}_n \downarrow \tilde{A} \Rightarrow p(\tilde{A}_n) \rightarrow p(\tilde{A})$ , 3) сильная аддитивность:

$p(\tilde{A} \cup \tilde{B}) = p(\tilde{A}) + p(\tilde{B}) - p(\tilde{A} \cap \tilde{B})$ , 4)  $\sigma$ -полуаддитивность:

$$p(\bigcup_{j=1}^{\infty} \tilde{A}_j) = \sum_{j=1}^{\infty} p(\tilde{A}_j).$$

В нерасщепленном случае переход к условным вероятностям означает замену  $(\Omega, \mathbf{B}, p) \rightarrow (\Omega, \mathbf{B}, p_B)$ , где для любого  $A \in \mathbf{B}$

$$p_B(A) = E_B(I_A) = \frac{1}{p(B)} \int_{\Omega} (I_A \wedge I_B)(\omega) p(d\omega). \quad (5)$$

Смысл условной вероятности, как известно [2], полностью раскрывается, если ее интерпретировать как значения условного математического ожидания при заданном минимальном  $\sigma$ -поле  $\mathbf{A}$ , индуцированном некоторым разбиением  $\Omega$ . В случае счетного разбиения можно получить конструктивное определение функций условной вероятности  $P^{\mathbf{A}}$ , в противном случае приходится довольствоваться дескриптивным определением [2]. В обоих случаях при нерасщепленном  $\mathbf{A}$  процедура расщепления множества легко приводит к понятию условной вероятности нечеткого события при четком условии. Легко убедиться, что правило расщепления для функции  $P^{\mathbf{A}}$  таково:

$$P^{\mathbf{A}}(\Lambda) = P^{\mathbf{A}}(\tilde{\Lambda} \oplus \tilde{\Lambda}^D) = P^{\mathbf{A}}(\tilde{\Lambda}) + P^{\mathbf{A}}(\tilde{\Lambda}^D), \quad (6)$$

где

$$P^{\mathbf{A}}(\tilde{\Lambda}) = E^{\mathbf{A}}(I_{\tilde{\Lambda}}) = \sum_j \left( \frac{1}{p(B_j)} \int_{B_j} I_{\tilde{\Lambda}}(\omega) p(d\omega) \right) I_{B_j}(\omega) \quad (7)$$

(конструктивное определение)

или

$$\int_B P^{\mathbf{A}}(\tilde{\Lambda}) dP_{\mathbf{A}} = \int_B I_{\tilde{\Lambda}}(\omega) p(d\omega), \quad B \in \mathbf{A}, \quad (8)$$

(дескриптивное определение),

$P_{\mathbf{A}}$  — сужение  $p$  на  $\mathbf{A}$ . Легко видеть, что

$$1) E(E^{\mathbf{A}}(I_{\tilde{\Lambda}})) = p(\tilde{\Lambda});$$

2) если  $\mathbf{A} = \mathbf{B}$ , или индикатор нечеткого случайного события  $I_{\tilde{\Lambda}} \in \mathbf{A}$ -измерим, то  $E^{\mathbf{A}}(I_{\tilde{\Lambda}}) = I_{\tilde{\Lambda}}$  п. н.

Выражения (7) и (8) таковы, что применить непосредственно процедуру расщепления для получения условной вероятности при нечетком условии невозможно. С целью введения такого понятия мы используем математическое ожидание индикатора случайного события при данной функции. Если в качестве таковой взять функцию, соответствующую нечеткому условию, а затем произвести подходящее расщепление, можно получить разумную меру, обладающую почти всеми основными свойствами, которыми характеризуются обычные условные вероятности.

Пусть  $I_{\tilde{\Lambda}}$  индуцирует счетное разбиение  $\Omega$  ( $\bigcap_j A_j = \Omega$ ,  $A_j \cap A_i = \emptyset$ ,  $i \neq j$ ). В этом случае

$$P^{\tilde{\Lambda}}(I_{\Lambda}) = \sum_j p_{A_j}(\Lambda) I_{A_j}(\omega) + p_{A^c}(\Lambda) I_{A^c}(\omega). \quad (9)$$

Поэтому в качестве функции условной вероятности при нечетком условии можем взять выражение

$$P^{\tilde{\Lambda}}(I_{\Lambda}) = \sum_j \alpha_j p_{A_j}(\Lambda) I_{A_j}(\omega), \quad (10)$$

где числа

$$\alpha_j = \frac{1}{p(A_j)} \int_{\Omega} I_{\tilde{\Lambda}}(\omega) I_{A_j}(\omega) p(d\omega). \quad (11)$$

Аналогичное выражение получается и для  $P^{\tilde{\Lambda}^D}(\Lambda)$ . Ясно, что

$$\int_{\mathbf{A}} P^{\tilde{\Lambda}}(I_{\Lambda}) p(d\omega) = p(\tilde{\Lambda} \cap \Lambda) \quad \text{и} \quad \int_{\mathbf{A}} P^{\tilde{\Lambda}^D}(I_{\Lambda}) p(d\omega) = p(\tilde{\Lambda}^D \cap \Lambda). \quad (12)$$

Теперь рассмотрим произвольный измеримый индикатор  $I_{\tilde{A}}$ .

Если для любого натурального  $n$  определить функцию

$$I_{\tilde{A}}^{(n)}(\omega) = \sum_{k=0}^{2^n} \frac{k}{2^n} I \left\{ \frac{k}{2^n} \leq I_{\tilde{A}}(\omega) < \frac{k+1}{2^n} \right\}(\omega), \quad (13)$$

то последовательность  $\{I_{\tilde{A}}^{(n)}(\omega)\} \uparrow$  и в  $\forall \omega \in \Omega \xrightarrow{n \rightarrow \infty} I_{\tilde{A}}(\omega)$ . Имеем

$$P^{\tilde{A}^{(n)}}(I_{\Lambda}) = \sum_{k=0}^{2^n} P \left\{ \frac{k}{2^n} \leq I_{\tilde{A}}(\omega) < \frac{k+1}{2^n} \right\}^{(\Lambda)} \frac{k}{2^n} I \left\{ \frac{k}{2^n} \leq I_{\tilde{A}}(\omega) < \frac{k+1}{2^n} \right\}(\omega) \quad (14)$$

и

$$\int_{\tilde{A}} P^{\tilde{A}^{(n)}}(I_{\Lambda}) p(d\omega) = \sum_{k=0}^{2^n} \frac{k}{2^n} P \left( \left\{ \frac{k}{2^n} \leq I_{\tilde{A}}(\omega) < \frac{k+1}{2^n} \right\} \cap \Lambda \right). \quad (15)$$

Очевидно, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{2^n} \frac{k}{2^n} P \left( \left\{ \frac{k}{2^n} \leq I_{\tilde{A}}(\omega) < \frac{k+1}{2^n} \right\} \cap \Lambda \right) = P(\tilde{A} \cap \Lambda). \quad (16)$$

Это же выражение получается подходящим расщеплением дескриптивного определения функции условной вероятности при данном индикаторе  $I_{\tilde{A}}$ . Для каждого слагаемого вводим определения

$$\int_{\tilde{A}} P^{\tilde{A}}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}}} = \int_{\Omega} I_{\Lambda}(\omega) I_{\tilde{A}}(\omega) p(d\omega), \quad (17')$$

$$\int_{\tilde{A}} P^{\tilde{A}^D}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}^D}} = \int_{\Omega} I_{\Lambda}(\omega) I_{\tilde{A}^D}(\omega) p(d\omega). \quad (17'')$$

Эти определения имеют смысл в силу обобщенной теоремы Радоны—Никоидима [2]. Сравнивая (17') с (16) и (10), приходим к заключению, что  $P^{\tilde{A}}$  можно рассматривать в качестве функции условной вероятности при измеримом нечетком условии.

Все рассмотренные нами формулы относились к мерам четких событий при нечетких условиях. Если в правой части основной формулы (17') произвести расщепление индикатора  $I_{\Lambda}$ , то можно получить

определение  $P^{\tilde{A}}(I_{\tilde{\Lambda}})$ :

$$\int_{\tilde{A}} P^{\tilde{A}}(I_{\tilde{\Lambda}}) dP_{I_{\tilde{A}}} = \int_{\Omega} I_{\tilde{\Lambda}}(\omega) I_{\tilde{A}}(\omega) p(d\omega) = P(\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{\Lambda}), \quad (18)$$

где  $\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{\Lambda} = \tilde{A} \odot \tilde{\Lambda}$  соответствует «последовательному» расщеплению [1]. Именно это расщепление необходимо применять, а не связанное с решеточной операцией « $\wedge$ ».

Приведем некоторые формулы, связанные с функциями условных вероятностей при нечетком условии:

$$\int_{\Omega} P^{\neg \tilde{A}}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\neg \tilde{A}}} = P(\Lambda) - \int_{\tilde{A}} P^{\tilde{A}}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}}}, \quad (19)$$

$$\int_{\Omega} P^{\tilde{A}}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}}} = \int_A P^{\tilde{A}^D}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}^D}} + \int_{A^c} P^{A^c}(I_{\Lambda}) dP_{I_{A^c}}, \quad (20)$$

$$\int_A P^A(I_{\Lambda}) dP_{I_A} = \int_A P^{\tilde{A}}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}}} + \int_A P^{\tilde{A}^D}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}^D}}, \quad (21)$$

$$\int_{\Omega} P^{(A:\tilde{A})}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(A:\tilde{A})}} = p(\Lambda), \quad (22)$$

$$\int_{\Omega} P^{(\tilde{A}:A)}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(\tilde{A}:A)}} = \int_A P^{\tilde{A}}(I_{\Lambda}) dP_{I_{\tilde{A}}} + \int_{A^c} P^{A^c}(I_{\Lambda}) dP_{I_{A^c}}, \quad (23)$$

$$\int_{A^c} P^{(\emptyset:\tilde{A})}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(\emptyset:\tilde{A})}} = \int_{A^c} P^{(\emptyset:\tilde{A}^D)}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(\emptyset:\tilde{A}^D)}} = p(\Lambda \cap A^c), \quad (24)$$

$$\int_{\Omega} P^{(\tilde{A}:\emptyset)}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(\tilde{A}:\emptyset)}} = \int_{\Omega} P^{(\tilde{A}^D:\emptyset)}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(\tilde{A}^D:\emptyset)}} = p(\Lambda), \quad (25)$$

$$\int_A P^{(\emptyset:(\tilde{A}))}(I_{\Lambda}) dP_{I_{(\emptyset:(\tilde{A}))}} = p(A \cap \Lambda). \quad (26)$$

Тбилисский государственный университет  
(Поступило 24.3.1988)

კიბერნეტიკა

თ. გაჩეჩილაძე, თ. მანჯაპარაშვილი

არამკაფიო შემთხვევითი ხდომილებები და შესაბამისი პირობითი ალბათური ზომები

რეზიუმე

ჩვეულებრივი სიმრავლის „გახლეჩის“ პროცედურა გვაძლევს საშუალებას ბუნებრივად შემოვიღოთ არამკაფიო შემთხვევითი ხდომილების ცნება. მარტივია არამკაფიო შემთხვევითი ხდომილების აპრიორული და პირობითი (მკაფიო პირობა) ალბათობის გამოთვლა. არამკაფიო პირობის შემთხვევაში შესაბამისი ალბათური ზომის შემოტანა ტრივიალური არ არის. ნაშრომში შემოტანილია ამგვარი ალბათური ზომის დესკრიპტიული განმარტება. შესწავლილია არამკაფიო ხდომილებათა ალბათური ზომების ზოგიერთი თვისება.

CYBERNETICS

T. G. GACHECHILADZE, T. V. MANJAPARASHVILI  
FUZZY RANDOM EVENTS AND THE CORRESPONDING  
CONDITIONAL PROBABILITY MEASURES

Summary

The procedure of an ordinary set "splitting" naturally makes possible to introduce the concept of a fuzzy random event. It is easy to calculate the apriori and conditional (ordinary condition) probabilities of a fuzzy random event. In the case of a fuzzy condition such calculations are not trivial. The present paper introduces a descriptive definition of such kind of probability measure. Some properties of fuzzy events probability measures are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Гачециладзе, Т. Манджапарашвили. Труды ТГУ, сер. прикл. матем., 1988.
2. М. Лоев. Теория вероятностей. М., 1962.



Г. Г. КВАЧАНТИРАДZE

## О ПОЛИМОРФНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ НИОБИЯ ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ АЗОТА

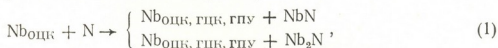
(Представлено академиком И. Г. Гвердцители 12.11.1987)

Исследование процессов структурно-фазовых превращений, происходящих в материалах при ионной имплантации, представляет значительный интерес как для дальнейшего углубления научных основ радиационного материаловедения, так и для развития ионно-лучевой технологии. Ранее была показана возможность индуцированных полиморфных превращений ниобия при имплантации углерода с образованием высокодисперсных зародышей монокарбида в металлической матрице [1].

В настоящей работе предпринята попытка показать возможность полиморфных превращений в ниобии при имплантации азота.

Сущность описываемого явления заключается в следующем. При имплантации в металлическую матрицу химически активных примесей могут образовываться гетерофазные системы металл-выделения новой фазы. Изменение типа решетки металлической матрицы (сопровожаемое увеличением объемной свободной энергии) может быть энергетически выгодным в том случае, когда оно приводит к существенному уменьшению энергии межфазных границ, компенсирующему повышению объемной свободной энергии.

Рассмотрим различные возможные пути структурно-фазовых превращений, происходящих в ниобии при имплантации азота:



где индексы ОЦК (объемноцентрированная кубическая), ГЦК (гранецентрированная кубическая) и ГПУ (гексагональная плотноупакованная) обозначают тип кристаллической решетки металла. Определим свободные энергии для каждой из структур (1) с учетом объемной свободной энергии фаз, энергии межфазных границ и энергии полей упругих напряжений. Предположим, что в некотором объеме ( $V$ ) идеального кристалла ниобия при имплантации азота образовались  $N$ -е количество сферических зародышей нитридов ( $\text{NbN}$  или  $\text{Nb}_2\text{N}$ ) радиусом  $R$ , отстоящих на расстоянии  $\rho$  друг от друга и распределенных равномерно по всему объему. Свободные энергии структур (1) в пренебрежении конфигурационной энтропией можно записать следующим образом:

$$F(\text{Nb}_{1,2,3} + \text{NbN}, \text{Nb}_2\text{N}) = \left( \frac{VK_{1,2,3}}{\Omega_{1,2,3}} - \frac{4}{3} \pi R^3 N \frac{K_4}{\alpha \Omega_4} \right) f_{1,2,3} + \frac{4}{3} \pi R^3 N \frac{K_4 f_4}{\Omega_4} + 4 \pi R^2 N E_{1,2,3} + \sum_{i=1}^N \mathcal{E}_i^{(1,2,3)}, \quad (2)$$



где  $K$  — число атомов на элементарную ячейку кристаллической решетки;  $\Omega$  — объем элементарной ячейки;  $\frac{1}{\alpha}$  — доля атомов азота в стехиометрических соединениях ( $\alpha=2$  для  $NbN$  и  $\alpha=3$  для  $Nb_2N$ );  $i$  — энергия кристаллической решетки, приходящаяся на атом;  $E$  — плотность энергии межфазных границ;  $\mathcal{E}_i$  — энергия полей упругих напряжений для  $i$ -го зародыша в соответствующей матрице; индексы 1, 2, 3, 4 — обозначают ОЦК, ГЦК, ГПУ структурную модификацию металла и нитридов соответственно.

Приравнивая свободные энергии гетерофазных систем с различными полиморфными модификациями металла, из выражения (2) находим критические концентрации азота, определяющие области относительной стабильности возможных структурно-фазовых состояний системы, данной по формуле (1):

$$n_c = \frac{f_{2,3} - f_1}{\alpha(f_{2,3} - f_1) + \eta\alpha^3(E_1 - E_{2,3})/R + \Delta\mathcal{E}[H(R)]}, \quad (3)$$

где  $\eta$  — геометрический фактор;  $\alpha$  — параметр решетки нитрида;  $\Delta\mathcal{E}$  — изменение энергии полей упругих напряжений как функционал радиуса выделения нитридной фазы;  $H(R) = \rho(R)/2$  — половина средней толщины металла между выделениями нитрида как функция от  $R$ .

Чтобы использовать формулу (3) для количественных расчетов, необходимо вычислить энергии для различных структурных модификаций кристаллической решетки ниобия, энергии межфазных границ и энергии полей упругих напряжений.

Расчет структурных характеристик ниобия проводился в рамках теории функционала электронной плотности с использованием ЛМТО-метода для расчета зонной структуры [2]. Релятивистские эффекты учитывались в приближении, в котором пренебрегается спин-орбитальным расщеплением уровней, но строго учитываются скалярные релятивистские поправки: зависимость массы электрона от скорости и поправка Дарвина. Учет обменно-корреляционных эффектов проводился в локальном приближении [3]. При проведении самосогласования варьировались только волновые функции электронов в зоне проводимости, в то время как состояния ионных остовов оставались «замороженными».

Для вычисления энергии межфазных границ необходимо знать структуру границы. Можно найти критическую толщину слоя металла ( $H_c$ ) такую, что при  $H < H_c$  энергетически выгодно когерентное сопряжение выделения и матрицы [4]. Если несоответствие между кристаллическими решетками сопрягающихся фаз невелико, тогда энергию когерентной границы можно определить как энергию однородной деформации решетки через потенциал парного взаимодействия атомов.

В случае, когда  $H > H_c$ , основной вклад в межфазную энергию вносят (нарушающие когерентность границы) дислокации несоответствия, энергия которых определяется в рамках модели Пайерлса — Набарро [4].

Расчеты показывают, что для полиморфного превращения ниобия необходимым условием является когерентность межфазной границы (т. е.  $H < H_c$ ).

Энергию полей упругих напряжений можно вычислить в континуальном приближении.

Подставляя полученные значения разности свободных энергии для различных структурных модификации металла, значения энергии когерентных межфазных границ, а также энергии полей упругих напряжений в выражении (3), рассчитаны критические концентрации азота, необходимые для полиморфного превращения ниобиевой матрицы. Результаты расчетов приведены в таблице.

Зависимость критической концентрации полиморфного превращения ниобия от радиуса выделения моонитрида ниобия

NbN	Nb		
	n <sub>c</sub> ат % азота		H <sub>A</sub>
	ОЦК-ГЦК	ОЦК-ГПУ	
10	27	26	3,5
20	35	35	4,1
30	39	38	4,3
50	43	43	4,5
100	46	46	4,7

Оценка критической толщины ( $H_c$ ) ниобия при сопряжении с нитридными фазами дает  $H_c \approx 4,3 \text{ \AA}$ . Следовательно, (см. табл.) структура  $Nb_{ГЦК, ГПУ} + NbN$  является стабильной при  $n_c \leq 39$  ат% азота и радиусах зародышей моонитрида ( $NbN$ ), не превышающих 30  $\text{\AA}$ . При образовании в ниобиевой матрице зародышей нитрида ( $Nb_2N$ ) полиморфные превращения металла практически невозможны.

Полученные результаты удовлетворительно согласуются с экспериментом (см., напр., [5]).

Научно-исследовательский институт  
стабильных изотопов  
г. Тбилиси

(Поступило 5.5.1988)

ფიზიკა

ბ. კვაჭანტირაძე

აზოტის იმპლანტაციისას ნიობიუმის კოლიმორფული  
ბარდაქმნების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია აზოტის იმპლანტაციისას ნიობიუმის ინდუცირებული პოლიმორფული გარდაქმნების შესაძლებლობა ჰეტეროფაზური სისტემების Nb — NbN წარმოქმნით. გამოთვლილია სისტემათა თავისუფალი ენერგიები მეტა-



ლური მატრიცის სხვადასხვა სტრუქტურული მდგომარეობებით. ნაპოვნია ნიობიუმის პოლიმორფული გარდაქმნებისათვის აუცილებელი აზოტის კრიტიკული კონცენტრაციები.

PHYSICS

G. G. KVACHANTIRADZE

ON POLYMORPHOUS TRANSFORMATIONS OF NIOBIUM  
DURING NITROGEN IMPLANTATION

Summary

The possibility of induced polymorphous niobium transformations during nitrogen implantation is discussed providing for the formation of heterophase Nb — NbN systems. Free energies of systems with various structural states of metallic matrix were calculated. Critical nitrogen concentrations (as well as radii of mononitride precipitations) necessary for polymorphous niobium transformations were determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Бакай, Г. Г. Квачантирадзе. ЖГФ, 57, вып. II, 1987, 2255.
2. O. K. Andersen. Phys. Rev. v., 12, № 8, 1975, 3060.
3. U. van Barth, L. Hedin. J. Phys. C(Sol. St. Phys.), 5, № 13, 1972, 1629.
4. W. A. Jesser, D. Kuhlmann-Wilsdorf. Phys. Stat. Sol., 19, 1967, 95.
5. И. Г. Гвердцители, А. И. Гулдамашвили, Э. М. Диасамидзе, А. Н. Калинин, Н. М. Куция, Р. Н. Кутелия. Вопросы атомной науки и техники. Сер. «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение», вып. I (20), 1982, 32.

Э. М. ЗЕРАГИЯ, Т. М. КАЛАНДАДЗЕ, Т. Г. ОКРОАШВИЛИ,  
 И. Т. ОКРОАШВИЛИ, А. А. БАРКАЛАЯ

### ЛИНЕЙНОЕ ЭЛЕКТРОПОГЛОЩЕНИЕ В ЛЕГИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛАХ CdTe

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 4.5.1988)

Результаты исследований по электрооптике полупроводников типа  $A_x-B_{1-x}$  (см., например, [1]) указывают на комплексный характер величин коэффициентов тензора линейного электрооптического эффекта  $r_{ijk}$ , мнимая часть которых описывает зависящее от электрического поля поглощение при  $\hbar\omega < E_g$ . Наблюдается два типа электропоглощения [2]: одно изотропно, другое анизотропно относительно ориентаций внешних полей. Решающую роль при этом играют собственные и примесные дефекты, ответственные за образование локальных уровней в запрещенной зоне [3]. Поэтому изучение электропоглощения в реальных полупроводниковых кристаллах и его изменений при введении легирующих примесей представляется актуальной задачей.

Для решения поставленной задачи использованы монокристаллы, выращенные из расплава и газовой фазы. Для компенсации проводимости в состав шихты вводились легирующие примеси индия и хлора. Из исходных образцов CdTe блочной структуры выкальвались отдельные монокристаллические блоки, ориентация которых осуществлялась по плоскостям спайности. Методика измерений линейного электропоглощения (ЛЭП) детально описана в [2]. Исследование ориентационных и спектральных зависимостей ЛЭП в CdTe сводилось к измерению переменной и постоянной составляющих сигнала с выхода ФЭУ, отношение которых прямо пропорционально величине

$$\alpha^{\Sigma}(\hbar\omega_1) \cong \frac{4\pi}{\lambda} \delta n_{ijk}^{\Sigma} E_k l,$$

где  $E_k$ —поле частотой 1 кГц;  $l$ —толщина образца;  $\delta n_{ijk}^{\Sigma} = \delta n_{ijk}^i + \delta n_{ijk}^a$ ;  $\delta n_{ijk}^i$ —изотропная и  $\delta n_{ijk}^a$ —анизотропная части электропоглощения [2]. С использованием этих данных рассчитаны интересующие нас зависимости величины  $\delta n_{321}^a$  как функции  $\varphi$  и  $\hbar\omega_1$  при комнатных и азотных температурах.

Результаты обработки данных измерений нелегированного CdTe приведены на рис. 1. По данным измерений ЛЭП в поляризованном (кр. 1) и неполяризованном (кр. 2) излучении рассчитана зависимость вклада анизотропного электропоглощения в суммарное значение величины  $\delta n_{321}$ . Спектральные зависимости  $\delta n_{ijk}^a$  рассчитаны для двух взаимно ортогональных направлений ориентации плоскости поляризации света (кр. а и б). Полосы ЛЭП носят бесструктурный характер и с понижением температуры сдвигаются в коротковолновую часть спектра. Для образцов CdTe:Jn данные расчетов ориентационных и спектральных зависимостей указаны на рис. 2. Вхождение в решетку Jn приводит к значительному изменению вида эксперименталь-

ных кривых. Здесь также по данным измерений рассчитана зависимость  $\delta n_{321}^*(h\nu)$ . Как следует из спектральных зависимостей, по мере приближения к полосе поглощения анизотропия ЛЭП существенно возрастает, а на бесструктурном фоне наблюдаются отдельные резонансы. С понижением температуры полосы ЛЭП смещаются в область больших энергий, а их положение по сравнению со спектром ЛЭП для CdTe смещено в область меньших энергий фотонов.

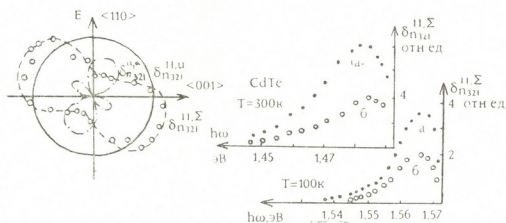


Рис. 1. Ориентационные и спектральные зависимости мнимой части коэффициента  $\delta n_{321}^*$  в легированных кристаллах CdTe: а — ориентация поляризации света вдоль поля; б — перпендикулярно полю

Из анализа ориентационной зависимости ЛЭП в CdTe:Cl следует, что в этих кристаллах ЛЭП носит анизотропный характер. Спектральные зависимости величины  $\delta n_{321}^*$  характеризуются резко выраженной анизотропией, а положение их экстремумов сдвинуто в длинноволновую часть спектра по сравнению с данными для CdTe:Jn.

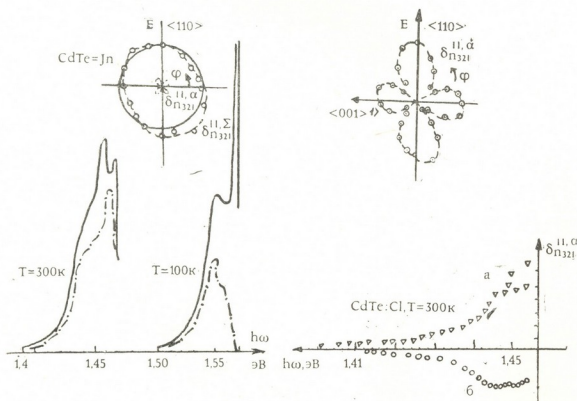


Рис. 2. Ориентационные и спектральные зависимости мнимой части коэффициента  $\delta n_{321}^*$  в CdTe:Jn и CdTe:Cl: а — ориентация поляризации света вдоль поля; б — перпендикулярно полю



Вхождение атомов примеси в решетку CdTe приводит к тому, что ориентационные зависимости величин  $\delta n_{321}^{a}$  в CdTe:Jn и CdTe:Cl существенно различны. Если в последнем основной вклад в ЛЭП вносит анизотропная часть электропоглощения, то в образцах, легированных индием, ЛЭП является суммой вкладов изотропного и анизотропного электропоглощения. Обращает на себя внимание тот факт, что в CdTe:Cl ориентация направлений, соответствующих максимальным значениям величин  $\delta n_{321}^{a}(\hbar\omega_1)$ , не совпадает с предсказанной теорией [2]; в CdTe:Jn ориентация последних близка к теоретической, но сами экстремальные значения различны. По-видимому, при легировании CdTe происходит изменение позиционной симметрии поглощающих центров, в качестве которых могут выступать комплексы дефектов. В нелегированном CdTe полосы электропоглощения как при 100 К, так и при 300 К носят бесструктурный характер, с понижением температуры сдвигаются в область больших энергий по закону, аналогичному зависимости  $E_g(T)$ , и зависят от ориентации плоскости поляризации света. Сравнивая эти данные с результатами измерений спектров ЛЭП в легированных образцах, следует обратить внимание на то, что по мере приближения к  $E_g$  анизотропия электропоглощения растет и на фоне достаточно широкой полосы поглощения наблюдаются отдельные резонансы. Энергетическое положение полос в CdTe:Jn несколько смещено в область меньших значений по сравнению с данными для CdTe, спектр ЛЭП для CdTe:Cl смещен еще дальше в область меньших  $\hbar\omega_1$ .

С учетом установленных экспериментальных фактов для CdTe:Jn и CdTe:Cl можно сделать предположение о наличии, по крайней мере, двух локальных уровней в запрещенной зоне, образованных дефектами решетки. Их энергетическое положение в запрещенной зоне может быть оценено из очевидного условия  $\delta \delta n_{321} / \delta \lambda = 0$ . В нелегированном кристалле структура полос проще и в основном формируется оптическими переходами между акцепторным уровнем, образованным вакансиями кадмия, и зоной проводимости; в CdTe:Jn за образование такой полосы могут быть ответственны заряженные комплексы акцепторного типа  $[V_{cd} Jn_{cd}]^{-5}$ , локальная симметрия которых соответствует точечной группе  $3m$  [4]; в образцах, легированных хлором, в качестве такого центра могут выступать комплексы  $[V_{cd} Cl_{te}]^{-1}$ ; локальная симметрия которых значительно ниже —  $m$  [4]. По отношению к положению акцепторного уровня для CdTe уровни в CdTe:Jn и CdTe:Cl сдвинуты вниз соответственно на 0,023 и 0,029 эВ.

Наблюдаемые в CdTe:Jn и CdTe:Cl узкие резонансные линии могут быть приписаны переходам  $E_v$  — донорный уровень, образованный примесью индия или хлора.

Из сравнения интенсивности полос ЛЭП в легированных образцах следует, что, по-видимому, концентрация комплексов акцепторного типа в образцах CdTe:Jn значительно выше. Поэтому при одинаковом уровне легирования теллурида кадмия нет ничего удивительного в том, что большая часть примеси хлора выступает как донор, приводя к более высокой степени компенсации проводимости.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.5.1988)

მ. ზერაგია, თ. კალანდაძე, თ. ოპროაშვილი, ი. ოპროაშვილი  
 ბ. ბარკალაია

წარმოვი ელექტროშთანთქმა CdTe-ის ლეგირებულ კრისტალებში

რეზიუმე

CdTe, CdTe:Cl და CdTe:Jn მაღალმურ ნიმუშებში შესწავლილია წრფივი ელექტროშთანთქმის ორიენტაციული და სპექტრალური დამოკიდებულებები. უსტრუქტურო ფონზე აღმოჩენილია ცალკეული რეზონანსები. გამოთქმულია აზრი ზონაში მინარევული დონეების ბუნების შესახებ.

PHYSICS

E. M. ZERAGIA, T. M. KALANDADZE, T. G. OKROASHVILI, I. T. OKROASHVILI  
 A. A. BARKALAI A

LINEAR ELECTROABSORPTION IN CdTe DOPED CRYSTALS

Summary

Orientalional and spectral dependences of linear electro-absorption have been studied in high-resistance samples of CdTe, CdTe: In and CdTe: Cl. Individual resonances have been detected against the structureless field background. The nature of the admixture levels in the zone is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ჟ. მ. ზერაგია, ი. ვ. შაღდინ. *Оптика и спектроскопия*, т. 62, вып. 4, 1987, 815—822.
2. დ. ა. ბელოგუროვ, ი. ვ. შაღდინ. *ВТІ*, т. 10, 1976, 1696—1702.
3. ი. ი. უხანოვ. *Оптические свойства полупроводников*. М., 1977.
4. T. Taguchi, B. Ray. *Prog. Cristal Growth and Chacact.* v. 6, 1983, 103-162.



Т. И. КОПАЛЕИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

А. И. МАЧАВАРИАНИ, А. Г. РУСЕШКИП

## О РОЛИ $\rho$ -МЕЗОННОГО ОБМЕНА В $P$ -ВОЛНАХ $\pi N$ -РАСSEЯНИЯ

На важность учета  $\rho$ -мезонного обмена для описания пион-нуклонного рассеяния было обращено внимание еще в начале 60-х годов. Например, в работе [1], в дисперсионном подходе, было показано, что для получения наблюдаемого на эксперименте изменения знака  $P_{11}$  фазы  $\pi N$ -рассеяния помимо кроссинг-симметрии  $\pi$ -мезонов следует учесть и обмен  $\rho$ -мезоном. В дальнейшем, в рамках этого подхода были неоднократно рассчитаны фазы  $\pi N$ -рассеяния в низкоэнергетической области (см., напр., [2, 3]), однако, при этом невозможно получить информацию о внеэнергетическом или немассовом поведении  $t$ -матрицы  $\pi N$ -рассеяния и мезон-нуклонных вершинных функций, которая нужна при исследовании динамики нуклон-ядерных или мезон-ядерных взаимодействий [4, 5].

В последнее время задача  $\pi N$ -рассеяния рассматривалась в модели киральных мешков [6, 7], однако при этом кроссинг-симметрия в амплитуде  $\pi N$ -рассеяния не учитывалась. В работе [8] на основе уравнений типа Бете—Солпитера была описана  $P_{11}$  фаза  $\pi N$ -рассеяния. При этом допускалось, что неполюсная часть  $t$ -матрицы представляема в сепарабельном виде. В работе [9] был проведен расчет фаз  $\pi N$ -рассеяния на основе уравнений Лоу. В этой работе во всех приближениях расчета амплитуд рассеяния последовательно учитывалась кроссинг-симметрия  $\pi$ -мезонов, однако обмен  $\rho$ -мезоном не был учтен в явном виде, а нужное поведение фазы рассеяния в  $P_{11}$  волне было достигнуто путем феноменологического учета вклада неупругих каналов. В данной работе проведен учет  $\rho$ -мезонного обмена для описания  $P_{11}$  волны  $\pi N$ -рассеяния и выяснена его роль в других парциальных волнах.

Уравнения Лоу, согласно работе [9] для  $t$ -матриц  $\pi N$ -рассеяния можно представить в следующем операторном виде:

$$T = Y + V + T + G_0 T + (T^+ G_0 T)_c, \quad (1)$$

где  $T$ —матрица  $\pi N$ -рассеяния—  $\langle \vec{p}_f s_f, \vec{k}_f b | j_a(0) | \vec{p}_i s_i \rangle$ ;  $j_a(x)$ —источник  $\pi$ -

мезонного поля;  $\vec{p}_f s_f$  и  $\vec{p}_i s_i$ ,  $\vec{k}_f b$  и  $\vec{k}_i a$ —импульсы и квантовые числа нуклонов и  $\pi$ -мезонов в конечном ( $f$ ) и начальном ( $i$ ) состояниях;  $V$  обозначает сумму одонуклонной и антинуклонной обменных частей взаимодействия;  $G_0$ —линейный пропагатор,  $(T^+ G_0 T)_c$  соответствует кроссинг-перестановке пионов в начальном и конечном состоянии в выражении в скобках и, наконец,  $Y$ —т.н.—слагаемое типа „чайка“, которое можно представить в виде суммы скаляр-изоскалярной в вектор-изовекторной частей.

$$\langle \vec{p}_f s_f, \vec{k}_f b | Y | \vec{p}_i s_i, \vec{k}_i a \rangle = \langle \vec{p}_f s_f | \delta^{ab} \Sigma(0) | \vec{p}_i s_i \rangle + \langle \vec{p}_f s_f | \epsilon^{abc} (k_f + k_i)^\mu Y_\mu^c(0) | \vec{p}_i s_i \rangle. \quad (2)$$

Как отмечалось выше, в работе [9] второй частью в выражении (2), содержащей в себе  $\rho$ -мезонно-обменное слагаемое, пренебрегалось, а первый член был взят в виде, соответствующем  $\sigma$ -мезонному обмену.

Выражение вектор-изовекторного слагаемого в (2), вклад которого и рассматривается в данной работе, в древесном приближении имеет следующий вид:

$$\langle \bar{p}_j s_j | 2g^{\text{оплп}} i k_f^u \epsilon^{abc} V_\mu^c(0) + r_A^2 / f_\pi^2 i k_f^u \epsilon^{abc} \bar{\Psi}(0) \gamma_\mu \frac{1}{2} \tau^c \psi(0) | \bar{p}_i s_i \rangle, \quad (3)$$

обеспечивающий соблюдение условий киральной симметрии. В этом выражении  $g_{\text{оплп}}, r_A, \hat{f}_\pi$  — известные в алгебре токов константы. Как и в работе [9], выход за рамки древесного приближения, учитывающий, в частности, структуру нуклона, осуществляется введением феноменологических формфакторов в матричных элементах  $\langle \bar{p}_j s_j | V_\mu^c(0) | \bar{p}_i s_i \rangle$  и  $\langle \bar{p}_j s_j | \bar{\Psi}(0) \gamma_\mu \frac{1}{2} \tau^c \psi(0) | \bar{p}_i s_i \rangle$ , вычисленных в древесном приближении. В частности, для вершинной функции  $\langle \bar{p}_j s_j | V_\mu^c(0) | \bar{p}_i s_i \rangle$  берется выражение, используемое в модели однобозонного обмена  $NN$ -взаимодействия [10], с дипольным формфактором  $((\Lambda_d^2 - m_p^2) / (\Lambda_d^2 - (p_j - p_i)^2))^2$ , а для матричного элемента  $\langle \bar{p}_j s_j | \bar{\Psi}(0) \gamma_\mu \frac{1}{2} \tau^c \psi(0) | \bar{p}_i s_i \rangle$ , возникающего из лагранжиана псевдовекторной  $\pi N$ -связи, используется выражение  $\bar{u}(p_j s_j) \gamma_\mu \frac{1}{2} \tau^c u(p_i s_i) \times (\Lambda^2 / (\Lambda^2 - (p_j - p_i)^2))^2$  с подгоночным параметром  $\Lambda$ .

На данном этапе задача решалась итерационным методом. С целью обеспечения нужного асимптотического поведения диагональных  $(|\bar{p}_j| = |\bar{p}_i|)$ , матричных элементов потенциального члена уравнений Лоу при больших импульсах, которое необходимо для сходимости итерационной процедуры, в выражение (3) дополнительно вводится обрезывающий множитель (с параметром обрезания  $\lambda$ )

$$\left(1 + \frac{\bar{p}_i^2}{\lambda^2}\right)^{-2} \left(1 + \frac{\bar{p}_j^2}{\lambda^2}\right)^{-2}. \quad (4)$$

Следуя работе [9], для  $P_{33}$  волны решение уравнений (1) было найдено на энергетической поверхности при помощи аппроксимации Паде [1/1], а вне поверхности искомая  $t$ -матрица бралась в хорошо известном сепарабельном виде

$$T_{33}(k', k) = T_{33}(k, k) k' v(k') / k v(k), \quad (5)$$

где  $k$  обозначает величину относительного импульса  $\pi N$ -системы в с.с.м., а  $v(k)$  — заданный формфактор. Для остальных парциальных волн  $\alpha = P_{11}, P_{31}, P_{13}$ , вместо уравнений (1) были использованы соответствующие уравнения для  $R$ -матриц рассеяния.

$$R_\alpha(k', k) = T_\alpha(k', k) \left[ 1 + \frac{imk'}{4\pi E(k')} T_\alpha(k', k) \right]^{-1}, \quad (6)$$

которые, в отличие от  $T$ -матриц, являются действительными. Все промежуточные интегралы были рассчитаны по квадратурной формуле, предложенной в работе [11].

Уравнения для  $R_\alpha$  матриц (6) решались методом итерации. Для  $P_{13}$  и  $P_{31}$  волн итерации сходились уже на третьем шаге. Для получения сходимости в  $P_{11}$  волне итерационная процедура строилась для  $R - R_s$ , где  $R_s$  — резонансная часть  $R$ -матрицы, имеющая следующий вид:

$$R_s(k', k) = \eta k' \omega(k') \omega(k) k \left[ (E_{k'} + \delta) \left( 1 - \eta(E_{k'} + \delta) \frac{m}{4\pi^2} \int_0^\infty \frac{q^2 dq}{q_N^0 q_\pi^0} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{q^2 \omega^2(q)}{(E_q + \delta)^2 (E_q - E_{k'})} \right) \right]^{-1}, \quad (7)$$

где  $\omega(q)$  — монополюсный формфактор. Подгоночные константы  $\eta$ ,  $\delta$  и параметр обрезания  $\mu$  в формфакторе подбирались из условия быстрой сходимости итерационного ряда для  $R - R_s$ :  $\eta = 1,195 \cdot 10^2$  Гэв<sup>-3</sup>,  $\delta = 1,2$  Гэв,  $\mu = 3,84$  Гэв. При этих значениях параметров  $R_s$  имеет резонансную особенность при  $E_{k'} \approx 1,7$  Гэв. Были использованы и другие параметризации  $R_s$ , имеющие резонансную особенность при той же энергии. Оказалось, что окончательный результат мало зависит от конкретной параметризации  $R_s$ . При этом следует отметить, что остальные парциальные волны —  $P_{33}$ ,  $P_{13}$  и  $P_{31}$  не зависят от введения  $R_s$ . Результаты численных расчетов при значениях подгоночных параметров  $\Lambda_d = 2,04$  Гэв,  $\Lambda = 3,16$  Гэв и  $\lambda = 1,03$  Гэв приведены на рисунке 1.

Пунктирной кривой обозначены результаты численного счета, когда все параметры скалярно-изоскалярной части  $Y(2)$ ,  $\pi NN$  и  $\pi \bar{N} \bar{N}$  вершинных функций брались из работы [9]. Сплошная кривая соот-

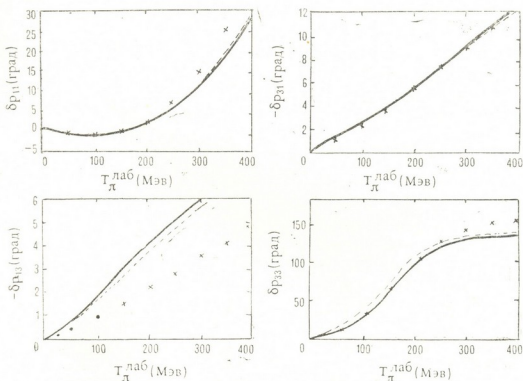


Рис. 1

ветствует следующим, несколько измененным значениям подгоночных параметров из этой работы  $\bar{g}_\pi = 10,12 \Rightarrow 9,3$ , параметра обрезания  $z$ -графов  $\mu_z = 14m_\pi \Rightarrow 19m_\pi$  и параметра обрезания изоскалярного слагаемого типа „чайка“  $\mu_s = 14m_\pi \Rightarrow 12m_\pi$ . Экспериментальные точки взяты из работы [12].

Как видим, учет  $\rho$ -мезонно-обменного члена (3) вместе с другими слагаемыми в потенциальном члене уравнений Лоу, рассмотренными



ранее [9] оказался достаточным для хорошего описания  $P_{11}$  фазы  $\pi N$ -рассеяния, а для остальных парциальных волн учет  $\rho$ -мезонного обмена привел к небольшим количественным изменениям соответствующих фаз, которые компенсируются малым изменением подфоночных параметров.

Тбилисский государственный  
 университет  
 Институт физики высоких энергий

(Поступило 26.5.1988)

ფიზიკა

თ. კოპალეიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ა. მახავარიანი, ა. რუსეცკი

დ-მეზონით გაცვლის როლი  $\pi N$ -გაფანტვის  $P$ -ტალღებში

რეზიუმე

ლოუს განტოლებების საფუძველზე შესწავლილია  $P$ -მდგომარეობებში პიონ-ნუკლონის გაფანტვის პროცესში  $d$ -მეზონით გაცვლის როლი  $0-400$  მეგ ენერგიების არეში. ნაჩვენებია, რომ  $d$ -მეზონით გაცვლის შესაბამისი შესაგრების გათვალისწინება ლოუს განტოლებების პოტენციალურ წევრში საკმარისია  $P_{11}$  გაფანტვის ფაზისათვის ექსპერიმენტული მონაცემების აღსაწერად. ამავე დროს კარგად აღიწერება გაფანტვის დანარჩენი  $P$ -ფაზები.

PHYSICS

T. I. KOPALEISHVILI, A. I. MACHAVARIANI, A. G. RUSETSKY

THE ROLE OF THE  $\rho$ -MESON EXCHANGE IN THE  $P$ -WAVE  $\pi N$ -SCATTERING

Summary

The role of the  $\rho$ -meson exchange in the  $P$ -wave pion-nucleon scattering has been investigated on the basis of Low equations in the energy region  $(0-400)$  MeV. It is shown that the account of the term responsible for the  $\rho$ -meson exchange in the potential term of Low equations is sufficient for the description of the experimental results for the  $P_{11}$  phase shift. A good description is also obtained for the remaining  $P$ -wave scattering phases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. F. Chew. Phys. Rev. Lett. 9, 1962, 233.
2. R. Koch. Preprint TKP 85-4, TKP 85-3.
3. J. S. Ball, G. L. Shaw, D. Y. Wong. Phys. Rev. 155, 1967, 1725.
4. B. K. Jennings. TRIUMF report TR1-PP-87-71, 1987.
5. B. Blankleider Nucl. Phys. A463, (1987), 77c.
6. D. J. Ernst, R. J. M. Cleod. Phys. Rev. C29, 1984, 906.
7. B. C. Pearce, J. R. Afnan. Phys. Rev. C34, 1986, 991.
8. T. Mizutani et al. Phys. Rev. C24, (1981), 2633.
9. Nieh-Chih Wei, M. K. Banerjee. Phys. Rev. C22, 1980, 2061.
10. R. Machleidt. et al. Phys. Rep. 149, 1987, 1.
11. Д. Г. Саникидзе. Изв. АН Армянской ССР, V, 1970, 372.
12. R. A. Arndt, J. M. Ford and L. D. Roper. Phys. Rev. D32, 1985, 1085.



Д. Н. ГОРДЕЗИАНИ, Г. П. ДЖОРДЖАДЗЕ, И. Т. САРИШВИЛИ

## КОНЕЧНОМЕРНАЯ РЕЛЯТИВИСТСКАЯ СИСТЕМА СО СПИНОМ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 26.5.1988)

Успехи теории струн и суперструн способствовали разработке некоторых классических конечномерных моделей, каноническое квантование которых описывает частицы со спином (см. [1—4] и указанную там литературу).

В данной работе, используя определенную схему построения конечномерных пуанкаре-ковариантных систем (изложенную в [4]), в 4-мерном пространстве-времени строится простейшая релятивистская модель с внутренними степенями свободы.

Рассмотрим систему, физическое фазовое пространство которой можно представить в виде прямой суммы двух пространств

$$\Gamma = \Gamma_0 \oplus \Gamma_1,$$

где  $\Gamma_0$  — шестимерное фазовое пространство и описывает систему как целую;  $\Gamma_1$  связано с внутренними степенями свободы.

Для удобства будем пользоваться конусными переменными  $A^\pm = \frac{A^0 \pm A^3}{\sqrt{2}}$  и на  $\Gamma_0$  выберем следующие координаты:

$$p_0^+, p_0^-, x_0^-, x_0^+ \quad (I = 1, 2)$$

со скобками Пуассона

$$\{x_0^-, p_0^+\} = 1, \quad \{p_0^-, x_0^+\} = \delta_{IJ}.$$

Пока не фиксируя координаты  $\Gamma_1$ , рассмотрим гамильтониан системы

$$H = \frac{1}{2} \sum_{I=1,2} p_0^I p_0^I + h$$

и представим генераторы группы Пуанкаре в следующем виде (см. [4])

$$P_0^\pm = p_0^\pm, \quad P^I = p_0^I, \quad (I = 1, 2)$$

$$M^{+-} = -x_0^- p_0^+, \quad M^{+I} = p_0^+ p_0^I \tau - x_0^I p_0^+, \quad M^{12} = x_0^1 p_0^2 - x_0^2 p_0^1 + m^{12},$$

$$M^{-1} = \left( x_0^- + \frac{H}{p_0^+} \tau \right) p_0^1 - x_0^1 \frac{H}{p_0^+} - \frac{m^{12} p_0^2}{p_0^+} + \frac{\sqrt{2} \hbar}{p_0^+} C^1, \quad (1)$$

$$M^{-2} = \left( x_0^- + \frac{H}{p_0^+} \tau \right) p_0^2 - x_0^2 \frac{H}{p_0^+} + \frac{m^{12} p_0^1}{p_0^+} + \frac{\sqrt{2} \hbar}{p_0^+} C^2,$$

где  $\hbar$ ,  $m^{12}$ ,  $C^1$ ,  $C^2$  — пока неизвестные функции только на  $\Gamma_1$ .



Заметим, что такой вид генераторов определяет квадраты массы и спина как функции только от внутренних переменных:

$$m^2 = 2h, \quad s^2 = (C^1)^2 + (C^2)^2 + (C^3)^2, \quad (2)$$

где для удобства введено обозначение  $C^3 \equiv m^{12}$ .

Далее, требованием пуанкаре-ковариантности, из (1) получаем систему уравнений

$$\{h, C^i\} = 0, \quad \{C^i, C^j\} = -\epsilon^{ijk} C^k, \quad (i, j, k = 1, 2, 3) \quad (3)$$

откуда легко заметить, что пуанкаре-ковариантность модели эквивалентна построению  $0(3)$  инвариантной системы на  $\Gamma_1$  с гамильтонианом  $h$ .

В работе [4] для определенного вида  $h$  и  $C^3$  были найдены общие решения системы (3), где  $C^1$  и  $C^2$  представлялись иррациональными функциями от канонических переменных, что не позволило в квантовом случае построить соответствующую пуанкаре-ковариантную систему. А здесь, используя хорошо известное представление алгебры группы вращения [5], строится модель, свободная от вышеупомянутой аномалии.

Указанное представление алгебры  $0(3)$  реализуется на 4-мерном фазовом пространстве  $\Gamma_1$  с координатами  $a, a^*, b, b^*$  со скобками Пуассона

$$\{a, a^*\} = \{b, b^*\} = i, \quad \{a, b\} = 0,$$

и имеет вид

$$C^1 = \frac{1}{2}(a^*b + b^*a), \quad C^2 = \frac{1}{2i}(a^*b - b^*a), \quad C^3 = \frac{1}{2}(a^*a - b^*b). \quad (4)$$

Очевидно, что в качестве гамильтониана  $h$  можно взять произвольную функцию от  $a^*a + b^*b$ .

Поскольку функции  $C^i$  ( $i=1, 2, 3$ ) квадратичны по переменным  $a, b$ , система легко квантуется без всякой аномалии.

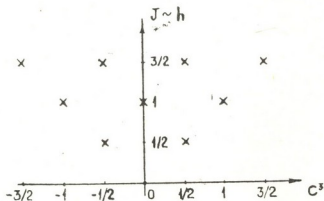


Рис. 1

Далее, из (2) и (4), вычислив оператор квадрата спина, получим

$$s^2 = \hat{J}(\hat{J} + 1), \quad \text{где } \hat{J} = \frac{1}{2}(\hat{a}^+ \hat{a} + \hat{b}^+ \hat{b}).$$

Требую линейную зависимость между спином и квадратом массы для гамильтониана  $\hat{h}$  будем иметь

$$\hat{h} = \frac{1}{4\alpha'} (\hat{a}^+ \hat{a} + \hat{b}^+ \hat{b}), \quad (5)$$

где  $\alpha'$  — наклон реджевской траектории ( $J = \alpha' m^2$ ).

Легко заметить, что в спектре гамильтониана (5) содержатся состояния со всевозможными спинами (см. рис. 1).

Возвращаясь к представлению (4), отметим, что оно реализует алгебру  $0(3)$  и для грасмановых переменных  $a, b$ . В этом случае система опять легко квантуется и в спектре получаем всего четыре состояния

$$\begin{aligned} |0\rangle \quad J = 0, \quad m^2 = 0 \\ \hat{a}^+ |0\rangle \quad J = 1/2, \quad m^2 = \frac{1}{2\alpha'} \\ \hat{b}^+ |0\rangle \quad J = 1/2, \quad m^2 = \frac{1}{2\alpha'} \\ \hat{a}^+ \hat{b}^+ |0\rangle \quad J = 0, \quad m^2 = \frac{1}{\alpha'} \end{aligned}$$

В заключение заметим, что для нашей модели имеется возможность расширить  $0(3)$  спиновую симметрию до  $0(3) \times SU(N)$ , вводя дополнительный векторный индекс группы  $SU(N) : a, b \rightarrow a_s, b_s (s=1, 2, \dots, n)$  и соответственно модифицируя (4) и (5).

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

(Поступило 3.6.1988)

ფიზიკა

დ. გორდეზიანი, გ. ჯორჯაძე, ი. სარიშვილი

სასრულგანზომილებიანი სპინიანი რელატივისტური სისტემა

რეზიუმე

აგებულია მარტივი სასრულგანზომილებიანი რელატივისტური მოდელი შინაგანი თავისუფლების ხარისხით, რომელიც კვანტურ შემთხვევაში აღწერს რეჯეს ტრაექტორიაზე განლაგებულ ნებისმიერ სპინიან ნაწილაკებს.

PHYSICS

D. N. GORDEZIANI, G. P. JORJADZE, I. T. SARISHVILI

FINITE-DIMENSIONAL RELATIVISTIC SYSTEM WITH A SPIN

Summary

A simple finite-dimensional relativistic model with internal degrees of freedom is constructed which in a quantum case describes particles with arbitrary spins arranged on the Regge trajectory.

## წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Scherk. Rev. of Modern. Phys. v. 47, 1975.
2. L. Brink, P. Di Vecchia, P. Howe. Nucl. Phys. B118, 1977.
3. Г. П. Пронько, Л. Д. Соловьев. Спин адронов в струнной модели. Препринт ИФВЭ 86—235. Серпухов, 1986.
4. D. N. Gordeziani, G. P. Jorjadze., I. T. Sarishvili. Finite-mode Poicare-covariant systems. IHEP-preprint, 88-46, Serpukov, 1988.
5. Б. В. Медведев. Начала теоретической физики. М., 1977.



А. М. ЗЕИН, Н. И. КУРДИАНИ, Л. Г. ХАВТАСИ, Н. Н. ЧИКОВАНИ

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ  
ВЫСОКООМНОГО АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ В ОБЛАСТИ СПЕКТРА  
 $h\nu > E_g$

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 18.4.1988)

Важной характеристикой материалов, применяемых для фотоприсмиков, является спектральная ширина фоточувствительности. С этой точки зрения несомненный интерес представляет компенсированный арсенид галлия, для которого обнаружена значительная фоточувствительность в коротковолновой области спектра  $h\nu > E_g$  [1, 2]. С точки зрения применения этого материала для фотоприемников важно изучить устойчивость указанной фоточувствительности к внешним воздействиям. Представляет также интерес определение возможных причин возникновения указанной фоточувствительности.

Нами исследовались компенсированные окисью хрома образцы арсенида галлия со следующими параметрами до осветления: концентрация электронов и их подвижность при  $291^\circ \text{K}$  соответственно:  $p = 1,6 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$ ,  $\mu = 3200 \text{ см}^2/\text{в.сек}$ .

Как явствует из кривой 1 рис. 1, в коротковолновой области спектра наблюдается возрастающая с энергией квантов фоточувствительность, отнесенная к единице мощности падающего на образец монохроматического света. Увеличение фоточувствительности в коротковолновой области может быть обусловлено как притоком свободных носителей тока к поверхности образца, аналогично случаю, рассмотренному в [3], так и малым значением скорости поверхностной рекомбинации [4] (рис. 2). В компенсированных окисью хрома образцах арсенида галлия ( $\text{GaAs}:\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) могут иметь место благоприятные для последнего случая условия. Дело в том, что согласно представлениям, высказанным в [5], избыточный кислород, введенный с помощью окиси хрома в GaAs, приводит к нейтрализации донорных примесей. Возможно, что такое нейтрализующее воздействие кислорода распространяется и на другие центры дефектов и тем самым значительно уменьшается скорость поверхностной рекомбинации.

С целью проверки, с одной стороны, устойчивости фоточувствительности в области  $h\nu > E_g$  к внешним воздействиям, а с другой — для изучения роли дефектов в происхождении коротковолновой фоточувствительности  $\text{GaAs}:\text{Cr}_2\text{O}_3$ , эти образцы облучались нами электронами,  $\gamma$ -лучами и быстрыми реакторными нейтронами при комнатной температуре. Энергия электронов была равна 3 Мэв, поток  $\Phi_e = 10^{16}$  эл.  $\text{см}^{-2}$ . Потоки нейтронов  $\Phi_{n1} = 4 \cdot 10^{14}$  н.  $\text{см}^{-2}$  и  $\Phi_{n2} = 1,5 \cdot 10^{15}$  н.  $\text{см}^{-2}$ . Доза  $\gamma$ -квантов  $\sim 10^{17}$   $\gamma$ .  $\text{см}^{-2}$  — энергия 1,1 Мэв.

Фоточувствительность при  $291^\circ \text{K}$  определялась нами с помощью электрометра У1-6 и специально отградуированного в единицах мощности фотоприемника. Как видно из рис. 1 кривая 2, бомбардировка электронами не погасила рост фоточувствительности в области 0,9—0,6 мкм.

Контрольные измерения подвижности электронов в облученных образцах показали, что этот параметр при  $291^\circ\text{K}$  практически не изменился —  $3300\text{ см}^2\text{ в}^{-1}\text{сек}^{-1}$ .

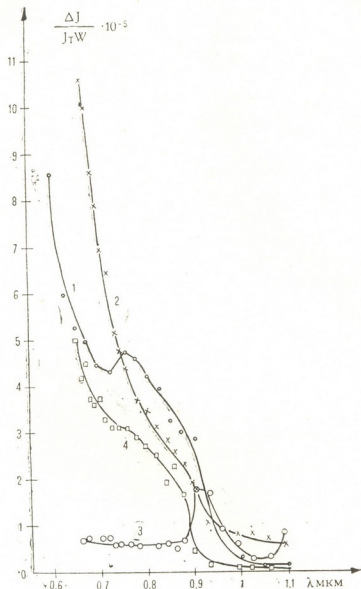


Рис. 1. Спектральная зависимость фоточувствительности  $\text{GaAs:Cr}_2\text{O}_3$ : 1 — исходный образец до облучения, 2 — облученный электронами  $\Phi_e = 10^{16}\text{ эл.см}^{-2}$ , 3 — облученный нейтронами  $\Phi_n = 4 \cdot 10^{14}\text{ н.см}^{-2}$ , 4 — после отжига при  $773^\circ\text{K}$   $\Phi_n = 1.5 \cdot 10^{15}\text{ н.см}^{-2}$

Один из авторов данного сообщения участвовал в исследованиях по изучению вторичной ионной эмиссии из  $\text{GaAs:Cr}_2\text{O}_3$ , облученного электронами при вышеуказанных условиях. Выяснилось, что после электронного воздействия коэффициент эмиссии значительно возрос, что позволяет предположить наличие устойчивых при комнатной температуре дефектов. Возникающие в  $\text{GaAs:Cr}_2\text{O}_3$  после электронного облучения комплексы дефектов вероятно не представляют собой центров рекомбинации.

Облучение  $\gamma$ -квантами не приводит к изменению спектрального распределения фоточувствительности. Изучение природы возникающих при этих воздействиях дефектов представляет несомненный интерес.

Нами была предпринята попытка ввести в кристалл более эффективные центры рекомбинации в виде разупорядоченных областей (Р.О.), создаваемых быстрыми нейтронами. В некомпенсированных

кристаллах GaAs электронного типа облучение нейтронами потоком  $\geq 10^{16}$  н.см $^{-2}$  (перекрывающие Р.О.) приводит к перемещению уровня Ферми в середине запрещенной зоны во внутренней части Р.О. Исходя из этого нами было принято, что в GaAs:Cr $_2$ O $_3$ , в котором уровень Ферми и до облучения близок к середине запрещенной зоны, Р. О. не окружены достаточно высоким потенциальным барьером для носителей тока. Они могут проникать во внутреннюю ее часть. Это создает благоприятные условия для рекомбинационных процессов [6]. Приняв в качестве модели внутренней части Р.О. аморфизированное состояние вещества [7], предполагаем, что в ней должна быть высокая концентрация рекомбинационных центров.

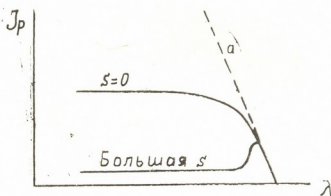


Рис. 2. Спектральная зависимость фототока согласно [4]

Для облучения нейтронами нами были взяты образцы с  $n=1,7 \cdot 10^6$  см $^{-3}$  и  $\mu=4000$  и  $3600$  см $^2$ /в.сек при  $291^\circ\text{K}$ . После облучения потоками  $\Phi_{n1}$  и  $\Phi_{n2}$  значения параметров при  $300^\circ\text{K}$  такие:  $n=1,5 \cdot 10^7$  см $^{-3}$ ,  $\mu=2800, 2580$  см $^2$  в $^{-1}$  сек $^{-1}$  соответственно.

Результаты измерения фоточувствительности для образцов, облученных потоками  $4 \cdot 10^{14}$  н.см $^{-2}$ , представлены на кривой 3 рис. 1. Фоточувствительность значительно понижена, а в коротковолновой части спектра ( $\lambda < 0,89$  мкм) наблюдается ее спад с последующим насыщением. Такое спектральное распределение фоточувствительности можно объяснить теоретическими выкладками, приведенными в [4] (см. рис. 2) для случая большой скорости поверхностной рекомбинации ( $S > 0$ ). Для кристаллов, облученных потоком  $1,5 \cdot 10^{15}$  н.см $^{-2}$  фоточувствительность неизмеряемо мала. Отжиг этих кристаллов при  $773^\circ\text{K}$  в атмосфере водорода в течение одного часа приводит к частичному восстановлению фоточувствительности. В области спектра  $h\nu > E_g$  наблюдается ее рост с энергией квантов (кривая 4, рис. 1). Уменьшение количества рекомбинационных центров в результате отжига приводит к появлению фоточувствительности в коротковолновой области спектра.

Таким образом, проведенные эксперименты позволяют предположить, то в необлученном GaAs:Cr $_2$ O $_3$  фоточувствительность в области  $h\nu > E_g$  возможно, связана с малым количеством центров поверхностной рекомбинации. Показано, что облучение GaAs:Cr $_2$ O $_3$  электронами и  $\gamma$ -квантами не приводит к уменьшению фоточувствительности.



ა. ზეინი, ნ. კურდიანი, ლ. ხავთასი, ნ. ჩიკოვანი

დასხვივების გავლენა მაღალრეზისტენტული გალიუმის არსენიდის ფოტომგრძობიარობაზე  $h\nu > E_g$  სპექტრალურ არეში

რეზიუმე

ქრომის ქანვით კომპენსირებულ გალიუმის არსენიდის ნიმუშებში შესწავლილ იქნა ფოტომგრძობიარობა, მისი დამოკიდებულება ხელოვნურად შეყვანილ დეფექტებზე. ნაჩვენებია, რომ წერტილოვანი დეფექტები, შექმნილი სწრაფი ელექტრონებით და  $\gamma$ -კვანტებით, არ ქმნიან ეფექტურ ზედაპირულ რეკომბინაციის ცენტრებს შესწავლილ ნიმუშებში; მეორე მხრივ, ნეიტრონებით წარმოქმნილი მოუწყვრივებელი არეები ხელს უწყობენ ზედაპირული რეკომბინაციის პროცესებს. გამოთქმულია სავარაუდო მოსაზრება, რომ  $\text{GaAs} : \text{Cr}_2\text{O}_3$  ნიმუშებში  $h\nu > E_g$  სპექტრალურ არეში არსებული მაღალი ფოტომგრძობიარობა დაკავშირებული უნდა იყოს ზედაპირული რეკომბინაციის სიჩქარის მცირე მნიშვნელობასთან.

## PHYSICS

A. M. ZEIN, N. I. KURDIANI, L. G. KHAVTASI, N. N. CHIKOVANI

THE EFFECT OF IRRADIATION PHOTSENSITIVITY ON HIGH-RESISTANCE GaAs PHOTSENSITIVITY IN THE SPECTRUM RANGE  $h\nu > E_g$

### Summary

Photosensitivity in chrome-oxide-compensated GaAs samples and its dependence on artificially introduced imperfections has been studied. It is shown that point defects produced by fast electrons and  $\gamma$ -quanta do not set up recombination centres in the samples under study; on the other hand, neutron-generated disorder ranges favour surface recombination processes. It is suggested that the available high photosensitivity in  $\text{GaAs} : \text{Cr}_2\text{O}_3$  samples in the spectral range  $h\nu > E_g$  should be related to small values of surface recombination velocity.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Воронкова, Д. Н. Наследов. ФТТ, 6, 7, 1964, 2196.
2. Н. Л. Дмитрук, В. А. Зуев, В. И. Лященко, А. К. Терещенко. ФТП, 4, 4, 1970, 654.
3. В. В. Еременко, В. С. Медведев. ФТТ, 2, 7, 1960, 1572.
4. Р. Смит. Полупроводники. М., 1982.
5. А. А. Картушина, В. А. Савельев. Изв. АН СССР, Неорган. материалы, 12, 1984, 2089.
6. Р. Ф. Коноплева, В. Л. Литвинов, Н. А. Ухин. «Особенности радиационного повреждения полупроводников частицами высоких энергий». М., 1971.
7. Н. В. Барамидзе, Н. И. Курдиани, Э. Р. Кутелия. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983, 273.



А. М. ДЖАБЕР, З. С. КАЧЛИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРИМЕСНОЙ ПРОБОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 21.6.1988)

В работе теоретически исследована зависимость поля примесной пробы ( $E_{пр}$ ) от магнитного поля для разных степеней компенсации в образцах сверхчистого  $n-Ge$  при  $4,2^\circ K$ . В этих условиях основными механизмами рассеяния являются рассеяния энергии и импульса на акустических фононах. Как известно, при рассеянии на акустических фононах функция распределения аналитически определяется лишь в приближениях «высоких» и «низких» температур. Если переписать эти критерии относительно приложенного электрического ( $E$ ) поля, соответственно получается [1]:

$$E_1 \gg E \text{ и } E_1 \ll E, \quad (1)$$

$$E_1 = \left( \frac{32}{9\pi} \right)^{1/2} \frac{KT}{\mu_0 m S} \approx 0,11 T^{3/2} \text{ в/см}, \quad (1a)$$

где  $\mu_0 = 2,4 \cdot 10^7 T^{-3/2} \cdot \frac{\text{см}}{\text{в.сек}}$  — подвижность, обусловленная рассеянием электронов на акустических колебаниях решетки при отсутствии электрического поля;  $m$  — эффективная масса электрона. При  $4,2^\circ K$   $E_1 \approx 3,98$  в/см.

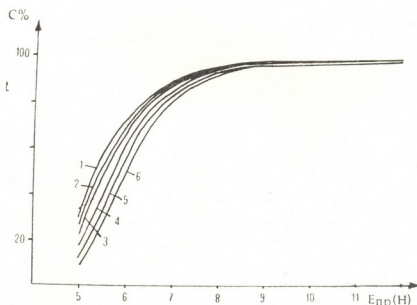


Рис. 1. Зависимости  $E_{пр}$  от степени компенсации безмагнитного поля (кривая I) и для разных магнитных полей (кривые II—VI)

Поскольку обычно пробой наступает при полях, больших одного в/см, для реализации нашей цели надо пользоваться приближением



«низких» температур, в котором функция распределения дается известной функцией Стреттона [2]. При наличии магнитного ( $H$ ) поля согласно [3] для горячих ( $\alpha \gg 1$ ) электронов она имеет вид

$$f = N \cdot \exp \left[ -\frac{2}{\alpha} (x^{5/2}/5 + \eta x^{1/2}) \right], \quad (2)$$

где  $N$ —нормировочный множитель;  $\alpha \equiv \frac{3\pi}{16} \left( \frac{\mu_0 E}{s} \right)^2$ ;  $\eta \equiv \frac{9\pi}{16} \left( \frac{\mu_0 H}{c} \right)^2$  и  $x = \frac{\epsilon}{KT}$ ;  $\epsilon$ —кинетическая энергия носителя заряда;  $KT$ —тепловая энергия;  $c$ —скорость света, а  $s$ —скорость звука. Мы здесь рассматриваем не квантующие магнитные поля.

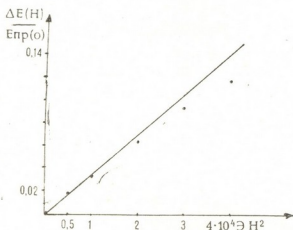


Рис. 2. Зависимость относительного изменения пробного поля от квадрата магнитного поля ( $C=0,30$ )

Вычисления проводятся по схеме работы [4] с использованием функции распределения (2). Рассчитанная по этой схеме зависимость  $E_{пр}(C)$  без магнитного поля имеет вид, приведенный на рис. 1 (кривая 1). На том же рисунке приведены зависимости  $E_{пр}(C)$  для разных магнитных полей. Кривые II—VI для  $H = \frac{1}{\sqrt{2}}, 1, \sqrt{2}, \sqrt{3}, 2 \cdot 10^2$  э, соответственно. Зависимости относительного изменения пробного поля от квадрата магнитного поля даются на рис. 2, 3.

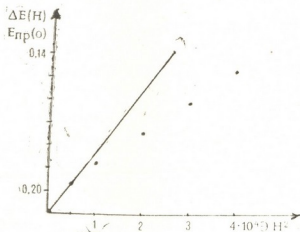


Рис. 3. Зависимость относительного изменения пробного поля от квадрата магнитного поля ( $C=0,60$ )

В случае малой степени компенсации ( $C=0,30$ ) отклонение от линейного закона начинается при  $H^2=2 \cdot 10^4$  Э (рис. 2). При увеличении степени компенсации ( $C=0,60$ ) такое отклонение начинается при

более слабых магнитных полях ( $H^2=1 \cdot 10^4 \text{Э}$ , рис. 3) и наблюдается тенденция к насыщению, что физически вполне понятно (см. рис. 1).

Подобная же зависимость экспериментально исследовалась в [5]. При слабой степени компенсации отклонение от линейной зависимости у них наблюдается при  $H^2=2,1 \cdot 10^4 \text{Э}$ , что довольно хорошо совпадает с нашим результатом.

К сожалению при больших степенях компенсации эксперимент не проведен.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.6.1988)

ფიზიკა

ა. ჯაბერი, ზ. კახლიშვილი

### მაგნიტური ველის გავლენა მინარეველ გარღვევაზე

რეზიუმე

გამოთვლილია მინარეველი გამრღვევი ველის დამოკიდებულება მაგნიტურ ველზე.

ნაჩვენებია, რომ მცირე კომპენსაციების შემთხვევაში სუსტ მაგნიტურ ველებში გამრღვევი ველი წრფივადაა დამოკიდებული მაგნიტურ ველზე. წრფივი დამოკიდებულებიდან გადახრა იწყება მაგნიტური ველებისათვის:  $H) \sqrt{2} \cdot 10^2 \text{ Э}$ . თეორიული გამოთვლების შედეგები კარგად ემთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

დიდი კომპენსაციების შემთხვევაში წრფივობიდან გადახრა იწყება უფრო სუსტ მაგნიტურ ველებში და ჩნდება ტენდენცია გაჯერებისადმი. სამწუხაროდ, დიდი კომპენსაციების შემთხვევაში არა გვაქვს ექსპერიმენტული მონაცემები.

PHYSICS

A. M. JABER, Z. S. KACHLISHVILI

### THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD ON IMPURITY BREAKDOWN

Summary

The paper deals with the calculation of the magnetic field dependence on the impurity breakdown field. It is shown that in the case of low compensation in weak magnetic fields the fractional change in the breakdown field is linearly dependent on the magnetic field. The deviation from a straight line starts for magnetic fields  $H > \sqrt{2} \cdot 10^2$  oersted). Results of theoretical calculations are in good agreement with the experimental data.

In the case of higher compensations the deviation from a straight line starts for weaker magnetic fields, and tends to saturation. As yet, we do not possess experimental data for high compensations.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. С. Качлишвили. ФТП, 2, 1968, 580.
2. R. Stratton. Proc. Soc., 242, 355, 1957.
3. К. Х. Асратян, З. С. Качлишвили. Сообщения АН ГССР, 53, № 1, 1969.
4. З. С. Качлишвили, Э. Г. Хизанишвили. ФТП, 1988, т. 22, В.8, с. 1507—1509.
5. S. H. Koenig, R. D. Brown, R. Shillinger. Phys. Rev., 128, 1668, 1962



В. Н. СТРАХОВ (член-корреспондент АН СССР), Т. В. ШУЛАИЯ,  
М. Д. КУПРАДЗЕ

## МЕТОД УЧЕТА ЭФФЕКТА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ МАСС ПРИ ДЕТАЛЬНЫХ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ В ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 18.3.1988)

Проблема учета влияния топографических масс на результаты гравиметрических наблюдений (проблема так называемой топографической редукции) является одной из классических проблем гравиметрии [1—3].

Проблема вычисления топографической редукции имеет три основных аспекта: 1) задания физической поверхности Земли; 2) задания распределения плотности масс между физической поверхностью Земли и поверхностью референц-эллипсоида; 3) собственно вычисления значения компоненты притяжения указанного распределения масс по нормали к референц-эллипсоиду, проходящей через точку наблюдения.

Решение первых двух проблем определяется как требуемый точностью вычисления влияния топографических масс, так и той целью, для которых оно осуществляется.

Что касается третьего аспекта проблемы, то наиболее правильным представляется подход, в котором расчет топографического эффекта отождествляется с решением прямой задачи гравиметрии. Центральное значение приобретает концепция глобальной аппроксимации топографических масс и вычисления по формулам, которые гарантируют достижение требуемой точности. Компонента погрешности в вычисленных значениях топографической поправки, обусловленная собственно решением прямой задачи, всегда должна быть пренебрежимо мала. В случае детальных съемок целесообразно использовать вариант двойной глобальной аппроксимации — один для учета топографических масс в ближайшей зоне, другой — для учета топографических масс в дальней зоне.

Пусть  $(\lambda, \psi)$  — долгота и широта точек на поверхности Земли;  $\theta$  — полярное расстояние, отсчитываемое от северного полюса  $\theta = 90^\circ - \psi$ ;  $P_0$  и  $P_1$  — два прямоугольника на плоскости  $(\lambda, \theta)$ :

$$P_0 = \{(\lambda, \theta), \lambda_0^- \leq \lambda \leq \lambda_0^+, \theta_0^- \leq \theta \leq \theta_0^+\}, \quad (1)$$

$$P_1 = \{(\lambda, \theta), \lambda_1^- \leq \lambda \leq \lambda_1^+, \theta_1^- \leq \theta \leq \theta_1^+\}, \quad (2)$$

так, что  $P_0 \subset P_1$ . Предположим далее, что

$$\lambda_0^+ - \lambda_0^- = k\Delta\lambda, \quad \theta_0^+ - \theta_0^- = p\Delta\theta, \quad (3)$$

$$\lambda_1^+ - \lambda_1^- = m\Delta\lambda, \quad \theta_1^+ - \theta_1^- = q\Delta\theta,$$

где  $k, m$  ( $k \ll m$ ),  $p, q$  ( $p \ll q$ ) — целые положительные числа,  $\Delta\lambda, \Delta\theta$  — заданные числа, определяющие аппроксимацию топографических масс в дальней зоне (см. ниже). Предполагается, что координаты пунктов наблюдения суть  $(R_i, \Lambda_i, \theta_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , причем  $V_i(\Lambda_i, \theta_i) \subset P_0$ .



Предположим далее, что угловые размеры  $\Pi_0$  и  $\Pi_1$  являются достаточно малыми. Основная формула для вычисления топографической поправки имеет вид

$$\delta_s(P_i) = \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)_{i,0} + \left(-\frac{\partial v}{\partial r}\right)_{i,1}. \quad (4)$$

Здесь  $P_i$  — точка наблюдения;  $\left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)$  есть эффект от топографических масс в «ближней зоне» (между плоскостью  $z=0$  и «переменным» рельефом в пределах прямоугольника  $\Pi_0$ , а  $\left(-\frac{\partial v}{\partial r}\right)$  есть эффект от топографических масс в «дальней зоне» (между сферой  $S_0$  и «перенесенным» рельефом в пределах разности прямоугольников  $\Pi_1/\Pi_0$ ). Суть процедур «перенесения» рельефа достаточно очевидна. В «ближайшей» зоне расстояния по нормали от референц-эллипсоида до точек земной поверхности трактуются как расстояния от плоскости  $z=0$  до этих точек. В «дальней» зоне расстояния по нормали от референц-эллипсоида до точек земной поверхности трактуются как расстояния от сферы  $S_0$  (по нормали к ней) до этих точек.

В пределах «дальней зоны» гравитационный эффект параллелепипеда  $\Pi_{r,s}$  вычисляется по приближенной формуле

$$\begin{aligned} \left(-\frac{\partial v}{\partial r}\right)_{r,s} &\approx \rho \frac{1}{R_0 + H} \left(R_0 + \frac{h_{r,s}}{2}\right)^2 \sin \frac{\theta_1^{(r,s)} + \theta_2^{(r,s)}}{2} \times \\ &\times \Delta \lambda \Delta \vartheta \left\{ \frac{R_0 + h_{r,s}}{\sqrt{(H - h_{r,s})^2 + 4(R_0 + H)(R_0 - h_{r,s})}} - \right. \\ &\left. - \frac{R_0}{\sqrt{H^2 + 4R_0(R_0 + H)}} \right\}, \quad (5) \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \bar{S} &= \sin^2 \left( \frac{\theta_1^{(r,s)} + \theta_2^{(r,s)}}{2} - \theta \right) + \\ &+ \sin \frac{\theta_1^{(r,s)} + \theta_2^{(r,s)}}{2} \sin \theta \sin^2 \left( \frac{\lambda_1^{(r,s)} + \lambda_2^{(r,s)}}{2} - \Lambda \right), \quad (6) \end{aligned}$$

$\rho$  есть плотность масс параллелепипеда;  $(\Lambda, \theta)$  — угловые координаты расчетной точки,  $H$  — ее превышение над плоскостью относимости  $z=0$ ;  $\lambda_i^{(r,s)}$ ,  $\theta_i^{(r,s)}$ ;  $i=1, 2$  — угловые параметры сферического параллелепипеда.

В пределах «ближней» зоны используется аппроксимация масс в виде совокупностей вертикальных треугольных призм — с горизонтальным нижним основанием (в форме треугольника) и наклонным верхним. В общем случае плотности призм являются различными постоянными. Таким образом, рельеф земной поверхности в пределах «ближней» зоны представляет собой многогранную триангулированную поверхность. Эта поверхность строится по высотам «перенесенного»

рельефа, снятым с топографической карты и фотостереограмметрических снимков, а также непосредственно по высотам пунктов наблюдения и результатам, сопровождающих гравиметрическую съемку топогеодезических работ. Отличительная особенность аппроксимации состоит в том, что пункты наблюдения всегда являются вершинами верхних поверхностей треугольных призм. В методике используются специальные алгоритмы построения аппроксимаций топографических масс в «дальней» и «ближней» зонах.

Описанная методика построения аппроксимаций рельефа и вычисления эффекта топографических масс реализована в фортран-программе. Она обеспечивает точность вычисления не менее чем 0,01 мгл при достаточно высоком быстродействии; на ЭВМ ЕС-1055 время счета эффекта от одного сферического параллелепипеда составляет  $5 \cdot 10^{-4}$  сек, от одной вертикальной треугольной призмы  $3,5 \cdot 10^{-4}$  сек.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

Академия наук СССР  
Институт физики Земли

(Поступило 25.3.1988)

გეოფიზიკა

3. სტრახოვი (სსრკ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. შულაია,  
გ. კუპრადე

ტოპოგრაფიული მასების ეფექტის აღრიცხვის მეთოდი დეტალური  
გარკვევითი გაზომვისას მთიან რაიონში

რეზიუმე

დამუშავებულია ტოპოგრაფიული რედუქციის გამოთვლის ახალი ალგორითმი. გამოიყენება ორმაგი გლობალური აპროქსიმაცია: პირველი — ტოპოგრაფიული მასების გასათვალისწინებლად „ახლო“ ზონაში, ხოლო მეორე — ტოპოგრაფიული მასების გასათვალისწინებლად „შორეულ“ ზონაში.

„ახლო“ ზონაში ტოპოგრაფიული მასების აპროქსიმაცია ხდება სამკუთხა ვერტიკალური პრიზმებით — პორიზონტალური ქვედა ფუძით და დახრილი ზედა ფუძით. ეფექტი გამოითვლება ზუსტი ფორმულით. „შორეულ“ ზონაში აპროქსიმაცია ხდება სფერული ტრაპეციის საშუალებით. ეფექტი გამოითვლება მიახლოებითი ფორმულით.

GEOPHYSICS

V. N. STRAKHOV, T. V. SHULAYA, M. D. KUPRADZE

## A METHOD OF INCLUSION OF THE EFFECT OF TOPOGRAPHIC MASSES DURING DETAILED GRAVIMETRIC SURVEYS IN MOUNTAINOUS AREAS

### Summary

A new algorithm for the calculation of topographic reduction is presented. Double global approximation is used: the first one—to take into account topographic masses in a „near“ zone, whereas the second one—to take into account topographic masses in a „distant“ zone.





The approximation for topographic masses in a "near" zone is made by means of vertical triangular prisms with a horizontal bottom base and slanting upper base. The effect is calculated with the exact formula. The approximation in a "distant" zone is made by means of spherical trapezoid. The effect is calculated with the approximate formula.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Сорокин. Гравиметрия и гравиметрическая разведка. М., 1953.
2. В. М. Гордин. Способы учета влияния рельефа местности при высокоточных гравиметрических измерениях. М., 1974, 68.
3. В. И. Аронов. Обработка на ЭВМ значений аномалий силы тяжести при произвольном рельефе поверхности наблюдения. М., 1976, 128.
4. В. Н. Страхов, М. И. Лавина. Геофизич. журнал, т. 8, № 4, 1986, 20—31.



Т. Г. АДЕНШВИЛИ, А. А. ГАБЕШИЯ, Т. Х. НАВЕРИАНИ

## РАКЕТНЫЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЛИНИИ АТОМАРНОГО КИСЛОРОДА В СРЕДНЕШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРЕ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 26.2.1988)

Ракетные измерения интенсивности свечения атомарного кислорода имеют особое значение с целью понимания ряда физико-химических процессов, происходящих в верхних слоях атмосферы Земли. Проведенные в нашей стране и за рубежом бортовые и наземные эксперименты в основном решили вопрос генерации этого свечения и его высотного распределения [1—3].

Приведенные в данной работе экспериментальные результаты в некоторой степени повторяют проведенные ранее измерения, а также частично дополняют полученные в них экспериментальные результаты.

Эксперимент такого класса был проведен на среднеширотном полигоне в районе города Волгограда в сентябре 1986 г. Запуск метеорологической ракеты МР-12 был осуществлен в поздних сумерках.

На борту ракеты был расположен комплекс измерительной аппаратуры. Интенсивность свечения ионосферы измерялась трехканальным спектрофотометром [4, 5], который был настроен на измерении атмосферных эмиссий атомарного кислорода  $\lambda=5577 \text{ \AA}$ ,  $\lambda=6300 \text{ \AA}$  и нейтрального лития  $\lambda=6708 \text{ \AA}$ . Он имел следующие характеристики: пороговая чувствительность каналов, измеряющих эмиссий  $\lambda=5577 \text{ \AA}$ ,  $\lambda=6300 \text{ \AA}$  и  $\lambda=6708 \text{ \AA}$  были соответственно равны  $20 \pm 5$ ,  $80 \pm 15$  и  $25 \pm 5$  рэлей. Угол зрения, постоянная времени и динамический диапазон были примерно одинаковы и составляли  $\sim 2,3^\circ$ ,  $\sim 0,15$  с и  $\sim 10^4$  для каждого канала.

Спектрофотометр на борту был установлен перпендикулярно относительно продольной оси ракеты. Над блендами прибора под углом  $\sim 45^\circ$  были установлены отражательные зеркала, которые обеспечивали регистрацию свечения из горизонтального направления. Частота опроса телеметрии составляла по 100 герц для каждого канала. Прибор был включен с поверхности Земли. Однако функционирование канала, регистрирующее излучение  $\lambda=6300 \text{ \AA}$ , было нарушено. Два остальных канала работали нормально до конца полета.

Створки ракеты разошлись на высоте  $\sim 70$  км. С этого момента прибор стал регистрировать интенсивность свечения линии  $\lambda=5577 \text{ \AA}$ . На канале, регистрирующем излучение  $\lambda=6708 \text{ \AA}$ , повышение телеметрического уровня не наблюдалось. По-видимому, интенсивность свечения атмосферного нейтрального лития по величине была ниже порога чувствительности канала.

При обработке телеметрической информации отчеты интенсивности свечения брались за каждый  $\sim 0,5$  сек.

Высотная зависимость интенсивности свечения зеленой линии атомарного кислорода приведена на рис. 1. Крестиками (рис. 1,а) показав-

ны экспериментальные результаты на восходящей части траектории ракеты, а кружками с точкой (рис. 1,б) на нисходящей ветви полета.

Как видно из рис. 1,а интенсивность свечения линии  $\lambda=5577 \text{ \AA}$  на высоте  $\sim 85 \text{ км}$  была минимальной и равнялась  $\sim 50$  рэлей. С увеличением высоты интенсивность возрастала и становилась максимальной ( $\sim 180$  рэлей) на высотах 95—103 км. В дальнейшем до высоты  $\sim 110 \text{ км}$  происходил быстрый спад, а затем до апогея ракеты ( $\sim 150 \text{ км}$ ) медленный спад интенсивности. В районе апогея она была равна  $\sim 40 \text{ R}$ .

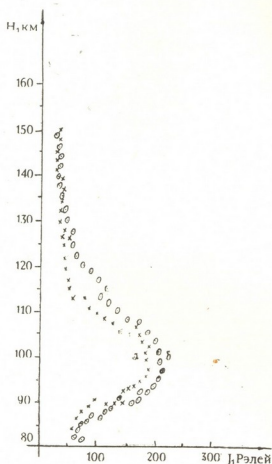
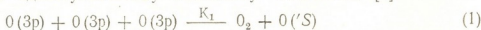


Рис. 1

На нисходящей ветви траектории ракеты, начиная с апогея до высоты  $\sim 120 \text{ км}$ , интенсивность свечения была сравнимой с интенсивностью на восходящем участке. Затем она резко увеличивалась и достигала своего максимального значения  $\sim 200$  рэлей в диапазоне высот 95—100 км. В дальнейшем происходил быстрый спад и на высоте  $\sim 83 \text{ км}$  она становилась минимальной  $\sim 70$  рэлей. Как показывает рисунок, в диапазонах высот 80—120 км интенсивность регистрируемого свечения на нисходящем участке по величине в среднем была на 30 рэлей больше, чем на восходящем. Толщина атмосферного слоя максимального излучения была несколько больше наблюдаемой в других экспериментах аналогичной величины [1, 3].

Как известно, возникновение свечения зеленой линии атомарного кислорода происходит за счет перехода  ${}^1S-1P_2$ . В среднеширотной ионосфере образование возбужденного состояния  $O({}^1S)$  осуществляется согласно одноступенчатому механизму Чепмена [6]:



или двухступенчатому механизму Барта [7, 8]

$$O(3p) + O(3p) + M \xrightarrow{K_2} O_2^* + M \quad (2)$$

$$O_2^* + O(3p) \xrightarrow{K_3} O_2 + O('S), \quad (3)$$

где  $O(3p)$  — атомарный кислород в основном состоянии,

$M$  — сумма концентрации молекулярного кислорода и азота,

$O_2^*$  — возбужденное состояние молекулярного кислорода,

$K_1, K_2$  и  $K_3$  — скорости реакции. В каждом случае источником возбуждения является комбинация атомарного кислорода с участием трех тел.

Если считать, что основным в излучении зеленой линии является процесс Чепмена, то тогда возможно объяснить ход полученной в эксперименте кривой. Наблюдаемый ход однозначно определяется концентрацией атомарного кислорода, являющегося одним из основных компонентов верхней атмосферы на рассмотренных в эксперименте высотах. Увеличение интенсивности с апогея до высоты  $\sim 100$  км вызвана возрастанием концентрации атомарного кислорода. Спад интенсивности свечения ниже  $\sim 100$  км обусловлена уменьшением концентрации атомарного кислорода и возрастанием эффективности процесса дезактивации возбужденного состояния  $O('S)$ , происходящей согласно следующим процессам [9, 10]:

$$O('S) + O(3p) \xrightarrow{K_4} O(^1D) + O(3p) + 0,255 \text{ eV} \quad (4)$$

$$O('S) + O_2 \xrightarrow{K_5} O(^1D, 3p) + O_2 \quad (5)$$

$$O('S) + N_2 \xrightarrow{K_6} O(^1D, 3p) + N_2. \quad (6)$$

Здесь  $K_4, K_5$  и  $K_6$  — коэффициенты дезактивации, а  $O(^1D)$  и  $O(3p)$  — соответствующие состояния атомарного кислорода. В гашении состояния  $O('S)$  затруднительно придать какому-либо из приведенных механизмов доминирующую роль.

Различие между наблюдаемой в эксперименте толщиной максимального излучения и полученными в других экспериментах аналогичной величиной, по-видимому, вызвано газовойделением ракеты и образованием дополнительных реагентов возбуждения атомарного кислорода. Некоторое отличие в интенсивности свечения на восходящем и нисходящем участках траектории вероятно также обусловлено разной степенью газовойделения ракеты и геометрией взаимного расположения излучающего слоя и прибора.

Зарегистрированное высотное распределение интенсивности можно также объяснить механизмом Барта. Согласно последним лабораторным измерениям [11] возбуждение состояния  $O('S)$  в основном осуществляется путем этого механизма. Подтверждение этого заключения было получено в ракетных экспериментах [12, 13], хотя интерпретация их результатов не очевидна.

Имея профиль интенсивности свечения зеленой линии, можно получить концентрацию атомарного кислорода. Решение этой задачи предполагается опубликовать отдельно.

თ. ადეიშვილი, ა. გაბეშია, თ. ნავერიანი

ატომური ჟანგბადის მწვანე ხაზის ნათების ინტენსივობის რაკეტული ფოტომეტრიული გაზომვები საშუალო განედის იონოსფეროში

რეზიუმე

მოცემულია ატომური ჟანგბადის მწვანე ხაზის ნათების ინტენსივობის საბორტო ფოტომეტრიულ გაზომვათა შედეგი საშუალო განედის იონოსფეროში. მიღებულია ამ ნათების ვერტიკალური განაწილების მრუდები. განხილულია ნათების გამომწვევი ქიმიური მექანიზმები და ახსნილია ნათების ინტენსივობის სიმაღლეზე დამოკიდებულება.

GEOPHYSICS

T. G. ADEISHVILI, A. A. GABESHIA, T. Kh. NAVERIANI

ROCKET PHOTOMETRIC MEASUREMENTS OF THE INTENSITY OF ATOMIC OXYGEN GREEN LINES GLOW IN THE MID-LATITUDE IONOSPHERE

Summary

The paper presents the results of rocket photometric measurements of the intensity of atomic oxygen green lines glow in the mid-latitude ionosphere. The vertical distribution curves of this glow are obtained, its chemical mechanisms are discussed, and the dependence of glow intensity on height is interpreted.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. I. Baker, R. O. Waddoups. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 72, № 19, 1977.
2. Дж. Чемберлен. *Физика полярных сияний и излучения атмосферы*. М., 1963, 280.
3. Л. М. Фишкова, Г. В. Маркова. *Бюллетень Абастуманской астрофизической обсерватории*. № 24, 1959, 161.
4. Т. Г. Адейшвили и др. *Отчет № гос. регистрации 01.85. 0026747*, Кутаиси, 1986.
5. Т. Г. Адейшвили, А. А. Габешия, А. Х. Джинчарадзе, Н. Г. Кангеладзе, А. И. Лившиц, Т. Х. Навериани, Ю. А. Романовский. *Сообщения АН ГССР*, 133, № 3, 1989.
6. S. Chapman. *Proc. Roy. Soc.*, № 132, p. 353, L., 1931.
7. C. A. Barth. *Ann. Geophys.*, 20, p. 182. 1964.
8. D. R. Bates. *Planet Space Sci.*, vol. 26, p. 897, Pergamon Press, 1978.
9. E. G. Mullen, S. M. Silverman. *Planet Space. Sci.*, Vol. 25, p. 23, Pergamon Press, 1977.
10. Т. Г. Адейшвили. *Автореферат, канд. дисс.*, М., 1981.
11. G. Black, T. G. Slangier. *Planet Space Sci.*, 25, p. 79, 1977.
12. L. Thomas, R. G. H. Green, P. H. G. Dickinson. *Planet Space Sci.* 27, p. 925, 1979.
13. G. Witt *et al.* *Planet Space Sci.*, 27, p. 341, 1979.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Е. ДЗОЦЕНИДZE, Т. Г. РУСИЕШВИЛИ, Л. С. ХИНТИБИДZE

КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРЕБРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хаванашвили 12.9.1988)

Кинетические методы определения микроколичеств серебра основаны на каталитическом действии ионов серебра в реакциях разложения некоторых веществ, а также в реакциях окисления органических и неорганических соединений раствором персульфата калия. Наиболее чувствительные кинетические методы определения серебра основаны на реакции окисления *p*-фенетидина [1] и тропеолина [2, 3] персульфатом калия.

Нами были исследованы разные окислительно-восстановительные системы типа органический реагент-бромат калия-серебро.

Предварительные качественные опыты показали, что разница между интенсивностью окраски каталитической  $I_{кат}$  и некаталитической  $I_{некат}$  реакциями наблюдается при окислении *o*-фенилендиамина (*o*-ФДА), *o*-аминофенола (*o*-АФ), *p*-аминофенола (*p*-АФ), и *m*-фенилендиамина (*m*-ФДА), *o*-фенантролина, пирокатехина, пирагаллола, *p*-аминобензола броматом калия.

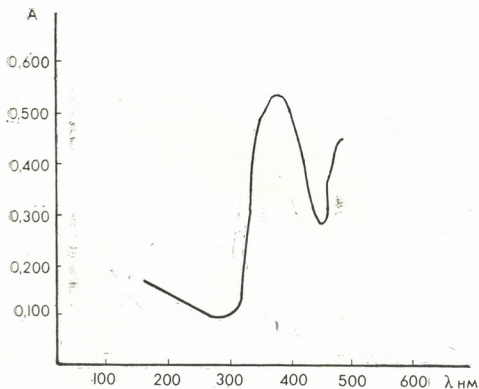


Рис. 1. Спектр поглощения

Для исследования и количественного определения серебра нами была избрана реакция окисления *o*-ФДА броматом калия, так как разница между интенсивностью окраски каталитической и некаталитической реакции максимална.



При добавлении насыщенного раствора  $\text{KBrO}_3$  к раствору о-ФДА происходит постепенное изменение окраски раствора от светло-желтого до темно-желтого цвета. Скорость реакции повышается при добавлении к системе  $0,2 \text{ мкг/мл Ag}^+$ .

Изучение спектрофотометрической характеристики показало, что полученный продукт реакции имеет максимум светопоглощения на СФ-4 при  $\lambda = 390 \text{ нм}$  (рис. 1) и при использовании зеленого светофильтра на ФЭК-М.

Для установления оптимальных условий протекания индикаторной реакции нами изучено влияние концентрации о-ФДА,  $\text{KBrO}_3$ , pH раствора, температуры, последовательности добавления реагентов, а также влияние посторонних ионов на скорость реакции.

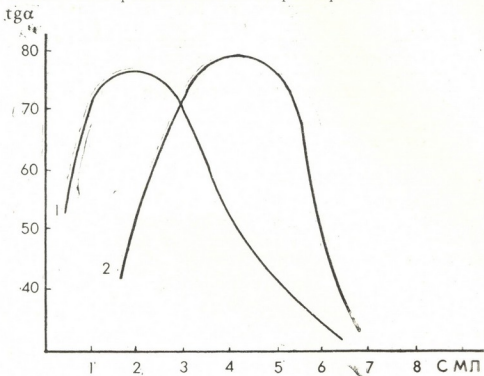


Рис. 2. Зависимость скорости реакции от концентрации о-ФДА (1), бромата калия (2)

Зависимость скорости реакций от концентрации о-ФДА имеет экстремальный характер. Оптимальная концентрация о-ФДА для определения серебра — 2 мл насыщенного раствора в 50 мл (рис. 2).

Максимальная разница между скоростями каталитической ( $V_{\text{кат}}$ ) и некаталитической ( $V_{\text{некат}}$ ) реакциями достигается при добавлении 4 мл насыщенного раствора  $\text{KBrO}_3$  в объеме 50 мл (рис. 2) (конечная концентрация  $\text{KBrO}_3$   $0,022 \text{ М}$ ).

Установлено, что pH раствора и анионы кислот не влияют на скорость и чувствительность реакций. В дальнейшем определение  $\text{Ag}^+$  проводили в нейтральной среде.

Повышение температуры влияет на скорость реакции. В условиях термостатирования возможно повышение чувствительности метода. Исследования проводили при комнатной температуре.

Изменение последовательности добавления реагентов незначительно меняет скорость реакций. В дальнейшем работа велась по схеме о-ФДА +  $\text{KBrO}_3$  +  $\text{Ag}^+$ .

Установлено, что определению серебра не мешает присутствие  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  ионов. Влияние малых количеств  $\text{Fe}^{3+}$  устраняется добавлением комплексона III. Присутствие  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  в количестве  $100 \text{ мкг}$  увеличивает скорость реакций.



Зависимость концентрации ( $\text{Ag}^+$ ) — скорость реакции прямолинейна. Серебро в количестве 0,2—1,0 мкг/мл является индикатором каталитической реакции окисления о-ФДА броматом калия.

Найденные оптимальные условия реакции окисления о-ФДА броматом калия позволили разработать методику, которая была использована для определения серебра в биологических объектах.

Методика определения. В 50 мл колбу вносят 2 мл насыщенного раствора о-ФДА, 4 мл  $\text{KBrO}_3$ , определенное количество исследуемого раствора. Объем доводят до 50 мл бидистиллятом. Смесь интенсивно встряхивают и записывают кинетическую кривую с помощью самописца КСП-4, который соединен с фотоколориметром ФЭК-М (кювета — 20 мм, светофильтр — зеленый).

Для сравнения был использован нулевой раствор, приготовленный добавлением всех реактивов, кроме исследуемого раствора (некаталитическая реакция).

Определение серебра в объектах. Разработанным нами кинетическим методом определяли серебро в биологических объектах. Полученные результаты были проверены экстракционно-фотометрическим дитизоновым методом [4] и с применением производных антипирина-бис-4-диэтиламинофенилантипирилкарбинона табл. 1).

Таблица 1

Результаты определения серебра в биологических объектах

Проба, мышцы кролика	Результаты определения $\text{Ag}$ , % (методы)		
	кинетический	дитизоновый	фотометрический
1	$14 \cdot 10^{-4}$	$15 \cdot 10^{-4}$	$14 \cdot 10^{-4}$
2	$15 \cdot 10^{-4}$	$15 \cdot 10^{-4}$	$14 \cdot 10^{-4}$
3	$7 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
4	$16 \cdot 10^{-4}$	$17 \cdot 10^{-4}$	$16 \cdot 10^{-4}$
5	$63 \cdot 10^{-4}$	$65 \cdot 10^{-4}$	$64 \cdot 10^{-4}$

Надежность кинетического метода также проверяли на модельных растворах, а также определением серебра в стандартных образцах. Результаты определения серебра приведены в табл. 2.

Содержание серебра в биологических объектах определяли по градуировочному графику.

Обработка пробы. Пробы (мышцы кролика) (0,2—0,5 г) помещают в фарфоровый тигель, растворяют в конц.  $\text{HNO}_3$  при кипячении, полученный раствор охлаждают, добавляют 2—3 мл конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и упаривают до полного удаления паров  $\text{SO}_3$ . Остаток раство-

Таблица 2

Результаты определения серебра в стандартных образцах

Проба	Содержание $\text{Ag}$ по ГОСТу, г/т	Результаты определения серебра (методы)								
		кинетический	ошибка		дитизоновый, г/т	ошибка		фотометрический	ошибка	
			абс.	отн.		абс.	отн.		абс.	отн.
1	129,1	112,0	-17,1	12,5	113,8	-15,3	11,9	147,0	17,9	12,0
2	40,0	41,3	1,3	3,2	40,5	0,5	1,2	42,6	-2,6	1,3





რეაქციის პირობები: დადგინდა, რომ მათი ცხარეაგნის სიჩქარე წყლის ტემპერატურის კონსტანტის ფუნქციის სახით გამოხატად. აღსანიშნავია, რომ მათი ცხარეაგნის სიჩქარე წყლის ტემპერატურის კონსტანტის ფუნქციის სახით გამოხატად.

Таким образом, предложен новый кинетический метод определения серебра, основанный на реакции окисления о-ФДА броматом калия. Предложенный метод позволяет определять серебро в биологических объектах.

Чувствительность метода — 0,2 мкг/мл  $\text{Ag}^+$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.10.1988)

ანალიზური ქიმია

ბ. ძოცენიძე, თ. რუსიშვილი, ლ. ხინთიბიძე

### პერცენტის განსაზღვრის კინეტიკური მეთოდი

რეზიუმე

თვისობრივი გამოკვლევების საფუძველზე შეტანულია ვერცხლის ძიძარო რამდენიმე ინდიკატორული რეაქცია, რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის დადგინდა ო-ფდა-ს კალიუმის ბრომატით დაჟანგვის რეაქციის ოპტიმალური პირობები, შემუშავებულია ვერცხლის განსაზღვრის ახალი კინეტიკური მეთოდი (მგრძობიარობა 0,2 მკგ/მლ).

შემუშავებული მეთოდის საიმედოობა შემოწმებულია ფოტომეტრული და ფოტომეტრულ-ექსტრაქციული მეთოდებით, ასევე ვერცხლის განსაზღვრით სტანდარტულ ნიმუშებში და მოდელურ ხსნარებში.

მოწოდებული მეთოდით ვერცხლი განსაზღვრულია ბიოლოგიურ ობიექტებში.

#### ANALYTICAL CHEMISTRY

N. E. DZOTSENIDZE, T. G. RUSIESHVILI, L. S. KHINTIBIDZE

### A KINETIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF SILVER

Summary

A new kinetic method for the determination of silver has been developed which is based on the reaction of oxidation of o-DFA by potassium bromate. The sensitivity of the method is 0,2 mkg/ml  $\text{Ag}^+$ .

The reliability of this method was checked with photometric and photometric-extraction methods as well as with the determination of silver in standard samples and in model solutions.

The method was used to determine silver in biological objects.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. Braun. Z. Anal. Chem., 159, 135, (1957).
2. Э. К. Янкадские, Э. И. Ясинские. Журнал аналитической химии, 1969, 24, 527.
3. К. Б. Яцимирский. Кинетические методы анализа. М., 1967.
4. З. В. Марченко. Фотометрическое определение элементов. М., 1971.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Е. МОДЕБАДЗЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНОВ САМАРИЯ И НИКЕЛЯ  
 С ОКСАЛАТАМИ НАТРИЯ И КАЛИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 28.6.1988)

Настоящая работа является продолжением исследования систем  $Sm(NO_3)_3-Ni(NO_3)_2-M_2C_2O_4-H_2O$  (где  $M=Li, NH_4$ ) в водном растворе. Методы исследования описаны в работе [1].

Смешанные твердые фазы, выделенные при определенных соотношениях реагирующих компонентов, исследовались методами химического и термогравиметрического анализов.

В качестве исходных использовались 0,1 М водные растворы  $Sm(NO_3)_3$  и  $Ni(NO_3)_2$  и 0,1 и 0,5 М  $Na_2C_2O_4$  и  $K_2C_2O_4$ .

Соотношение осадителя к сумме осаждаемых катионов — изменялось от 0,5 до 10.

Соотношение между содержанием самария и никеля оставалось постоянным и равным 1.

Система  $Sm(NO_3)_3-Ni(NO_3)_2-Na_2C_2O_4-H_2O$

Результаты определения остаточных концентраций в этой системе при 25°C с постоянным содержанием самария и никеля по 0,01 г-ион/л представлены в табл. 1.

Таблица 1

Остаточные концентрации в системе  $Sm(NO_3)_3-Ni(NO_3)_2-Na_2C_2O_4-H_2O$  при 25°C (постоянное содержание  $[Sm^{3+}]=[Ni^{2+}]=0,01$  г-ион/л)

В исходной смеси		В растворе над осадком, г-ион/л×100			Выпало в осадок, г-ион/л×100			Состав твердой фазы
$\frac{Na_2C_2O_4}{Sm(NO_3)_3 + Ni(NO_3)_2}$ (n)	$C_2O_4^{2-}$ г-ион/л×100	$Sm^{3+}$	$Ni^{2+}$	$C_2O_4^{2-}$	$Sm^{3+}$	$Ni^{2+}$	$C_2O_4^{2-}$	
0,50	1,00	0,34 не обн.	1,00	не обн.	0,66	нет	1,00	$Sm_2(C_2O_4)_3$
1,00	2,00	0,62 не обн.	0,62	0,14	1,00	0,38	1,86	$Sm_2(C_2O_4)_3 \cdot mNiC_2O_4$ $m < 1$
1,50	3,00	"	обн.	0,06	1,00	1,00	2,94	$Na[Sm(C_2O_4)_2] \cdot NiC_2O_4$
1,75	3,50	"	"	0,53	1,00	1,00	2,97	"
2,00	4,00	"	0,35	1,33	1,00	0,65	2,67	$Na[Sm(C_2O_4)_2] \cdot mNiC_2O_4$ $m < 1$
2,25	4,50	"	0,70	2,23	1,00	0,30	2,27	"
2,50	5,00	"	0,78	2,78	1,00	0,22	2,22	"
3,00	6,00	"	0,89	3,92	1,00	0,11	2,08	"
4,00	8,00	"	0,92	5,91	1,00	0,08	2,09	"
5,00	10,00	"	0,95	7,96	1,00	0,05	2,04	"
8,00	16,00	"	1,00	14,00	1,00	нет	2,00	$Na[Sm(C_2O_4)_2]$
10,00	20,00	"	1,00	18,00	1,00	нет	2,00	"

Как показывают данные, приведенные в таблице, в системе происходит образование трех видов соединений. Вначале, в узком интервале  $n$  происходит образование среднего оксалата самария —  $\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ . При  $n=1,5-1,75$ , как показывают соотношения  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} : \text{Sm}^{3+} + \text{Ni}^{2+}$  в осадке ( $n_1$ ) и результаты химического анализа твердых фаз, состав осадка отвечает брутто-формуле  $\text{NaNiSm}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 8,5 \text{H}_2\text{O}$  и для него найдено, %:  $\text{Sm}^{3+}$ —23,37;  $\text{Ni}^{2+}$ —8,93;  $\text{Na}^+$ —3,52;  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ —40,34;  $\text{H}_2\text{O}$ —23,31 и вычислено, %:  $\text{Sm}^{3+}$ —23,16;  $\text{Ni}^{2+}$ —9,05;  $\text{Na}^+$ —3,54;  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ —40,67;  $\text{H}_2\text{O}$ —23,57.

С дальнейшим увеличением  $n$  до 4 отношение  $\text{Sm}^{3+} : \text{Ni}^{2+}$  в осадке постепенно увеличивается вследствие растворения оксалата никеля в избытке  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  с образованием растворимого комплекса состава  $\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ .

При  $n=8,0$  в твердой фазе остается только самарий в виде комплексной соли, состав которой с увеличением  $n$  до 10 не изменяется.

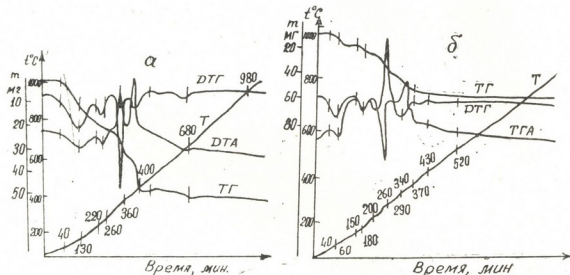


Рис. 1. Дериватогаммы: а— $\text{NaNiSm}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 8,5 \text{H}_2\text{O}$ , б— $\text{KNiSm}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

На рис. 1,а представлена дериватогамма  $\text{NaNiSm}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 8,5 \text{H}_2\text{O}$ , на которой наблюдаются два эндотермических и два экзотермических эффекта при температурах 130, 260 и 340, 430°C. Первый эндоэффект, как свидетельствуют химический анализ и расчеты по ТГ, соответствует удалению 7 молекул воды. В интервале температур 220—260°C наблюдается потеря еще 1,5 молекулы воды. Следующие за эндоэффектами экзоэффекты связаны с разложением оксалата через разные промежуточные соединения с образованием смешанного оксида  $\text{NaNiSmO}_3$ , который является стабильным до довольно высокой температуры. По ТГ процент остатка при  $\sim 1000^\circ\text{C}$  составляет 42,90 а для  $\text{NaNiSmO}_3$  теоретически рассчитано 43,15%.

#### Система $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3-\text{Ni}(\text{NO}_3)_2-\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4-\text{H}_2\text{O}$

Результаты определения остаточных концентраций  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  в этой системе представлены в табл. 2.

Как видно из этих данных, вначале, при  $n=0,5-0,75$  осаждается преимущественно самарий в виде  $\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ , в то время как никель полностью находится в растворе. От  $n=1,0$ , наряду с самарием, начинает осажаться и никель, полное осаждение которого происхо-

дит при  $p=1,5$ . Химический анализ твердой фазы в этой точке следующие результаты: найдено, %  $\text{Sm}^{3+}$ —24,13;  $\text{Ni}^{2+}$ —9,32;  $\text{K}^{+}$ —6,51;  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ —42,38;  $\text{H}_2\text{O}$ —17,02; для  $\text{K Ni Sm (C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , вычислено, %:  $\text{Sm}^{3+}$ —24,25;  $\text{Ni}^{2+}$ —9,47;  $\text{K}^{+}$ —6,30;  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ —42,57;  $\text{H}_2\text{O}$ —17,41.

В дальнейшем при  $p > 1,5$  ионы никеля, так же как и в предыдущей системе, снова начинают появляться в равновесном растворе за счет растворения  $\text{NiC}_2\text{O}_4$  в избытке осадителя и при  $p=4,0$  полностью переходят в раствор в виде  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ , а самарий остается в осадке в виде  $\text{K}[\text{Sm}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ .

Таблица 2  
Остаточные концентрации в системе  $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3$ — $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ — $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ — $\text{H}_2\text{O}$  при 25°C  
(постоянное содержание  $[\text{Sm}^{3+}] = [\text{Ni}^{2+}] = 0,01$  г-ион/л)

В исходной смеси		В растворе над осадком, г-ион/л × 100			Выпало в осадок, г-ион/л × 100			Состав твердой фазы
$\frac{\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4}{\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 + \text{Ni}(\text{NO}_3)_2}$ (n).	$\frac{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}{\text{г-ион/л} \times 100}$	$\text{Sm}^{3+}$	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$\text{Sm}^{3+}$	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	
0,50	1,00	0,34 не обн.	1,00	не обн.	0,66	нет	1,00	$\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$
0,75	1,50	обн.	1,00	0,04	1,00	"	1,46	$\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot m \text{NiC}_2\text{O}_4$ $m < 1$
1,00	2,00	"	0,82	0,31	1,00	0,18	1,69	
1,25	2,50	"	0,48 не обн.	0,31	1,00	0,52	2,19	"
1,50	3,00	"	обн.	0,05	1,00	1,00	2,95	$\text{K}[\text{Sm}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot \text{NiC}_2\text{O}_4$ $\text{K}[\text{Sm}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot m \text{NiC}_2\text{O}_4$ $m < 1$
1,75	3,50	"	0,12	0,51	1,00	0,88	2,99	
2,00	4,00	"	0,33	1,33	1,00	0,67	2,67	$\text{K}[\text{Sm}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$
3,00	6,00	"	0,82	3,82	1,00	0,18	2,18	
4,00	8,00	"	1,00	5,92	1,00	нет	2,08	"
5,00	10,00	"	1,00	7,97	1,00	"	2,03	"
8,00	16,00	"	1,00	13,94	1,00	"	2,06	"
10,00	20,00	"	1,00	17,93	1,00	"	2,07	"

Термическое поведение осадка, состоящего из совместноосажденных оксалатов самария и никеля при  $p=1,5$ , показано на рис. 1,б. Из приведенной термогравиметрической кривой образца следует, что потеря гидратной воды происходит ступенчато. Эндоэффекты с максимумами при 60, 180 и 240°C показывают потери 3,5, 2 и 0,5 моля воды.

Разложение оксалата, сопровождающееся экзоэффектами, происходит при температурах 280 и 340°C.

Конечным продуктом разложения является  $\text{K Ni SmO}_3$ , для которого теоретически рассчитано 47,75%, а по ТГ остаток составляет ~ 49%.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и  
органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 2.9.1988)

## 8. მოღვაძე

სამარიუმის და ნიკელის იონების ურთიერთქმედება ნატრიუმისა და კალიუმის ოქსალატებთან

## რეზიუმე

ნარჩენ კონცენტრაციათა მეთოდით და მყარი ფაზის ქიმიური ანალიზით შესწავლილია კომპონენტთა ურთიერთქმედება  $Sm(NO_3)_3-Ni(NO_3)_2-M_2C_2O_4-H_2O$  სისტემებში (სადაც  $M=Na, K$ ).

დამლექავი ოქსალატის სიჭარბეში  $MNiSm(C_2O_4)_3 \cdot xH_2O$  (სადაც  $M=Na, K$ ;  $X=8, 5, 6$ ) იშლება  $M[Sm(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$  (ნალექში) და  $M_2[Ni(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$  (ხსნარში).

მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია სამარიუმისა და ნიკელის დაცილება ნატრიუმისა და კალიუმის ოქსალატებით.

ჩატარებულია  $NaNiSm(C_2O_4)_3 \cdot 8,5 H_2O$  და  $KNiSm(C_2O_4)_3 \cdot 6 H_2O$  თერმული კვლევა.

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. E. MODEBADZE

## INTERACTION OF Sm AND Ni IONS WITH Na AND K OXALATES

## Summary

By the method of residual concentration and solid phase chemical analysis component interaction has been studied in the systems:  $Sm(NO_3)_3-Ni(NO_3)_2-M_2C_2O_4-H_2O$  (where  $M=Na, K$ ), in  $25^\circ$  aqueous solution. At the excess of precipitating oxalates  $MNiSm(C_2O_4)_3 \cdot xH_2O$  (where  $M=Na, K$ ;  $X=8, 5, 6$ ) decomposes to  $M[Sm(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$  (in the precipitant) and  $M_2[Ni(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$  (in the solution). On the basis of the obtained data the feasibility of separation of Sm and Ni by the use of Na and K oxalates is shown. Thermal studies of  $NaNiSm(C_2O_4)_3 \cdot 8,5 H_2O$  and  $KNiSm(C_2O_4)_3 \cdot 6 H_2O$  have also been conducted.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. E. Modеbadze. Изв. АН ГССР, сер. хим, 15, № 1, 1989.

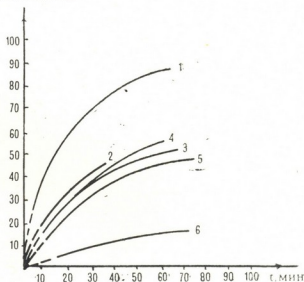
С. А. КАНДЕЛАКИ, К. М. ГОГОБЕРИШВИЛИ, Н. Г. ЛЕКИШВИЛИ,  
О. Д. ДЖИКИЯ, В. С. ЧАГУЛОВ, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ  
(член-корреспондент АН ГССР)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИФфуЗИИ ФТОР- И КРЕМНИЙ-СОДЕРЖАЩИХ МЕТАКРИЛАТОВ В ГЕЛЬПОЛИМЕРНУЮ МАТРИЦУ НА ОСНОВЕ ДИАЛЛИЛЬНЫХ МОНОМЕРОВ

Одной из основных стадий изготовления светофокусирующих полимерных элементов является диффузия мономера с низким показателем преломления ( $n$ ) в гельполимерную матрицу с высоким показателем преломления, которая представляет собой частично сшитый полимер с сравнительно малой степенью конверсии, содержащей исходный дифункциональный мономер [1, 2]. Так как стадия диффузии является определяющей для создания необходимого распределения градиента концентрации мономера с низким показателем преломления и, следовательно, градиента показателя преломления, для разработки оптимальной технологии получения светофокусирующих полимерных элементов необходимо располагать данными анализа состава диффузионной ванны, где в процессе изготовления графина осуществляется обмен мономера гельполимерной матрицы (содержащегося в частично структурированной матрице) на мономер-диффузانت.

ДАИФ моль%

Рис. 1. Кинетические кривые диффузии фторалкилметакрилатов в матрицу из ДАИФ при 50°C: 1— $n_1$ FMA; 2— $n_2$ FA; 3—МАМС; 4— $n_2$ FMA; 5— $n_3$ FA; 6— $n_3$ FMA



Эффективным методом для проведения данного анализа является метод газо-жидкостной хроматографии [3]. Хроматографические исследования проводились на хроматографе «Хром-5» с использованием катарометра и колонки из стекла размером 3000×3 мм с твердой фазой 5% SE-30 на хроматоне АW, газ-носитель—гелий (скорость 30 мл/мин), при температуре колонки 250—280°C, испарителя 165°C.

В качестве мономера с низким показателем преломления (диффузанта) использовались фтор- и кремнийсодержащие метакрилаты (акрилаты  $n=1,34-1,43$ ). Кремнийорганические метакрилаты были получены по методике, описанной в работе [4].

Гельполимерные матрицы были синтезированы нами в виде цилиндрического стержня методом радикальной полимеризации диаллил-изофталата и диэтиленгликоль-бис(аллилкарбоната). Начало гелеоб-

Значения энергии активации и коэффициенты взаимодиффузии для систем ДАИФ—FMA, ДЭГБАК—FMA, ДЭГБАК—FA, ДАИФ—FA, ДЭГБАК—МАС

Исследуемая система		Д · 10 <sup>-6</sup> см <sup>2</sup> /с при 50°C	Е кДж/моль
Диффузант	Матрица		
Тетрафторпропилметакрилат (p <sub>1</sub> FMA)	Диаллилизэфталат ДАИФ	10,00	15,10
Октафторпентилметакрилат (p <sub>2</sub> FMA)	Диаллилизэфталат ДАИФ	4,18	21,36
Додекафторгексилметакрилат (p <sub>3</sub> FMA)	Диаллилизэфталат ДАИФ	1,50	34,90
Октафторпентилакрилат (p <sub>2</sub> FA)	Диаллилизэфталат ДАИФ	3,20	20,01
Додекафторгексилакрилат (p <sub>3</sub> FA)	Диаллилизэфталат ДАИФ	1,60	30,20
Тетрафторпропилметакрилат (p <sub>1</sub> FMA)	Диэтиленгликоль-бис- аллилкарбонат ДЭГБАК	12,00	13,20
Октафторпентилметакрилат (p <sub>2</sub> FMA)	Диэтиленгликоль-бис- аллилкарбонат ДЭГБАК	6,50	19,26
Додекафторгексилметакрилат (p <sub>3</sub> FMA)	Диэтиленгликоль-бис- аллилкарбонат ДЭГБАК	2,80	23,90
Октафторпентилакрилат (p <sub>2</sub> FA)	Диэтиленгликоль-бис- аллилкарбонат ДЭГБАК	5,90	—
Додекафторгексилакрилат (p <sub>3</sub> FA)	Диэтиленгликоль-бис- аллилкарбонат ДЭГБАК	3,60	—
Метакрилоилоксиметилтри- метилсилан (МАС)	Диэтиленгликоль-бис- аллилкарбонат ДЭГБАК	4,80	—

разования контролировалось рефрактометрически [5]. Количественная оценка гельфракции проводилась в аппарате Соклета гравиметрически. Содержание гельфракции гелиполимерной матрицы составляло 22—25%. Оба типа мономеров выбраны с учетом их хорошей совместности и способности образовывать прозрачные сополимеры.

В соответствии с вышесказанным были подобраны определенные пары мономеров, приведенные в табл. 1. Диффузия проводилась в интервале температур 20—70°C, причем для достижения заданного распределения показателя преломления в исследованном интервале температур оптимальной является 40—50°C.

Понижение температуры ниже указанного интервала значительно замедляет процесс диффузии в гелиполимерную матрицу, а ее повышение выше 70°C вызывает преждевременную полимеризацию диффузанта, и заданное распределение показателя преломления не достигается.

Экспериментальные данные по кинетике обмена мономеров-диффузантов и гелиполимерной матрицы, полученные с учетом результатов хроматографического и гравиметрического анализов, представлены на рис. 1 и 2.

Из экспериментальных кривых и теоретической зависимости объемной доли мономера матрицы, вышедшего в диффузионную ванну, от обобщенного параметра диффузии Dt/R<sup>2</sup> (рис. 3) были определены коэффициенты взаимодиффузии мономеров с низким и высоким показателями преломления. Теоретический расчет выполнен в предпо-

ложении справедливости второго закона Фика для диффузии мономера с низким  $n$  из бесконечной ванны в цилиндрический полимерный стержень определенного диаметра в процессе формирования градиента показателя преломления.

ДЭГБАК моль%

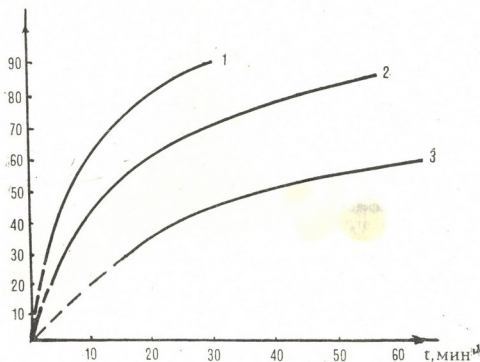
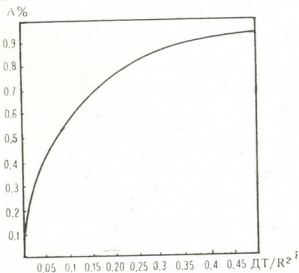


Рис. 2. Кинетические кривые диффузии фторалкилметакрилатов в матрицу из ДЭГБАК при различных температурах: 1 — 60°C; 2 — 40°C; 3 — 20°C

По данным коэффициентов диффузии вычислялась энергия активации процесса.

Как показали исследования (рис. 2), с повышением температуры

Рис. 3. Теоретическая зависимость объемной доли мономера, вышедшего в ванну (A), от обобщенного параметра диффузии  $Dt/R^2$



коэффициент диффузии возрастает, но практически не зависит от времени (табл. 2), что хорошо согласуется с литературными данными [1, 3].

Было также установлено, что существует определенная зависимость величины коэффициента диффузии от химической природы мономеров диффузанта и матрицы (табл. 1). Так, например, с увеличением мольного объема и гидрофобности диффузанта коэффициент диффузии уменьшается (рис. 1 и 2). Кроме того, оказалось, что наиболее



Таблица 2

Кинетические характеристики процесса диффузии для пары мономеров ДАИФ— $p_1$ FMA

Время диффузии, мин	Концентрация матричного мономера С, %	Доля мономера, вышедшего в ванну А, %	Обобщенный параметр диффузии $Dt/R^2$	Коэффициент диффузии $D \cdot 10^{-6}$ см <sup>2</sup> /с
15	2,90	35,0	0,035	2,4
30	3,54	42,7	0,065	2,2
40	4,13	49,8	0,080	2,1
50	4,53	54,6	0,100	2,1
60	4,82	53,1	0,113	2,0
70	5,02	60,5	0,135	2,0

предпочтительным с точки зрения создания максимального перепада показателя преломления между осью и поверхностью градиентного элемента в качестве диффузанта являются фторакрилат и фторметакрилат, содержащие 4 атома фтора в молекуле (табл. 1).

Таким образом, результаты исследования позволяют определить оптимальные условия диффузионного процесса и осуществить направленный выбор мономеров для создания градиентных элементов высокого оптического качества.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.4.1988)

ორგანული ქიმია

ს. კანდელაკი, კ. გოგობერიშვილი, ნ. ლეკიშვილი, ო. ჯიქია,

ვ. ხაგულაძე, ლ. ხანანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) დიალილური მონომერების საფუძველზე მიღებულ გელ-პოლიმერულ მატრიცაში ფტორ-და სილიციუმის შემცველი აკრილატების დიფუზიის კინეტიკის შესწავლა

რეზიუმე

გაზურ-თხევადი ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდით შესწავლილია სინათლის მფოკუსირებელი გრადიენტული ელემენტების მიღების დიფუზიური პროცესის კინეტიკა, მონომერ-დიფუზანტების და მატრიცის (დიფუზი-ციონალური) მონომერების სხვადასხვა წყვილის გამოყენებისას.

ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე გამოთვლილია შესაბამისი პარამეტრები.

## ORGANIC CHEMISTRY

S. A. KANDELAKI, K. M. GOGOBERISHVILI, N. G. LEKISHVILI, O. D. JIKIA, V. S. CHAGULOV, L. M. KHANANASHVILI

## INVESTIGATION OF DIFFUSION PROCESSES OF FLUORINE AND SILICON-CONTAINING METHACRYLATES INTO THE GEL-POLYMER MATRIX ON THE BASIS OF DIALLYL MONOMERS

## Summary

The paper presents the results of investigation of the diffusion process kinetics during the production of light-focusing elements with the use of different pairs of diffuse monomers and the matrix.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Б. Галимов, В. И. Косяков, А. Ш. Тухватулин, Л. Ю. Тихонова, А. Г. Болдырев. Оптика и спектроскопия, т. 50, вып. 3, 1982, 546—549.
2. Ю. С. Айрапетов, Н. Г. Гачечиладзе, С. И. Григорьев, Е. М. Дианов, М. З. Згуладзе, С. А. Канделаки, А. Н. Мествиришвили, В. Р. Сагарадзе, В. С. Чагулов. Квантовая электроника, 9, № 2, 389—390.
3. Л. Д. Будовская, В. Н. Иванова, Г. О. Карапетян, В. И. Косяков, Л. Ю. Тихонова, А. Ш. Тухватулин. ЖПХ, № 8, 1730—1732.
4. R. L. Merker, J. E. Noll. J. Org. Chemistry, v. 21, № 12, 1956.
5. В. С. Никифорова, А. А. Кондратович, Ю. С. Зайцев, И. И. Алексеев. Высокомолекулярное соединение, № 1, 1986, 5761.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), А. Ю. КРУПЕННИКОВА,  
М. Н. БУРДЖАНАДЗЕ, Д. Н. БАРНАБИШВИЛИ, Н. И. ГОГОДЗЕ,  
Т. В. ШАРАШЕНИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ КАТИОНОВ СКАНДИЯ НА СВОЙСТВА ЦЕОЛИТА  
ТИПА Y И КЛИНОПТИЛОЛИТА

Цеолиты, представляющие собой кристаллические пористые алюмосиликаты, способны проявлять молекулярно-ситовое действие и благодаря подвижности катионов активно участвуют в ионообменных реакциях.

Обмен катионов в цеолите может резко изменить его стабильность, адсорбционные характеристики, в том числе селективность, а также каталитическую активность и другие важные физические свойства [1—3].

Объектом исследования был избран достаточно кислотоустойчивый фожазит типа Y, используемый в катализе и обладающий ионообменными свойствами, а также природный клиноптилолит месторождения Хекордзула (КлХ).

Ранее нами был предложен экстремальный способ модифицирования фожазита обработкой существенно кислым раствором, содержащим обменные катионы скандия, приводящий к образованию сверхактивного катализатора [4].

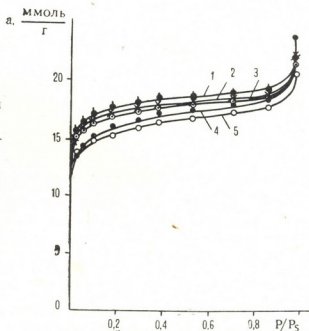


Рис. 1. Адсорбция паров воды при 293 К на скандийсодержащих цеолитах типа Y: 1—ScY (2); 2—ScY (1); 3—ScY (4); 4—NaY; 5—ScY (5)

В настоящей работе приводятся результаты изучения скандийсодержащих образцов и водородных форм цеолитов типа Y и клиноптилолита, синтезированные в аналогичных условиях, но без участия скандия. Изучение адсорбционных свойств осуществлялось микровесовым методом по парам воды и бензола в широком интервале давлений.

Изотермы адсорбции паров воды для скандийсодержащих модификаций (рис. 1) подтверждают влияние катионов скандия. Так, в ре-



зультате первых двух ионообменных операций адсорбция несколько повышается. Однако дальнейшее обогащение цеолита скандием приводит к некоторому относительному снижению адсорбционных величин.

Для водородных форм цеолита типа Y характерно расположение изотерм выше изотермы начального образца (рис. 2).

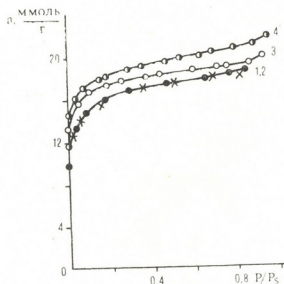
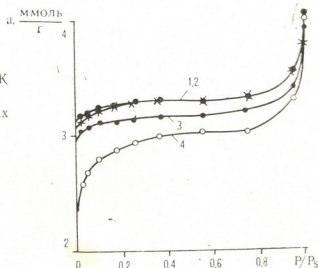


Рис. 2. Адсорбция паров воды на водородных формах цеолита типа Y при 293 К:  $\times$ —NaY;  $\bullet$ —HY(2);  $\circ$ —HY(4);  $\circ$ —HY(5)

Адсорбция бензола на скандиевых формах закономерно снижается по мере увеличения количества скандия в составе цеолита, что с учетом данных по адсорбции паров воды свидетельствует о большей четкости проявления молекулярно-ситовых свойств (рис. 3).

Двукратно обработанные образцы проявляют тенденцию к незначительному снижению адсорбционной способности в отношении бензола в соответствии со следующим рядом: NaY > ScY > HY.

Рис. 3. Адсорбция бензола при 293 К на скандийсодержащих цеолитах типа Y: 1, 2—NaY, ScY(1); 3—ScY(2); 4—ScY (5)



Из изотерм адсорбции (рис. 1—3) видно, что и для скандиевых образцов и водородных форм цеолита Y численные значения величины адсорбции паров воды и бензола изменяются в сравнительно узких пределах. Так как в последние годы особое значение придается изучению и применению природных цеолитов, значительный интерес приобретает установление возможности их использования в качестве адсорбентов и катализаторов [5, 6].

Клиноптилолит является наиболее распространенным природным цеолитом, а высокая термо- и кислотостойкость, способность к ионному обмену определяют его практическую ценность. Химическое мо-

дифицирование природных цеолитов предопределяет возможность получения разнообразного ассортимента тонкопористых тел широкого назначения [7, 8].

Адсорбционная способность цеолитов по парам воды (293 К,  $p/p_s=0,40$ , вакуумирование при 623 К)

Фожазит	$a$ $\frac{\text{ммоль}}{\text{г}}$	$V$ $\frac{\text{см}^3}{\text{г}}$	Клиноптилолит	$a$ $\frac{\text{ммоль}}{\text{г}}$	$V$ $\frac{\text{см}^3}{\text{г}}$
NaY	17,08	0,307	КлХ	4,78	0,080
ScY(2)	18,40	0,331	ScКлХ(2)	5,37	0,097
ScY(4)	17,60	0,317	ScКлХ(4)	5,06	0,091
ScY(5)	16,40	0,295	ScКлХ(5)	4,99	0,090
HY(2)	17,40	0,313	HKлХ(2)	4,83	0,087
HY(4)	18,30	0,329	HKлХ(4)	4,98	0,090

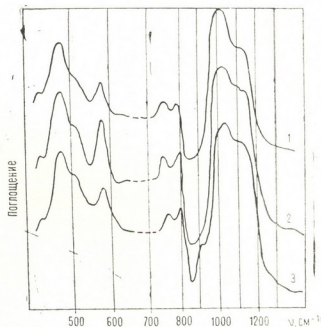
Примечание: Цифры в скобках соответствуют кратности обмена.

Получение скандийзамещенных и водородных форм осуществлялось обработкой клиноптилолита растворами соляной кислоты (H-формы) и существенно кислыми растворами, содержащими катионы скандия.

Сопоставление адсорбционных свойств по водяным парам для случаев NaY и КлХ выявляет аналогичные закономерности: включение в состав цеолита катионов скандия приводит к некоторому повышению величин адсорбционного объема (см. таблицу). Увеличение степени обмена связано с монотонным их снижением. Обработка раствором соляной кислоты, не вызывающая структурных изменений, способствует некоторому увеличению адсорбционной способности.

Рис. 4. ИК-спектры цеолита типа

У: 1—NaY; 2—HY; 3—ScY



Изучение фожазитов методом ИК-спектроскопии показало, что в ИК-спектрах водородных форм (рис. 4) наблюдаются полосы поглощения, характерные для данного цеолита, а именно: 470, 580, 720, 790, 1020, 1130  $\text{см}^{-1}$ . Общая конфигурация спектров, интенсивность указанных полос и отсутствие каких-либо изменений в максимумах частот и относительной интенсивности свидетельствуют о сохранности цеолитной кристаллической структуры всех образцов, включая форму, полученную пятикратной обработкой раствором соляной кислоты.

Расположение и интенсивность спектров скандиевых цеолитов находятся в зависимости от степени обмена. Так, по мере замещения наблюдается монотонное ослабление относительной интенсивности всех полос поглощения, характерных для фожазита, главным образом

проявляемое в двух полосах — 470 и 580  $\text{см}^{-1}$ , относящихся к алюмо-кислородным тетраэдрам. По-видимому, соответствующие им области спектров более чувствительны к деформации структуры цеолита. По картине спектра поглощения для цеолита с максимальной степенью замещения ScY (5) можно предположить, что сравнительно усиленная обработка при его приготовлении определенно влияет на сохранность структуры кристаллической решетки и приводит к ее частичной аморфизации.

Рассмотрение ИК-спектров клиноптилолита и его скандиевых форм подтверждает описанную закономерность. Однако принципиальное различие заключается в большей стабильности цеолитной структуры, остающейся в условиях эксперимента практически без изменений.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 15.4.1988)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. კრუპენიკოვა,  
 ა. ზურჯანაძე, დ. ბარნაბიშვილი, ნ. გოგოძე, თ. შარაშენიძე  
 სკანდიუმის კათიონების გავლენა Y ტიპის ცეოლითისა და  
 კლინოპტილოლიტის თვისებებზე

რეზიუმე

აღსორბეტილი და სპექტრალური ანალიზებით შესწავლილია Y ტიპის ცეოლითისა და კლინოპტილოლიტის წყალბადური და სკანდიუმემცველი ფორმები.

ნაჩვენებია, რომ ცეოლითების თვისებები დამოკიდებულია კათიონურ შედგენილობასა და შიგაკრისტალურ არხებში განლაგებული იონების რაოდენობრივ თანფარდობაზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, A. Yu. KRUPENNIKOVA, M. N. BURJANADZE,  
 D. N. BARNABISHVILI, N. I. GOGODZE, T. V. SHARASHENIDZE

## THE EFFECT OF SCANDIUM CATIONS ON THE PROPERTIES OF Y-ZEOLITE AND CLINOPTILOLITE

Summary

Hydrogen and scandium-containing forms of Y-zeolite and clinoptilolite were studied by adsorptive and spectral analyses.

It is shown that the properties of zeolites depend on the cation content and on the quantitative equilibrium of ions in intracrystalline channels.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Брек. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976.
2. А. М. Толмачев, В. А. Никитина, Н. Ф. Челищев. Ионный обмен. М., 1981.
3. H. S. Sherry, H. F. Walton. J. Phys. Chem. Soc., v. 71, № 5, 1967.
4. Г. В. Цицишвили, А. Ю. Крупенникова, М. Н. Бурджанадзе. ДАН СССР, т. 240, № 3, 1978.
5. Г. В. Цицишвили. Клиноптилолит. Тбилиси, 1977.
6. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили. Природные цеолиты и возможности их использования в народном хозяйстве. Тбилиси, 1978.
7. Н. Ф. Челищев, Б. Г. Беренштейн и др. ДАН СССР, т. 210, № 5, 1973.
8. А. Р. Нефедова, З. В. Грязнова, Н. И. Пономарева, М. Н. Бурджанадзе. Нефтехимия, т. 21, № 3, 1981.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Л. В. ГЕГЕШИДЗЕ, В. В. ШАВГУЛИДЗЕ, Дж. И. ДЖАПАРИДЗЕ

**ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛОГЕНИДНЫХ  
 И ТИОЦИАНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ СВИНЦА  
 В 1,2-ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 12.4.1988)

В этиленгликоле (ЭГ) ряд устойчивости галогенидных и тиоцианатных комплексов свинца изменяется в последовательности  $NCS^- < Cl^- < Br^- < I^-$ . Можно предположить, что и в 1,2-пропиленгликоле (1,2-ПГ), являющемся гомологом ЭГ, указанная последовательность также должна соблюдаться.

Цель настоящего исследования — изучить условия образования и определить устойчивость галогенидных и тиоцианатных комплексов свинца в 1,2-ПГ.

Методика измерения описана в [1]. Индикаторным электродом служила амальгама свинца, а электродом сравнения — каломельный электрод состава 1,9 моль/л  $NaClO_4 + 0,1$  моль/л  $LiCl$  на 1,2-ПГ. Все соли, использованные в работе, были дважды перекристаллизованы и обезвожены. 1,2-ПГ после длительного встряхивания с гидроксидом лития перегонялся дважды под вакуумом и хранился в инертной (водород) атмосфере. Во всех случаях был использован свежеприготовленный растворитель. Исходная концентрация соли свинца постоянна для всех систем и равна 0,001 моль/л, а содержание хлорид-, бромид-, иодид- и тиоцианат-ионов изменяли от 0,005 до 0,7 моль/л. Потенциометрические измерения проводили на потенциометре р-363 при постоянной ионной силе ( $\mu=2$ ) и температуре ( $25 \pm 0,1^\circ C$ ), на фоне перхлората натрия.

Т а б л и ц а 1

Значения потенциалов свинец-амальгамного электрода в 1,2-ПГ при различной концентрации ионов свинца ( $\mu=2$ ;  $25^\circ C$ )

$C_{Pb^{2+}}$ , моль/л	$-E$ , В	$-E^\circ$ , В	$C_{Pb^{2+}}$ , моль/л	$-E$ , В	$-E^\circ$ , В
0,0001	0,543	0,425	0,002	0,508	0,428
0,0005	0,524	0,426	0,004	0,501	0,430
0,001	0,516	0,427	0,005	0,497	0,430
0,0014	0,511	0,427			

Определение состава и устойчивости комплексов проводили методом Ледена [2] и наименьших квадратов (МНК) [3]. Значения констант устойчивости, полученные МНК, приведены с доверительным 36. „მეცნიერება“, ტ. 134, № 3, 1989



интервалом для надежности 0,95. В остальных случаях ошибки в определении оценивались из возможных способов экстраполяции функции на нулевую концентрацию лиганда.

Таблица 2

Общие константы устойчивости ( $\beta_n$ ) галогенидных и тиоцианатных комплексов свинца в 1,2-ПГ при  $\mu=2$  и температуре 25°C

$\beta_n$	Л И Г А Н Д Ы			
	I <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NCS <sup>-</sup>
$\beta_1$	$(4,87 \pm 0,72) \cdot 10^1$	$(4,00 \pm 0,00) \cdot 10^1$	$(1,14 \pm 0,36) \cdot 10^1$	$3,80 \pm 0,00$
$\beta_2$	$(9,45 \pm 1,91) \cdot 10^2$	$(2,68 \pm 0,53) \cdot 10^2$	$(1,96 \pm 0,13) \cdot 10^2$	---
$\beta_3$	$(8,00 \pm 1,72) \cdot 10^4$	$(2,00 \pm 0,00) \cdot 10^3$	---	---
$\beta_4$	$(9,53 \pm 2,01) \cdot 10^4$	---	---	---

Как видно из табл. 1, амальгамный электрод свинца в 1,2-ПГ подчиняется уравнению Нернста в широком интервале концентрации нитрата свинца: 0,0001—0,005 моль/л, что свидетельствует об обратимости свинцового амальгамного электрода в 1,2-ПГ.

Кривые потенциометрического титрования нитрата свинца растворами некоторых лигандов приведены на рис. 1. Расположение кривых рис. 1 однозначно показывает, что закомплексованность свинца возрастает в ряду лигандов  $\text{NCS}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$ .

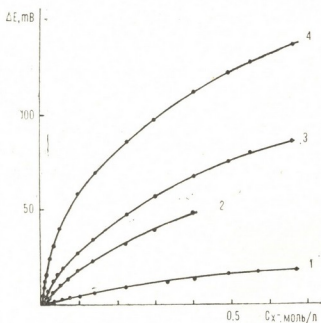


Рис. 1. Зависимость  $\Delta E$  от общей концентрации лигандов в системах: 1 —  $\text{Pb}^{2+}$  —  $\text{NCS}^-$  — 1,2-ПГ; 2 —  $\text{Pb}^{2+}$  —  $\text{Cl}^-$  — 1,2-ПГ; 3 —  $\text{Pb}^{2+}$  —  $\text{Br}^-$  — 1,2-ПГ; 4 —  $\text{Pb}^{2+}$  —  $\text{I}^-$  — 1,2-ПГ ( $C_{\text{Pb}^{2+}} = 0,001$  моль/л.  $\mu=2$ ; 25°C)

В табл. 1 приведены общие константы ( $\beta_n$ ) устойчивости галогенидных и тиоцианатных комплексов свинца в 1,2-ПГ, при  $\mu=2$ . Анализ табл. 2 показывает, что стабильность комплексов свинца в 1,2-ПГ увеличивается в ряду лигандов  $\text{NCS}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$ . Этот ряд сохраняется как для катионных, так и для электронейтральных и анионных комплексов.



Прочность комплексов свинца в 1,2-ПГ выше прочности аналогичных комплексов в воде и ЭГ.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической  
химии и электрохимии

(Поступило 14.4.1988)

ელექტროქიმია

ლ. გეგეშიძე, ვ. შავგულიძე, ჯ. ჯაპარიძე

ტყვიის ჰალოგენ- და თიოციანატ-კომპლექსების  
კოტენციომეტრული შესწავლა 1,2-პროპილენგლიკოლში

რეზიუმე

დადგენილია ტყვიის ჰალოგენ- და თიოციანატ-კომპლექსების შედგენილობა და მდგრადობის მუდმივები 1,2-პროპილენგლიკოლში.

ELECTROCHEMISTRY

L. V. GEGESHIDZE, V. V. SHAVGULIDZE, J. I. JAPARIDZE

POTENTIOMETRIC INVESTIGATION OF HALOGENIDE AND  
THIOCYANATE COMPLEXES OF LEAD IN 1,2-PROPYLENE GLYCOL

Summary

The composition and stability constants of halogenide and thiocyanate complexes of lead in 1,2-propylene glycol have been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Шавгулидзе, П. Г. Гоголадзе, Т. Дж. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 125, № 1, 1987, 69.
2. Ф. Хартли, К. Бергерс, Р. Оллок. Равновесия в растворах. М., 1983, 63.
3. Р. Доэрфель. Статистика в аналитической химии. М., 1969, 58.



## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. Ш. ВАРАДАШВИЛИ, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)  
Н. И. ЦОМАЯ, Н. П. ЛОБУСЕВИЧ, Э. С. СТАРОДУБЦЕВ,  
В. М. КОПЫЛОВ, Б. М. КИПНИС, Ю. Н. НОВИКОВ, М. Е. ВОЛЬПИН

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЗИНТЕГРАТОРА ДЛЯ АКТИВАЦИИ КОМПОНЕНТОВ КОНТАКТНЫХ МАСС ПРЯМОГО СИНТЕЗА МЕТИЛХЛОРСИЛАНОВ

Как известно [1], основным методом получения органохлорсиланов является прямой синтез, включающий реакцию алкил-, арил- или винилхлоридов с кремнием в присутствии меди и промоторов (Zn,  $ZnCl_2$ ). Роль меди в сочетании с другими промоторами заключается в активации органохлоридов и переносе органических групп и хлора на кремний.

Для эффективного протекания таких процессов желателен тесный контакт кремния с медью, что достигается при использовании Si—Cu сплава, получение которого является энергоемким и дорогостоящим процессом.

Одним из подходов к созданию высокоактивных контактных масс (КМ) может заключаться в нанесении меди на поверхность кремния.

Поэтому большой интерес представляет использование универсального дезинтегратора-активатора (УДА), принцип действия которого заключается в большом энергетическом воздействии ударными элементами на твердое вещество [2]. В результате такого воздействия происходит измельчение твердого вещества, искажение его структуры и появление большого числа дефектов, а также химические реакции между различными твердыми веществами [3].

В настоящей работе приведены первые результаты использования УДА для получения КМ прямого синтеза метилхлорсиланов (МХС) из кремния низкого качества. В таблице представлены данные по активности различных контактных масс в синтезе МХС, а также состав образующихся хлорсиланов.

Различие в контактных массах состоит в том, что в УДА обрабатывается либо один кремний (КМ-2), либо медь (КМ-6), либо раздельно кремний и медь (КМ-3), либо смесь кремния и меди (КМ-4), либо смесь кремния, меди и цинка (КМ-5). В таблице для сравнения приведены данные по активности КМ, состоящей из компонентов, не обработанных в УДА (КМ-1).

Как видно из таблицы, обработка одного кремния в УДА приводит к повышению активности в 1,7 раза. Измельчение одной меди (КМ-6) мало сказывается на эффективности процесса, однако использование в КМ раздельно измельченных кремния и меди (КМ-3) приводит к повышению активности КМ с 70 до 160 г/кг·час.

Повышение активности КМ в результате обработки кремния в УДА не связано с различием дисперсности кремния, поскольку в обоих случаях (КМ-1 и КМ-2) использовался кремний с размерами частиц  $\leq 80$  мкм, но может быть обусловлено искажением структуры кремния и появлением в его структуре дефектов. В случае КМ-3 в активность вносит вклад не только искажение структуры кремния, но и искажение структуры меди.

Существенно отметить, что совместная обработка кремния и меди или кремния, меди и цинка (КМ-4 и КМ-5) приводит к наиболее активным КМ. Можно полагать, что большая активность КМ-4 по сравнению с КМ-3 обусловлена образованием в КМ-4 поверхностных соединений Si—Cu при обработке в УДА.

Активность контактных масс в прямом синтезе МХО (КМ: Si=94%; Cu=5%; Zn=1%; загрузка—10 г; T°=350; расход хлористого метила—6 г/час)

№ КМ	Компоненты, обработанные в УДА	Производительность, г/кг·час	Состав МХС, %						
			M <sub>2</sub> SiCl <sub>2</sub>	M <sub>3</sub> SiCl	MSiCl <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> SiHCl	MSiHCl <sub>2</sub>	HSiCl <sub>3</sub>	SiCl <sub>4</sub>
1	—	70	47,0	3,4	37,5	0,7	11,4	—	—
2	Кремний	140	49,0	4,0	38,4	0,5	8,0	сл.	0,1
3	Кремний и медь раздельно	160	50,0	6,0	37,0	0,8	6,1	сл.	0,1
4	Смесь кремния и меди	190	50,0	5,4	35,1	0,6	8,8	0,1	сл.
5	Смесь кремния, меди и цинка	190	48,0	5,0	37,0	0,3	9,7	сл.	сл.
6	Медь	90	51,0	5,0	35,0	0,5	8,5	сл.	—

Состав образуемых МХС практически одинаков для КМ, обработанных и не обработанных в УДА, что может указывать на одинаковую природу активных центров в обоих случаях.

Таким образом, при обработке компонентов КМ прямого синтеза МХС в УДА происходит повышение активности КМ, по-видимому, как за счет искажения структуры компонентов, так и за счет образования поверхностных соединений Si—Cu.

В работе использовался технический кремний (КР-1 УАЗ) пониженного качества из-за наличия в нем микропримесей (0008 % серы), не предусмотренных ГОСТом 2169—69, (медь марки ПМС-2) с размером частиц 50—80 мкм (ГОСТ 4960—75), и цинк. Механо-химическая обработка кремния (с размером частиц 300—500 мкм) или смесей кремния с медью и промоторами проводилась на лабораторном универсальном дезинтеграторе-активаторе (D=95) с использованием круглопальцевых четырехрядных роторов прямого удара при скорости вращения 6000 об/мин.

Активность КМ в прямом синтезе МХС проверялась на лабораторной установке [4]. В U-образный стеклянный реактор загружалась КМ (состав: кремний—94%, медь—5%, цинк—1%) в количестве 10 г, и при температуре 300—350°C в течение 6 часов пропускался хлористый метил со скоростью 6 г/час. Полученная смесь хлорсиланов конденсировалась в ловушке и после испарения избыточного хлористого метила анализировалась на хроматографе ЛХМ-72.

Тбилисский государственный университет

Академия наук СССР  
 Институт элементоорганических соединений  
 Москва

Государственный научно-исследовательский институт химической технологии и элементоорганических соединений  
 Москва

(Поступило 16.12.1988)

ა. ვარადაშვილი, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ნ. ცომაია, ნ. ლობუსევიჩი, ე. სტაროდუბტსევი, ვ. კოპილოვი, ბ. კიპნიცი,  
 ი. ნოვიკოვი, ა. ვოლპინი

დეზინტეგრატორის გამოყენება მეთილქლორსილანების  
 პირდაპირი სინთეზისათვის საჭირო კონტაქტური მასის  
 კომპონენტების აქტივაციის მიზნით

რეზიუმე

შესწავლილია უნივერსალურ დეზინტეგრატორ-აქტივატორზე (უდა) მომზადებული, მეთილქლორსილანების პირდაპირი სინთეზისათვის საჭირო კონტაქტური მასის (კმ) აქტივობა. ნაჩვენებია, რომ კმ-ს კომპონენტების (სილიციუმი, სპილენძი, ცინკი) უდა-ზე დამუშავება ზრდის მის აქტივობას, რომ კმ-ს აქტივობის ზრდა დაკავშირებულია არა ნაწილაკების ზომების შემცირებასთან, არამედ, ჩვენი აზრით, იგი გამოწვეულია ნაწილაკების ზედაპირზე დეფექტების წარმოქმნასთან, სტრუქტურის დამახინჯებასა და ზედაპირული ქიმიური ნერთის Si—Cu-ის წარმოქმნასთან.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. Sh. VARADASHVILI, L. M. KHANANASHVILI, N. I. TSOMAYA,  
 N. P. LOBUSEVICH, E. S. STARODUBTSEV, V. M. KOPYLOV,  
 B. M. KIPNIS, Yu. N. NOVIKOV, M. E. VOLPIN

## THE USE OF DESINTEGRATOR FOR ACTIVATION OF CONTACT MASS COMPONENTS IN THE DIRECT SYNTHESIS OF METHYLCHLOROSILANES

### Summary

The activity of the contact mass prepared using the universal desintegrator-activator was studied in the direct synthesis of methylchlorosilanes. It was established that such treatment increases the activity of the contact mass, which is not due to the dispersion of particles, but is rather related to the distortion of the surface and formation of surface Si—Cu compounds.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Лобусевич, Л. П. Спорихина, Ю. П. Ендовин. Производство метил- и этилхлорсиланов методом прямого синтеза. М., 1973, 3—25.
2. Л. А. Хинг. Научно-информационный сб. СКТБ «Дезинтеграторы». Таллин, 1980, 66—72.
3. R. Schrader, K. H. Wepner. Chem. Techn., 1974 bd. 26, № 5. 302-303.
4. Н. П. Лобусевич, И. В. Трофимова, Н. А. Андрианов, Е. А. Голубцов. ЖПХ, 1964, т. 37, 1148—1152.

Г. Л. ГРИГОЛИЯ, Э. Я. СЛАБДЗЕ

## ПЕРЕХОД ОТ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ $S_B$ ДЖОНСОНА К ОБЫЧНЫМ ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 25.7.1988)

В гидрологических расчетах широко применяется ограниченное с двух сторон распределение  $S_B$  Джонсона, которое имеет ряд преимуществ перед другими распределениями, применяемыми в гидрологии [1]. Основным недостатком этого распределения считается трудность перехода от параметров  $S_B$ -распределения к общепринятым характеристикам исходного ряда, коэффициентам вариации  $C_V$  и асимметрии  $C_S$ . В случае применения  $S_B$ -распределения это положение осложняло использование всего обширного опыта, накопленного гидрологией в форме многочисленных оценок коэффициентов  $C_V$  и  $C_S$  по различным рекам и разным видам расхода воды [2].

В работе [3] с помощью метода Монте-Карло были выявлены связи верхней  $b$  и нижней  $a$  границ  $S_B$ -распределения и параметров  $m_\tau$  и  $\sigma_\tau$  (соответственно среднее значение и среднеквадратическое отклонение последовательности  $\tau_i = \ln [(x_i - a)/(b - x_i)]$ ) с коэффициентами вариации и асимметрии.

В практике гидрологических расчетов для оценки коэффициентов вариации и асимметрии трехпараметрического гамма-распределения в основном используется метод приближенного наибольшего правдоподобия [2]. По наблюдаемым данным вычисляются статистики  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$ , и по ним определяются  $C_V$  и  $C_S$ . Аналитическое решение уравнения, связывающего эти параметры со статистиками  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$ , возможно только лишь путем подбора и связано с громоздкими вычислениями. Поэтому для практического применения указанного метода построены номограммы. Таким же образом можно оценить параметры  $S_B$  распределения методом приближенного наибольшего правдоподобия или другими методами [4] и найти соответствующие им  $C_V$  и  $C_S$ . С этой целью можно использовать метод моментов, суть которого в этом случае заключается в том, что при заданных параметрах распределения  $S_B$  Джонсона нужно найти соответствующие начальные и центральные моменты исходного ряда.

Начальный момент  $K$ -го порядка обозначим через  $M_K$ , для  $S_B$ -распределения его можно вычислить с помощью уравнения

$$M_K = \int_a^b x^K f(x) dx, \quad (1)$$



где  $f(x)$  — плотность распределения  $S_B$  Джонсона:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_\tau^2 \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{b-a}{(x-a)(b-x)} \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_\tau^2} \left[ \ln \left( \frac{x-a}{b-x} \right) - m_\tau \right]^2 \right\}. \quad (2)$$

Искомые параметры  $x_0$ ,  $C_V$  и  $C_S$  определяются начальными моментами

$$\begin{aligned} x_0 &= M_1; \\ C_V &= \sqrt{\frac{M_2 - M_1^2}{M_1^3}}; \\ C_S &= \frac{M_3 - 3M_2M_1 + 2M_1^3}{(M_1 \cdot C_V)^3}. \end{aligned} \quad (3)$$

Уравнение (1) для  $S_B$ -распределения не имеет аналитического решения, и необходимо применить приближенные методы, среди которых наиболее распространенным является метод Симпсона.

Как известно, величина определенного интеграла  $\int_a^b f(x)dx$  представляет собой площадь, ограниченную графиком функции  $y = f(x)$ , прямыми  $x=a$ ,  $x=b$  и осью абсциссы  $OX$ .

Разобьем интервал интегрирования  $(a, b)$  на  $2n$  равных отрезков длиной  $h=(b-a)/2n$  с точками  $a=x_0 < x_1 < x_2 \dots < x_{2n}=b$  и соответствующими значениями подынтегральной функции  $y_0, y_1, \dots, y_{2n}$ . На каждом отрезке подынтегральную функцию заменим параболой второй степени, проходящей через точки кривой с  $x_0, x_0+h, x_0+2h$ , и сложением всех значений  $f(x)$  на каждом отрезке получим формулу

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{2n} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{2n-2} + 4y_{2n-1} + y_{2n}), \quad (4)$$

которая носит название формулы Симпсона [5]. Проведение расчетов вручную для заданных шагов интегрирования  $h$  не составляет больших трудностей, однако при больших значениях верхнего предела распределения  $b$  несколько громоздко. Но уже сегодня, при широком внедрении персональных компьютеров ручные расчеты теряют практический смысл.

Составлена довольно простая программа расчета на языке Бейсик и приведены расчеты на персональном компьютере ЕС-1840. Расчеты ведутся в следующей последовательности: задаются параметры  $S_B$ -распределения  $a, b, m_\tau, \sigma_\tau$ , в зависимости от интервала  $(b-a)$  назначается такое значение  $N_1=2n_1$ , при котором  $h_1=(b-a)/N_1$  окажется приблизительно равным 0,1 ( $h_1 \approx 0,1$ ), по указанным выше формулам вычисляются  $\bar{K}, C_V, C_S$ . Затем число шагов  $N$  увеличивается в 2, 4, ... раза ( $N_2=2N_1, N_3=2N_2, \dots, N_m=2N_{m-1}$  и т. д., соответственно  $h$  уменьшается в 2, 4 ... раза и т. д.) до тех пор, пока вычисленные параметры  $\bar{K}, C_V, C_S$  не стабилизируются. Как показали расчеты, уже при  $m=2; 3$  (т. е.  $h \approx 0,05; 0,025$ ) значения параметров практически не меняются.

Для проверки достоверности и надежности полученных результатов использован метод Монте-Карло. Были смоделированы искус-

ственные гидрологические ряды большой продолжительности ( $N=50000$ ) с заданными параметрами  $S_B$ -распределения  $a, b, m_\tau, \sigma_\tau$  и методом моментов оценивались параметры  $C_V$  и  $C_S$  полученных рядов, а затем эти параметры сравнивались с параметрами  $C_V^*$  и  $C_S^*$ , полученными с помощью интегрирования по тем же  $a, b, m_\tau$  и  $\sigma_\tau$ . Проведены расчеты для годовых величин стока различных рек (более 30 примеров). Во всех случаях параметры  $C_V$  и  $C_S$ , рассчитанные по предложенному методу, и моделированных рядов, принимаемых за исходные, полностью совпали (см. таблицу).

Значения коэффициентов вариации и асимметрии, рассчитанные по моделированным рядам— $C_V$  и  $C_S$  и методом Симпсона— $C_V^*$ ,  $C_S^*$  с заданными  $a, b, m_\tau, \sigma_\tau$

Река, створ	$a$	$b$	$m_\tau$	$\sigma_\tau$	$C_V$	$C_S$	$C_V^*$	$C_S^*$
Вента (х. Абава)	0	11,8	-2,417	0,292	0,27	0,70	0,27	0,73
Десна (г. Чернигов)	0,2	178	-5,465	0,370	0,30	1,12	0,30	1,18
М. Узень (с. М. Узень)	0,1	2,72	-0,948	1,910	0,74	0,59	0,74	0,58
Урал (с. Кушум)	0,25	4,06	-1,798	1,213	0,64	1,34	0,64	1,36

Результаты расчетов показали, что для приведения параметров  $S_B$ -распределения  $a, b, m_\tau, \sigma_\tau$  к коэффициентам вариации  $C_V$  и асимметрии  $C_S$  можно использовать метод Симпсона, который дает надежные и приемлемые результаты. Полученный вывод расширяет возможности более широкого применения распределения  $S_B$  Джонсона в гидрологических расчетах.

Тбилисский государственный  
университет

Закавказский региональный  
научно-исследовательский  
институт

(Потепило 1.9.1988)

ჰიდროლოგია

ბ. გრიგოლია, ე. საბაძე

ჯონსონის  $S_B$  განაწილების პარამეტრებიდან ჩვეულებრივ  
ჰიდროლოგიურ მახასიათებლებზე გადასვლა

რეზიუმე

ჰიდროლოგიურ განგარიშებებში ჯონსონის  $S_B$  განაწილების გამოყენების დროს ამ განაწილების პარამეტრები სიმპსონის მეთოდით გადაყვანილია ვარიაციისა და ასიმეტრიის კოეფიციენტებში. მონტე-კარლოს მეთოდით დასაბუთებულია ამ ხერხის საიმედოობა და პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობა.

G. L. GRIGOLIA, E. Ya. SABADZE

THE TRANSFER FROM PARAMETRES OF  $S_B$  JOHNSON  
DISTRIBUTION TO ORDINARY HYDROLOGICAL  
CHARACTERISTICS

## Summary

When applying  $S_B$  Johnson distribution to hydrological calculations its parametres can be reduced to variation and assymetry coefficients using the Sympson method. Calculations based on the Monte-Carlo method showed the reliability of the proposed procedure and the potentiality of its practical application.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Сванидзе, Г. Г. Григолия. Водные ресурсы, № 6, 1974, 45—59.
2. С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель. Гидрологические основы управления речным стоком. М., 1981.
3. Г. Л. Григолия. Водные ресурсы, № 6, 1979, 63—75.
4. Г. Л. Григолия. Тез. докл. V Всесоюзного гидрологического съезда. Секция теории и методов гидрологических расчетов. Л., 1986, 32—35.
5. Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. М., 1970.

Т. В. ГИОРГОБИАНИ, Д. П. ЗАКАРАЯ

### МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБНЕВИДНОЙ СКЛАДЧАТОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамк्रेлидзе 21.4.1988)

В пределах верхнеюрско-эоценового структурного этажа Северо-Западного Кавказа широко распространен гребневидный (эжиктивный) тип складчатости, характеризующийся развитием линейных узких сжатых антиклиналей, разделенных широкими пологими синклиналиями. Антиклинали асимметричны и наклонены или опрокинуты к юго-западу с крутыми ( $45-75^\circ$ ) падениями осевых плоскостей на северо-восток. Размеры их меняются в пределах 3—5 км. Пологие крылья антиклиналей наклонены под углами  $30-40^\circ$ , крутые —  $50-75^\circ$ . Последние, как правило, осложнены крутопадающими ( $50-80^\circ$ ) на северо-восток разрывными нарушениями. Синклинали имеют ши-

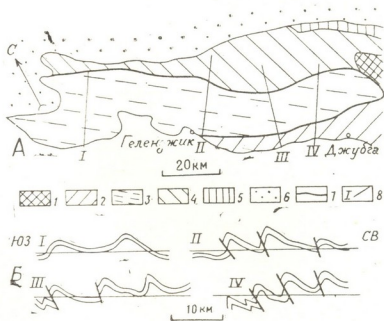


Рис. 1. А — Схема морфологических типов складчатости Северо-Западного Кавказа: 1 — нижне-среднеюрский структурный этап, верхнеюрско-эоценовый структурный этап; 2 — зона сильносжатой складчатости; 3 — зона гребневидной складчатости; 4 — зона брахиморфной складчатости; 5 — зона моноклинали; 6 — Западно-Кубанский передовой прогиб; 7 — границы зон складчатости; 8 — линии структурных профилей. Б — Структурные профили зоны гребневидной складчатости

рину 6—10 км. Углы падения их пологих крыльев составляют  $15-25^\circ$ . Зона развития гребневидной складчатости занимает большую часть территории Северо-Западного Кавказа, расположенной западнее ме-





ридиана г. Туапсе. Южнее от нее расположена зона сильносжатой складчатости, а севернее — зона брахиморфной складчатости, сменяющаяся, в свою очередь, зоной моноклинали (рис. 1).

Вопрос о причинах возникновения гребневидных складчатых структур является дискуссионным. Одни исследователи предполагают, что гребневидная складчатость образуется в результате вертикальных движений блоков земной коры способствующих перетеканию пластичного глинистого материала и нагнетанию его в ядра антиклиналей со стороны смежных ступеней и синклиналей [1, 2]. Другие считают, что гребневидная складчатость является результатом совместного двустороннего горизонтального сжатия слоистого чехла и фундамента, расчлененного разломами на блоки [3].

Детальное изучение этих структур позволило сделать вывод о том, что их формирование происходило в обстановке одностороннего бокового сжатия, направленного с юго-запада на северо-восток [4]. Образование гребневидной складчатости, по нашему мнению, предопределялось блоковой структурой фундамента, обусловленной наличием в нем крутопадающих, по-видимому, выполаживающихся с глуби-

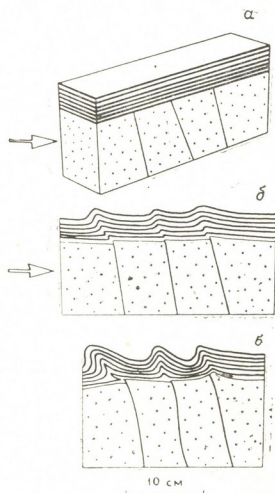


Рис. 2. Моделирование гребневидной складчатости: А — исходная модель; Б — после первого этапа сжатия; В — после второго этапа сжатия; точки — фундамент; черные слои — петролатум, белые — петролатум + каолин; стрелки — направление сжатия

ной разломов. Одностороннее горизонтальное сжатие, очевидно, вызвало вертикальные дифференцированные смещения блоков фундамента, которые в осадочном чехле привели к образованию лестницы надразломовых флексур. При нарастании тангенциального сжатия верхние замки флексур испытывали дальнейшие деформации и из них постепенно развивались узкие сжатые антиклинали. Пологие крылья флексур при этом приобретали наклонные залегания, благодаря листрическому характеру разломов, движения по которым вызывали поворот блоков по ходу часовой стрелки. Они и нижние замки флексур образовывали широкие плоские синклинали. В результате та-

კიხ преобразований из серии флексур возникла типичная гребневидная складчатость.

Для суждения о правомерности выводов относительно механизма образования гребневидной складчатости на основании геологических данных нами были поставлены эксперименты на эквивалентных материалах. Исходные модели (5×6×30 см) состояли из «фундамента» и расположенной на нем слоистой пачки («осадочный чехол») (рис. 2). Фундамент был смонтирован из ряда отдельных блоков, прилегающих друг к другу вплотную по наклонным плоскостям, нмитирующим продольные разломы. Модельным материалом для фундамента служил сплав петролатума и каолина в весовой пропорции 2:3, а покрывающая его пачка состояла из 5—10 горизонтально лежащих слоев петролатума и смеси петролатума и каолина толщиной 1,5—2 мм.

Во время экспериментов исходные модели подвергались одностороннему тангенциальному сжатию. Величина горизонтального сокращения колебалась в пределах 15—20%. В процессе сжатия моделей имели место вертикальные дифференциальные перемещения блоков фундамента. При этом сами блоки оставались почти недеформированными, а в слоистом чехле возникали надразломные флексуры. Затем складчатые модели сжимались повторно в том же направлении. Величина бокового сжатия вновь составляла 15—20%. При нарастании тангенциального сжатия фундамент модели в основном испытывал однородную деформацию без существенного перемещения блоков по разломам. Верхние замки флексур постепенно меняли свою форму и впоследствии превращались в узкие гребневидные антиклинали. Последние по существу представляют собой т. н. «уши», обычно возникающие в местах флексурных перегибов. В процессе их формирования происходило смещение антиклиналей в сторону нижних крыльев флексур. Это обусловлено скольжением слоистой пачки вдоль поверхности фундамента во время деформации модели. Полученная в опытах складчатость близко напоминает гребневидные структуры Северо-Западного Кавказа.

Таким образом, эксперименты подтверждают принципиальную возможность образования гребневидной складчатой структуры Северо-Западного Кавказа в результате тангенциального одностороннего сжатия. При этом обязательным условием для возникновения такой складчатости является блоковое строение фундамента. Формирование гребневидных структур происходит в две стадии. Вначале, в результате вертикальных перемещений блоков фундамента в осадочном чехле возникает серия надразломных флексур. Затем при увеличении сжатия верхние замки флексур постепенно преобразуются в узкие сжатые гребневидные антиклинали. Они резко выделяются на фоне широких плоских синклиналей, образованных пологими крыльями и нижними замками этих структур.

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

(Поступило 21.4.1988)

გეოლოგია

თ. გორგოზიანი, ლ. ზაპარაძე

ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიონის ეპიგეოზური დანაოჭების  
ფორმირების მექანიზმი

რეზიუმე

დეტალური სავლე კვლევებისა და ტექტონიკური ექსპერიმენტების საფუძველზე დგინდება, რომ ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიონის ფარგლებში

გავრცელებული ექვეტური დანაოჭება წარმოიშობა ცალმხრივად მიმართული ტანგენსური ძალების გავლენით. საწყის ეტაპზე ფუნდამენტის ბლოკების ვერტიკალური დიფერენციალური გადაადგილებების შედეგად დანაოჭი საფარში ჩნდება ფლექსურული გაღუნვები. შემდეგ შეკუმშვის ინტენსივობის გაზრდის გამო ფლექსურების ზედა მოხრის უბნები ლებულობენ თხემისებურ ვიწროთაღიან ანტიკლინების ფორმას, ხოლო ქვედა მოხრის უბნები და ფრთები დამრეც სინკლინებს.

## GEOLOGY

T. V. GIORGOBIANI, D. P. ZAKARAIA

## THE MECHANISM OF FORMATION OF CREST-LIKE FOLDING IN THE NORTH-WESTERN CAUCASUS

## Summary

On the basis of detailed field studies and tectonic experiments it has been established that crest-like folding, widespread in the north-western Caucasus, is formed under the influence of unidirectional lateral compression. On the initial stage, the vertical differential shift of the basement blocks results in the flexural structures appearing in the sedimentary cover. Then due to the increasing intensity of compression, the upper hinge regions acquire the form of pectinate, narrow-arch anticlines, whereas the regions of lower hinges and wings form wide inclined synclines.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Белоусов. Основные вопросы геотектоники. М., 1962.
2. А. В. Вихерт, Н. В. Лебедева, В. И. Вашилов. Типы, история и механизм образования складчатости Юго-Восточного Кавказа. М., 1966.
3. Е. И. Паталахა, И. Г. Радченко. Информ. сб. НИР ИГН АН КазССР за 1974 г. Алма-Ата, 1975, 159—164.
4. Т. В. Гиоргობიანი, Д. П. Закараия. Сообщения АН ГССР, 100, № 2, 1980, 357—360.

ГЕОЛОГИЯ

А. М. ГАВАШЕЛИ, П. И. АВАЛИШВИЛИ, Д. В. ЧЕИШВИЛИ,  
И. Г. КВАТРАДZE, Д. Т. ГАХАРИЯ, М. М. ДЖАМБУРИЯ,  
М. М. СУЛХАНИШВИЛИ

АНАЛОГИ ДИЗСКОЙ СЕРИИ ГАГРА-ДЖАВСКОЙ ЗОНЫ  
ЮЖНОГО СКЛОНА ГЛАВНОГО КАВКАЗСКОГО ХРЕБТА  
(В ПРЕДЕЛАХ АБХАЗИИ)

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 15.6.1988)

При ведении региональных геолого-съемочных работ в севе-  
рой части Абхазского хребта авторами впервые выявлены аналоги диз-  
ской серии [1], представленные четырьмя автономными выходами.  
Западный выход площадью 0,9 км<sup>2</sup> вблизи горы Куламба находится  
на водоразделе рек Амткел-Джампал; второй — 1,8 км<sup>2</sup> — в 0,625 км  
к северу от контакта Горабского интрузива, в 0,3 км к северу от ранее  
известного доюрского выступа амфиболитов, установленного О. З.  
Дудаури [2], и в 6,25 км к ЮЮЗ от шоудидского выступа кристал-  
лических сланцев [3]; третий — 0,43 км<sup>2</sup> — в 0,2 км к ЮЗ от второго;  
его юго-восточная часть срезана Горабским интрузивом; четвертый —  
0,3 км<sup>2</sup> — в 11,25 км к ЮЮВ от второго выхода, в 2,5 км к северу  
от горы Жургия и в 2,0 км к ЮЮВ от сел. Ацгара. Три первых выхо-  
да расположены в южной приосевой части Абхазского хребта, а чет-  
вертый — на его северном склоне. При анализе графического мате-  
риала выяснилось, что обозначения — Кулумбское и на водоразделе рек  
Партаз и Арваш — относятся к единому выходу. Следует отметить,  
что один выход на водоразделе вышеуказанных рек впервые оконтур-  
ен как доюрские образования Г. Абесадзе и П. Хотяновским.

Все выходы в плане имеют овально-удлиненно-линзовидные фор-  
мы, простирающиеся с СЗ на ЮЮЗ, а ЮЮЗ часть четвертого из них  
срезана субширотным Сакенско-Ацгарским разломом, представляю-  
щим собой фронтальную линию Чхалтинской мегачешуи.

Рассматриваемые образования повсеместно перекрыты отложения-  
ми нижней юры с базальным конгломератом в основании. Их мощ-  
ность колеблется на горе Куламба от 0,2 до 0,6 м, у второго выхода —  
от 2 до 5 м, у третьего — от 0,3 до 1,5 м и у четвертого — от 0,5 до  
1,8 м. На горе Куламба и у третьего выхода конгломераты встречаются  
редко, что можно объяснить их протрузивным внедрением, сопровож-  
дающимся дроблением.

Кулабский и второй выходы оставляют впечатление асимметрич-  
ной антиклинальной складки, крылья которой падают на С и СВ под  
углами 70—80°; возможно, что они образуют моноклираль, сильно  
сжатую на верхних горизонтах, и постепенно расширяются на гле-  
бине. Отложения третьего и четвертого выходов имеют вертикальное  
падение.

Разрезы первого и второго выходов сходные и представлены че-  
редованием филлитов и продуктов вулканизма, редко прослево мрам-  
ора. Третий выход представлен чередованием филлитов и туфов, то-  
гда как четвертый (восточный) отличается от предыдущих наличием,  
наряду с филлитами, филлитовых алевро-псаммитолитов и относитель-  
но мощных пачек мраморов, их песчаных разновидностей, уменьше-  
нием продуктов вулканизма и появлением слоев кварцитолитов и ту-  
37. „მომამბე“, ტ. 134, № 3, 1989

фов кислого состава. Мощность филлитов колеблется от первых метров до 50—100 м, их песчаных разновидностей — от 0,2 до 5 м, продуктов вулканизма — от 0,1 до 60 м, мраморов и их песчаных разновидностей — от долей см до 20 м и кварцитолифов — от 0,5 до 2 м. Редко встречаются биотитсодержащие филлиты, приуроченные к метасоматитам, развитым на контакте с гранодиоритами Горабского интрузива.

Среди филлитов выделяются их серицитовые (80%), углистые, серицит-хлоритовые, серицит-биотитовые, серицит-песчаные (5—10%), известковистые, серицит-известковистые, кварцевые, кварцплагиоклазовые и им подобные разновидности, а также метасоматически измененные филлиты. По внешнему виду это плотные, часто гофрированные, сланцеватые, зеленоватые, зеленовато-темные, буровато-серые и светловато-серые породы, преимущественно с шелковистым блеском и серебристым оттенком. В их состав входят серицит, редко хлорит, углистые останцы, кварц (не гранитный), плагиоклаз из ряда альбит-андезина, кальцит и биотит. Аксессуары встречаются весьма редко и представлены апатитом и цирконом, приуроченными к зернышкам кварца и цементу конгломератов.

Мраморы — по внешнему виду плотные, массивные породы, белоснежного и мутновато-серого цветов, средние и мелкозернистые, состоящие из изометричных зерен кальцита и кварца.

Туфы, туффиты и туфобрекчии — это зеленые и светло-зеленые сланцеватые породы с шелковистым оттенком, претерпевшие начальную стадию зеленокаменного изменения — хлоритизацию и серицитизацию. Продукты вулканизма кислого состава представлены линзами и прослоями плотных, массивных, силицитоподобных и кремнеобразных пород, состоящих из кварца, альбита и хлорита, расположенных параллельно и прямолинейно. Помимо этого, в филлитах четвертого выхода вблизи разлома встречаются прослои слабобаклажированных кварцитолифов, состоящих из зубчатых и кородированных зернышек кварца, изредка серицита и хлорита.

Конгломераты, встречающиеся повсеместно, являются массивными, плотными породами, состоящими из хорошо окатанных галек кварца (90—95%) и подстилающих отложений. Гальки занимают до 65% породы. Цемент базальный представлен намывным материалом подстилающих песчаных филлитов.

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FIO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	п.п.
1	58,78	0,75	18,80	1,90	2,81	0,12	3,14	3,85	1,20	5,20	0,11	0,03	0,25	1,20	1,62
2	59,7	1,00	17,25	2,23	3,50	0,18	2,90	3,25	0,95	4,90	0,10	0,12	0,40	0,96	2,33
3	68,85	1,10	15,20	0,85	1,20	0,08	2,26	2,16	1,20	4,05	0,20	0,07	0,85	1,35	0,80
4	58,18	0,92	18,33	3,30	0,95	0,10	4,65	3,10	0,97	5,10	0,13	нет	0,65	1,25	2,45
5	50,05	0,85	16,85	5,50	4,96	0,18	4,96	7,07	3,05	0,82	0,10	сл.	1,65	0,85	2,61
6	64,12	0,46	17,10	2,16	1,20	0,10	1,08	1,72	4,72	3,56	сл.	нет	1,26	0,78	1,72

1—4 — Филлиты и филлитизированные песчаники, 5—6 — апотуфы основного и кислого состава.

Химические анализы ряда представительных проб (см. таблицу) показали, что породы рассматриваемых отложений не отличаются от глинистых сланцев, алевролитов и песчаников нижней юры и аалена южного склона Главного Кавказского хребта и приуроченных к ним

продуктов спилит-порфиритового вулканизма. По содержанию и набору малых элементов рассматриваемые отложения не отличаются от кристаллических сланцев и амфиболов зоны Главного Кавказского хребта и их аналогов Шоудидского выступа. Бросается в глаза повышенное содержание в филлитах меди (до 0,015%), цинка (до 0,05%) и ванадия (до 0,01%), а в базальных образованиях — цинка (до 0,01%) и ванадия (до 0,01%). В мраморах четвертого выхода повышено содержание меди (0,015%), цинка (до 0,06%) и ванадия (до 0,01%). Отсюда следует, что рассматриваемые отложения, так же как их подстилающие [4] и перекрывающие образования, могут оказаться перспективными на колчеданно-полиметаллическое оруденение. Их мощность колеблется от 50 до 200 м, причем нижняя граница не обнажена, а верхняя трансгрессивная.

Рассматриваемые отложения по площади и разрезу испытывают существенные фациальные изменения, в частности, с запада на восток количество вулканического материала, представленного продуктами эксплозии, постепенно увеличивается, в противоположном направлении увеличивается количество филлитов и мраморов. Мрамор преобладает в средней части рассматриваемых образований. Последние по простиранию и размеру постепенно переходят в их песчанистые разновидности, далее следуют карбонатные филлиты, сменяющиеся их серицитовыми разновидностями.

Рассматриваемые отложения относятся к сланцево-песчанистым формациям с прослоями и пачками мрамора и продуктов нинциального вулканизма, а по степени метаморфизма — к начальной стадии зеленокаменной серицит-хлоритовой фации регионального метаморфизма. Их маркирующими особенностями являются литологический состав слагающих пород, определенная стадия метаморфизма, геологоструктурное положение, чередование филлитов, продуктов вулканизма и мраморов, элементы залегания и трансгрессивное взаимоотношение с перекрывающими отложениями.

Стратотип данных образований расположен в Верхней и Нижней Сванетии и представлен цхенискальской свитой дизской серии, сложенной зелеными филлитами с пачками и прослоями филлитовых алевро-псамитоллитов, мрамора, вулканогенных пород основного состава и силицитов с фауной карбона и перми. Ее мощность 600—800 м [5, 6].

Рассматриваемые отложения нами выделены под названием горабской свиты. Они по степени складчатости, литологическому положению относятся к сложноскладчатым эвгеосинклинальным осадкам, принадлежащим к раннекиммерийским образованиям южного склона Главного Кавказского хребта.

Управление геологии ГССР

(Поступило 23.6.1988)

გეოლოგია

ა. ბავაშვილი, პ. ავალიშვილი, ღ. ზვიზვილი, ი. ჯამთარაძე,  
 დ. ბახარია, მ. ჯამბურია, მ. სულხანოვილი

ბაგრა-ჯავის ზოლის დიზის წყების ანალოგები

რეზიუმე

მოცემულია ბაგრა-ჯავის ზოლის დიზის წყების ანალოგების გეოლოგო-გეოტექტოლოგიური აღწერა. ეს ანალოგები ავტორთა მიერ პირველად იქნა გამოვლენებული.

A. M. GAVASHELI, P. I. AVALISHVILI, D. V. CHEISHVILI,  
I. G. KAVTARADZE, D. T. GAKHARIA, M. M. JAMBURIA,  
M. M. SULKHANISHVILI

STRATOTYPE OF THE DISIAN SERIES OF GAGRA-JAVA  
ZONE OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE GREATER  
CAUCASIAN MOUNTAIN RANGE

Summary

The paper presents a petrological description of the Disian series' analogues of Gagra-Java zone of the Greater Caucasian mountain range found for the first time by the authors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Ш. А. Адамия. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып., 86, 1984.
2. О. З. Дудаури, М. Г. Тогонидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
3. Ш. А. Адамия. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1975.
4. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 94, № 2, 1979.
5. Ш. А. Адамия. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 54, 1977.
6. Стратегический кодекс СССР. ВСЕГЕИ, 1977.



УДК 551.311.231.551.762.2(479.22)

ЛИТОЛОГИЯ

Л. И. ЧОМАХИДЗЕ

## МИНЕРАЛЫ ДРЕВНЕЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ЮЖНОЙ И СЕВЕРНОЙ ПЕРИФЕРИЯХ ДЗИРУЛЬСКОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 22.3.1987)

Древняя кора выветривания (ДКВ) развита на гидротермально измененной вулканогенной (порфиритовой) свите байоса. Обнажается она как на южной периферии Дзирульского массива — ущ. рр. Блихевисцкали (с. Бежат-убани), Балискали (с. Молити), с. Патара Гантиади Орджоникидзевого района, так и на северной — ущ. р. Паскнара Сачхерского района. Детальное исследование в указанных районах проводится впервые. Видимая мощность ДКВ 5—50 м.

Породы ДКВ представляют собой слабо измененные, умеренно измененные и измененные андезиты, базальты и их вулканокластоиды в зависимости от процентного содержания свежих фенокристаллов и от степени сохранности структуры основной массы [1]. Они рыхлые, оглинившиеся, сиреневато-фиолетовые, желтоватые, синевато-зеленоватые, светло-коричневатые. Плагноклазы переходят в гидрослюда и пелитовое вещество, темные силикаты — в хлорит и пелитовое вещество, а основная масса либо гидрослюдизирована, либо лимонитизирована и пелитизирована. Из таких пород ДКВ были собраны пелитовые фракции, детальное исследование которых показало, что они имеют в основном полиминеральный состав. Присутствие каждого минерального образования доказывается химическим, рентгеноструктурным, термическим, ИКС и другими анализами.

Монтмориллонит встречается во всех разрезах. На дифрактограммах (рис. 1) четко фиксируются рефлексы I порядка в 13,3—16,8 А, которые с этиленгликолем увеличиваются от 16,0 до 17,60 А, при нагревании — до 9,8—10,4 А [2], а также рефлексы II и III порядка в 4,40—4,48 и 2,53—2,58 А соответственно. Данные термического анализа для всех минералов приводятся на рис. 2. На диаграммах ИКС [3] определяется по полосам поглощения в области валентных колебаний связи (в см<sup>-1</sup>) Si—O—430—480 максимальной и 1040 большой интенсивности, Si—O—Si—780 и 800 (дуплетная полоса) средней интенсивности, Si—O—Al—520—540 и OH—Al—910—920 незначительной интенсивности. Количественное содержание изменяется от 1,67 до 92,76%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—12,18—20,79%; SiO<sub>2</sub>—48,35—55,13; H<sub>2</sub>O—7,18—14,52%; показатель преломления n<sub>ср</sub> = 1,525—1,536.

Каолинит встречается во всех разрезах. На дифрактограммах характеризуется рефлексами I порядка в 7,10—7,15 А и рефлексами II порядка в 3,56—3,57 А, которые при насыщении этиленгликолем и обработке соляной кислотой не изменяют своего положения, а при нагревании до 550°C исчезают. Часто отмечаются хорошо окристаллизованные разности (обр. 145), так как рефлексы I порядка имеют острые пики [2]. Полосы поглощения в областях валентных колебаний связи Si—O—1000, 1140, 1070, 435 средней, OH—Al—920 большой, OH каолинита 3620—3660 средней интенсивности. Количественное содержание изменяется от 0,17 до 94,28%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—24,82—36,40%:



SiO<sub>2</sub>—35,28—50,27%; H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>—8,60—15,20%; Na<sub>2</sub>O—0,08—2,60%;  
 FeO—0,60—0,72%; показатель преломления  $n_{cp}$ —1,559—1,567.

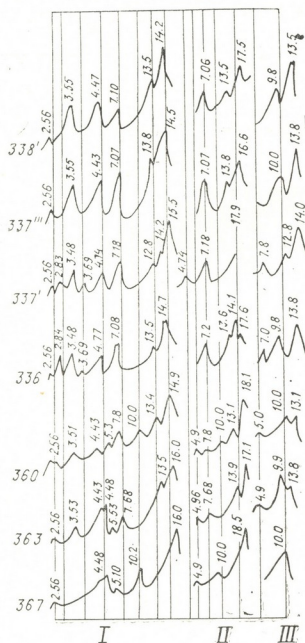


Рис. 1. Дифрактограммы пелитовых фракций измененных пород древней коры выветривания: I—сухие образцы, II—обработанные этиленгликолем, III—нагретые до 550°

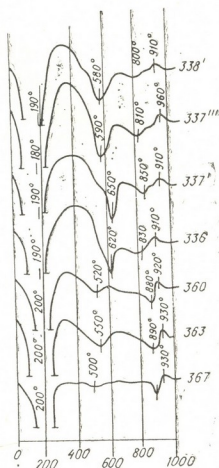


Рис. 2. Дифференциальные кривые нагрева пелитовых фракций измененных пород древней коры выветривания

Гидрослюда также встречается во всех разрезах. На дифрактограммах фиксируется по рефлексам I порядка в 9,8—10,53, Å и соответствующим рефлексам II порядка в 4,92—5,40 Å, которые при насыщении этиленгликолем и прокаливании до 550° или не изменяются, или же чуть отклоняются в сторону малых углов [2], что приводит к появлению пика 9,0—10,2 Å с этиленгликолем и пика 9,8—10,4 Å при прокаливании до 550°. Полосы поглощения в областях валентных колебаний связи Si—O—Si—540—580 большой и Si—O—Al—700—800 незначительной интенсивности. Количественное содержание изменяется в пределах 2,42—22,86%; K<sub>2</sub>O—0,28—3,42%; SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—1,65—7,06%; показатель преломления  $n_{cp}$ —1,55—1,57.



Смешаннослойное гидрослюдисто-монтмориллонитовое образование отмечается во всех разрезах. Присутствие смешаннослойных образований любого состава определяется только методом рентгеноструктурного анализа [2, 4]. На дифрактограммах хорошо отбиваются нецелочисленные серии рефлексов I порядка в 12,7; 11,3; 13,74 Å и рефлексy II порядка в 4,28; 4,24; 4,25; 4,22 и 3,69 Å, которые при обработке этиленгликолем и нагревании до 550° сохраняют свои значения.

Хлорит встречается не во всех разрезах. На дифрактограммах определяется по рефлексам I порядка в 14,15; 14,25; 14,35 Å и соответствующим им пикам II, III порядка в 7,08; 7,06; 7,05; 3,48; 2,86; 2,84; 2, 83 Å, которые почти не изменяются при насыщении этиленгликолем и нагревании до 550°. Пики в 14,15—14,35 Å могут быть монтмориллонитовыми; насыщение этиленгликолем показало, что монтмориллонитовые пики увеличиваются до 18,8—19,6 Å, а хлоритовые — сохраняются. Количественное содержание изменяется от 3,94 до 13,45%; FeO — 0,36—1,26%; MgO — 2,12—3,86%.

Галлуазит и метагаллуазит. Под галлуазитом мы подразумеваем 7 Å маловодный минерал, а под метагаллуазитом — частично гидратизированный галлуазит [5]. Галлуазит устанавливается на дифрактограммах по базальным рефлексам 6,8; 7,02 Å и рефлексам II порядка в 4,43; 3,51 и 3,54 Å, которые при обработке этиленгликолем сохраняют свои значения, а при нагревании до 550° исчезают. Для галлуазита характерны превышение интенсивности пика в 4,43 Å над базальным рефлексом (обр. 69-Г, 59-Г) и равенство интенсивности рефлексов I и II порядка (обр. 7-Б). Метагаллуазит (обр. 133, 132) устанавливается по рефлексам I порядка в 7,28 и 7,32 Å, а также по рефлексам II порядка в 3,58; 3,63 и 4,47 Å, которые при обработке ведут себя так же, как и галлуазит.

При термической обработке галлуазит и метагаллуазит выше 200° ведут себя, как каолинит, но все реакции идут на 60—80° ниже, чем у каолинита [6]; при ИКС анализе они ведут себя так же, как и каолинит.

Гиббсит на дифрактограмме (обр. 145<sup>1</sup>) определяется по рефлексам I порядка в 4,8—4,37 Å. Отмечаются также рефлексy II порядка в 2,40 и 2,32 Å, которые из-за масштаба на рисунке не указаны. На термограмме выделяется интенсивный эндоэффект при 320°.

Проведенные исследования дали возможность установить в разрезах ДКВ сокращенный профиль [7] и выделить в одних случаях зоны гидратации и выщелачивания, в других — зоны выщелачивания и начала гидролиза [8].

В заключение надо отметить, что установленные три зоны свидетельствуют о том, что в батское время с его гумидным климатом на исследованной территории шел процесс корообразования, доходивший до начала зоны гидролиза; зона же окисления, по-видимому, либо не образовывалась, либо не сохранялась из-за размыва.

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

(Поступило 30.4.1987)

ლ. ჩომახიძე

 ძირულის მასივის სამხრეთ და ჩრდილო პერიფერიის ძველი  
 გამოფიტვის ქერქის მინერალები

რეზიუმე

ძირულის მასივის პერიფერიებზე განვითარებული ბაიოსის ვულკანოგენურ წყებაზე ძველი გამოფიტვის ქერქი ხასიათდება ზოგ შემთხვევაში ჰიდრატაციისა და გამოტუტვის, ზოგშიც — გამოტუტვისა და ჰიდროლიზის საწყისი ზონებისაგან, უკანასკნელნი წარმოდგენილნი არიან ჰიდროქარსის მონტმორილონიტის, კაოლინიტის, ჰალუსიტის და მეტაჰალუსიტის შერეულფენოვანი ჰიდროქარსულ-მონტმორილონიტური წარმონაქმნით, ქლორიტისა და ჰიბსიტის პოლიმინერალური ნარევისაგან. ზოგიერთი ზონა კი ქრისლის ზედა ნაწილში მონომინერალური-კაოლინიტური შედგენილობისაა. დადგენილი ზონები და მათი მინერალოგია საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ბათურ დროს ჰუმიდური ჰავის პირობებში გამოკვლეულ ტერიტორიაზე მიმდინარეობდა გამოფიტვის ქერქის წარმოქმნის პროცესი ჰიდროლიზის ზონის ჩამოყალიბებამდე; დაეანგვის ზონა ან საერთოდ არ ყალიბდებოდა, ან შესაძლოა არ შემოინახა შემდგომი გადარეცხვის გამო.

## LITHOLOGY

L. I. CHOMAKHIDZE

## ON THE MINERALOGY OF THE OLD CRUST OF WEATHERING ON THE GEORGIAN BLOCK

## Summary

The old crust of weathering which developed upon the Bajocian volcanogenic suite is represented with a shortened profile consisting of the zones of hydration, leaching and the beginning of hydrolysis. The represented zones are characterized with a polymict composition; they are built of montmorillonite, hydromica, kaolinite, halloysite, metahalloysite, mix-layered hydromica—montmorillonite formations, chlorite and gibbsite of different abundance ratios. Determination of the zones and their mineralogy shows that within the Bathonian the crust-forming process moved up to the zone of hydrolysis.

## 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. А. И. Болдырев. Инфракрасные спектры минералов. М., 1976.
4. Б. П. Градусов. Минералы со смешаннослойной структурой в почвах. М., 1976.
5. С. С. Чекин. Кристаллогенез глинистых минералов. М., 1984.
6. У. А. Дир, Р. А. Хауи, Д. Ж. Зусман. Породообразующие минералы, т. 3, 5. М., 1966.
7. И. И. Гинзбург, А. И. Рукавишникова. Минералы древней коры выветривания Урала. М., 1951.
8. А. П. Никитина, И. В. Витовская, К. К. Никитин. Минералого-геохимические закономерности формирования профилей и полезных ископаемых коры выветривания. М., 1971.



УДК 693.54(047)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

В. К. БАЛАВАДЗЕ, М. М. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

**НОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О РАБОТЕ БЕТОНА ВО ВРЕМЕНИ**

(Представлено академиком Э. А. Сехниашвили 24.7.1988)

Нами были проведены исследования особенностей работы бетона во времени и природы его характеристик с позиции адсорбционной теории ползучести бетона и твердых тел, обоснованной и выдвинутой В. К. Балавадзе [1].

На рис. 1 представляем в виде теоретического графика результаты исследований, подтвержденные впоследствии экспериментальными (рис. 2). Подвергнем осевому сжатию или растяжению бетонную призму с измерением деформаций, выраженных в координатах  $\sigma$ ,  $\epsilon$  с их началом в точке  $O'$  и, зарегистрировав момент начала деформирования бетона в точке  $O$ , приложим мгновенно минимальную мгно-

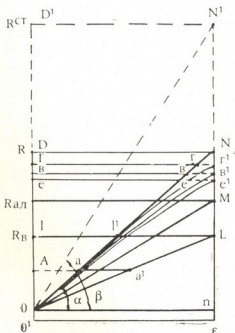


Рис. 1

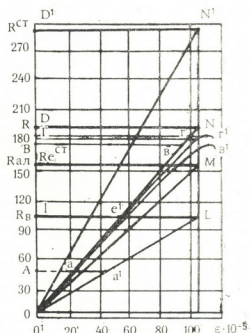


Рис. 2

венно разрушающую нагрузку. Зафиксируем  $D$  и  $N$ . Отсчеты будем брать не с  $O'$ , а с  $O$  — действительного начала координат, ибо бетон начал работу с этой точки. Соединив  $O$  с  $N$ , получим треугольник  $ODN$ , выражающий прочностную характеристику работоспособности бетона данного состава и возраста, где  $OD$  соответствует действительному пределу прочности бетона ( $R$ ), представляющему собой максимальное напряжение, получаемое как частное от деления мгновенно приложенной минимальной мгновенно разрушающей нагрузки на площадь рабочего сечения бетонного элемента. Следовательно,  $R$  бетона является вполне определенной прочностной характеристикой. Он также фиксирует повышение прочности в зависимости от степени стесненности деформации растяжения бетона, так как к моменту мгновенного разрушения бетона в нем не могут появиться и развиваться необратимые микротрещины. Соответствующая  $R$  предельная дефор-



мазня  $\varepsilon_{\text{пр}}$ , являясь целиком упругой, имеет только ей присущую особенность: для данного бетона и при данной степени стесненности  $\varepsilon_{\text{пр}}$  постоянна, не зависит от возраста бетона.  $ON$  выражает прямолинейную зависимость между  $\sigma$  и  $\varepsilon$  бетона, тангенс угла наклона которой к оси абсцисс представляет собой его модуль упругости. Это указывает на следующее: 1) бетон работает по закону Гука вплоть до достижения им  $R$  и модуль его упругости, величина постоянная, не зависит от степени его напряженности; 2) необратимые микротрещины в бетоне появляются и развиваются только после достижения им  $R$ ; 3) нет ослабления межчастичного сцепления в присутствии ПАВ в области упругого деформирования; 4) верхней границей упругого деформирования бетона является его  $R$ ; 5) разрушение бетона происходит двояко: если деформация ползучести незатухающая — по достижении  $R$  и одновременно соответствующей  $\varepsilon_{\text{пр}}$ , при затухании ползучести — после достижения бетоном  $R$  и  $\varepsilon_{\text{пр}}$  при условии повышения нагрузки. Поясним физическую сущность указанных двух случаев разрушения бетона. Через  $N$  проведем вертикаль, перпендикулярную оси абсцисс. Для данного бетона при данной степени стесненности независимо от возраста указанная вертикаль, которая со временем дорастает до  $N'$ , ограничивает все предельные максимальные деформации независимо от характера нагружения.

В отличие от центрального растяжения бетона, при осевом сжатии имеет место стесненность деформации растяжения из-за трения торцов бетона о щеки пресса. Поэтому, если трение устранить, точки перелома кривых  $Oe'$ ,  $Ob'$  и  $Or'$  на  $\sigma$ ,  $\varepsilon$  (рис. 1) обоих бетонов расположатся на вертикали  $Nn$ , будут одновременно фиксировать конечные точки ( $e'$ ,  $b'$ ,  $r'$ ) максимальных предельных деформаций и момент разрушения бетона. При этом чем больше скорость нагружения бетона, тем они выше. Если к бетонным призмам мгновенно приложить нагрузки, соответствующие точкам перелома  $e'$ ,  $b'$  и  $r'$ , то мгновенно получим на прямой  $ON$  точки  $e$ ,  $b$  и  $r$ , фиксирующие упругие предельные деформации от нагрузки. Однако разрушение не наступит, пока начавшаяся ползучесть в указанных точках не дойдет до соответствующих точек  $e'$ ,  $b'$ ,  $r'$ , т. е. пока суммарные максимальные деформации не дойдут до вертикали  $Nn$ , и они должны быть равны деформации  $DN$  и также упруги, как последняя. Таким образом, разрушение бетона происходит только по достижении им  $R$  и  $\varepsilon_{\text{пр}}$ . Однако это имеет место только при условии незатухающей ползучести бетона, т. к. по достижении предела прочности сразу же следует дополнительное напряжение. Все это указывает на то, что в области упругого деформирования бетон работает по закону Гука. Получение же криволинейных зависимостей обусловлено тем, что при этом по оси абсцисс откладываются не деформации от нагрузки, а суммарные деформации, вызываемые также дополнительным напряжением, которое не откладывается по оси ординат.

Исходя из сказанного следует, что деформация ползучести со временем все увеличивается и на уровне точки  $M$  становится максимальной предельной. Если выше точки  $M$  деформация ползучести была незатухающей, то в этой точке она затухает и ниже от нее уменьшается прямо пропорционально нагрузке по прямой  $OM$ . На уровне  $M$  одновременно с достижением максимальной предельной деформации ползучести бетона, а следовательно, и с ее затуханием завершается рост прочности бетона во времени, и с достижением  $R$  и  $\varepsilon_{\text{пр}}$  из-за затухшей ползучести не будет дополнительного напряжения, поэтому не наступит разрушение бетона. Следовательно, в данном случае разрушение бетона происходит не по достижении  $R$  и  $\varepsilon_{\text{пр}}$ , а после него, при условии повышения нагрузки.

Прочностной характеристикой долговечности бетона в рассматриваемой точке  $M$  его напряженно-деформированного состояния является предел длительного сопротивления бетона, представляющий собой то предельное напряжение от нагрузки, при котором нет разрушения и одновременно достигнуты затухание деформации ползучести, ее максимальная предельная величина, завершение роста прочности бетона во времени и его действительный предел прочности  $R$ . Однако разность  $R_{ст} - R_{дл}$  расходуеться на ползучесть бетона. Поэтому важнейшей задачей повышения полезной прочности, необходимой на поддержание несущей способности бетона, является уменьшение деформации его ползучести.

Теперь рассмотрим случай при стесненности деформации растяжения бетона. Если при отсутствии трения точки кривых  $\sigma, \epsilon$  располагаются на вертикали  $Nl$  и одновременно являются конечными точками предельных деформаций, то при наличии трения вертикаль переместится вправо, а точки перелома займут положения правее и выше. Точки же пересечения этих кривых с новой вертикалью будут действительными конечными точками предельных деформаций. В данном случае, достигнув предельных деформаций, бетон не разрушается, хотя в нем уже появились и развились необратимые микротрещины. Разрушение бетона сдерживается трением и начнется только тогда, когда будет превзойдена сила трения. Разрушение собственно бетона происходит в момент появления необратимых микротрещин, т. е. когда деформация достигнет новой вертикали. Точка  $M$  так же, как и все находящиеся точки выше на вертикали, переместится еще правее и выше. Однако разрушение бетона наступит не до достижения максимальной предельной деформации, а после него. Разрушение должно было быть неизбежным, на что указывают точки, находящиеся выше  $M$ . Однако, в отличие от них, в точке  $M$  не действует дополнительное напряжение ползучести ввиду затухания. Сопротивление сил трения и молекулярного сцепления развитию необратимых микротрещин оказывается вполне достаточным для предотвращения разрушения стесненного трением бетона.

Предельной характеристикой долговечности бетона является предел выносливости  $R_{в}$ , представляющий собой то максимальное напряжение бетона данного возраста, подвергшегося действию повторных нагрузок, при котором происходят затухание ползучести и достижение  $R$  и ему соответствующей  $\epsilon_{пр}$ , а разрушения нет. Если действием повторных нагрузок на бетон данного возраста быстро достигнем максимальной предельной деформации, но при этом будем и дальше действовать повторными нагрузками, то с течением времени повысится как возраст бетона, так и его прочность. Чтобы сохранить максимальную деформацию постоянной, т. к. она будет уменьшаться, необходимо повысить величину повторных нагрузок, вплоть до момента окончания роста прочности бетона. При этом достигается  $R_{ст}$  и  $R_{в} = R_{д}$ . Следовательно, максимальная предельная деформация бетона данного состава при повторных нагрузках, так же как и при постоянной, величина постоянная и не зависит от возраста бетона.

В заключение следует подчеркнуть, что особенности работы бетона во времени и его предельные характеристики, полученные теоретически (рис. 1), полностью подтверждаются данными экспериментов (рис. 2).

ვ. ბალავადე, მ. ლორდიპანიძე

ახლებური წარმოდგენა ბეტონის მუშაობაზე დროში

რეზიუმე

ექსპერიმენტულ-თეორიული კვლევის შედეგად მიღებულია, რომ ბეტონის მუშაობა დროში ექვემდებარება ჰუკის კანონს. დადგენილია აგრეთვე ბეტონის ზღვრული მახასიათებლების ბუნება.

STRUCTURAL MECHANICS

V. K. BALAVADZE, M. M. LORTKIPANIDZE

A NEW CONCEPT ABOUT TIME-DEPENDENT CONCRETE WORK

Summary

It has been established that concrete behaviour in time is subject to the Hook's law. The origin of concrete ultimate characteristics has been found out.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Балавадзе. Новое о прочности и деформативности бетона. Тбилиси, 1986.



УДК 621.774.302

## МЕТАЛЛУРГИЯ

Л. Н. ОКЛЕП (член-корр. АН ГССР), И. В. ЧХАРТИШВИЛИ,  
Дж. Л. ЛОРДКИПАНИДЗЕ, К. Г. ПАПАВА, З. Н. МЕЛАШВИЛИ,  
Л. С. ЧАНТУРИЯ

### ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА ВАЛКОВ НА КАЧЕСТВО ГИЛЬЗ И ГОТОВЫХ ТРУБ

Качество бесшовных труб в значительной степени зависит от качества гильз, получаемых на прошивных станах. Одним из наиболее перспективных путей повышения качества труб и производительности станов поперечно-винтовой прокатки является увеличение углов наклона оси валков к оси прокатки [1, 2].

Увеличение угла подачи целесообразно с точки зрения повышения производительности и улучшения качества труб.

При больших углах наклона валков обеспечивается рост величины шага подачи, среднего и частного обжатия за один полуоборот и критического обжатия вскрытия полости, вследствие чего улучшается качество внутренней поверхности гильз.

Эксперименты проводились на прошивных станах трубопрокатных агрегатов «140» и «400» Руставского металлургического завода при прокатке труб 73×5,5 мм и 245×7-9 мм. Для сохранения идентичности условий прошивки заготовки отбирались из плавок, выплавленных в мартеновском цехе практически в одинаковых условиях.

Энергосиловые и скоростные параметры во время прошивки измерялись специально изготовленным прибором — устройством контроля энергосиловых параметров процесса прокатки (УКП) [3]. В ходе экспериментов фиксировались следующие параметры: крутящий момент, его составляющие и сила тока на валу главного двигателя прошивного стана, изменение числа оборотов валков, продолжительность процесса прошивки.

С увеличением угла подачи на 1 прошивном стане ТПА-400 от 6 до 10° скорость прошивки растет от 0,288 до 0,469 м/сек. Так как машинное время прошивки составляет 30—40% общей продолжительности цикла на 1 прошивном стане, то производительность стана повышается на 12—16%. Но при этом скольжение несколько увеличивается. Коэффициент осевого скольжения составляет 0,699 при угле наклона 6° и 0,680 при угле наклона 10°. Изменение скольжения в зависимости от угла наклона валков менее заметно, чем увеличение теоретической скорости прошивки. Поэтому, несмотря на некоторое увеличение скольжения, происходит резкое увеличение скорости прошивки. В проведенных экспериментах с ростом угла наклона валков уменьшается сила тока на крутящий момент на валу главного двигателя (рис. 1). На первый взгляд характер полученных кривых противоречит общепринятому характеру. Это противоречие легко может быть объяснено, если принять во внимание два фактора. Как показали измерения заторможенных гильз, с увеличением угла подачи уменьшается степень деформации от 1,52 при угле наклона валков 6° до 1,45 при 10°. Соответственно наружный диаметр и толщина составляют  $D_g=225$  мм,  $S_g=42,70$  мм при угле наклона 6° и  $D_g=227$  мм,  $S_g=44,73$  мм при 10°. Увеличение наружного диаметра и толщины стенки приводит к изменению площади длины контактной по-



верхности при неизменных параметрах настройки прошивного стана. Уменьшение контактной поверхности и продолжительности процесса прошивки позволяют уменьшить потери тепла и вести процесс прошивки при более высокой температуре при угле подачи  $10^\circ$ . В совокупности с уменьшением степени деформации это приводит к уменьшению силы тока и крутящего момента при прошивке, что, естественно, отражается на величине мощности прошивки и удельного расхода энергии. При этом с увеличением угла наклона валков мощность уменьшается незначительно (от 1,768 МВт до 1,74 МВт). Это

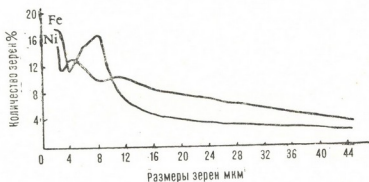
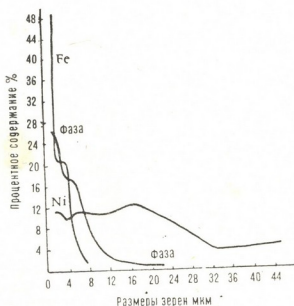


Рис. 1. Изменение силы тока главного двигателя (1) и крутящего момента на валу главного двигателя (2) в зависимости от угла наклона валков

объясняется тем, что хотя скорость прошивки и увеличивается, однако возможность прокатки при более высокой температуре и уменьшение степени деформации в определенной степени компенсируют увеличение скорости и характер изменения нагрузки практически не меняется. Что касается расхода энергии, то, естественно, значительное увеличение скорости меняет удельный расход энергии в более широком интервале: от 32,1 МДж/т до 19,0 МДж/т.

Увеличение скорости прошивки при незначительном изменении осевого скольжения металла относительно валков меняет и величину

Рис. 2. Изменение средней толщины стенки по длине гильз при прокатке труб  $245 \times 7 \div 9$  мм прокатанных на 1 прошивном стане агрегата «400» РМЗ



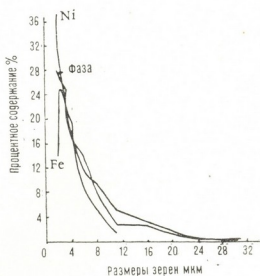
шага винтовой линии от 63 до 103 мм в данном диапазоне изменения угла наклона валков. Последнее приводит к увеличению частного обжатия за каждый полуоборот, что благоприятно влияет на напря-

женно-деформированное состояние металла в очаге деформации и качество готовых труб.

На агрегате «400» продольная разностенность гильз при увеличении угла наклона от  $6^\circ$  до  $10^\circ$  значительно уменьшается (рис. 2). При угле наклона  $6^\circ$  интервал разностенности, рассчитанный от средней толщины стенки, составляет  $\Delta S = (-1,57) \div (+0,98)$  мм, при угле наклона  $10^\circ$  —  $\Delta S = (-0,35) \div (+0,53)$ . Замеры готовых труб ( $245,0 \times 7,0$  мм), прокатанных из опытных гильз, подтвердили положительное влияние увеличения угла наклона валков; разностенность труб уменьшается от 15,9 до 11,9%. Улучшение качества гильз и труб по разностенности можно объяснить увеличением скорости прошивки и изменением динамических условий в момент встречи заготовки с оправкой, выражающихся в уменьшении частоты и амплитуды колебаний в процессе прошивки [4]. На это указывает снижение удельного расхода энергии и мощности прошивки с увеличением угла наклона валков.

Аналогичный характер влияния угла наклона установлен и на агрегате «140» при его изменении от  $7^\circ$  до  $11^\circ$ .

Рис. 3. Зависимость качества готовых труб от угла наклона валков 1 прошивного стана агрегата «400» РМЗ: 1 — наружная пленка; 2 — внутренняя пленка; 3 — всего плен



Увеличение угла наклона положительно сказывается на качестве труб по наружным и внутренним пленам. Как видно из рис. 3 и 4 увеличение угла наклона в большей степени сказывается на качестве труб по внутренним пленам, чем по наружным. Это объясняется тем, что с изменением угла наклона валков уменьшается общая площадь контактной поверхности, с  $572000$  мм<sup>2</sup> до  $509050$  мм<sup>2</sup>, что приводит к увеличению частных обжатий за каждый полуоборот и к снижению вероятности вскрытия полости перед носиком оправки в очаге деформации прошивного стана.

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

ლ. ოკლეი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩხარტიშვილი,  
 ჯ. ლორთქიფანიძე, კ. პაპავა, ზ. მელაშვილი, ლ. ჭანტურია

### გლინების დახრის კუთხის გავლენა გილზეებისა და მზა მილების ხარისხზე

რეზიუმე

ავტომატდგანიან მილსაგლინავ დანადგრებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგენილია, რომ განმალრუებული დგანის გლინების დახრის კუთხის გაზრდისას მცირდება დენის ძალა და მბრუნავი მომენტი მთავარი ამძრავის ღერძზე, ხოლო გლინვის სიჩქარე და წარმადობა იზრდება. ამასთან ერთად მცირდება გილზეებისა და მზა მილების ნაირკედლიანობა და ფურჩებით დაზიანება.

### METALLURGY

L. N. OKLEY, I. V. CHKHARTISHVILI, J. L. LORDKIPANIDZE, K. G. PAPAVA,  
 Z. N. MELASHVILI, L. S. CHANTURIA

### THE EFFECT OF THE ROLL ANGLE ON THE QUALITY OF SHELLS AND FINISHED PIPES

#### Summary

Based on experimental studies of pipe-rolling installations with automatic mills it is found, that as inclination angle of piercing mill rolls is increased the strength of current and the torque on the shaft of the main engine are decreased, whereas the piercing rate and mill efficiency are increased. At the same time the quality of shells and finished pipes is improved.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Потапов, П. И. Полухин. Новая технология винтовой прокатки. М., 1975.
2. Л. Н. Оклей. Качество горячекатаных труб. М., 1986.
3. Т. П. Саанишвили, А. Б. Иванов. Авт. свид. № 1027547. Оpubл. в БИ № 25, 1983.
4. И. В. Чхартишвили, Дж. Л. Лордкипанидзе, Т. К. Беришвили, Л. Н. Оклей. Процессы прокатки. Труды ИМЕТ АН ГССР, вып. 3, 1975.

УДК

МЕТАЛЛУРГИЯ

Б. Г. ЭРИСТАВИ, Г. Н. АСАТИАНИ, Н. В. ДЖАЛАБАДЗЕ,  
Е. А. ПИКУС, Э. Р. КУТЕЛИЯ

## СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 16.6.1989)

Ранее [1, 2], было установлено, что увеличение содержания хрома и молибдена в аустенитных нержавеющих сталях может вызвать резкий спад коррозионной стойкости в 70% серной кислоте при образовании ферритной фазы (возможно, на поверхности) малого количества (до 1%), которая, активно растворяясь, вызывает локальную депассивацию стали.

В настоящей работе для изучения влияния и распределения основных и дополнительных легирующих элементов в пассивной пленке в процессе электрохимической коррозии в 70% серной кислоте исследовались поверхность стали 03X18H20M2C и пассивная пленка, образованная на стали 03X24H20M3C.

Химический состав сталей приведен в таблице.

Марка стали	Химический состав и вес. %					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
03X18H20M2C	0,021	1,02	0,68	17,5	19,8	1,76
03X24H20M3C	0,029	1,07	0,68	24,0	18,9	2,65

Поверхность стали 02X18H20M2C изучалась на спектрометре LAS-2000 фирмы «RIBER» после электрохимического травления в специальном устройстве — спектропотенциостате, позволяющем одновременно на поверхности одного образца получать спектр протравленных областей в заданном интервале потенциалов [3].

Исследование проводилось в областях активного и пассивного растворения, а также в переходной области, в которой электронномикроскопически ранее [1] было обнаружено обогащение поверхности сегрегациями кремния и молибдена.

На рис. 1, 2, 3 приведены графики Оже-пиков элементов для стали 03X18H20M2C. Распределение элементов на графиках нормировано так, что высота наиболее интенсивного пика данного элемента принята за единицу.

Из рис. 1 следует, что в области активного растворения поверхность, непосредственно контактирующая с агрессивной средой, обогащена молибденом, серой, углеродом и кислородом. После 4 часов травления поверхность обогащается кремнием, кислородом, никелем, хромом и железом при одновременном обеднении молибденом, серой и углеродом. Увеличение интенсивности пика кислорода связано с образованием сложных окислов (Si, Ni, Cr и Fe), на что указывают энергетические сдвиги Оже-линий этих элементов.

Рис. 2 показывает, что в переходной области между активным и пассивным состоянием поверхность обогащена углеродом, серой, кис-

лородом и молибденом. После 5 часов ионного травления она обогащена кремнием, молибденом, хромом, никелем и железом, при этом уменьшается содержание кислорода, углерода и серы. В отличие от

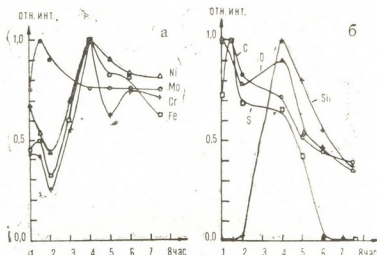


Рис. 1. Зависимость относительной интенсивности Оже-ликов элементов: а — Ni, Mo, Cr, Fe, б — C, O, S, Si от времени ионного травления поверхности стали 03X18H20M2C в области потенциалов активного растворения

активной области, указанные выше элементы при данном времени травления (соответствующем определенной глубине поверхностного слоя) находятся в свободном состоянии, на что указывает экспоненциальный спад интенсивности пика кислорода.

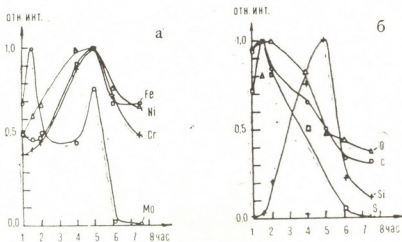


Рис. 2. Зависимость относительной интенсивности Оже-ликов элементов: а — Ni, Mo, Cr, Fe и б — C, O, S, Si от времени ионного травления поверхности стали 03X18H20M2C в области потенциалов активно-пассивного перехода

Из рис. 3 видно, что в области пассивного состояния поверхность металла до травления обогащена молибденом, серой, углеродом и кислородом. В зависимости от времени травления перераспределение элементов по глубине различно: до 4 часов травления поверхность обогащена никелем и железом с последующим их уменьшением и одновременным увеличением при 5 часах травления хрома и никеля.

Анализ профилей распределения элементов по глубине дает возможность сделать следующие предположения:

В области активного растворения поверхность обогащена трудно-растворимым молибденом и осажденными из серной кислоты и возду-

ха серой, кислородом и углеродом. При дальнейшем травлении обнаруживается тонкий слой, содержащий сложные окислы кремния, железа, никеля и хрома. Об этом свидетельствует увеличение интенсивности кислорода.

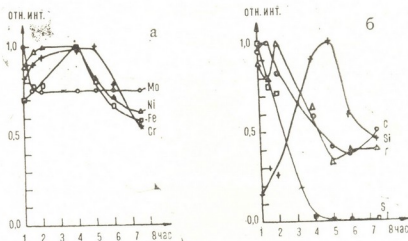


Рис. 3. Зависимость относительной интенсивности Оже-пиков элементов: а — Ni, Mo, Cr, Fe и б — C, O, S, Si от времени ионного травления поверхности стали 03X18H20M2C в области потенциалов пассивации

В области активно-пассивного перехода поверхность обогащена молибденом, а в толще пассивной пленки, наряду с никелем, хромом и железом, увеличивается содержание кремния.

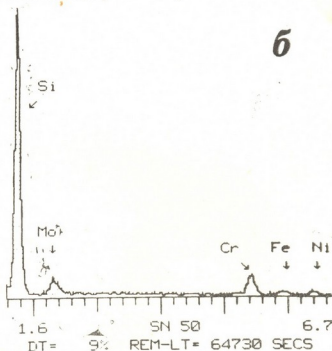


Рис. 4. Спектр рентгеновского микроанализа пленки, отделенной от поверхности стали 03X24H20M3C в растворе 70% серной кислоты.

В пассивной области сильно увеличено содержание молибдена на поверхности, тогда как содержание кремния увеличивается только в толще пассивной пленки, одновременно с никелем, хромом и железом.

Очевидно, что повышенная коррозионная стойкость стали 03X18H20M2C в 70% серной кислоте в сравнении с более высоколегированными сталями вызвана обогащением пассивной пленки кремнием в толще пленки и молибденом на ее поверхности.

Для проверки данного предположения на стали 03X24H20M3C в растворе 70% серной кислоты в процессе активного растворения была отделена пассивная пленка. Установлено, что толщина пленки составляет 250—1000 Å, она состоит из мелкодисперсных аморфных частиц глобулярного типа, а химический состав представляет собой соединения кремния с малым содержанием молибдена при наличии хрома, железа и никеля (см. рис. 4).

Таким образом, установлено, что оптимальное соотношение кремния и молибдена может обеспечить пассивное состояние менее легированных хромоникелевых сталей в растворах серной кислоты за счет создания пассивной пленки, обогащенной этими элементами.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

Республиканский центр  
структурных исследований

(Поступило 8.9.1988)

მეტალურგია

ბ. მრისთავი, ბ. ასათიანი, ნ. ჯალაბაძე, ე. პიკუსი, ე. კუთელია

ქრომნიკელიანი ფოლადების ზედაპირის სტრუქტურული კვლევა  
გოგირდმჟავას ზემოქმედების შემდეგ

რეზიუმე

შესწავლილია ძირითადი და დამატებითი მალეგირებელა ელემენტების განაწილება 03X18H20M2C და 03X24H20M3C ფოლადების ზედაპირზე 70% გოგირდმჟავას ხსნარში ელექტროქიმიური კოროზიის პროცესში წარმოქმნილ პასიურ ფურჩში.

დადგენილია, რომ სილიციუმისა და მოლიბდენის ოპტიმალური შემცველობისას შესაძლებელია მიღებულ იქნეს გოგირდმჟავა ხსნარში ნაკლებად ლეგირებული ფოლადების პასიური მდგომარეობა ამ ელემენტებით გამდიდრებული ამორფული პასიური ფირის შექმნის ხარჯზე.

METALLURGY

B. G. ERISTAVI, G. N. ASATIANI, N. V. JALABADZE, E. A. PIKUS,  
E. R. KUTELIA

### INVESTIGATION OF CHROMIUM-NICKEL STEEL SURFACE STRUCTURE AFTER THE TREATMENT WITH SULPHURIC ACID

Summary

The distribution of major and additional impurities in passive films obtained on 03X18H20M2C and 03X24H20M3C steel surfaces following the treatment with a 70% sulphuric acid is investigated. It is established that the optimal proportion of Si and Mo can provide the passive state of the lower alloyed chromium-nickel steels in  $H_2SO_4$  solutions due to the formation of amorphous passive films enriched with these elements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Асатиани, Е. А. Пикус, Э. Р. Кутелия, З. Ш. Херодинашвили. Сообщения АН ГССР, 114, № 1, 1984, 121.
2. E. A. Pikus, G. N. Asatiani, E. R. Kutelija. "Neue Hütte" DDR, № 8, August 1987 ss. 309-312.
3. United states Patent №4, 695360 sep 22, 1987.



УДК 613.644

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Г. Г. ЦУЛАЯ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ДВУХ ОДНОРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ, ПРИ ВНЕШНИХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвицгия 26.2.1988)

Вибрации, воздействующие на человека, оказывают многостороннее воздействие как на собственно биомеханическую систему, состоящую из мышц, обеспечивающих процесс преобразования энергии биомеханических реакций в механическую энергию, и упруго-инерционных составляющих двигательного аппарата человека, так и на нервную систему, обеспечивающую управление движениями человека.

Для описания реакции двигательного аппарата человека на вибрационное воздействие в данной работе используются уравнения поведения механо-мышечной системы в соответствии с работой [1], а также уравнения поведения нейронной сети, состоящей из двух однородных популяций, в соответствии с работой [2]. Использование двухуровневой модели нейронной сети обусловлено тем, что структуру двигательных центров спинного мозга в первом приближении можно представить в виде двух популяций — возбуждающей, состоящей из мотонейронов спинного мозга, и тормозящей, состоящей из клеток Реншоу.

Упрощенная схема рассматриваемой биофизической системы, состоящей из четырех элементов, представлена на рис. 1.

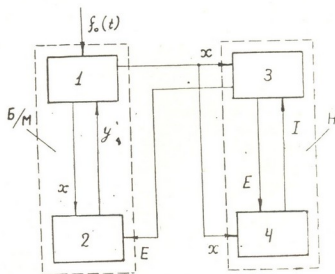


Рис. 1

Каждый компонент модели является подсистемой целостной системы и определяет биофизический процесс, связанный с функционированием этого элемента. В частности, первая подсистема связана с механическими процессами и определяется упругими, вязкими и инерционными параметрами системы. Вторая подсистема выражает связь с биофизикой мышечных сокращений, т. е. с процессами преобразова-





ния энергии. Третья и четвертая подсистемы обусловлены выбором модели нейронной сети.

Система дифференциальных уравнений, описывающая колебания однозвенной биомеханической системы при внешних периодических воздействиях в соответствии с работами [1, 2], имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \ddot{x} + f_a(\dot{x}) + [1 + \delta_1 y(t - \tau_1)] x &= \delta_2 y(t - \tau_1) + \delta_3 y^2(t - \tau_1) + f_0 e^{i\omega t}; \\ \dot{y} &= -by + x(t - \tau_2) - x^2(t - \tau_2) + Q_1 E; \\ \dot{E} &= \frac{1}{\tau_0} \left\{ -E + (1 - r_E E) S_E \left( \int_{-\infty}^t e^{-\alpha_E(t-t')} [c_1 E(t') - c_2 I(t') - g_1 x] dt' \right) \right\}; \\ \dot{I} &= \frac{1}{\tau_0} \left\{ -I + (1 - r_I I) S_I \left( \int_{-\infty}^t e^{-\alpha_I(t-t')} [c_3 E(t') - c_4 I(t') + g_2 x] dt' \right) \right\}. \end{aligned} \quad (1)$$

В системе (1) первые и последние два уравнения попарно, за исключением связей между парами, описывают автоколебательные процессы. Подробные исследования этих систем приводятся в [1, 2]. Там же даются основные обозначения переменных и численные значения постоянных коэффициентов.

В исследуемой системе членами связей между двумя автоколебательными компонентами служат  $Q_1 E$ ,  $g_1 x$  и  $g_2 x$ , которые, в свою очередь, соответствуют условиям физиологической взаимосвязи между этими компонентами. Внешняя нагрузка представлена с помощью периодического члена  $f_0 e^{i\omega t}$ .

В представленной модели, описываемой дифференциальными уравнениями, все переменные даются в безразмерном виде, поэтому их согласование не представляет трудности. Остается вопрос подбора коэффициентов  $Q_1$ ,  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $f_0$ , которые можно выбирать при непосредственном исследовании модели на ЭВМ в различных режимах внешнего воздействия для максимального приближения полученных результатов моделирования с данными эксперимента. В дальнейшем будем полагать, что  $g_2 = 0$ . В этом случае схема, представленная на рис. 1, соответствует системе, состоящей из двух основных элементов — биомеханической и нервной подсистем, каждая из которых, в свою очередь, содержит по два элемента.

Для описания практического случая периодических воздействий можно упростить первые два уравнения системы (1).

Полагая, что  $|f_0 e^{i\omega t}|^2 \gg |\delta_1 y x|^2$ ;

$$|f_0 e^{i\omega t}|^2 \gg |\delta_2 y|^2; \quad |f_0 e^{i\omega t}|^2 \gg |\delta_3 y|^2; \quad \lambda_3 = 0,$$

из первых двух уравнений получаем

$$\ddot{x} + \lambda_1 \dot{x} + x = f_0 e^{i\omega t}. \quad (2)$$

Решением этого уравнения будет

$$x(t) = x_0 e^{i(\omega t + \varphi)},$$

т. е. поставленная задача сводится к исследованию отклика нервной системы при периодическом воздействии на нее. Следует подчеркнуть, что в соответствии с выбранной моделью нервной системы механизм преобразования механических напряжений мышцы в электрические

сигналы является несущественным, так как в данном случае дополнительное увеличение динамического воздействия на мышцу приводит к соответствующему изменению числа активных нейронов, обеспечивающих сокращение мышцы.

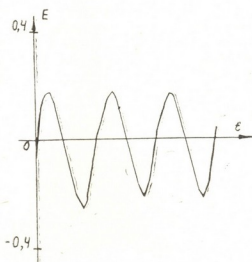


Рис. 2

Таким образом, система уравнений (1) преобразуется к виду

$$\dot{E} = \frac{1}{\tau_0} \left\{ -E + (1 - r_E E) S_E \left( \int_{-\infty}^t e^{-\alpha_E(t-t')} [c_1 E(t') - c_2 I(t') - g_1 x(t)] dt' \right) \right\};$$

$$\dot{I} = \frac{1}{\tau_0} \left\{ -E + (1 - r_I I) S_I \left( \int_{-\infty}^t e^{-\alpha_I(t-t')} [c_3 E(t') - c_4 I(t')] dt' \right) \right\}. \quad (3)$$

Поскольку аналитическое исследование нелинейной системы уравнений (3) является затруднительным, исследование отклика

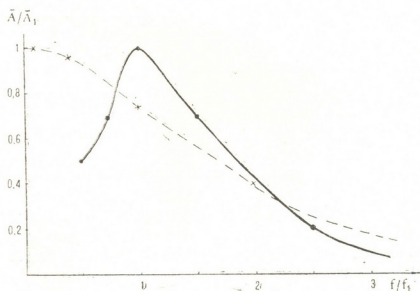


Рис. 3

первой системы на периодические воздействия было выполнено численным методом Рунге—Кутты; были использованы следующие значения коэффициентов:

$$b_E=1,3; \quad b_I=2; \quad r_E=1; \quad r_I=1; \quad c_1=16; \quad c_2=12;$$

$$c_3=15; \quad c_4=3; \quad g_1=0,2.$$

На рис. 2 представлена осциллограмма колебаний переменной на одной частоте внешнего воздействия. На рис. 3 даны амплитудно-частотные характеристики отклика нервной системы на внешние периодические воздействия для двух состояний нервной системы. Как видно из рисунка, существует хорошо выраженный резонансный эффект для режима 1, что качественно согласуется с экспериментальными данными, представленными в работе [3].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт механики машин

(Поступило 26.2.1988)

მანქანათმშენობლა

### 3. შუალაია

ორი ერთგვაროვანი კოჰულაციისაგან შედგენილი ნეირონული ქსელის ქცევის მოდელირება გარეშე პერიოდული ზემოქმედების დროს

### რეზიუმე

გამოკვლეულია აღმგზნები და დამამუხრუჭებელი პოჰულაციებისაგან შედგენილი ნეირონული ქსელის მოდელი, როდესაც მასზე მოქმედებს გარეშე პერიოდული გამაღიზიანებელი. მოყვანილია ნეირონული ქსელის აღმწერი დიფერენციალური განტოლებების სისტემის ციფრული მეთოდით ამოხსნის შედეგები, რომლებიც უჩვენებენ ქსელის ცვალებადი პარამეტრის რხევის ამპლიტუდების რეზონანსულ ზრდას გარეშე აღმგზნების სიხშირის გარკვეულ დიაპაზონში.

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. G. TSULAIA

## SIMULATION OF THE BEHAVIOUR OF NEURONAL NETWORKS CONSISTING OF TWO HOMOGENEOUS POPULATIONS AT EXTERNAL PERIODIC EXCITATIONS

### Summary

The paper studies a model of the neuronal network consisting of excitatory and inhibitory populations on exposure to external periodic stimuli.

Differential equations describing the neuronal network are solved by the numerical method. The results obtained show the resonance increase of variation amplitudes of the network variable parameters in a definite frequency range of the external stimulus.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Кузнецов. Свойства равновесных состояний биомеханических систем. В кн.: «Современные проблемы биомеханики», вып. 3. Рига, 1986, 33—56.
2. H. R. Wilson, J. D. Cowan. Biophys. J., v. 12, p. 2-24.
3. Г. Г. Цулая. Сообщения АН ГССР, 127, № 1, 1987, 137—140.



С. С. МЕСАРКИШВИЛИ, Ю. Ш. КЕИНАШВИЛИ

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ ВИНОГРАДА  
 НА ОСНОВЕ ПРИБЛИЖЕННОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ  
 ТЕОРИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 22.2.1988)

Уточненная методика расчета производительности парных валковых дробилок для высоковлажного растительного сырья, например, винограда, требует определения плотности сжатой между валками виноградной массы [1].

Для этой цели важным является доказательство гипотезы о наличии в межвалковом рабочем пространстве дробилки одновременно опережающего потока и противотока суслу [2, 3].

Для решения этой задачи использовано уравнение Навье—Стокса с учетом фильтрации сока через толщу сжимаемого пористого тела. Уподобляя характер движения виноградной массы между валками плоско-параллельному движению [4], при общепринятых при этом допущениях, получены следующие уравнения:

для гидродинамического давления в массе

$$P(x) = \frac{\rho g H_0}{2K} B \frac{\alpha}{H_0 - H_1} \left( \frac{1}{h} - \frac{1}{H_1} \right) + 2\rho \sqrt{\frac{g v H_0}{K}} \frac{\omega a}{H_0 - H_1} \left[ (R + H_1) \left( \frac{1}{\sqrt{h}} - \frac{1}{\sqrt{H_1}} \right) + \sqrt{h} - \sqrt{H_1} \right]; \quad (1)$$

для скорости движения жидкости

$$v(x, y) = - \frac{v K h}{g H_0} A(x) + \left[ \frac{v K h}{g H_0} A(x) - \omega (R - H_1 - h) \frac{ch \lambda y}{ch \lambda h} \right]; \quad (2)$$

где

$$A(x) = \frac{B - 2\omega \sqrt{\frac{v K h}{H_0}} (R + H_1 - h)}{-2 \frac{v K}{g H_0} h^2}; \quad (3)$$

$$h = R + H_1 - \sqrt{R^2 - x^2}; \quad (4)$$

$$B = - \frac{2\omega Q \sqrt{v g H_0}}{g \sqrt{K} (H_0 - H_1)} \left[ (R + H_1) \left( \frac{1}{\sqrt{H_0}} - \frac{1}{\sqrt{H_1}} \right) + \sqrt{H_0} - \sqrt{H_1} \right] \frac{QH}{2K (H_0 - H_1)} \left( \frac{1}{H_0} - \frac{1}{H_1} \right); \quad (5)$$

$$Q = 2L \sqrt{\frac{\nu K}{g}} \omega R, \quad \lambda = \sqrt{\frac{g}{\nu \cdot K}}. \quad (6)$$

В этих уравнениях приняты следующие обозначения:  $\rho$  — плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\nu$  — коэффициент кинематической вязкости жидкости,  $\text{м}^2/\text{сек}$ ;  $K$  — коэффициент фильтрации в поровом пространстве вальцуемой массы,  $\text{м/сек}$ ;  $H_0$  — полутолщина слоя исходной массы,  $\text{м}$ ;  $H_1$  — полутолщина максимального сжатого слоя массы,  $\text{м}$ ;  $h$  — полутолщина вальцуемого слоя массы в направлении оси  $x$ ,  $\text{м}$ ;  $R$  — радиус валка,  $\text{м}$ ;  $\omega$  — угловая скорость вращения валка,  $\text{сек}^{-1}$ ;  $g$  — ускорение силы тяжести,  $\text{м/сек}^2$ ;  $L$  — длина валка,  $\text{м}$ ;  $a$  — значение координаты в начале сжатия винограда,  $\text{м}$ ;  $x, y$  — координаты,  $\text{м}$ ;  $Q$  — производительность дробилки по соку,  $\text{л/сек}$ .

Исходные данные для решения этих уравнений приведены в табл. 1, а результаты расчетов — в табл. 2.

Таблица 1

Исходные данные  
(Дробилки—стекателя ДДС—4.8)

$R$ , м	$L$ , м	$n$ , об/мин	$\omega$ , $\text{сек}^{-1}$	$Q$ , л/сек	$H_0$ , м	$H_1$ , м	$\rho$ , $\text{кг/м}^3$	$K$ , м/сек	$\nu$ , $\text{м}^2/\text{сек}$
0,154	0,300	60,0	6,28	3,46	0,16	0,0045	1085	1,70	$1,85 \times 10^{-6}$

Данные табл. 2 свидетельствуют, что вблизи минимального рабочего зазора формируется одновременно опережающий поток суслу (скорости с отрицательными значениями) и противоток (скорости с положительными значениями), что доказывает справедливость высказанной гипотезы. В результате вышеизложенного очевидно, что в

Таблица 2

Результаты расчета на Э. В. М.

$y$ , м	$x$ , м					
	0	$\frac{2h(x)}{10}$	$\frac{4h(x)}{10}$	$\frac{6h(x)}{10}$	$\frac{8h(x)}{10}$	$h(x)$
0	0,03369	0,33670	0,33670	0,33670	0,33601	-0,967079
$R/5$	0,028219	0,028219	0,028219	0,028219	0,028218	-0,936383
$2R/5$	0,017801	0,017881	0,017881	0,01781	0,017881	-0,837536
$3R/5$	0,009442	0,009442	0,009442	0,009442	0,009442	-0,639675
$4R/5$	-0,000840	-0,00084	-0,00084	-0,00084	-0,000840	-0,000000

зоне максимального сжатия виноградной массы в ней отсутствует свободное сусло, что вносит коррективы в методику теоретического определения плотности сжатой массы  $\rho_m$ .

Для упрощения расчетов можно пользоваться эмпирической формулой

$$\rho_m = 654 e^{\frac{3,647}{H_1}} \text{кг/м}^3. \quad (7)$$

ს. მესარქიშვილი, ი. ყინაშვილი

ყურძნის ჭყლეტის ჰროცვის ანალიზი მიახლოებითი  
ჰიდროდინამიკური თეორიის საფუძველზე

რეზიუმე

თეორიულად დადასტურდა, რომ მალალტენიანი მცენარეული ნედლეულის (მაგალითად, ყურძნის) ჭყლეტისას ლილვაკებს შორის არეში ფორმირდება ერთდროულად სითხის ორი ძირითადი ნაკადი — წინწამსწრაფი და წინააღდენი, — რასაც შეაქვს შესაბამისი კორექტივები შეკუმშული ყურძნის მასის სიმკვრივისა და ლილვაკებიანი საჭყლეტი მანქანების მწარმოებლურობის თეორიული განსაზღვრის მეთოდოლოგიაში.

MACHINE BUILDING SCIENCE

S. S. MESARKISHVILI, Yu. Sh. KEINASHVILI

ANALYSIS OF GRAPE CRUSHING PROCESS ON THE BASIS  
OF THE APPROXIMATE HYDRODYNAMIC THEORY

Summary

It has been theoretically ascertained that during the crushing of plant materials with high water content (for example, grapes) two flows of fluid are simultaneously formed in the space between rollers—the advanced flow and the countercurrent flow which introduces the corresponding corrections into the methods of theoretical determination of compactness of pressed grape pulp and capacity of roll crushers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Месаркишвили. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977.
2. С. С. Месаркишвили, Ю. Ш. Квинашвили. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986.
3. С. С. Месаркишвили, Ю. Ш. Квинашвили. Информ. листок. Тбилиси, № 23, 1984.
4. И. Л. Повх. Техническая гидродинамика машиностроения. Ленинград, 1976.

Р. И. ЗУКАКИШВИЛИ, Р. Ч. ТАРГАМАДЗЕ, А. В. ТЕРТЕРАШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРУЗОК С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕНЗОРЕЗИСТОРАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 5.3.1988)

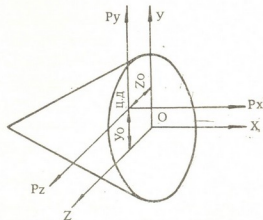
Измерительные системы с чувствительными элементами на тензорезисторах широко применяются в практике исследований нагрузок, действующих на механические системы, например при обтекании их гидравлическим либо воздушным потоком.

В связи с этим задача повышения точности измерений не теряет своей актуальности.

Многокомпонентные тензометрические измерительные элементы, как правило, komponуют из последовательно соединенных между собой весовых элементов для измерения компонентов сил и моментов, где в качестве весовых элементов используют упругие системы [1]. Они представляют собой механическую упругую систему, с неоднородными жесткостными характеристиками по длине и плоскости измерения нагрузок. Вместе с тем, между весовыми элементами отсутствует электрическая связь и их необходимо рассматривать как элементарные электромеханические преобразователи, на вход которых подается нагрузка от предыдущего весового элемента.

Нагрузка на механическую систему, вызванная воздействием на нее потока, передается на измерительный элемент (весы) через соединительный элемент (входное звено), связывающий механическую систему либо ее имитатор (модель) с весами. Суммарные технологические погрешности входного звена весов и посадочного узла модели приводят к смещению центра давления (ц. д.) (эксцентриситет центра давления) относительно высоких элементов, а также к изменению пространственной ориентации модели (рис. 1).

Рис. 1. Схемы отклонения посадочного места модели



Для определения вариации нагрузок относительно осей чувствительности весовых элементов при их деформации рассмотрим схему нагружения и деформационное состояние весов (рис. 2).

После деформации весов под действием нагрузок продольная сила не проходит через электрические центры (э. ц.) (оси чувствительности) весовых элементов для измерения поперечных моментов  $M_z$  и  $M_y$ .

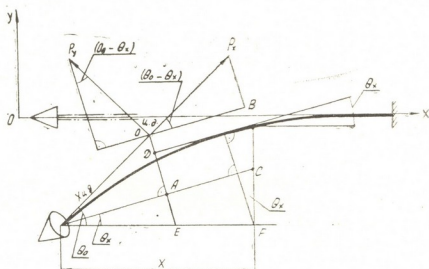


Рис. 2. Схема деформирования теоретической оси тензочувствительности

Из рис. 1 с учетом и малости деформации, т. е. в предположении, что  $\cos \theta_0 \approx \cos \gamma_0 = 1$ ,  $\sin \theta_0 \approx \theta_0$ ;  $\sin \gamma_0 \approx \gamma_0$ , можно получить погрешности преобразования поперечных моментов:

$$\delta M_z = P_x \cdot BE, \quad BE = OA \cdot \sin \theta_0 = (x - AC) \sin \theta_0 = \left( x - \frac{BC}{\operatorname{tg} \theta_0} \right) \sin \theta_0,$$

$$\begin{aligned} BC &= Y_i = \theta_0 \cdot x + a_3 M_z + a_4 P_y, \\ \operatorname{tg} \theta_0 &\approx \sin \theta_0 \end{aligned}$$

и окончательно

$$\delta M_z = -P_x (a_3 M_z + a_4 P_y),$$

аналогично

$$\delta M_y = -P_x (a_7 M_y + a_8 P_z).$$

Суммарная погрешность измерения поперечных моментов, как уже отмечалось, зависит еще и от начального смещения модели (и соответственно ц. д. от э. ц. весовых элементов), обусловленного входным звеном  $x_0$  и  $y_0$ .

С учетом погрешностей входного звена суммарные абсолютные погрешности измерения поперечных моментов будут равны

$$\begin{aligned} \delta M_z &= \pm P_x Y_0 - a_3 M_z P_x - a_4 P_y P_x, \\ \delta M_y &= \pm P_x Z_0 - a_7 M_y P_x - a_8 P_z P_x. \end{aligned} \quad (1)$$

Преобразуя уравнения (1), можно получить уравнения для определения истинных поперечных моментов:

$$\begin{aligned} M_{z_u} &= M_z + a_3 M_z P_x + a_4 P_y P_x \pm P_x Y_0, \\ M_{y_u} &= M_y + a_7 M_y P_x + a_8 P_z P_x \pm P_x Z_0, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $M_z$ ,  $M_y$  — момент, измеренный в эксперименте.

Относительные погрешности измерения поперечного момента будут равны

$$\frac{\delta M_z}{M_{z_u}} = \pm \frac{P_x Y_0}{M_{z_u} (1 \pm a_3 P_x)}, \quad \frac{\delta M_y}{M_{y_u}} = \pm \frac{P_x Z_0}{M_{y_u} (1 \pm a_7 P_x)}. \quad (3)$$





Сложность измерения продольного момента обусловлена тем, что смещение ц. д. от оси измерительного элемента под действием поперечных моментов при одновременном действии поперечной нагрузки в другой плоскости приводит к появлению вариации момента:

$$\delta M_{x_1} = P_x \cdot Y_{u.\delta} + P_y \cdot Z_{u.\delta}.$$

К указанному моменту необходимо добавить погрешности, появляющиеся при:

— одновременном действии поперечных моментов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, что обусловлено влиянием проекции вектора поперечных моментов на ось  $OX$ :

$$\delta M_{x_2} = a_9 \cdot M_y \cdot M_z;$$

— раздельном действии поперечных моментов и сил:

$$\delta M_{x_3} = a_{10} M_z + a_4 M_y \quad \text{и} \quad \delta M_{x_4} = a_{12} P_x + a_{13} P_y + a_{14} P_z.$$

Суммарная погрешность измерения продольного момента будет равняться

$$\delta M_x = P_z \cdot Y_{u.\delta} + P_z \cdot Z_{u.\delta} + a_9 \cdot M_y M_z + a_{10} M_y M_z + a_{10} M_z + a_{11} M_y + a_{12} P_x + a_{13} P_y + a_{14} P_z. \quad (4)$$

Из рис. 2 определим

$$\begin{aligned} Y_{u.\delta} &= OD = OA - AD; & AD &\sim BC; \\ OA &= x_{u.\delta} (\Theta - \Theta_x); & FC &= x\Theta_x; & BC &= (Y_i - x\Theta_x); \\ \Theta - \Theta_x &= -(a_1 M_z + a_2 P_y); & Y_i - \Theta_x \cdot x &= a_3 M_z + a_4 P_y. \end{aligned}$$

Окончательно, с учетом изменения  $Y_{u.\delta}$  от действия осевой нагрузки и начального смещения  $Y_0$ , получим

$$Y_{u.\delta} = -a_1 x_{u.\delta} M_z - a_2 x_{u.\delta} P_y - a_3 M_z - a_4 P_y + a_{15} P_x Y_0.$$

Аналогично можно получить выражение и для

$$Z_{u.\delta} \equiv -a_5 x_{u.\delta} M_y - a_6 x_{u.\delta} P_z - a_7 M_y - a_8 P_z + a_{16} P_x + Z_0.$$

С учетом полученных выражений суммарная погрешность измерения продольного момента будет выражаться зависимостью

$$\begin{aligned} \delta M_{x\Sigma} &= -a_1 M_z M_y - a_2 M_z P_y - a_3 M_z P_z + a_{15} P_x P_z + Y_0 P_z - \\ &- a_5 M_z M_y - a_6 M_y P_z - a_7 M_y P_y - a_8 P_z P_y + a_{16} P_x P_y + \\ &+ Z_0 P_y + a_9 M_y M_z + a_{10} M_z + a_{11} M_y + a_{12} P_x + a_{13} P_y + a_{14} P_z. \end{aligned}$$

После объединения одноименных членов получим полином для определения абсолютной погрешности продольного момента:

$$\delta M_{x\Sigma} = A_1 M_z + A_2 M_y + A_3 P_x + B_1 P_y + B_2 P_z + A_4 M_y P_y + A_5 M_y M_z + A_6 M_z P_y + A_7 M_z P_z + A_8 M_y P_z + A_9 P_z P_y + A_{10} P_x P_z + A_{11} P_x P_y, \quad (5)$$

где  $B_1 = (a_{13} + Z_0)$ ;  $B_2 = (a_{14} + Y_0)$ .

Для плоской задачи уравнение (5) примет вид

$$\delta M_{\Sigma} = A_1 M_z + A_3 P_x + B_1 P_y + A_6 M_z P_y + A_{11} P_x P_y + B_0,$$

где  $B_0$  — случайная функция, обусловленная наличием неизмеряемых компонентов.

На самом деле при креплении модели на весы, помимо плоскопараллельного смещения модели, существует и его угловое пространственное смещение. Эти смещения вызывают появление дополнительных нагрузок, которые при ограниченном количестве измеряемых компонентов нагрузки, например, четырехкомпонентными весами, не регистрируются и не могут быть учтены при обработке результатов эксперимента.

Таким образом, получены математические модели, определяющие взаимосвязь компонент нагрузки в тензовесах, неучет которой приводит к снижению точности измерений.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.3.1988)

მანქანათმშენობლა

რ. ზუკაკიშვილი, რ. თარგამაძე, ა. ტერტერაშვილი

ექსპერიმენტული ფაქტორების გავლენა განაწილებული დატვირთვების განსაზღვრის სიზუსტეზე  
მზომი ელემენტების გამოყენებით

რეზიუმე

განხილულია ექსპერიმენტული ფაქტორების გავლენა განაწილებული დატვირთვების განსაზღვრის სიზუსტეზე. მიღებულია განაწილებული დატვირთვების განსაზღვრის პროცესში ცალკეული კომპონენტების ურთიერთდაკავშირების მათემატიკური მოდელი, რაც საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ გამოცდების სიზუსტე ტენზორებისტორული მზომი ელემენტების გამოყენებისას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. I. ZUKAKISHVILI, R. Ch. TARGAMADZE, A. V. TERTERASHVILI

THE EFFECT OF EXPERIMENTAL FACTORS ON THE ACCURACY OF THE DISTRIBUTED LOADS DETERMINATION BY MEANS OF MEASURING ELEMENTS ON STRAIN-GAUGES

Summary

The problems related to the effect of the mechanical system technological errors on the accuracy of the distributed loads evaluation by means of measuring elements on strain-gauges are considered.

It is experimentally shown that aggregate technological errors lead to a displacement of the centre of pressure (eccentricity of the centre of pressure) relative to the balance, and to a change of the model spatial orientation.

As a result, mathematical model determining the interrelationship between the components of loads in the strain-gauge balance is obtained, which makes it possible to improve the accuracy of measurements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Горлин, И. И. Слезингер. Аэродинамические измерения. М., 1964.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

М. Е. САЛУКВАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), В. Е. ГАБИСОНΙΑ,  
А. И. АРСЕНАШВИЛИ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ  
С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО  
К МАГИСТРАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОВОЗАМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Движение поездов по рельсовым дорогам имеет сложный характер. Основное полезное поступательное движение поезда вдоль оси пути неразрывно связано с вращением колесных пар, якорей тяговых двигателей и других частей движущих механизмов. На это полезное перемещение поезда налагаются паразитные колебательные движения. Они возникают как из-за внешних воздействий на поезд как со стороны пути и окружающей среды, так и вследствие взаимодействия между отдельными вагонами поезда и их частями, имеющими между собой упругие и жесткие связи.

В работах [1—4] показывается, что движение поезда можно описать следующим уравнением:

$$F = M \frac{dv}{dt} + W, \quad (1)$$

где  $F$  — сила тяги;  $W$  — равнодействующая сила сопротивления движению;  $M$  — приведенная масса поезда;  $v$  — поступательная скорость поезда;  $t$  — время.

Путь, пройденный электровозом за время  $T$ , вычисляется по формуле

$$S = \int_0^T v dt. \quad (2)$$

На практике часто требуется оптимизировать динамические режимы работы электровоза, что позволяет снизить потери электроэнергии или время движения поезда до конечного пункта.

Вводя фазовые координаты  $x_1 = S$ ,  $x_2 = v$  и учитывая зависимость сил сопротивления  $W$  от профиля пути  $i_k$  ( $i_k$  — расчетный подъем в %-ах) и от  $x_2$  — скорости движения электровоза, получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = \frac{F - W(i_k, x_2)}{M}, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq T. \quad (3)$$

На разных участках пути, в зависимости от профиля, меняется значение  $i_k$  и  $x_2$ , что изменяет правую часть системы (3). Получим результат, свидетельствующий, что на разных участках пути имеем си-

39. "მეცნიერებათა ბულეტენი", ტ. 134, № 3, 1989



стему дифференциальных уравнений, с разными правыми частями, описывающих движение поезда. При этом конечное состояние поезда на первом участке пути является начальным состоянием для движения поезда на втором участке пути, т. е. конечные значения решений системы дифференциальных уравнений, описывающие движение поезда на первом участке пути, являются начальным значением для системы дифференциальных уравнений, описывающих движение поезда на втором участке пути, что и объединяет их в единую систему. Важным является тот факт, что момент перехода от одной системы к другой системе заранее не известен. Задачи такого типа называются задачами оптимального управления с переменной структурой. Математическая теория задач данного типа исследована в работе [5].

Если учитывать тот факт, что на разных участках пути в зависимости от его профиля меняется правая часть системы (3), то движение поезда над вух смежных участках пути (при различных значениях  $i_k$  и  $x_2$ ) можно описать с помощью следующей системы с переменной структурой:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = \frac{F - W(i_k', x_2)}{M}, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq \theta, \quad (4)$$

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = y_2, \\ \dot{y}_2 = \frac{F - W(i_k'', y_2)}{M}, \end{cases} \quad \theta \leq t \leq T, \quad (5)$$

при следующих условиях:

$$x_1(0) = 0, \quad x_2(0) = 0, \quad (6)$$

$$y_1(T) = \hat{y}, \quad y_2(T) = 0, \quad (7)$$

$$x_1(\theta) = y_1(\theta), \quad x_2(\theta) = y_2(\theta), \quad (8)$$

где  $\theta \in [0, T]$  — заранее неизвестный момент изменения структуры системы. В качестве управляющего воздействия возьмем силу тяги  $F_i$  [ $|E_i| \leq F_0$ ,  $i = 1, 2$ , где  $F_0$  — максимально допустимая сила тяги электровоза;  $-F_0$  — максимально допустимая сила торможения электровоза.

Задача ставится следующим образом: требуется выбрать такое значение силы тяги  $F_1(t)$ ,  $0 \leq t \leq \theta$ ,  $F_2(t)$ ,  $\theta \leq t \leq T$ , чтобы соответствующая траектория решений системы (4), (5) за минимальное время перевел объект из начального состояния (6) в конечное положение (7), при условии преемственности (8).

Пусть  $F_1(t)$ ,  $0 \leq t \leq \theta$ ,  $F_2(t)$ ,  $\theta \leq t \leq T$  — оптимальное управление,  $\theta \in ]0, T[$ , — оптимальный момент изменения структуры системы, а  $x(t) = (x_1(t), x_2(t))$ ,  $0 \leq t \leq \theta$ ,  $y(t) = (y_1(t), y_2(t))$ ,  $\theta \leq t \leq T$  — соответствующая им оптимальная траектория. Тогда существует такая непрерывная, нетривиальная вектор-функция  $\psi(t) = (\psi_1(t), \psi_2(t))$ ,  $0 \leq t \leq T$ , удовлетворяющая следующей сопряженной системе уравнений:



$$\begin{cases} \dot{\psi}_1(t) = 0, \\ \dot{\psi}_2(t) = -\psi_1(t) + \frac{1}{M} \psi_2(t) \frac{\partial W(i'_k, x_2)}{\partial x_2}, & 0 \leq t \leq \theta, \\ \dot{\psi}_1(t) = 0, \\ \dot{\psi}_2(t) = -\psi_1(t) + \frac{1}{M} \psi_2(t) \frac{\partial W(i''_k, y_2)}{\partial y_2}, & \theta \leq t \leq T, \end{cases}$$

с условием

$$\psi(T) = (\psi_1(T), \psi_2(T)) \neq (0, 0),$$

что выполняются следующие необходимые условия оптимальности:

- $\psi_2(t) F_1(t) = \max_{|F_1| < F_0} \psi_2(t) F_1, \quad 0 \leq t \leq \theta.$
- $\psi_2(t) F_2(t) = \max_{|F_2| < F_0} \psi_2(t) F_2, \quad \theta \leq t \leq T.$
- $\psi_1(T) y_2(T) + \psi_2(T) \frac{F_2(T)}{M} - \psi_2(T) \frac{W(i''_k, y_2)}{M} \geq 0.$
- $\psi_1(\theta) x_2(\theta) + \psi_2(\theta) \frac{F_1(\theta)}{M} - \psi_2(\theta) \frac{W(i'_k, x_2)}{M} =$   
 $= \psi_1(\theta) y_2(\theta) + \psi_2(\theta) \frac{F_2(\theta)}{M} - \psi_2(\theta) \frac{W(i''_k, y_2)}{M}.$

Учитывая разложение  $W(i'_k, x_2)$  и  $W(i''_k, y_2)$  (см. [1–4]) и пренебрегая членами второго порядка относительно  $x_2$  и  $y_2$  из-за малости их коэффициентов, получаем

$$W(i'_k, x_2) = p(1,9 + 0,01 x_2) + Q_p \left( 0,7 + \frac{3 + 0,16 x_2}{19} \right) + (p + Q_p) i'_k,$$

$$W(i''_k, y_2) = p(1,9 + 0,01 y_2) + Q_p \left( 0,7 + \frac{3 + 0,16 y_2}{19} \right) + (p + Q_p) i''_k,$$

где  $p$  — масса электровоза,  $Q_p$  — вес состава.

Пусть константы, участвующие в поставленной выше задаче, имеют следующие значения:

$$p = 300, \quad Q_p = 6866, \quad M = (p + Q_p) = 7166, \quad F_0 = 68320,$$

$$i'_k = 0, \quad i''_k = 2, \quad \hat{y} = 29.$$

Тогда, вводя замену  $u_i = \frac{F_i}{68320}$ ,  $i = 1, 2$ , получаем следующую задачу оптимального управления для систем с переменной структурой:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = 9,5339101 u_1 - 0,00848715 y_2 - 2,7502592, & 0 \leq t \leq \theta, \\ \dot{y}_1 = y_2, \\ \dot{y}_2 = 9,5339101 u_2 - 0,00848715 y_2 - 2,7502592, & \theta \leq t \leq T, \\ x_1(0) = 0, \quad x_2(0) = 0, \\ y_1(T) = 29, \quad y_2(T) = 0, \end{cases}$$



$$\begin{aligned} x_1(\theta) &= y_1(\theta), & x_2(\theta) &= y_2(\theta), \\ |u_1| &\leq 1, & i &= 1, 2. \\ T &\rightarrow \min. \end{aligned}$$

Применяя необходимые условия — 1°—4° — и делая соответствующие вычисления, получаем

$$\begin{aligned} u_{\text{опт.}}(t) &= u_1(t) = +1, & 0 \leq t \leq \theta, & & u_{\text{опт.}}(t) &= u_2(t) = -1, & \theta \leq t \leq T, \\ \theta_{\text{опт.}} &\approx 0,2 \text{ ч.} = 12 \text{ мин.}, & T_{\text{опт.}} &\approx 0,317 \text{ ч.} = 19,02 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Академия наук Грузинской ССР  
Институт систем управления

(Поступило 13.10.1988)

ავტომატური მართვა და გამომგზავნი ტექნიკა

მ. სალუკვაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. გაბისონია, ა. არსენაშვილი

მუდმივი დენის მაგისტრალურ ელმავლებზე ცვლადსტრუქტურინანი სისტემებისათვის სწრაფმდებლის ამოცანის გამოყენება

რეზიუმე

შესწავლილია მუდმივი დენის მაგისტრალური ელმავლების ოპტიმალური მართვის ფორმალიზაციის ამოცანა, როდესაც ვითვალისწინებთ წინააღმდეგობის ძალების დამოკიდებულებას გზის პროფილსა და ელმავლის სიჩქარეზე.

მიღებული შედეგების საილუსტრაციოდ განხილულია კონკრეტული მაგალითი.

#### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

M. E. SALUKVADZE, V. E. GABISONIA, A. I. ARSENASHVILI

### THE TIME OPTIMAL PROBLEM OF SYSTEMS WITH VARIABLE STRUCTURE AS APPLIED TO D. C. MAIN LINE ELECTRIC LOCOMOTIVES

Summary

A study has been made of optimal control problem formalization as applied to d. c. main line electric locomotives taking into account the dependence of resistance forces on railway track profile and the speed of the locomotive. To illustrate the results obtained an example is considered.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Волотковский, Л. Б. Литвинский. Электричество, № 5, 1971, 72—73.
2. С. А. Волотковский. Рудничная электровозная тяга. М., 1955.
3. В. Е. Розенфельд, Е. В. Чеботарев, Н. Н. Сидоров, Н. А. Болдов. Основы электрической тяги. М., 1957.
4. Сб. «Методические указания по определению технико-экономической эффективности новых и усовершенствованных электровозов». М., 1986.
5. Г. Л. Харатишвили. Сб. трудов ИПМ ТГУ «Оптимальные задачи в системах с переменной структурой. Тбилиси, 1985.

И. М. ДАНЕЛИЯ

КАРИОЛОГИЯ ДВУХ ВИДОВ РОДА *TULIPA* L. ИЗ ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцишвили 24.3.1988)

В мировой флоре род *Tulipa* L. представлен около 80 видами, из которых 11 приводятся для Кавказа. Нами были исследованы два вида: *T. biebersteiniana* Schult. et Schult. fil. и *T. eichleri* Regel, собранные в естественных местообитаниях из разных популяций (см. таблицу). В нашу задачу входило изучение кариотипов этих видов. Число и морфология хромосом изучались на метафазных пластинках в клетках меристемы кончиков корней. Морфологическая характеристика хромосом дается по Н. Д. Агаповой и В. Г. Гриф [1]. Собранный материал хранится в гербариях БИН АН СССР и Института ботаники АН ГССР.

Изученные виды тюльпанов и их хромосомные числа

Вид	2n	Место сбора
<i>T. biebersteiniana</i> (a)	24	ГССР, окр. г. Тбилиси, Телетский хребет, каменистые склоны, 600 м н. у. м., 13.IV.85 г.
„ (б)	48	АзССР, окр. с. Мараза, близ г. Шемаха, среди посевов и виноградников, 300 м н. у. м., 26.IV.85 г.
<i>T. eichleri</i> (a)	24	АзССР, окр. г. Шемаха, среди посевов, 26.IV.86 г.
„ (б)	24	АзССР, берег р. Иори, выше МингечауриГЭС, (Ботанический сад г. Тбилиси)
„ (в)	24	ГССР, Вашлованский заповедник, 20.IV.85 г.
„ (г)	24	ГССР, окр. г. Каспи, каменистые склоны, 700 м н. у. м., 14.IV.85 г.

Для *T. biebersteiniana* были исследованы представители двух популяций. Растения из окр. г. Тбилиси имеют  $2n=24$ . Диплоидный набор состоит из 5 пар субметацентрических (IV, V, IX, X, XII) и 7 пар субакроцентрических (I, II, III, VI, VII, VIII, XI) хромосом. Спутничные хромосомы не обнаружены. Длина хромосом от 6,5 до 12,5 мкм (см. рис. 1,а).

Растения из окр. с. Мараза оказались тетраплоидами с  $2n=48$ . Анализ кариотипа показал, что все хромосомы можно разбить на 12 групп по 4 одинаковые хромосомы, по длине и центромерному индексу аналогичные хромосомам диплоидов. Длина хромосом от 6 до 13 мкм (см. рис. 1,б). Таким образом, здесь, по-видимому, имеет место автополиплоидия.

У тюльпанов, по данным [2], часто возникают диплоидные гаметы. Кроме четырехкратного повторения в кариотипе полиплоидной формы одинаковых по форме и морфологии хромосом, подтверждением этого предположения может служить также тот факт, что в непосредственной близости от данной популяции встречается еще только один представитель рода — *T. eichleri*, относящийся к другой секции — *Tulipa*. Виды разных секций в природе не гибридизируют [3]. Растения, оказавшиеся тетраплоидами, при общем морфологическом сходстве с диплоидами отличаются от них более крупными размерами всех частей растений, большим числом листьев, их 3—4 вместо 2—3, более крупными луковичками с грубыми прижатыми волосками у верхушки покровных чешуи. Произрастают они как сорняки среди посевов и виноградников.

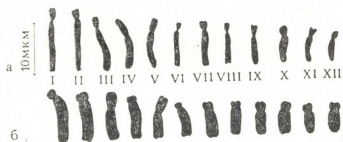


Рис. 1. Гаплоидные наборы хромосом *T. biebersteiniana*: а — диплоидной и б — тетраплоидной формы

Еще А. И. Введенский [4] в примечании к *T. biebersteiniana* указывал, что «с первых дней знакомства с кавказско-украинскими *T. sylvestris* s. l. ботаники пытались разделить его на две единицы различного таксономического и систематического значения, в новое время на это особенно толкала его двойственная экология» (с. 354). В современных работах *T. biebersteiniana* идентифицируют с мезофильным *T. sylvestris* [5] или с ксерофильным *T. sylvestris* subsp. *australis* [6]. Однако «необходимо отметить, что типом *T. biebersteiniana* является мезофильная раса («in hortis et vineis ad fluvium Terek, inter Mozdok et Kislar» MB, l. c.), а ксерофильная едва отличается от *T. australis* Link» ([4], с. 355).

На наш взгляд, более приемлемым является разделение *T. biebersteiniana* на две самостоятельные расы, соподчиненные двум подвидам *T. sylvestris*. Мезофильные *T. biebersteiniana* следует отнести к *T. sylvestris* subsp. *sylvestris*. Это растения с диаметром стебля больше чем 2,5 мм, нижний лист 1—2 см ширины, наружные листочки околоцветника 36—38×8—18 мм, чаще с зеленоватым или фиолетовым оттенком, внутренние — 35—70×16—26 мм, тычиночные нити 9—14 мм, пыльники 4—9 мм,  $2n=24, 48$ ; встречаются на лугах, лесных полянах, среди кустарников, как сорняки среди посевов и виноградников. Ксерофильные представители *T. biebersteiniana* следует отнести к subsp. *australis*. Характерные признаки: диаметр стебля не более 2 мм, нижний лист уже 1—2 см, наружные листочки околоцветника 20—35 (37)×4,5—9 мм, чаще с фиолетовым или с розоватым оттенком (иногда зеленоватые), внутренние — 21—36×6—16 мм, тычиночные нити 5—8 мм, пыльники 2,5—4 мм,  $2n=24$ ; произрастают на горных полянах, каменистых склонах, в степях.



Морфология хромосом *T. eichleri* была изучена на материале из четырех популяций из Грузии и Азербайджана (см. таблицу). У *T. eichleri* из окр. г. Шемаха диплоидный набор представлен двумя парами (II, VIII) субмета- и метацентрических хромосом —  $1^c$  36 и 37,5, 4 парами субметацентрических (V, VII, X, XII) — с  $1^c \approx 30$  и 6 парами субacroцентрических (I, III, IV, VI, IX, XI) хромосом. II, VII, IX, XI — спутничные. Длина хромосом от 6,5 до 13,3 мкм (см. рис. 2, а). Приблизительно такой же кариотип имеют представители другой популяции из АзССР, только для них спутничные хромосомы не обнаружены (см. рис 2, б).



Рис. 2. Гаплоидные наборы хромосом *T. eichleri*:  
 а, б, в, г — соответственно таблице

Представители того же вида из Вашлованского заповедника имеют только одну пару метацентрических (III), 4 пары субметацентрических (IX—XII) и 7 пар субacroцентрических (I, II, V—VII) хромосом. I—IV более длинные (от 10,8 до 13 мкм), остальные VI—XII приблизительно одинаковой длины и отличаются по  $1^c$ . Точечные спутники на длинных плечах имеются у двух пар (III, VIII). Длина хромосом от 7,3 до 13 мкм. У представителей другой популяции из Грузии длина и количество различных типов хромосом приблизительно такие же. Спутники не обнаружены (см. рис. 2, в, г).

Таким образом, для *T. eichleri* нами обнаружена популяционная кариотипическая изменчивость по наличию и количеству спутников, по соотношению различных типов хромосом, тогда как в случае с *T. biebersteiniana* мы имели дело с популяционной кариотипической изменчивостью по числу хромосом.

Академия наук СССР  
 Ботанический институт  
 им. В. Л. Комарова  
 Ленинград

ი. ღანელია

TULIPA L.-ის გვარის წარმომადგენელი ორი სახეობის კარიოლოგია

რეზიუმე

შესწავლილია *T. biebersteiniana* Schult. et Schult. fil. და *T. eichleri* Regel კარიოლოგია და სისტემატიკა. *T. eichleri* ოთხი პოპულაციის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია პოპულაციური კარიოლოგიური ცვალებადობა ქრომოსომათა სხვადასხვა ტიპის, თანაფარდობის, თანამგზავრების არსებობის და რაოდენობის მიხედვით. არსებული კარიოლოგიური და სისტემატიკური მონაცემების შედარების შედეგად დადგენილია, რომ *T. biebersteiniana* უნდა ჩაითვალოს *T. sylvestris* L.-ის სინონიმად და დაიყოს ორქვესახეობად. მეზოფილური წარმომადგენლები უნდა განეკუთვნონ *T. sylvestris* subsp. *syvestris*-ს, ხოლო ქსეროფილურ subsp. *australis*.

BOTANY

I. M. DANELIA

## KARYOLOGY OF TWO SPECIES OF THE GENUS *TULIPA* L. FROM THE TRANSCAUCASUS

Summary

The 2 species: *T. biebersteiniana* Schult. et Schult. fil. and *T. eichleri* Regel of the genus *Tulipa* L. are studied. Population karyological variability related to chromosome number ( $2n=24$  and 48) is revealed for *T. biebersteiniana* (data analyses for 2 populations). After comparing systematic and karyological data, *T. biebersteiniana* is considered to be synonymous to *T. sylvestris* L., with a subsequent division into two subspecies: mesophytic plants should be attributed to *T. sylvestris* subsp. *syvestris*, whereas the xerophytic ones—to subsp. *australis*.

Population karyological variability in terms of the correlation of various types of chromosomes, presence and number of satellites is revealed for *T. eichleri* (data analyses for 4 populations).

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Агапова, В. Г. Гриф. Бот. ж., т. 67, № 9, 1982.
2. G. H. Kroon J. P. Eijk. Van. Polyploidy in Tulips (*Tulipa* L.). The occurrence of diploid gamets. Eufitica. v. 26, №1, 1977.
3. D. A. Hall. The genus *Tulipa*; 1940.
4. А. И. Введенский. Род *Tulipa*. В кн. «Флора СССР», т. 4. М., 1935.
5. W. Marais. Genus *Tulipa* in "Flora of Turkey". v. 8, 1984.
6. G. Grey-Wilson, V. A. Mattaus. Genus *Tulipa* in "Flora Europea". v. 5. 1980.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. М. АИВАЗАШВИЛИ, Э. А. КАРЕЛИ

ЗНАЧЕНИЕ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ МОЗГА  
 В ОБРАЗНОЙ И УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЙ ПАМЯТИ ЩЕНКОВ

(Представлено академиком Т. Н. Овчани 25.4.1988)

Ранее [1] нами было показано, что внутримышечная инъекция амизила — центрального блокатора м-холинорецепторов мозга в дозах 0,5 мг/кг оказывает дифференцированное влияние на разные виды памяти у собак: нарушает образную кратковременную память (ОКП) и не влияет существенно на условнорефлекторную память (по классификации И. С. Бериташвили [2]). В связи с этим было высказано предположение о тесной связи холинергических механизмов мозга с образной кратковременной памятью. Возможность экспериментально «расчленивания» механизмов данных форм памяти под влиянием амизила и преимущественное влияние его на образную память подтверждены и другими исследователями на обезьянах [3].

Настоящее исследование посвящено дальнейшему обоснованию высказанного выше предположения и выяснению возрастных особенностей влияния амизила на образную и условнорефлекторную память у щенков.

Образная кратковременная память изучалась на условные зрительные сигналы непрямым вариантом метода отсроченных реакций. Опыты проводились на щенках разного возраста и помета в небольшой камере, разделенной на два отделения прозрачной подъемной дверцей. В заднем стартовом отделении находилось животное, а впереди, на расстоянии 120 см от животного, справа и слева находились два небольших отверстия (5×5 см), за которыми располагались кормушки соответственно № 1 и 2. Пищевым подкреплением служили кусочки мяса весом 4—5 г. Источники световых сигналов (направленный свет электрической лампочки 75 вт) были расположены рядом с кормушками. Когда щенки начинали точно выбирать освещенную сигналом кормушку, вводилась отсрочка: животное получало возможность свободного выбора кормушек не во время действия условного сигнала, а лишь через определенный промежуток времени после прекращения его. Если щенок после истечения времени отсрочки производил правильный выбор кормушек, то данное поведение считалось проявлением ОКП. Предъявление условных сигналов производилось в случайном порядке по схеме Геллермана. Время экспозиции условного сигнала — 5—6 с. Интервалы между предъявлениями — 1—1,5 мин. Условнорефлекторная память «измерялась» путем проверки степени его сохранности и упроченных условнорефлекторных реакций. Инъекция амизила производилась внутримышечно за 5—10 мин до начала опытов. В контрольных опытах щенкам вводился физиологический раствор того же объема.

Опыты с инъекцией амизила были начаты на 2,5—3-месячных щенках, так как способность к ОКП на условные зрительные сигналы в наших условиях опыта у щенков впервые проявлялась в данном возрасте, причем она обнаруживалась у животных только при тестировании коротких (3—4 с) отсрочек. При более длительных отсрочках, когда животное выпускалось из стартового отделения через 5—

6 с после выключения условного сигнала, число адекватных ответов снижалось до 60—70%. Очевидно, что ОКП на условные зрительные сигналы у щенков данного возраста находится почти в зачаточном виде. Об этом свидетельствует и ее легкая уязвимость, действие даже слабых отвлекающих раздражителей в период отсрочки (различные шумы) часто вызывало расстройства адекватных ответов у животных.

Опыты с инъекцией амизила показали, что, в отличие от контрольных опытов, введение препарата в дозе 0,5 мг/кг у всех щенков уже через 5—10 мин вызывало уменьшение общей двигательной активности, скованность в движении, во время локомоции легкое пошатывание, у некоторых щенков также снижение тонуса мышц задних конечностей и скуление. В отличие от взрослых собак [4], у щенков отказ от еды и другие изменения общего поведения при указанной дозе амизила не наблюдались. Условнорефлекторные реакции на совпадающие сигналы (т. е. без применения отсрочек) на 17-й и 60-й мин после инъекции амизила также оставались без заметных изменений. В отношении отсроченных реакций были получены неоднозначные результаты. У одних щенков инъекция амизила не оказывала существенного влияния на отсроченные реакции, а у других вызывала уменьшение числа правильных реакций в среднем на 20%, и такое состояние продолжалось у них в течение 1,5—2 часов.

Вторая серия опытов была проведена на 3,5-месячных щенках. Известно, что данный возрастной период у щенков характеризуется быстрым формированием условнорефлекторных реакций [5], а также началом интенсивного развития функции ОКП [6, 7], что подтвердилось и в настоящих экспериментах. У 3,5-месячных щенков ОКП на условные зрительные сигналы оказалась значительно лучше развитой, чем у щенков 2,5—3-месячного возраста. Они показывали высокие результаты (80—90%) и при тестировании 10—15 с отсрочек. Иначе говоря, время сохрания следов КП у них было в 3—4 раза больше, чем у щенков в предыдущей серии опытов.

Четкие и однозначные результаты были получены на этих щенках и в опытах с инъекцией амизила. Так, однократная инъекция амизила в дозе 0,5 мг/кг у всех щенков данного возраста уже на 8—10 мин вызывала полное расстройство ОКП. Даже при самых минимальных отсрочках (1—2 с) щенки на условные сигналы реагировали преимущественно ошибочно. Разрушающее влияние однократной инъекции амизила на воспроизведение ОКП у щенков продолжалось в течение 3—4 часов. Что касается условнорефлекторных реакций на совпадающие раздражители, то они у щенков в целом сохранялись и на фоне действия препарата, хотя воспроизводились сравнительно медленно. Так, время подхода к кормушкам на условные сигналы у животных на 2—3 с увеличивалось. Однако отмеченное изменение в условнорефлекторных реакциях у щенков сравнительно скоро, в среднем через 1,5 часа, исчезало полностью. Следовательно, под влиянием амизила воспроизведение следов условнорефлекторной памяти по существу не изменялось.

Таким образом, блокирование м-холинорецепторов мозга амизилом (в дозе 0,5 мг/кг) во всех случаях оказывало дифференцированное влияние на образную и условнорефлекторную память щенков: значительно нарушало ОКП и не влияло существенно на условнорефлекторную память. Такая диссоциация в результатах эксперимента указывает на то, что различие в нейрохимических механизмах образной и условнорефлекторной памяти, установленное у взрослых собак, начинается уже с раннего этапа постнатального онтогенеза. Кроме того, полученные данные позволяют сделать вывод о существовании опреде-

ленной зависимости постнатального развития ОКП от функционально-го и морфологического созревания холинергических механизмов головного мозга.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 29.4.1988)

აღმავანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ი. აივაზაშვილი, ე. კარელი

ტვინის ქოლინერგული მექანიზმების მწიფეობაზე ლეკვების  
ხატიხიმიერ და პირობითრეფლექსურ მახსიერებაზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ამიზილით ტვინის მ-ქოლინერგული რეცეპტორების დათრგუნვა დიფერენცირებულ გავლენას ახდენს ლეკვების სხვადასხვა ფორმის ინდივიდუალურ მახსიერებაზე: მნიშვნელოვნად არღვევს ხატიხიმიერ წარმართულ ხანმოკლე მახსიერებას და არსებითად არ მოქმედებს პირობითრეფლექსურ მახსიერებაზე. მიღებული შედეგების საფუძველზე დავასკვნით, რომ მახსიერების აღნიშნული ფორმები განსხვავებული ნეიროქიმიური მექანიზმებით ხასიათდებიან და ეს განსხვავება მათ შორის უკვე ჰოსტნატალური ონტოგენეზის ადრეული ეტაპიდან იწყება.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. M. AIVAZASHVILI, E. A. KARELI

THE ROLE OF CHOLINERGIC MECHANISMS IN THE IMAGE AND  
CONDITIONED-REFLEX MEMORY OF PUPPIES

Summary

Blocking of brain M-cholinergic receptors by benactyzine (0,5 mg/kg) has a differentiated effect on various forms of memory in puppies: it significantly disturbs the image short-term memory having no special effect on the conditioned-reflex memory.

The data obtained reveal the difference in neurochemical mechanisms of image and conditioned-reflex memory already at an early stage of postnatal ontogenesis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Айвазашвили, Э. А. Карели. Изв. АН ГССР, сер. биол., 2, № 4, 1976, 285—289.
2. И. С. Бериташвили. Память позвоночных, ее характеристика и происхождение. М., 1974.
3. Л. Н. Фирсов, И. П. Ланин, Л. А. Моисеева. ЖВНД, 27, 4, 1982, 747.
4. А. Т. Селиванова. Действие холинергических веществ на высшую нервную деятельность. Л., 1969.
5. Г. А. Образцова. Вопросы онтогенеза высшей нервной деятельности. М.—Л., 1964.
6. И. М. Айвазашвили. В кн.: «Современные проблемы деятельности и строения центральной нервной системы». Тбилиси, 1976.
7. М. М. Хананашвили, Ц. А. Орджоникидзе, И. М. Айвазашвили. Функциональная и структурная организация памяти в норме и патологии. Тбилиси, 1980.

Г. Ш. ДАВИТАЯ, С. Ш. МЕЦХВАРИШВИЛИ, Б. А. ЛОМСАДЗЕ,  
П. Г. НИШНИАНИДZE, О. А. КОРИДZE, Э. Н. ШЕНГЕЛАЯ,  
Т. М. ҚАРАПУТАДZE, Ю. Э. КИРШ, Г. А. ФРАНГУЛЯН

## ДЕЗИНТОКСИКАЦИОННОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНОВ В ПРОЦЕССАХ АЛКОГОЛЬНОГО ОТРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 1.9.1988)

Алкогольная интоксикация организма является одним из тяжелых недугов человечества вследствие последующих осложнений и поражений соматических клеток, которое нередко приводит к летальному исходу. В связи с этим исследование дезинтоксикационных свойств веществ, соответствующих в частности классу поливинилпирролидонов (ПВП), является актуальной задачей с точки зрения профилактики и лечения многих заболеваний.

Известно, что ПВП, входящий в состав гемодеза, широко применяется с целью дезинтоксикаций алкогольного отравления [1]. Высказывается предположение о том, что такая способность ПВП объясняется его свойством образовать комплекс с продуктами метаболизма метилового спирта [2]. Обзор литературных данных показывает, что механизм дезинтоксикационного действия ПВП до сих пор остается мало изученным.

В связи с этим целью настоящей работы было исследование влияния ПВП с молекулярной массой 12000, 20000 и 40000 на содержание простагландинов группы Е (ПГЕ), циклического аденозинмонофосфата (цАМФ), а также активности лизосомального фермента кислой фосфатазы, уровня перекисного окисления липидов (ПОЛ) и степени гемолиза эритроцитов в процессах этанольной интоксикации животных и человека.

Материалом для исследования служила кровь беспородных белых крыс (самцов) весом 100—120 г, а также кровь больных с этанольной интоксикацией и доноров в качестве контрольных проб.

Содержание простагландинов группы Е определяли при помощи набора китов Prostaglandin assay kit фирмы Clinical assay (США), содержание цАМФ — Cyclic AMP assay kit фирмы Amersham (Великобритания). Активность кислой фосфатазы определяли согласно де Дюва и др. [3], белок — по Лоури [4]. Об уровне перекисного окисления липидов судили по образованию малонового диальдегида [5]. Для изучения влияния ПВП в исследуемых пробах на 0,9 мл крови добавляли 0,1 мл ПВП в концентрации  $10^{-4}$  М.

Для выявления дезинтоксикационной способности ПВП подопытным животным перорально вводили дробно в объеме 1 мл соответственно ПВП с молекулярной массой 12000, 20000 и 40000 после пероральной детоксикации животных 1 мл 75%-ным этиловым спиртом. Наблюдение проводили в течение 7 суток. Оказалось, что животные с этанольной интоксикацией погибали уже через час после отравления этанолом. Введение же ПВП молекулярной массой 12000 приводило к снятию эффекта алкоголя, улучшению физиологического состояния и значительному увеличению числа выживших животных.

С целью выявления механизма действия ПВП было изучено изменение уровня ПОЛ в процессах алкогольного отравления. Оказалось, что в крови больных и животных с алкогольным отравлением уровень ПОЛ значительно падает по сравнению с нормой. Введение ПВП м.м. 12000 повышает уровень ПОЛ, которое достигает пределов контрольных проб. Аналогичное действие проявляют ПВП с м.м. 20000 и 40000 с той лишь разницей, что повышение уровня ПОЛ несколько выше контрольных проб (таблица). Из литературы известно, что в процессах ПОЛ принимают участие преимущественно те жирные кислоты, которые содержат в себе 2, 4 и 6 двойных связей [6]. В то же время показано, что большая часть этих липидов служит источником биосинтеза простагландинов [7]. Падение уровня ПОЛ вероятно вызвано взаимодействием продуктов метаболизма этилового спирта и субстратов ПОЛ. Обнаружено также, что этиловый спирт вызывает ингибирование действия простагландинов [8]. В наших опытах показано, что в крови животных и больных после действия этилового спирта значительно снижено содержание ПГЕ и цАМФ, причём в этом снижении наблюдается определенная корреляция (таблица).

Снижение содержания ПГЕ и уровня ПОЛ вероятно обусловлено угнетающим действием этилового спирта на активность системы простагландинов, вследствие чего соответственно уменьшается содержание цАМФ. Сопоставление литературных и экспериментальных данных подтверждает предположение о существующей взаимосвязи между снижением содержания ПГЕ и цАМФ и падением уровня ПОЛ. Примечательно, что следствием действия ПВП во всех исследуемых пробах является восстановление содержания ПГЕ и цАМФ до значений контрольных проб (таблица).

Влияние ПВП на уровень ПОЛ (по изменению концентрации малонового диальдегида в нМ/мг белка), на содержание ПГЕ и цАМФ (выражено в нМ/мг белка), на активность кислой фосфатазы (КФ) (по фосфору на мг/мл белка) и степени гемолиза (СГ) (% по отношению к контролю) в крови животных и больных с алкогольным отравлением

Пробы	ПОЛ	ПГЕ	цАМФ	КФ	СГ
<b>Крыса</b>					
Контроль	440	0,46	2,5	0,112	
Кровь+этанол	325	0,3	1,96	0,077	59,6
Кровь+этанол+ПВП м.м. 12000	436	0,4	2,28	0,1	100,9
Кровь+этанол+ПВП м.м. 20000	454	0,36	2,34	0,14	117,8
Кровь+этанол+ПВП м.м. 40000	450	0,39	2,41	0,16	123,5
<b>Человек</b>					
Кровь донора	441	0,56	3,46	0,26	
Кровь донора+этанол	322	0,33	3,05	0,097	53,3
Кровь с алк. отр.	308	0,28	2,87	0,088	33,3
Кровь с алк. отр.+ПВП м.м. 12000	439	0,51	3,40	0,24	86,6
Кровь с алк. отр.+ПВП м.м. 20000	451	0,58	3,44	0,28	93,9
Кровь с алк. отр.+ПВП м.м. 40000	446	0,5	3,52	0,29	113,6

Лизосомы играют значительную роль в жизнедеятельности организма [9]. В частности, ферменты лизосом стимулируют биосинтез простагландинов [10]. С другой стороны, ПВП является лизосомотропным агентом [11]. Опыты по изучению изменения активности кислой фосфатазы в процессах алкогольного отравления показали, что наблюдается снижение активности фермента. В то же время ПВП вызывает

снятие эффекта, вызванного этиловым спиртом. Следует отметить, что такое действие ПВП находится в зависимости от его молекулярной массы в исследуемых пробах, т. е. с повышением молекулярной массы ПВП активность кислой фосфатазы увеличивается.

В литературе показано, что в регуляции гибкости эритроцитарных мембран основную роль играют циклические нуклеотиды [7]. Выявлено также влияние простагландинов на деформационные способности эритроцитов [7]. В наших опытах было показано, что в процессах алкогольного отравления во всех исследуемых пробах значительно уменьшается степень гемолиза, в то время как ПВП способствует восстановлению уровня гемолиза (таблица).

Нашими экспериментальными данными установлено, что ПВП обладает способностью стабилизировать уровень степени гемолиза. Имеются данные о том, что простагландины нормализуют степень гемолиза крови [7]. В то же время этанол вызывает снижение активности функций простагландинов [8] и, вероятно, этот факт является причиной уменьшения степени гемолиза крови. В свою очередь ПВП, являясь лизосомотропным агентом, стимулирует активность кислой фосфатазы [11], которая со своей стороны, по-видимому, способствует активации биосинтеза простагландинов [10].

Таким образом, сопоставление наших экспериментальных данных с литературными позволяет высказать предположение о том, что изменения, происходящие под влиянием этанола, осуществляются посредством инактивирования системы простагландинов. На основе анализа проведенных экспериментальных данных можно предположить, что изменения, вызванные действием веществ класса поливинилпирролидонов, обусловлены их влиянием на регуляторные процессы жизнедеятельности клетки.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 1.9.1988)

ბიოფიზიკა

ბ. ღვინთაია, ს. მცხვარიშვილი, ბ. ლომსაძე, პ. ნუშინიძე,  
ო. კორძია, ე. ზანგალაია, თ. კარაუჭაია, ი. კირვი, გ. ფრანგულიანი

პოლივინილპიროლიდონების დეზინტოქსიკაციური მოქმედება  
ალკოჰოლური მოწამვლის პროცესებში

რეზიუმე

ორგანიზმის ალკოჰოლური მოწამვლის დროს ირღვევა რეგულატორული პროცესები, გამოწვეული პროსტაგლანდინების სისტემის ინჰიბირებით. პოლივინილპიროლიდონების დეზინტოქსიკაციური ეფექტი ძირითადად გაპირობებულია იმით, რომ ეს ნაერთები ფუნქციის სტაბილურობას მატებენ პროსტაგლანდინებს.



G. Sh. DAVITAIA, S. Sh. METSKHVARISHVILI, B. A. LOMSADZE,  
 P. G. NISHNIANIDZE, O. A. KORIDZE, E. N. SHENGELAIA, T. M. KARAPUTADZE  
 Yu. E. KIRSH, G. A. FRANGULYAN

## DETOXIFYING ACTION OF POLYVINYLPIRROLIDONE IN ALCOHOL INTOXICATION PROCESSES

### Summary

Alcohol intoxication of the organism leads to a disturbance of regulatory processes caused by the inactivation of prostaglandin system. It is shown that the detoxifying action of polyvinylpyrrolidone is essentially based on the stabilizing effect of these compounds of the prostaglandin function.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Агроенко. Справочник по переливанию крови и кровезаменителей. М., 1962.
2. В. Д. Зажирой, Е. П. Мельникова, Т. М. Карапутадзе, Г. Т. Черненко, Ю. Э. Кириш. Химико-фарм. журнал, 8, 1966, 974—976.
3. C. de Duve *et al.* Biochem J. 60. 1955, 604-617.
4. O. H. Lowry *et al.* J. Biolog. Chem., 193, 1951. 265-275.
5. И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили. Сб. «Современные методы в биохимии». М., 1977.
6. А. И. Арчаков. Микросомальное окисление. М., 1975.
7. Сб. «Простагландины». М., 1979.
8. S. M. Karim, ed. Prostaglandins: Chemical and biochemical aspects, Baltimore, 1976.
9. Сб. «Лизосомы и лизосомные болезни накопления». М., 1984.
10. Н. В. Лунина, И. Б. Коваль. Вopr. мед. химии, т. XXIX, вып. I, 1983, 23—25.
11. Т. А. Короленко. Биохимические аспекты лизосомотропизма. Новосибирск, 1983, 87—90.



Т. О. ХАЧИДЗЕ

ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ГЛИАДИНОВЫХ БЕЛКОВ  
СЕМЯН ГРУЗИНСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ ПШЕНИЦ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 30.6.1988)

Зерновые растения, в частности зерновые злаки, являются основными поставщиками белковых веществ для человека и животных. Среди разновидностей рода *Triticum* особое место принадлежит грузинским эндемичным пшеницам, которые наделены ценными для селекции признаками — устойчивостью к грибковым заболеваниям, засухе, заляганию и т. д.

Спирторастворимые белки составляют 40—45% всех белков зерна. Преобладающая часть этих белков приходится на глиадины. Для глиадинов характерны высокое содержание глутаминовой кислоты и пролина, низкий уровень многих незаменимых аминокислот. Важнейшая роль глианида — это его непосредственное участие в образовании сложного высокомолекулярного комплекса белков — клейковины. Именно этот комплекс, благодаря уникальным физиологическим свойствам, определяет хлебопекарные качества муки, структуру и вкус хлеба [1].

Установлено, что синтез глиадиновых компонентов контролируется генами, локализованными на первой и шестой гомологичных группах хромосом [2].

Глиадины характеризуются гетерогенностью. Неоднородность и полиморфизм этих белков подтверждаются электрофорезом в ПААГ в кислой среде. Анализ распределения электрофоретических спектральных компонентов выявил видоспецифичность глиадинов. Именно это их свойство успешно используется в селекционной практике для маркирования хромосом [3—5].

С целью выявления специфических белковых компонентов были проанализированы некоторые виды грузинских эндемичных пшениц: *T. Zhukovski Men et. Erir*; *T. timopheevi Zhuk*; *T. dicoccum Shült*; *T. persicum Vav*; *T. persicum «Дика»*; *T. Persicum «Дика» dzavacheticum*; *T. Dekaprelevischy*; *T. georgicum Men*; *T. macha Men et. Erir*.

Спирторастворимые белки из семян выделяли 70%-ным этанолом и методом электрофореза проводили сравнительный анализ компонентных составов глиадинов различных видов пшеницы. Электрофорез проводили в вертикальном блоке фирмы «ЛКВ» (Швеция) 7,5%-го полиакриламидного геля размером  $10 \times 10 \times 0,2$  см в ацетатном фубере с pH 3,1, содержащем 35%-ную уксусную кислоту и 5 М мочевины (согласно методике, разработанной в лаборатории белка и нуклеиновых кислот ВИРА) [1]. Напряжение составляло 8 В/см геля при продолжительности электрофореза 5—5,5 ч. После окончания электрофореза гель помещали на 1 ч в красящий раствор кумасси G-250. Для приготовления красящего раствора водный раствор красителя и хлорную кислоту смешивали до конечной концентрации 0,04 и 3,5% (масса/объем) соответственно [6]. Затем после промывки в 7%-ной уксусной кислоте гели фотографировали через оранжевый светофильтр ЗС-12 на пленку микрат-300.

На рис. 1 представлена электрофореграмма глиадинов семян различных видов пшеницы. Согласно полученным данным, глиадины по составу и подвижности компонентов в пределах фракции специфичны для каждого вида.

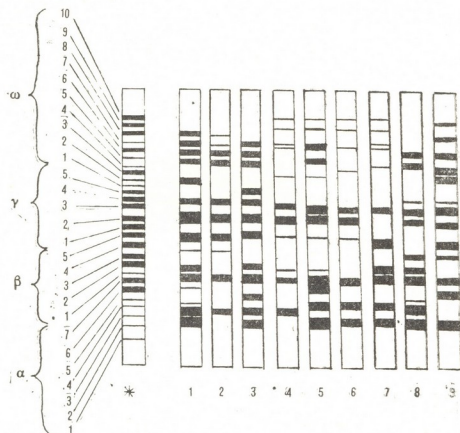


Рис. 1. Электрофоретические спектры глиадинов семян некоторых разновидностей рода *Triticum*. Электрофорез проводили в 7,5%-ном ПААГ в ацетатном буфере с pH 3,1 в течение 5 ч (1—*T. Zhukovski*; 2—*T. timopheevi*; 3—*T. dicoccum*; 4—*T. persicum*; 5—*T. persicum* «Дика»; 6—*T. persicum* «Дика» *dzavacheticum*; 7—*T. dekaprelevichy*; 9—*T. georgicum*; 9—*T. macha*; \*—эталонный спектр глиадина)

В электрофоретических спектрах глиадинов семян изученных образцов сохраняется традиционное для пшеницы распределение компонентов. В целом в спектре глиадина можно идентифицировать от 11 до 16 компонентов, которые сгруппированы в  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\omega$ -зоны. В каждом образце  $\omega$ -зона более насыщена и включает в свой состав 4—5 компонентов.

Полученные электрофоретические спектральные распределения сравнивали с эталоном (в эталонном спектре глиадина обозначены все возможные позиции спектральных компонентов глиадина) [1, 3, 4]. На этой основе были составлены белковые формулы глиадинов изученных нами видов пшеницы (см. таблицу).

В последние годы было показано, что содержание самих глиадинов в спирторастворимой фракции белков семян достигает 80—95%. Остальная часть приходится на низкомолекулярные глютеины и альбумины, т. е. неглиадиновые белки, которые имеют более высокий заряд и движутся быстрее глиадинов, тем самым составляют зону быстрых компонентов (БК) [7].

Для получения электрофоретических спектров БК белков выделяли из муки пятикратным объемом 2 М мочевины и анализировали в 10%-ном полиакриламидном геле в ацетатном буфере с pH 3,1 в течение 2,5 ч.



На электрофореграмме (рис. 2) четко различались две зоны: зона глиадиновых компонентов и зона БК. Последняя насчитывает 11 БК. Сравнительный анализ БК белков семян некоторых видов пшеницы показал, что, несмотря на множество, они не характеризуются определенной (четкой) видоспецифичностью.

Белковые формулы (по глиадину) некоторых разновидностей рода *Triticum*

№ п/п	Наименование	Белковая формула			
		α	β	γ	ω
1	<i>T. Zhukovski</i> Men et. <i>Erir.</i>	2, 3, 4, 6, 7	1, 4, 5	2, 3	1, 4, 5, 7, 8
2	<i>T. timopheevi</i> Zhuk.	3, 7	4, 5	2, 3	4, 5, 7, 8
3	<i>T. dicoccum</i> Shült.	2, 3, 5, 7	2, 5	2, 3, 5	4, 6, 7
4	<i>T. persicum</i> Vav.	2, 3, 5, 7	2, 5	2, 3	2, 6, 7, 9, 10
5	<i>T. persicum</i> „Дика“	2, 4, 6, 7	2, 5	2, 3	2, 4, 7, 9, 10
6	<i>T. persicum</i> „Дика“ <i>dzava-</i> <i>cheticum</i>	2, 4, 7	5	1, 3	3, 7, 9, 10
7	<i>T. dekaprevichy</i>	2, 4, 7	2, 4	3	4, 6, 7, 9, 10
8	<i>T. georgicum</i> Men.	2, 3, 5, 7	1, 3	1, 3, 4	4, 6
9	<i>T. macha</i> Men et. <i>Erir.</i>	2, 3, 5, 7	1, 2, 4	1, 3, 4	2, 4, 6, 8, 9

Таким образом, в результате сравнительного изучения выявлена специфичность глиадиновых компонентов семян грузинских эндемич-

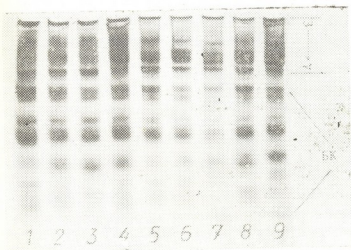


Рис. 2. Электрофоретические спектры спирторастворимых белков семян некоторых разновидностей рода *Triticum*. Электрофорез проводили в 10%-ном ПААГ в ацетатном буфере с рН 3,1 в течение 2,5 ч (1—*T. dekaprevichy*; 2—*T. persicum* «Дика» dz.; 3—*T. persicum* «Дика»; 4—*T. persicum*; 5—*T. dicoccum*; 6—*T. georgicum*; 7—*T. Zhukovski*; 8—*T. macha*; 9—*T. timopheevi*)

ных пшениц, которую успешно можно использовать в селекции пшеницы — для выведения сортов интенсивного типа зерновых и сохранения уникального генофонда абoriginalных сортов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 30.6.1988)

თ. ხაჩიძე

ქართული ენდემური ხორბლების თესლის გლიადინური ცილების  
ელექტროფორეზული სპექტრები

რეზიუმე

შესწავლილია *Triticum*-ის გვარის ზოგიერთი წარმომადგენლის თესლის გლიადინური ცილები პოლიაკრილამიდის გელში ელექტროფორეზის მეთოდით. ნაჩვენებია, რომ ხორბლის სხვადასხვა სახეობის გლიადინები ხასიათდებიან სპეციფიურობით, რაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გენომის მარკირებისათვის.

BIOCHEMISTRY

T. O. KHACHIDZE

ELECTROPHORETIC SPECTRA OF GLIADIN PROTEINS IN VARIOUS SPECIES OF GEORGIAN WHEAT

Summary

Gliadin proteins of seeds of some species of genus *Triticum* were analysed by the method of polyacrylamid gel electrophoresis. It is shown that various species of wheat gliadins are characterized by the specificity, which makes it possible to use them as genetic markers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Конарев. Белки пшеницы. М., 1980.
2. D. D. Kasarda, J. E. Bernardin, C. O. Qualset. Proc. Nat. Acad. Sci. US., vol. 73, №10, 1976, 3646-3650.
3. В. Г. Конарев. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 49, вып. 3, 1973, 46—58.
4. В. Г. Конарев, И. П. Гаврилюк, Н. К. Губарева. В кн.: «Генетические ресурсы пшеницы» Л., 1976, 113—120.
5. C. W. Wrigley, K. W. Spherherd. Ann. N. Y. Acad. Sci., vol. 209, 1973, 154-162
6. Э. Гааль, Г. Медьеши, Л. Верецкей. В кн.: «Электрофорез в разделении биологических макромолекул». М., 1982.
7. О. П. Митрофанова. Бюлл. ВИРа, вып. 92, 1979, 3—5.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Р. Г. САЛАКАЯ, Г. А. ВАДАЧКОРИЯ, Н. Б. АМИРЯН, О. В. ЦИНЦАДЗЕ

ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ  
ПРОСТАТИТОВ, ВЕЗИКУЛИТОВ И ЗАДНИХ УРЕТРИТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 15.10.1988)

Данные о роли тех или иных микробов в возникновении простатитов, везикулитов и уретритов [1—3] довольно разноречивы, что и послужило основанием для наших исследований.

Брался секционный материал (198 случаев), который был разделен по возрастным группам: 18—40, 41—55, 56—75 лет. Посев ткани органов и секрета простаты, а также идентификация возбудителей проводились общепринятыми бактериологическими методами; для выявления бактериальных антигенов применялся непрямой метод Кунса. Хламидии в соскобах выявлялись по общепринятой методике [4]. Секрет простаты и везикул, а также соскобы с задней уретры исследовались на наличие трихомонад (*Tv. vaginalis*). Полученные данные (см. таблицу) сопоставлялись с результатами микроморфологических исследований.

В первой и второй возрастной группах основным возбудителем в предстательной железе является энтерококк, в единичных случаях обнаружена кишечная палочка. Эпидермальный стафилококк также высевается в небольшом количестве случаев, но его антиген не выявлен. Основной возбудитель в семенных пузырьках и задних уретрах — также энтерококк. Наличие инфекции в семенных пузырьках всегда сочетается с инфицированием простаты, при этом совпадают и виды возбудителей. Это указывает на то, что везикулиты не бывают изолированными, они являются в основном осложнением простатита и уретрита. Следует отметить, что при выявлении возбудителей в тканях препарата можно отдать иммунологическому методу исследования, подтверждающему достоверность наличия возбудителей.

В возрастной группе 56—75 лет обращает на себя внимание относительно частое инфицирование органов у лиц от 60 лет и выше, что, вероятно, связано с развитием аденом и нарушением уродинамики нижних мочевых путей. В видовом составе возбудителей преобладает энтерококк и достаточно часто встречается кишечная палочка.

В этиологии простатитов и уретритов большое значение придают также трихомонадам и микроорганизмам из группы хламидий. Как видно из таблицы, в секрете простаты и соскобах задней уретры трихомонады чаще всего обнаруживаются у лиц 18—40 лет, с возрастом частота обнаружения значительно уменьшается. В семенных пузырьках трихомонады нами не выявлены. В простатическом секрете трихомонады во всех случаях встречаются в сочетании с бактериальной инфекцией; в задней уретрите только трихомонады выявляются лишь в 6%, в остальных случаях они сочетаются с бактериальными возбудителями. Хламидийная инфекция при данных патологиях встречается чаще, чем трихомонады, и выявляются хламидии в основном одновременно с бактериальными возбудителями.

Виды возбудителей простатита, везикулита, заднего уретрита и частота их выявления по данным бактериологической диагностики

Выделенный возбудитель	Т р у н ц и й м а т е р и а л											
	Предстательная железа		Семенные пузырьки n=84	Задняя уретра n=102	Предстательная железа		Семенные пузырьки n=40	Задняя уретра n=48	Предстательная железа		Семенные пузырьки n=34	Задняя уретра n=48
	Ткань n=102	Секрет n=102			Ткань n=48	Секрет n=48			Ткань n=48	Секрет n=48		
Кишечная палочка	6 5,9%	6 5,9%	4 4,8%	—	6 12,5%	6 12,5%	2 5%	3 6,3%	10 20,8%	10 20,8%	5 14,7%	5 10,4%
Протей	—	—	—	—	—	—	—	—	3 6,3%	3 6,3%	—	—
Синегнойная палочка	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Эпидермальный стафилококк	6 5,9%	9 8,8%	4 4,8%	18 17,6%	—	2 4,2%	4 10%	3 6,3%	5 10,4%	5 10,4%	3 8,8%	10 20,8%
Энтерококк	33 32,4%	36 35,3%	24 28,6%	42 41,2%	13 27,1%	13 27,1%	8 20%	16 33,3%	12 25%	12 25%	10 29,4%	16 33,3%
Трихомонады	—	12 12%	—	27 27%	—	2 4%	—	5 11%	—	1 2%	—	3 6%
Хламидии*	12 39%	—	3 11%	15 46%	6 19%	—	2 7%	7 21%	5 17%	—	3 11%	6 18%

\* На хламидии было исследовано: предстательных желез—56, семенных пузырьков—74, задних уретр—96.

Результатами микроморфологических исследований подтверждены все вышеизложенные данные, а именно: в случаях, где высеваются возбудители и выявляется антиген, в ткани исследуемых органов обнаруживаются инфильтраты. Одни из них состоят преимущественно из лимфоидных лейкоцитов с примесью плазматических клеток и занимают небольшие участки стромы. Другие, более крупные, состоят из сегментоядерных нейтрофильных лейкоцитов и располагаются в основном в подэпителиальном слое.

Таким образом, результаты исследований позволили установить, что инфекция предстательной железы в большинстве случаев обусловлена энтерококком. Довольно часто обнаруживаются трихомонадная и хламидийная инфекции. Инфицирование семенных пузырьков всегда сочетается с инфекцией предстательной железы. Вид возбудителя при везикулите совпадает с таковым при простатите и заднем уретрите.

НИИ урологии и нефрологии  
им. А. П. Цулукидзе  
МЗ СССР

(Поступило 17.11.1988)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

რ. სალაქაია, გ. ვადაჩკორია, ნ. ამირიანი, ო. ცინცაძე

არასპეციფიური პროსტატიტიზის, ვეზიკულიტიზისა და უკანა ურეტრიტიზის ეტიოლოგიური სტრუქტურა

რეზიუმე

სექციური მასალაზე (198 შემთხვევაში) შევისწავლეთ პროსტატიტიზის, ვეზიკულიტიზისა და ურეტრიტიზის ეტიოლოგიური სტრუქტურა. მიღებული მონაცემები შევადარეთ მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევების შედეგებს.

დადგენილია, რომ წინამდებარე ჯირკვლის ქრონიკული ანთების დროს უფრო ხშირად გვხვდება ენტეროკოკი, ასევე საკმაოდ ხშირად — ტრიქომონა და ქლამიდები. ვეზიკულეზის ინფიცირება ყოველთვის დაკავშირებულია წინამდებარე ჯირკვლის ინფიცირებასთან; ვეზიკულიტიზის, პროსტატიტიზისა და ურეტრიტიზის დროს გამოიყოფა თითქმის ერთი და იგივე მიკრობთა სახეობა.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

R. G. SALAKAIA, G. A. VADACHKORIA, N. B. AMIRYAN, O. V. TSINTSADZE

ETIOLOGICAL STRUCTURE OF NONSPECIFIC PROSTATITIS,  
VESICULITIS AND POSTERIOR URETHRITIS

Summary

Etiological structure of prostatitis, vesiculitis and urethritis (198 cases) was studied on the sectional material. The data obtained were compared with the results of micromorphological studies.

It has been established that in most cases Enterococcus is the main causative agent of chronic prostatitis but Trichomonas and Chlamydae are also frequently found. Infection in vesicles is always combined with prostatic infection, and the type of causative agent in vesiculitis, prostatitis and posterior urethritis is the same.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Каплун. Хронический неспецифический простатит. Уфа, 1984.
2. И. Ф. Юнда, Л. И. Добровольская. Урология и нефрология, 2, 15, 1982.
3. Б. А. Задорожный, Б. Р. Петров. Уретриты. Киев, 1978.
4. I. N. Schachter, C. R. Dawson. Human Chlamydian Infections, Littleton, 1978, 122.



П. Д. САГДИЕВА, Е. В. ДУБИНИНА

## К ИЗУЧЕНИЮ ВИДОВОГО СОСТАВА И ЭКОЛОГИИ ГАМАЗОВЫХ КЛЕЩЕЙ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ БОЛЬШОГО КAVKAZA

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Я. Элиава 16.12.1988)

Видовой состав гамазовых клещей мелких млекопитающих рассматриваемой территории нашел отражение в определителях гамазид фауны СССР и новоописаниях отдельных видов [1, 2 и др.]. Сведения по фауне и экологии гамазовых клещей Большого Кавказа относятся преимущественно к его восточной части [3, 4 и др.]. Проводились исследования по фауне, биогеографии и экологии мелких млекопитающих северного макросклона центральной части Большого Кавказа — в Кабардино-Балкарской АССР [5]. Имеются данные о клещах эндемичных кавказских грызунов — прометеевой полевки (*Prometheomys schaposchnikovi* Sat.) в районе Казбека [6] и гудаурской полевки (*Chionomys gud* Sat.) в Приэльбрусье [7].

Нами начато изучение гамазовых клещей грызунов западной и центральной части Большого Кавказа преимущественно на южном макросклоне; по нашим предварительным данным, гамазиды составляют здесь около 70% сбора эктопаразитов, включая клещей отряда Parasitiformes, блох и вшей [8].

Работа проводилась в различных пунктах в лесном и субальпийском поясе Большого Кавказа в 1975, 1977 и 1984—1986 гг. по общепринятым методикам зоолого-паразитических исследований [9, 10 и др.], причем большая часть материала собрана на четырех участках: Сагурамский, Северо-Осетинский и Кавказский заповедники, а также Верхняя Рача (окрестности сел. Земо Бари и Гона).

Лесной пояс Большого Кавказа находится в высотном интервале приблизительно от 400 до 2000 м н. у. м., а близ Черноморского побережья спускается почти до уровня моря. В предгорьях северного макросклона растут дубовые леса, которые выше сменяются сосново-буковыми и сосновыми. В предгорьях южного макросклона произрастают порослевые дубово-грабовые леса, выше — высокоствольные многопородные лиственные леса, которые на отдельных участках поднимаются до субальпийского пояса. Однако на большей части рассматриваемой территории выше полосы лиственных находятся смешанные леса. Растительность субальпийского пояса представлена лиственным криволесем или субальпийским редкостоем, стелющимися кустарниками, субальпийским высокотравьем и лугами [11].

Осмотрено 619 зверьков 8 видов: лесная (*Apodemus (Sylvivimus) sylvaticus* L.), желтогорлая (*A. (S.) flavicollis* Melch.) и полевая (*A. (Apodemus) agrarius* Pall.) мыши, серая крыса (*Rattus norvegicus* Berk.), кустарниковая полевка (*Microtus (Pitymys) majori* Thom.), полевки Роберта (*Chionomys roberti* Thom.), гудаурская и снежная (*Ch. nivalis* Mart.). Преобладала лесная мышь (71% отлова грызунов), на втором месте оказалась кустарниковая полевка (16%). Собрано около 1500 паразитических гамазовых клещей.

Клещи сем. Laelaptidae представлены 10 видами, которые вместе составили 82,5% общего сбора гамазид.

*Laelaps agilis* Koch—паразит мышей подрода *Sylvimus*, наиболее многочисленный вид (49% общего сбора, 72% сбора с мышей).

*L. algericus* Hirst—паразит домового мыши (*Mus musculus* L.), отмечен единично на лесной мыши в предгорьях Большого Кавказа и, очевидно, получен в порядке обмена от основного хозяина.

*L. pitymydis* Lange—паразит полевок подрода *Pitymys*, составил 13% общего сбора клещей и 53% сбора с кустарниковой полевки.

*L. hilaris* Koch—паразит полевок, отмечен преимущественно на полевке Роберта, единично и на кустарниковой полевке в Кавказском заповеднике.

*Hyperlaelaps arvalis* (Zachv.)—паразит полевок, составил 9,5% от общего сбора клещей и 31% от сбора с полевок подрода *Pitymys* и рода *Chionomys*.

К неспецифичным паразитам—обитателям гнезд, встречающимся и на зверьках, относятся *Eulaelaps stabularis* (Koch), *Androlaelaps glasgowi* (Ewing), *A. casalis* (Berl.), *Myonyssus decumani* Tirab., *Hypoaspis* (*Euandrolaelaps*) *sardous* (Berl.). Эти виды вместе составили 6,1% общего сбора.

Из клещей сем. Naemogamasidae (10,8% общего сбора) зарегистрировано 4 вида: *Naemogamasus nidi* Mich., *Hg. hirsutosimilis* Willm., *Hg. hirsutus* Berl., *Hg. horridus* Mich. Наиболее обычным является первый, а наиболее редко встречающимся—последний из названных видов.

Сем. *Hirstionyssidae* в наших сборах представлено видами *Hirstionyssus apodemi* Zuevsky и *Hi. isabellinus* Oud., которые вместе составили лишь 6,7% общего числа клещей.

Рассмотрим вертикально-поясное распределение клещей, а также особенности паразитирования гамазид на зверьках на различных участках.

В лесном поясе 57% общего сбора гамазид составил паразит мышей *L. agilis*, а клещи полевок *L. pitymydis* и *Hpl. arvalis*—9 и 7% соответственно, тогда как в субальпийском поясе названные показатели составили 21,5; 31 и 27%. Следует полагать, что эти различия связаны с высотно-поясными изменениями в структуре населения грызунов. Так, в лесном поясе среди отловленных зверьков мышей рода *Apodemus* оказалось 83,5%, кустарниковых и снежных полевок—16%, а в субальпийском поясе—46 и 54% соответственно.

В Сагурамском заповеднике (предгорья центральной части южного макросклона), где была отловлена только лесная мышь, преобладал *L. agilis* (80% сбора). Общий индекс обилия гамазид составил 5,7, а *L. agilis*—4,5.

В Верхней Раче (среднегорье центральной части южного макросклона к северо-западу от предыдущего участка) отловлены лесная мышь, кустарниковая полевка и серая крыса при доминировании первого из названных видов. *L. agilis* составил 26, а *L. pitymydis* и *Hpl. arvalis*—25 и 13% сбора соответственно. На лесной мыши общий индекс обилия клещей оказался 0,5, а *L. agilis*—0,3; на кустарниковой полевке общий индекс обилия—3,5, а *L. pitymydis* и *Hpl. arvalis*—2,0 и 0,9 соответственно.



В Северо-Осетинском заповеднике (среднегорье центральной части северного макросклона) (<sup>1</sup> отмечено 3 вида грызунов (лесная мышь, кустарниковая и гудаурская полевки), среди которых доминировала лесная мышь. *L. agilis* составил 58% сбора клещей; общий индекс обилия гамазид на лесной мыши оказался 1,3, на кустарниковой полевке—4,2 индекс обилия *L. agilis* на лесной мыши—0,9.

В Кавказском заповеднике (лесной и субальпийский пояс южного и субальпы северного макросклона запада Большого Кавказа) зарегистрировано 7 видов грызунов, из которых наиболее многочисленны лесная мышь и кустарниковая полевка, причем первый вид доминирует в лесном поясе, а второй— в субальпийском. *L. agilis* составил здесь 23%, а *L. pitymidis* и *Hpl. arvalis*—27 и 20% соответственно. Индекс обилия клещей на лесной мыши оказался 2,8, на кустарниковой полевке—6,2, *L. agilis* на лесной мыши—2,2, а *L. pitymidis* и *Hpl. arvalis* на кустарниковой полевке—3,1 и 2,2 соответственно.

Известно, что в популяциях эпизодических паразитов— видов сем. *Laelaptidae* преобладают самки [12, 13 и др.]. Об этом же свидетельствуют и наши данные. Так, среди взрослых *L. agilis* в Сагурамском заповеднике самцов оказалось 15,3, а в Кавказском заповеднике—22%. В Кавказском заповеднике доля самцов у *L. pitymidis* составила 2% от взрослых клещей, а у *Hpl. arvalis*—27%.

Относительное количество преимагинальных фаз от общего числа клещей у *L. agilis* составило в Сагурамском заповеднике 10,7, в Кавказском—33,7%, а у *Hpl. arvalis* в Кавказском заповеднике—20,3%.

Таким образом, на мышевидных грызунах западной и центральной части Большого Кавказа нами зарегистрировано 16 видов гамазид. Наиболее богато по видовому составу сем. *Laelaptidae*, а наиболее бедно видами сем. *Hirstionyssidae*. По численности также преобладают *Laelaptidae*, тогда как *Hirstionyssidae* малочисленны. Массовыми видами являются эпизодические паразиты обычных грызунов (лесной мыши и кустарниковой полевки): *L. agilis*, *L. pitymidis* и *Hpl. arvalis*. Широко распространены, но малочисленны на зверьках гнездово-норовые паразиты широкого круга хозяев *E. stabularis* и *Hg. nidi*.

По нашим данным, на Большом Кавказе кустарниковая полевка поражена гамазовыми клещами сильнее, чем лесная мышь.

Сравнение наших сборов клещей из центральной и западной части южного макросклона Большого Кавказа позволяет предположить, что в структуре комплекса гамазид мелких грызунов здесь имеется следующая закономерность: по направлению от предгорий к высокогорью и от востока к западу происходит снижение доли паразита мышей *L. agilis* и, напротив, увеличение доли паразитов полевков *L. pitymidis* и *Hpl. arvalis*.

(<sup>1</sup> Горная часть Северной Осетии и Верхняя Рача сопредельны друг другу.

პ. საბღიევა, ე. დუბინინა

დიდი კავკასიონის თაგვისებური სპლენელების გამაზოიდური  
 ტკიპების სახეობრივი შემადგენლობის და ეკოლოგიის  
 შესწავლისათვის

რეზიუმე

დიდი კავკასიონის დასავლეთ და ცენტრალურ ნაწილებში გავრცელებულ თაგვისებურ მღრღნელებზე რეგისტრირებულია 16 სახეობის გამაზოიდური ტკიპა. სახეობრივი შედგენილობით უფრო მდიდარია Laelaptidae ოჯახი, შედარებით ღარიბადაა წარმოდგენილი Hirstionyssidae -ს ოჯახი. რიცხოვნობით ასევე უპირატესად Laelaptidae-ს ოჯახის სახეობები, მაშინ როდესაც Haemogamasidae და Hirstionyssidae-ს წარმომადგენლები ბევრად უფრო მცირერიცხოვანნი არიან. შედარებით უფრო ჩვეულებრივი მღრღნელების (ტყის თაგვი და ბუჩქნარის მემინდვრია) პარაზიტები — *Laelaps agilis*, *L. pitymydis*, *Hyperlaelaps arvalis* — მსობრივადაა წარმოდგენილი.

ZOOLOGY

P. D. SAGDIEVA, E. V. DUBININA

THE STUDY OF FAUNA AND ECOLOGY OF SMALL RODENTS  
 GAMASINA MITES IN THE GREATER CAUCASUS

Summary

16 species of Gamasina mites on small rodents in the western and central parts of the Greater Caucasus have been registered. The most abundant of them are *Laelaptidae* and the most poor — *Hirstionyssidae*. As to the number, here *Laelaptidae* are predominant, whereas the number of *Haemogamasidae* and *Hirstionyssidae* proved to be small. Among the mites the most abundant are the parasites of the most common rodents (*Apodemus sylvaticus* and *Pitymys majori*) *Laelaps agilis*, *L. pitymydis* and *Hyperlaelaps arvalis*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Разумова. Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 15, 1953.
2. А. Б. Ланге. В кн.: «Клещи грызунов фауны СССР». Л., 1955.
3. А. Т. Гаджиев. Первое акарол. совещ. (тез. докл.). М.—Л., 1966.
4. А. Г. Рейтблат. Там же.
5. В. И. Нефедов. Автореферат канд. дисс. Пермь, 1966.
6. И. Н. Разумова. Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 17, 1957.
7. В. И. Нефедов. Первое акарол. совещ. (тез. докл.). М.—Л., 1966.
8. П. Д. Сагдиева, Ш. Г. Цихистави, И. А. Никулина. Сообщения АН ГССР, 129, № 1, 1988.
9. В. В. Кучерук, Э. И. Коренберг. Сб. «Методы изучения природных очагов болезней человека». М., 1964.
10. А. А. Земская. Там же.
11. В. З. Гулисашвили, А. Б. Махатадзе, Л. И. Прилипко. Растительность Кавказа. М., 1975.
12. Г. И. Пиряник. Гамазовые клещи мышевидных грызунов лесостепи Украины. Киев, 1962.
13. В. Л. Адамович. Сб. «Проблемы паразитологии». Киев, 1963.



УДК 616.831—006.328—053.3

მეცხერიმენტული მედიცინა

0. შვანბერაძე

სარძევე კბილთა ჩანასახების კულვის სისხლმომარაგების  
 ზოგირითი საკითხი სხვადასხვა ფიზიკური ბანცითარების მქონე  
 დღესრულ ახალშობილებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ზურაბაშვილმა 1.2.1988)

შესწავლილი იყო ფიზიკური განვითარების სხვადასხვა მაჩვენებლების მქონე 50 დღესრული ახალშობილი (სექციური მასალა).

საერთო რაოდენობიდან 15 შემთხვევას შეადგენდნენ ახალშობილები ნორმალური წონით (3 000—3 999 გ) — საკონტროლო ჯგუფი. 20 შემთხვევა—ახალშობილები ფიზიკური განვითარების მაღალი მაჩვენებლებით (4000 გ და ზევით). დანარჩენი 15 შემთხვევა კი, — ახალშობილები ფიზიკური განვითარების დაბალი მაჩვენებლებით (3000 გ და ქვემოთ).

თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში შევისწავლეთ გვამის ზედა და ქვედა ყბებიდან აღებული სარძევე ფორტალური კბილების ჩანასახების ანათოლები. მასალას ვაფიქსირებდით სხვადასხვა ფიქსატორში, შემდეგ ვაკეთებდით დეკალცინაციას და ვღებავდით რამდენიმე სპეციალური მეთოდიკით (გემატოქსილინ-ეოზინით ბემერის მიხედვით, მოვერცხლა გროს-ბილშეცკი-ლავრენტიევის მიხედვით, გლისის მიხედვით).

საკონტროლო კბილების ჩანასახების შესწავლამ (ნორმალური წონის ახალშობილები) გვიჩვენა, რომ კბილის პულბა შედგებილია თანაბრად, მკრთალად, სისხლძარღვები ვლინდება ნაკლებ მანძილზე, არაა დაკლაკნილი, პულბაში თანაბრად განაწილებული. მათი დიამეტრი შედარებით მცირეა, სისხლძარღვთა სანათურში აღინიშნება სუსტი სტაზი. კედლები კარგადაა კონტურირებული.

რაც შეეხება დაბალი ფიზიკური განვითარების მქონე ახალშობილებს, ამ შემთხვევაში პულბა ინტენსიურად ვასკულარიზებულია. განსაკუთრებით კარგადაა გამოხატული იგი პულბის პერიფერიაზე. სისხლძარღვები დიდ მანძილზე ვლინდება, მკვეთრად დაკლაკნილი, ქმნის ბეჭრ ანასტომოზს და განტოტებას, რომლებიც ძირითადად მიემართება პულბის განაპირას. პულბის ცენტრალურ ნაწილში ბევრი მსხვილი სისხლძარღვია. სტაზი ძირითადად აღინიშნება ცენტრალურ სისხლძარღვებში, ამასთან ვლინდება უმნიშვნელო შეშუპებაც.

ფიზიკური განვითარების მაღალი მაჩვენებლების მქონე ახალშობილებს შესწავლის დროს აღმოჩნდა, რომ აქ სისხლძარღვები განლაგებულია პულბის პერიფერიაზე. მათი დიამეტრი დიდია, დიდ მანძილზე ვლინდება. სისხლძარღვების კედლები დაკლაკნილია სუსტად, პულბის ცენტრში სისხლძარღვები თითქმის არ აღინიშნება, აღინიშნება სტაზი.

პულპის შეღებვის ინტენსივობა დიდი წონის ახალშობილებში მნიშვნელოვნად განსხვავდება საკონტროლო მასალისაგან და მცირე წონის ჯგუფისაგან. ორივე შემთხვევაში პულპა შეღებილია უფრო ინტენსიურად, რაც დამოკიდებულია სისხლძარღვთა განლაგებაზე, რაოდენობაზე, მათი სანათურის სიდიდეზე.

მცირე წონის მქონე ახალშობილებში პულპა უფრო თანაბრად არის შეღებილი, ვიდრე დიდი წონის მქონეებში, სადაც შეღებვის ინტენსიურობა უფრო მკვეთრად არის გამოვლენილი პულპის პერიფერიაზე.

ამრიგად, მასალის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ სამივე ჯგუფში პულპის ვასკულარიზაცია სხვადასხვანაირადაა წარმოდგენილი. ამაზე მიუთითებს სისხლძარღვების სანათურის სიდიდე, სისხლძარღვების განლაგება, პულპის შეღებვის სხვადასხვაგვარი ინტენსივობა.

ვასკულარიზაციის სხვადასხვაობა შესაბამისად განსაზღვრავს სარძევე კბილების შემდგომი განვითარების თავისებურებებს, რაც დადასტურდა ოდონტობლასტების შრის, დენტინის და აგრეთვე ემალის შესწავლის დროს.

რაც შეეხება ოდონტობლასტებს, საკონტროლო მასალაზე ისინი შეღებილია მკრთალად, თანაბრად, მთლიანად იკავებს პულპის პერიფერიას როგორც წინა, ისე უკანა მხრიდან, განსხვავებით იმ მასალისაგან, რომელსაც ვსვდებით დიდი და მცირე წონის ახალშობილების ჯგუფში, ამ ორ უკანასკნელ შემთხვევაში ოდონტობლასტები შეღებილია ინტენსიურად, რაც განსაკუთრებით აღინიშნება დიდი წონის მქონე ახალშობილებში. აქ ოდონტობლასტები არა მარტო უფრო ინტენსიურადაა შეღებილი საკონტროლო მასალასთან შედარებით, არამედ აღინიშნება განსხვავება პულპის წინა და უკანა ზედაპირზე არსებული ოდონტობლასტების შრეების შეღებვის ხარისხშიც. დიდი წონის მქონე ახალშობილებიდან აღებულ მასალაზე ოდონტობლასტების შრე განსაკუთრებით კარგადაა გამოხატული პულპის გვირგვინოვან ნაწილში. აქ უჩრდებო განსაკუთრებით წაგრძელებულია, ბირთვები განლაგებულია პერიფერიაზე, პულპასთან ახლოს.

ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, რომ სარძევე კბილების შემდგომი განვითარება სხვადასხვანაირად უნდა წარიმართოს-სამივე გამოსაკვლევე ჯგუფში, რაც გარკვეულ გავლენას იქონიებს სარძევე კბილების ამოჭრის ვადებზეც.

მ. ასათიანის სახ. ფსიქიატრიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.2.1988)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Е. В. ШВАНГИРАДЗЕ

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ПУЛЬПЫ ЗАЧАТКОВ МОЛОЧНЫХ ЗУБОВ У ДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ С РАЗЛИЧНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ

Резюме

Изучены доношенные новорожденные с различными показателями физического развития (50 прозекторных случаев).

Баскуляризация различно представлена во всех трех группах исследуемого материала. Об этом говорит величина просвета сосудов, его распределение, окраска пульпы.

Изменение васкуляризации должно различно сказываться на дальнейшем построении молочного зуба, что находит подтверждение при изучении слоя одонтобластов, дентина, а также эмали.

EXPERIMENTAL MEDICINE

E. V. SHVANGIRADZE

SOME PROBLEMS OF VASCULARIZATION OF THE PULP OF  
RUDIMENTARY MILK TEETH IN NEWBORNS WITH  
DIFFERENT DEGREES OF PHYSICAL DEVELOPMENT

Summary

Vascularization is different in all the three groups of the material under study, as evidenced by the size of vascular lumens their distribution and coloration of the pulp. The change of vascularization should differently affect the further development of milk teeth, which is attested to by the study of odontoblast layer, dentin and enamel.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. Э. КОДУА

БИОГЕННЫЕ АМИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ИММУНИТЕТА  
ПРИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 23.6.1988)

В последние десятилетия особый интерес гастроэнтерологов привлекают биогенные амины и иммунный статус организма. Известно, что гистамин и серотонин играют большую роль как в стимуляции желудочной секреции, так и в воспалительных реакциях, наряду с компонентами иммунной системы, которая является универсальным аппаратом защиты и/или поражения различных органов.

Целью нашей работы явилось определение уровня гистамина (по методу [1]) и серотонина по методу [2]), активности гистаминазы (по методу [3]), гистаминопексического индекса (ГПИ) (по методу [4]), а также содержания Т-РОК, В-РОК, Т-супрессоров и иммуноглобулинов классов С, А, М (по методу [5] и [6]). Все параметры определялись в крови.

Было обследовано 82 больных ЯБДК (II группа), 14 больных с резецированным желудком по поводу ЯБДК, осложнившейся пептической язвой (III группа), в возрасте от 17 до 69 лет (69 мужчин и 27 женщин). Диагноз верифицировался клинико-лабораторными, рентгенологическими и эндоскопическими методами. Контрольную группу составили 24 практически здоровых лица (I группа) в возрасте от 20 до 42 лет (18 мужчин и 6 женщин).

Результаты обследования представлены в таблице.

Как видно из таблицы, у больных ЯБДК в фазе обострения отмечаются повышение содержания гистамина и понижение ГПИ крови. Учитывая, что слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) является одним из депо гистамина в организме, не должно вызывать сомнения, что длительное повышение содержания этого амина приводит к нарушению кровообращения гастродуоденальной зоне со всеми вытекающими отсюда последствиями: гипоксия, отек, воспаление, эрозия, язва [7]. Открытие  $H_2$ -рецепторов к гистамину и хороший эффект  $H_2$ -блокаторов в лечении ЯБ еще раз доказывают участие гистамина в ulcerogенезе.

Уровень серотонина в крови не подвергается существенным изменениям, хотя трудно представить, что этот биологически активный амин, главным депо которого в организме является система энтерохромаффинных клеток ЖКТ, остается инертным к течению ЯБ. Вероятно, при этом заболевании уровень серотонина меняется преимущественно в слизистой оболочке ЖКТ, как и при других заболеваниях гастродуоденальной системы, например при парезе кишечника [8].

Со стороны иммунной системы отмечается повышение содержания иммуноглобулинов класса М, что, по-видимому, можно объяснить их

41. „მედიცინა“, ტ. 134, № 3, 1989



свойством первыми среди других иммуноглобулинов вырабатываться при антигенном раздражении. Иммуноглобулины класса G не подвергались статистически достоверным изменениям, тогда как иммуноглобулины класса A, отвечающие за формирование местного иммуни-

Показатели системы „гистамин-гистаминаза-гистаминопексический индекс“, серотонина, клеточного и гуморального иммунитета у здоровых людей и у больных язвенной болезнью

Показатели	Обследованные группы						P
	n	Здоровые (I) M±m	n	Больные язвенной болезнью 12-перстной кишки (II) M±m	n	Больные с пептической язвой на фоне резцированного желудка (III) M±m	
Гистамин	24	0,041 ± 0,0012	82	0,0685 ± 0,0045	14	0,08305 ± 0,01171	I и II < 0,01 I и III < 0,01
Гистаминаза	24	0,4995 ± 0,0278	80	0,5391 ± 0,0247	14	0,4059 ± 0,04632	I и II > 0,05 I и III > 0,05
ГПИ	24	47,4 ± 2,52	79	40,5 ± 1,4	14	41,97 ± 3,678	I и II < 0,05 I и III > 0,05
Серотонин	24	0,103 ± 0,036	80	0,108 ± 0,0047	13	0,1269 ± 0,01676	I и II > 0,05 I и III > 0,05
T-РОК	24	50,5 ± 1,29	82	40,44 ± 0,787	14	46,6 ± 2,14	I и II < 0,01 I и III > 0,05
B-РОК	24	15,2 ± 1,58	82	27,23 ± 0,949	14	27,6 ± 2,59	I и II < 0,05 I и III < 0,05
T-супрессоры	24	10,2 ± 1,43	82	4,7 ± 1,02	14	5,4 ± 1,21	I и II < 0,05 I и III > 0,05
I <sub>0</sub> A	24	285,2 ± 58,81	76	190,6 ± 8,44	14	204,1 ± 16,85	I и II > 0,05 I и III > 0,05
I <sub>0</sub> M	24	115,5 ± 16,17	76	163,8 ± 10,04	14	165,5 ± 28,11	I и II < 0,01 I и III < 0,05
I <sub>0</sub> G	24	1138,3 ± 57,73	75	1080,7 ± 30,64	14	1163,7 ± 81,52	I и II > 0,05 I и III > 0,05

тета, были снижены у больных обеих групп, что следует объяснить интенсивным расходом указанного иммуноглобулина в воспалитель-

ном очаге гастродуоденальной зоны. Повышение функциональной активности В-системы иммунитета при ЯБДК коррелирует с повышением циркулирующих В-лимфоцитов (см. таблицу).

Таким образом, повышение уровня гистамина, наблюдаемое при ЯБ, по-видимому, изменяет физиологический ответ Т-супрессоров, проявляющийся в ослаблении супрессорной активности Т-системы иммунитета. Подавление системы иммунологического надзора, в свою очередь, очевидно, способствует развитию аутоиммунных процессов. Это предположение консолидирует с активацией В-системы иммунитета, проявляющейся в нарастании числа В-лимфоцитов, уровня иммуноглобулинов классов А и М и титров аутоантител к слизистой оболочке ЖКТ.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 24.6.1988)

მასპერინიზებული მიჯიციონა

თ. კოდუა

ბიოგენური ამინები და იმუნიტეტის მაჩვენებლები წყლულოვანი  
დაავადების დროს

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ წყლულოვანი დაავადების გამწვავების დროს სისხლში ჰისტამინის რაოდენობა იმატებს, ჰისტამინოპექსიური ინდექსი კი ქვეითდება. აღინიშნება უჯრედოვანი იმუნიტეტის დაქვეითებაც, უპირატესად Т-სუპრესორების ხარჯზე, ჰუმორალური იმუნიტეტი კი გააქტივებულია.

გამოვლენილია კორელაცია ჰისტამინის დონისა და იმუნური სისტემის მაჩვენებლების ცვლილებათა შორის.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. E. KODUA

BIOGENIC AMINES AND IMMUNITY IN PATIENTS WITH PEPTIC  
ULCER

Summary

It is found that in patients with peptic ulcer in the phase of exacerbation the blood level of histamine is increased, and histaminopexic index is decreased.

A correlation is revealed between changes in the levels of biogenic amines and variations of the immune system components: the increased level of histamine leads to an enhanced activity of humoral immunity and suppression of immunologic control of the organism.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Мещерякова. Лаб. дело, № 2, 1971, 103—105.
2. В. И. Кулинский, Л. С. Костюкова. Лаб. дело, № 7, 1969, 390—394.
3. А. Г. Класон, А. Б. Райцис. Лаб. дело, № 4, 1973, 231—239.
4. В. И. Малюк. Лаб. дело, № 8, 1971, 487—490.
5. M. Jondol, G. Holm, Wigzelln. J. Exp. Med., v. 135, 1972, 207-215.
6. G. Mancini, A. D. Carbone, J. F. Herstans. Immunochemistry, 2, 1965, 235.
7. В. Н. Туголуков. В кн.: «Новые методы исследования и некоторые вопросы частной патологии в гастроэнтерологии». Новосибирск, 1969, 66—68.
8. Ю. М. Дедерер, Б. В. Полушкин, А. С. Горделадзе. Пат. физиол., № 1, 1964, 52.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Зиг. А. ЗУРАБАШВИЛИ, А. Ф. МАМАРДАШВИЛИ, Н. Ш. ДАРЧИЯ,  
М. Ш. ЦХАДАДЗЕ, Н. Г. КИКОДЗЕ, М. М. КЛДИАШВИЛИ,  
А. И. ГОГЕЛИЯ, Н. Д. ОКРИБЕЛАШВИЛИ

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАЗМЫ КРОВИ БОЛЬНЫХ  
ХРОНИЧЕСКИМ АЛКОГОЛИЗМОМ**

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 30.7.1988)

Известно, что кровь больных хроническим алкоголизмом обнаруживает определенные структурные изменения по сравнению с форменными элементами доноров [1—3]. Целью работы является изучение особенностей плазмы крови больных хроническим алкоголизмом в условиях культуры ткани.

Наблюдения проводились над 20 больными хроническим алкоголизмом (вторая стадия) и 5 практически здоровыми людьми (доноры). Для изучения материала методом культуры ткани кровь центрифугировалась при 4°C в течение 15 мин при 1500 об/мин. Культура эксплантировалась по методу Максимова во флаконах Карреля и камерах Роузе, питательной средой служила плазма донора или больного, разбавленная бычьей сывороткой и средой № 199. Материал фиксировался в нейтральном фиксаторе и окрашивался по Андресу. Длительность жизни культур составляла не более 1,5 недели. Часть плазмы была предварительно подвергнута фильтрации с помощью миллипоровых фильтров, диаметр поры 0,2 мк

Изучение показало, что уже через 30 мин от начала культивирования отмечаются определенные изменения со стороны красных и белых ферменных элементов доноров. В эритроцитах наблюдаются вакуолизация, неоднородная их контурированность, изменения формы клеток. Край эритроцитов извиты, единичные небольшие протуберанцы на поверхности эритроцитов, складчатость. На поверхности эритроцитов часто встречаются «частицы неизвестной природы». По величине эритроциты неоднородны. Преимущественно это мишеневидные клетки, бледные по интенсивности окраски. Шиповидные эритроциты мелкие, окрашены интенсивно, равномерно, число клеток небольшое. Эритроциты часто адгезируют с нейтрофилами. Количество набухших эритроцитов растет с временем эксплантации культуры, растет также число лизированных эритроцитов. Симпласы эритроцитов появляются в более поздние сроки эксплантации (на 18-м часу). Эритроциты часто приобретают удлиненную форму, острие которой направлено в сторону нейтрофилов.

В нейтрофилах обращает на себя внимание их набухание. Набухают как ядра, так и цитоплазма, особенно ядра. Ядра мелкоглыбчатая, края извиты, многосегментны (5—8 сегментов), дислоцированы, слабо контурированы, перинуклеарный ореол небольшой. В цитоплазме нейтрофилов отмечается большое число специфических гранул, вакуолей и фагоцитированных эритроцитов. С временем эксплантации увеличивается число разрушенных клеток. Набухшие нейтрофилы часто образуют адгезию с эритроцитами, создавая розетки (особенно после предварительной фильтрации плазмы). В единичных нейтрофилах ядра сморщены, округлые, отмечаются ядрышковые организаторы в них. Число ядрышек различно (1—3). Ядра в подобных клет-



ках не дислоцированы, сегменты перемычек не имеют, окрашены интенсивно. С временем эксплантации культуры растет величина ядер. Они остаются округлыми, контурированными. Гетерохроматин распределен неравномерно (преимущественно по краю). В ядрах несколько ядрышек. Большой перичеллюлярный ореол, подобные клетки с эритроцитами почти не адгезируют. В цитоплазме большое число специфических гранул. Эти клетки выявляются лишь спустя 3 часа от начала эксплантации, число их растет с временем культивирования. Отмечается явление клазматоза ядра. Подобные нейтрофилы имеют округлые, интенсивно окрашенные ядра. Можно предположить, что эти клетки могут быть расценены как молодые клетки нейтрофильного ряда, т. е. как миелоциты или миелобласты, и здесь имеет место явление дедифференцировки клетки, т. е. снятие репликационного покоя. В дифференцированных ядрах это явление приводит к летальным хромосомным нарушениям [4]. Отсюда дедифференцировка в нейтрофилах (появление молодых форм) ведет в конечном счете к гибели клетки. С другой стороны, основная масса ядер нейтрофилов, как уже было отмечено, набухает, становится мелкодисперсной, что, по данным Э. де Робертиса [5], связано с поступлением в них цитоплазматических белков. Все это указывает на усиление активации клеток, возрастание в них процессов окисления, в частности, усиливаются перекисный обмен, выработка аннона — кислорода. Названная активация играет важную роль в реакции фагоцитоза нейтрофилами. Захват нейтрофилами эритроцитов, очевидно, связан с быстрым старением и снижением активности последних. Небезынтересно отметить, что в части нейтрофилов могут отмечаться смешанные формы, т. е. когда в одной и той же клетке один сегмент претерпевает набухание, другой — сморщивание. С точки зрения иммунобиологии, дальнейшая судьба омоложенной клетки играет важную роль в защитной реакции организма [6, 7].

Лимфоциты набухшие, преимущественно широкоплазменные, имеют большие, светлые ядрышки. Наблюдается разволокнение отдельных ядер лимфоцитов.

Изучение ядрышек при хроническом алкоголизме показало, что до начала лечения в лимфоцитах выявляется несколько ядрышковых организаторов в клетке, они темные, мелкие, окружены плотным хроматином. После лечения отмечается преимущественно по одному ядрышку в клетке. Ядрышки крупные с хорошо очерченным контуром и светлым содержимым. Скоплений гетерохроматина около подобных ядрышек почти нет. Существует взаимосвязь между ядрышком и хромосомами. Каждое ядрышко находится в контакте с одной из хромосом. Как пишут А. П. Авцин и В. А. Шахламов [9], Ю. С. Ченцов и В. Ю. Поляков [9], образование ядрышек, их число связано с активностью определенных участков хромосом. Изменение числа ядрышек происходит за счет их слияния, а значит, за счет сдвигов в хромосомном балансе клеток. Изменения со стороны ядрышек нарушают формирование митотического аппарата клетки. Число ядрышек на ядро соответствует количеству ядрышковых организаторов в геноме клетки. Ядрышковые организаторы представляют собой ту часть хромосомы, где записана нуклеотидная последовательность РНК. В клетках функционирует небольшая часть ядрышкового организатора, остальная же представляется в виде неактивного околядрышкового гетерохроматина. При активации функциональная область ядрышкового организатора может увеличиваться [10, 11].

Как показал Shinozaka [12], ядрышки очень чувствительны к действию эксофакторов. Гипертрофия ядрышек (увеличение в объеме, изменение оптической плотности) связана с повышением синтеза РНК и возможным нарушением передачи информации из ядра в цитоплазму. Ядрышки при нарушении синтеза РНК становятся округлыми и

компактными, идет феномен их «агрегации», т. е. когда они уменьшаются, их структурные компоненты перераспределяются. Агрегация ядрышек вызвана снижением синтеза РНК, а это, в свою очередь, связано с физическим изменением ДНК. Существует прямая связь между организаторами ядрышек и количеством цистронов ДНК. Трансформация клеток также влияет на поведение ядрышек, вызывая, по данным В. Я. Кармышовой [13], ранние и стойкие изменения со стороны их формы, величины, числа. Известно, что количество ядрышек изменяется при дифференцировке клеток, что, очевидно, связано с синтезом. Клеточная дифференцировка является следствием ядерной дифференцировки и опосредована постепенной потерей генома клетки. Отсюда положение Вейсмана о том, что внешняя фенотипическая дифференцировка обусловлена внутренней генотипической дифференцировкой ядер, находит свое новое подтверждение. Переход от одной стадии дифференцированного состояния к другой сопровождается изменением набора активных генов. Дифференцированное влияние генов обусловлено взаимным влиянием друг на друга ядра и цитоплазмы. Для активации гена необходимо нарушение структуры хроматина [14].

НИИ психиатрии  
 им. М. М. Асатиани  
 МЗ СССР

(Поступило 1.9.1988)

მეცნიერებათა აკადემიის მიერ მიღებული

წიგ. ზურაბაშვილი, ა. მამარდაშვილი, ნ. დარჩია, მ. ტსხადაძე, ნ. კიკოდზე,  
 ა. კლდიაშვილი, ა. გოგელია, ნ. ოკრიბელაშვილი

ქრონიკული ალკოჰოლიზმით დაავადებულთა სისხლის პლაზმის  
 სოკონომიკური თავისებურება

რეზიუმე

ცნობილია, რომ ქრონიკული ალკოჰოლიზმით დაავადებულის სისხლის ფორმიან ელემენტებში ვლინდება გარკვეული სტრუქტურული ცვლილებები. შესწავლილი იყო დაავადებულის სისხლის პლაზმის თავისებურებანი ქსოვილის კულტურის პირობებში (სულ. 20 შემთხვევა). საკონტროლო მასალა წარმოდგენილი იყო 5 დონორით — პრაქტიკულად ჯანმრთელი ადამიანით. დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ კულტივირების 30-ე წუთიდან დონორის სისხლის ფორმიან ელემენტებში აღინიშნა გარკვეული ცვლილებები. ნეიტროფილებში გაჭირვებულთა როგორც ბირთვი, ისე ციტოპლაზმა. ლიმფოციტებიც გაჭირვებულთა, ძირითადად ფართოპლაზმიანებია. მათში ვლინდება ღია ფერის დიდი ზომის ბირთვები.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Zig. A. ZURABASHVILI, A. F. MAMARDASHVILI, N. Sh. DARCHIA,  
 M. Sh. TSKHADADZE, N. G. KIKODZE, M. M. KLDIASHVILI,  
 A. I. GOGELIA, N. D. OKRIBELASHVILI

SOME PECULIARITIES OF BLOOD PLASMA IN PATIENTS SUFFERING  
 FROM CHRONIC ALCOHOLISM

Summary

It is well known that the blood of patients suffering from chronic alcoholism shows certain structural changes as compared to the formed elements

of the donor blood. The purpose of the present paper is to study the peculiarities of the blood plasma of patients suffering from chronic alcoholism in the tissue culture. The material under study represents 20 cases of chronic alcoholism (2nd stage); 5 cases representing practically healthy people (donors) are used as control.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Мамардашвили. В кн.: «Некоторые аспекты защитных проявлений клетки». Тбилиси, 1968, 68.
2. А. Ф. Мамардашвили. Сб. «Проблемы невропатологии, психиатрии и наркологии». Тбилиси, 1987, 623.
3. А. Ф. Мамардашвили, Зиг. А. Зурабашвили. Там же, 302.
4. Г. Стент, Р. Кэлиндор. Молекулярная генетика. М., 1981.
5. Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клеток. М., 1973.
6. А. Балаж. Биология опухолей. Сомнения и надежды. М., 1987.
7. H. Haggis, G. F. Watkins, C. E. Ford, J. J. Schoefl. J. Cell Sci., 1, 1966, 1-30.
8. А. П. Авцин, В. А. Шахламов. Ультраструктурные основы патологии клетки. М., 1979, 1—320.
9. Ю. С. Ченцов, В. Ю. Поляков. Ультраструктура клеточного ядра. М., 1974.
10. И. И. Кикнадзе. Функциональная организация хромосом. Л., 1971.
11. H. E. Smith, E. Page, J. Ultrastr. Res., v. 55, 1976, 31.
12. H. Shinozaka. The Pathology of Transcription and Translation № 4, 1972, 74-99.
13. В. Я. Кармышова. Поражение клеток при вирусных инфекциях. М., 1981.
14. Б. Льюин. Гены. М., 1987.





ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Б. Р. ХУДАГДАТОВ

**КОМПЛЕКСНАЯ АУРИКУЛОКОРПОРАЛЬНАЯ  
РЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ  
СИСТЕМЫ И БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 28.3.1988)

Акупунктура, являясь старейшим в истории медицины методом, все более привлекает к себе внимание врачей как в нашей стране, так и за рубежом.

Несмотря на тысячелетнюю историю этого уникального метода, выдержавшего испытание временем и сохранившего почти в первоизданном виде свои основные принципы, до недавнего времени он вызывал далеко не обоснованное недоверие. Многовековой опыт, накопленный в восточных странах, и достоверные данные, полученные на Западе, а также в клиниках и лечебно-профилактических учреждениях нашей страны, говорят об эффективности акупунктуры даже в тех случаях, когда другие методы не эффективны.

В Ленинградском научном центре иглотерапии анализом отчетов более 250 лечебно-профилактических учреждений многих городов и республик нашей страны о результатах применения иглотерапии у 190552 больных установлено, что иглотерапия дает наиболее благоприятный эффект при заболеваниях периферической нервной системы с болевым синдромом и двигательными нарушениями (радикулиты, невралгии, невриты), аллергических заболеваниях, бронхиальной астме, вазомоторном рините, нейродермите, остеохондрозах с корешковыми и сосудистыми нарушениями, меньше при травматических энцефалопатиях, неврастении и эпилепсии. Акупунктура успешно применяется при вегетативно-сосудистых нарушениях, в отдельных случаях при сексуальных неврозах, заболеваниях вегетативной нервной системы с сосудистыми, трофическими нарушениями, а также при заболеваниях желудка (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки).

В последнее время акупунктуру начали применять и при неврологических нарушениях сна. Эффективность иглотерапии, по сводным данным отчетов за ряд лет, составляет 82%, значительное улучшение отмечено у 40%, улучшение — у 40,3%, незначительное улучшение — у 9,7%, не было эффекта у 10% больных. Примерно такие же результаты получены и у наших больных. Акупунктура используется также в хирургии как метод анальгезии при послеоперационных болях и в комбинации с малыми дозами анестезии.

Большое преимущество акупунктуры заключается в отсутствии побочных, отрицательных реакций, ценно и то, что метод не требует дорогостоящей аппаратуры и может применяться в любых условиях, если есть врач-специалист, получивший соответствующую подготовку.

В последнее время (25—30 лет) как в нашей стране, так и за рубежом начали заниматься аурикулотерапией (ухотерапия), наряду с обычной корпоральной иглотерапией, аурикулярной рефлексотерапией.

Аурикулярная иглотерапия с каждым годом завоевывает все большую популярность среди медицинских работников благодаря эффек-

тивности и надежности при лечении целого ряда функциональных заболеваний и многих болевых и стрессовых синдромов (рис. 1).

Появились работы, авторы которых стремятся усилить эффект акупунктуры подключением к игле гальванического тока той или иной полярности и напряжения и воздействием на классические китайские точки лазером.

Рядом авторов показано, что локальное раздражение рецепторов тела при иглотерапии вызывает сложную реакцию организма рефлекторно-гуморального характера.

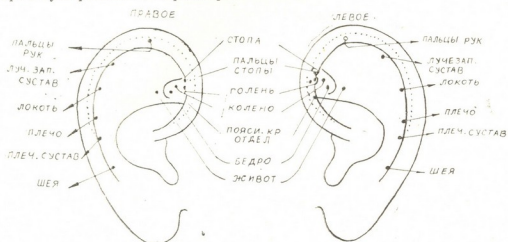


Рис. 1

С 1971 г. мы начали заниматься иглотерапией на базе бальнеологического курорта г. Тбилиси. За прошедшие 18 лет под нашим наблюдением находились и лечились многие сотни больных с различными нозологическими заболеваниями. Необходимо подчеркнуть, что иглотерапия оказывала эффект, как правило, и тогда, когда ни медикаментозная терапия, ни физиобальнеотерапия не помогали. За 27 лет работы в Самарканде и Тбилиси у нас ни разу не было никаких осложнений или побочных явлений, что лишний раз свидетельствует о безвредности этого прекрасного вида лечения. Наши данные совпада-

Таблица 1

Эффективность иглотерапии при лечении классической корпоральной акупунктурой

Перечень заболеваний	Значительное улучшение	Улучшение	Без улучшения
Обострение хронического пояснично-крестцового радикулита	28	38	8
Невралгия ветвей тройничных нервов	33	38	8
Шейный остеохондроз с корешковыми явлениями	23	28	5
Неврит лицевого нерва	10	15	3
Посттравматическая энцефалопатия с гипертоническим синдромом	10	10	3
Вегетодистония	23	38	10
Неврастения	10	20	4
Бронхиальная астма	20	15	5
Итого	157	202	46

ют с литературными. Противопоказанием для проведения рефлексотерапии являются: возраст старше 70 лет, беременность, наличие высокой температуры и опухолевые заболевания. В последнее время мы начали применять комплексную иглотерапию, т. е. сочетание классической корпоральной иглотерапии с аурикулоиглотерапией. Как показывают данные табл. 1 и 2, комплексная иглотерапия дает более значительный терапевтический эффект.

Таблица 2

Эффективность комплексной иглотерапии (классической корпоральной иглотерапии совместно с аурикулоиглотерапией)

Перечень заболеваний	Значительное улучшение	Улучшение	Без улучшения
Обострение хронического пояснично-крестцового радикулита	28	38	8
Невралгия ветвей тройничных нервов	23	38	8
Шейный остеохондроз с корешковыми явлениями	23	28	6
Неврит лицевого нерва	12	15	5
Посттравматическая энцефалопатия с гипертензионным синдромом	10	12	4
Вегетодистония	33	38	4
Неврастения	14	18	3
Бронхиальная астма	20	15	2
Итого	163	202	40

Как видно из табл. 1, из 405 больных у 46 не было улучшения, что составляет 11,3%, в то время как при комплексной терапии не было улучшения в 40 случаях из 405, что составляет 9,8%. Таким образом, согласно нашим данным, специалистам по акупунктуре можно рекомендовать комплексное лечение, дающее лучшие результаты.

Если стать на точку зрения, что в основе иглотерапии лежит нервно-рефлекторный и нервно-гуморальный механизм, в частности освобождение в организме, по-видимому в центральных нервных структурах, особых анальгических веществ (кефалинов), то результаты комплексной иглотерапии могут быть объяснены более сильным физиологическим эффектом при раздражении более обширных рефлексогенных зон или тем, что рефлексогенные зоны ушной раковины более точно нацелены на определенные системы органов и на фоне этого освобождающиеся гуморальные факторы более избирательно оказывают лечебное действие.

Таким образом, комплексная аурикулокорпоральная рефлексотерапия дает более высокий процент улучшения (до 92%), сокращает дни нетрудоспособности и удлиняет ремиссию. Поэтому мы рекомендуем врачам-иглотерапевтам более широко применять комплексную аурикулокорпоральную рефлексотерапию.

## ბ. ხუდაიდატოვი

 ნერვული სისტემის ფორმირებით დაავადებისა და ბრონქიალური  
 ასთმის კომპლექსური აურიკულოკორპორალური  
 რეფლექსოთერაპია

## რეზიუმე

ნევროლოგიური ავადმყოფებისა (733) და ბრონქიალური ასთმით დაავადებულების (77) კომპლექსური აურიკულოკორპორალური ნემსითერაპიით მკურნალობის საფუძველზე მივედით იმ დასკვნამდე, რომ კომპლექსური აურიკულოკორპორალური ნემსითერაპია იძლევა გაუმჯობესების მაღალ პროცენტს (92%) და მნიშვნელოვნად ამცირებს მკურნალობის ვადებს, ახანგრძლივებს რემისიულ პერიოდს.

ყოველივე ამის საფუძველზე, ავტორი ურჩევს რეფლექსოთერაპევტებს, რომ მათ ყოველდღიურ სამკურნალო საქმიანობაში ფართოდ გამოიყენონ კომპლექსური აურიკულოკორპორალური რეფლექსოთერაპია.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

B. R. KHUDAIDATOV

 COMBINED AURICULOCORPORAL REFLEXOTHERAPY OF SOME OF  
 DISEASES OF THE NERVOUS SYSTEM AND BRONCHIAL ASTHMA

## Summary

Observations of 810 neurologic patients and those suffering from bronchial asthma treated by the method of combined auriculocorporal reflexotherapy warrant the conclusion that combined auriculocorporal reflexotherapy results in higher percentage (about 92%) of improvement, considerably shortens the duration of treatment, and prolongs remission period.

Therefore it is advisable to use combined auriculocorporal reflexotherapy in everyday medical practice.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. А. Дуринян. Вестник АМН СССР, 9, 1980, 38—44.
2. В. Г. Вогралик, М. В. Вогралик. Иглорефлексотерапия. Горький, 1978.
3. Э. Д. Тыкочинская. Основы иглорефлексотерапии. М., 1979.
4. В. Н. Квирцишвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1969.



УДК 16.41.29

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Л. Х. САМАНДЖИЯ

К ВОПРОСУ ОБ ОМОНИМАХ В АБХАЗСКОМ ЛИТЕРАТУРНОМ  
ЯЗЫКЕ

(Представлено академиком К. Б. Ломтатидзе 6.10.1987)

Среди вопросов, возникающих при изучении омонимии любого языка, важное место занимает классификация. В лексической омонимии в абхазском языке различают омонимы полные и неполные (частичные).

К полным лексическим омонимам абхазского литературного языка относятся такие слова одной и той же части речи, у которых совпадает вся система форм. Так, например, *áca* I<sup>a</sup> „черешня“, *áca* II „желудок“, *áca* III „сычуг“; *áx<sup>0</sup>az<sup>0</sup>* I „рододендрон“, *ax<sup>0</sup>az<sup>0</sup>* II „галушка из кукурузной муки“; *ax<sup>0</sup>á* I „холм“, *ax<sup>0</sup>á* II „перо птиц“, *ax<sup>0</sup>á* III „рукоятка“, *ax<sup>0</sup>á* IV „волос“, *ax<sup>0</sup>á* V «доля» являются полными омонимами, так как они в литературном абхазском языке совпадают по звуковому составу во всех грамматических формах. Однако в бзыбском диалекте, в отличие от литературного языка и абжуйского диалекта, некоторые названные лексемы не являются омонимами в результате фонематических особенностей. Например, в бзыбском омонимами являются лишь лексемы *ax<sup>0</sup>á* в значении «волос», «перо птиц», «доля», с одной стороны, и *ax<sup>0</sup>á* «холм», «рукоятка», с другой стороны, так как в первом случае основа содержит своеобразную фонему *x<sup>10</sup>*, которая утрачена в абжуйском и которой нет в литературном языке. Бзыбское *x<sup>10</sup>* — абж., лит. яз. *x<sup>0</sup>* [1, с. 122]. Следовательно, омонимия в литературном языке в данном случае вторична и является результатом упрощения фонематического состава языка.

К неполным (частичным) омонимам относятся слова одной и той же части речи, у которых совпадают в звучании и написании не все грамматические формы, например *ámza* I „сосна“, *ámza* II „месяц“ (двенадцатая часть года), *ámza* III „луна“; *arsá* I „кипарис, пихта“, *arsá* II „стоимость“; *ac<sup>0</sup>á* I „шкура животного“, *ac<sup>0</sup>á* II „воск“; *áçla* I „дерево“, *áçla* II „клей“. Они являются неполными омонимами, так как совпадают по звуковому составу не во всех своих формах. Здесь дело имеем также с неоднородными фактами. Омонимия вторична в случае основ *arsá* I и *arsá* II. Дело в том, что *arsá* II — заимствованное слово (ср. груз. *pas-i* „цена“), совпавшее по форме с основой *arsá* I. Так, *ámza* III, *arsá* II, *ac<sup>0</sup>á* II, *áçla* II, в отличие от омонимичных им форм, не имеют множественного числа.

Следует подчеркнуть, что в абхазском языке имеются не только омонимы (полные или неполные), но и омоформы и омофоны.

(<sup>1</sup> Римские цифры показывают порядковый номер омонимов, объединяемых при-  
водимым заголовочным словом.)



Не всегда удается выяснить причины возникновения в языке омонимов. В отдельных случаях, таких как упрощение системы фонемного состава языка (см. выше  $ax^{0\acute{a}}$  (бзыб.) и  $ax^{0\acute{a}}$ ), вопрос ясен, спонтанное изменение специфических исходных фонем вызывает появление омоформ в языке. Притом бзыбский диалект, сохранивший и поныне исходные фонемы: свистяще-шипящие  $z', s', \check{z}', c', \check{c}', \check{z}^0, s^0$ , фарингальные спиранты  $x^1, x^{10}$  — часто может оказать неоценимую помощь, так как в тех случаях, когда абжуйский диалект и литературный язык в результате утраты исходных фонем создают омонимы, в бзыбском те же основы не являются ононимами. Например, слова  $az^0$  «старый» и  $az^0$  «корова» в бзыбском различаются фонематически, а в абжуйском диалекте и литературном языке, не имеющих специфическую свистяще-шипящую лабиализованную фонему  $\check{z}^0$ , «старый» и «корова» переданы словоформой  $az^0$  [2, с. 185].

Для истории возникновения омонимов в абжуйском диалекте и абхазском литературном языке значительны данные и абазинского языка, где сохранены более древние фонемы  $q^0$  и  $q$ , которые исторически были и в абхазских диалектах. Процесс изменения проходил так: абаз.  $q, q^0 \rightarrow$  бзыб.  $x', x'^0 \rightarrow$  абж., лит. яз.,  $x, x^0$ . Например, абаз.  $q^0\acute{a}$  «доля»  $\rightarrow$  бзыб.  $a-x'^0\acute{a} \rightarrow$  абж., лит. абх. яз.  $a-x^0\acute{a}$  [2, с. 172].

Омоформы, или морфологические омонимы, — это слова, совпавшие в своем звучании лишь в отдельных формах (той же части речи или разных частей речи), например  $i\check{s}^0\acute{a}h\acute{n}a$  I «было заткнуто» (от масд. ф. глагола  $a\check{s}^0\acute{a}h\acute{a}ra$  «заткнуть»),  $i\check{s}^0\acute{a}h\acute{n}a$  II «вы услышали» (от масд. ф. глагола  $ah\acute{a}ra$  «услышать»);  $i\check{s}^0\acute{u}r$  I «надето на него» (от масд. ф. глагола  $a\check{s}^0\check{c}a\acute{r}a$  «надеть»),  $i\check{s}^0\acute{u}r$  II «покрашено» (от масд. ф. глагола  $a\check{s}^0g\acute{a}$  «красить»);  $w\acute{a}ls$  I «долгом» (от сущ.  $awal$  «долг»),  $w\acute{a}ls$  II «ты пройди через» (от масд. ф. глагола  $als\acute{r}a$  «пройти»);  $u\check{s}\acute{a}$  I «иди» (от масд. ф. глагола  $asa\acute{r}a$  «идти»),  $u\check{s}\acute{a}$  II «твой кукурузник» (от сущ.  $asa$  «кукурузник») и т. д.

Причиной омонимии может быть этимологическая близость обозначаемых словом предметов, т. е. перенос названия на близкий по значению, внешнему облику предмет или понятие, например  $\acute{a}x^0s^0$  I «средство от болезни, лекарство»,  $\acute{a}x^0s^0$  II «ядовитое вещество, отравка»;  $a\check{s}^0$  I «бельмо»,  $a\check{s}^0$  II «холстина» и т. д.

Омонимы также могут возникнуть в результате так называемого распада полисемантического образования, т. е. смыслового деления одного слова на два и более [3 с. 16]. В многозначном слове все его значения так или иначе связаны друг с другом, мотивируют и переходят одно в другое, зависят друг от друга. Но возможны случаи, когда в каком-то месте цепь смысловых зависимостей между значениями рвется, что способствует появлению омонимичных слов. Так, в современном абхазском литературном языке есть два слова  $ax\acute{e}$ : 1) в значении «голова человека или животного», 2) в значении «глава книги, статьи». Здесь же можно было привести и третье значение словоформы  $ax\acute{e}$  «пуля» в литературном абхазском языке, однако данные бзыбского диалекта и абазинского языка дают возможность выделить это значение отдельно, так как значение «голова» увязывается с основной  $q$  а (абаз.)  $\rightarrow a-x'^0\acute{a}$  (бзыб.)  $\rightarrow a-x\acute{a}$  (абж., абх. лит. яз.), а значение «пуля» во всех диалектах абхазского и абазинского языков передано простой формой  $ax\acute{e}$ , содержащей одну и ту же фонему, не подвергшуюся никаким изменениям.



В приведенных примерах омонимы ахѣ I, II возникли в результате распада двухзначного — полисемантического слова. Они называются семантическими омонимами. Первый, кто обратил внимание на возможность образования новых слов в связи с распадом полисемии, был Шарль Балли. Он предложил и термин «семантические омонимы» [4, с. 34].

Семантическим омонимам обычно противопоставляются омонимы этимологические, возникшие не вследствие случайного звукового совпадения различных слов. Такими образованиями в абхазском языке являются  $q^0\text{ə} \rightarrow \text{ax}'\text{ə} \rightarrow \text{ax}^0\text{ə}$ ,  $qa \rightarrow \text{ax}'\text{ə} \rightarrow \text{ax}\text{ə}$  и т. д.

К омонимическим образованиям относятся и омофоны. Например, в русском языке: пруд — прут, род — рот, труд — трут.

В абхазском языке такого рода омофоны не наблюдаются в связи с отсутствием подобного фонетического закона (оглушение конечного звонкого в слове пруд приводит к совпадению звучания со словом прут, имеющим конечный глухой звук), являющегося причиной возникновения этих омонимов в русском языке. Но иногда в абхазском языке бывают случаи, когда совпадают сочетания слов. Примеры: I—Rg<sup>ə</sup> zeg<sup>ə</sup> ʋ<sup>ə</sup>ʃanə jaaiwejt ha har [5, с. 85] „Вся их грудь украшена, Идет наша армия...“. II—Guranda, bərxəz bziarak iazh<sup>ə</sup>ouq, ibdərwej ʃrat iʒbax<sup>ə</sup> hahar [6, с. 114] „— Гуранда, твой сон относится к хорошим, как знать, может, о Ефрате что-нибудь услышим?“ I—Al ʋ<sup>ə</sup>a xiʃejt „Вырубил сухую ольху“. II—Acigar al<sup>ə</sup>a ʔaза iaxəʃəwaz, aʃəlak<sup>ə</sup>nə iʋ<sup>ə</sup>eʒəwəp [7, с. 68] „Тонкий дымок папиросы тянулся спирально вверх“.

В этих примерах сочетания ha har I „наша армия“, hahar II „может, услышим“; al ʋ<sup>ə</sup>a I „сухая ольха“, al<sup>ə</sup>a II „дым“ звучат совершенно одинаково.

Как и в других языках, в абхазском существует довольно большая группа лексических единиц, составляющих графические омонимы (омографы), например ah<sup>ə</sup>a „свинья“, ah<sup>ə</sup>a „шашка“; ʃəa „перепелка“, aʃa „хлеб“; ʃa „глаз“, al<sup>ə</sup> „собака“ и др. Среди этих форм легко выясняется, что совпадение по форме слов ʃa „глаз“ и al<sup>ə</sup> „собака“ вторично: в абхазском языке сохранена исходная форма—abla „глаз“, упрощением которой получена форма ʃa (выпадение согласного b!), частично совпавшая al<sup>ə</sup> „собака“ [8, с. 63].

Омографы в абхазском языке делятся на полные лексические и грамматические.

К полным лексическим омографам относятся слова, принадлежащие одной и той же части речи. Так, приведенные выше омографы ah<sup>ə</sup>a и ah<sup>ə</sup>a; ʃəa и aʃa; ʃa и al<sup>ə</sup> являются полными омографами, так как они принадлежат одной и той же части речи и различаются только местом ударения.

К грамматическим омографам относятся слова, принадлежащие разным частям речи или слова, совпадающие графически лишь в одной из форм, например a-bna „лес“ (суц.) и abnā „там“ (нареч.); ʃ-bra „грива“ (суц.) и abrā „здесь“ (нареч.); a-baʔa „болото“ (суц.) и a-baʔa „гниение“ (масд. ф. глагола) и т. п.

Одна из причин появления омонимов — пополнение словарного состава абхазского языка словами из других языков. Отдельные слова, заимствованные из различных языков, совпадают по своему звучанию со словами абхазского происхождения. В таком случае омонимия является результатом случайного совпадения различных по проис-

хождению слов. К таким относятся ахáp I „титул феодального правителя у тюркских и монгольских народов“ (тюрк.), ахáp II „дворец“; агáp I „араб“ (араб), агáp II „кожура зеленого, недозрелого грецкого ореха“ и др.

Появление омонимов как следствие случайного совпадения заимствованных слов — не такое уж редкое явление в абхазском и в других языках.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт языкознания

(Поступило 6.10.1988)

ენათმეცნიერება

ლ. სამანჯია

ომონიმების სპირიტუალური აზხაზური სალიტერატურო ენაში

რეზიუმე

გამოყოფილი და აღწერილია სრული და არასრული (ნაწილობრივი) ომონიმები, გრაფიკული ომონიმები (ომოგრაფები). დადგენილია აზხაზურ ენაში ომონიმთა წარმოქმნის გზები პოლისემიურ სიტყვათა დაყოფისა და ნაესხებები ლექსიკის ხარჯზე.

LINGUISTICS

L. Kh. SAMANJIA

## ON THE PROBLEM OF HOMONYMS IN THE ABKHAZIAN LITERARY LANGUAGE

Summary

Full and partial homonyms and homographs are singled out and described in the paper. Different sources of homonymous forms in the Abkhazian language are traced, such as the split of polysemy and the process of borrowing as a means of enriching the vocabulary.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. В. Ломтатидзе. Абхазский язык. В кн.: «Языки народов СССР», т. 4. М., 1967.
2. ქ. ლომთათიძე. აზხაზური და აბაზური ენების ისტორიულ-მედარებითი ანალიზი, I ნაწილი, ფონოლოგიური სისტემა და ფონეტიკური პროცესები, თბილისი, 1976.
3. Е. М. Галкина-Федорук. РЯШ, № 3, 1954.
4. И. С. Тышлер. Словарь лексических и лексико-грамматических омонимов современного английского языка. Саратов, 1975.
5. Д. К. Тапагуа. Избранное. Сухуми, 1974.
6. Б. М. Тужба. Звон колокола. Сухуми, 1983.
7. С. Я. Чанба. Сочинения. Сухуми, 1986.
8. К. В. Ломтатидзе. ЕИКЯ, т. I. Тбилиси, 1974.



Ц. В. БИБИЛИШВИЛИ

## СОМАТИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ В ФУНКЦИИ МЕРЫ И ИНТЕНСИВНОСТИ (НА МАТЕРИАЛЕ СОМАТИЧЕСКИХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ ФРАНЦУЗСКОГО И ГРУЗИНСКОГО ЯЗЫКОВ)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигური 26.9.1988)

Наблюдения над разными языками показывают, что соматическая лексема часто применяется для обозначения меры. Очевидно, этот факт берет свое начало с тех времен, когда еще не существовало принятых на сегодняшний день эталонов метрологии и соответствующей им терминологии. Подтверждение этого мы находим в исследовании Ив. Джавахишвили, изучившего лексику грузинского языка, связанную с нумизматикой и метрологией [1]. Опираясь на данные, взятые из ряда древних рукописей, он выявил восемь соматических лексем с вышеупомянутым значением: ვერდი (бок), ხელი (рука), ზურგი (спина), გული (сердце), მკლავი (рука), თითი (палец), მხარი (плечо), გოჯი (пядь).

Соматическая лексема и сегодня активно применяется в качестве меры, что нашло свое отражение и во фразеологии сопоставляемых языков.

Как указывает Н. Н. Кириллова, соматический компонент (СК) фразеологизма может иметь также функцию интенсификатора [2].

Проведенные на ЭВМ БЭСМ-6 вычисления показали, что во французском языке используется больше соматических лексем для обозначения меры и количества, чем в грузинском. Эти лексемы выражают большое или малое расстояние, скорость, глобальность, определенный отрезок времени и т. п. В этих случаях семантика соматической фразеологической единицы (СФЕ) обычно определяется семантикой СК. Основными соматическими компонентами данной подгруппы, наряду с наименованиями верхних частей тела, оказались наименования малых по размерам частей тела.

В рассмотренных нами СФЕ мера представлена как в пространстве, так и во времени (длина, высота, объем, количество, определенный отрезок времени и т. д.). Для передачи большого количества во французском языке используются соматические лексемы *cou* (шея), *menton* (подбородок), *oeil* (глаз), *tête* (голова), *dent* (зуб). Ср.:  
*En avoir jusqu'au cou* (букв.) «иметь что-л. до шеи»  
*En avoir par-dessus les yeux* (букв.) «иметь что-л. выше глаз»

Для передачи аналогичного понятия грузинский язык использует соматизмы უკლი (горло), თავი (голова). Ср.:

უკლამდე აქვს რაღაც (букв.) «иметь что-л. до горла»  
თავზე საყრელად აქვს რაღაც (букв.) «иметь что-л. выше головы»

В данной подгруппе СФЕ сопоставляемых языков мы имеем дело с частичным совпадением СК.

Для обозначения глобальности французский язык использует соматизмы *dent* (зуб), *ongle* (ноготь), *piéd* (нога), *tête* (голова). Ср.:  
*Etre armé jusqu'aux dents* (букв.) «быть вооруженным до зубов»  
*Savoir qch aux bouts des ongles* (букв.) «знать что-л. до кончиков ногтей»

Аналогичное понятие в грузинском языке передается лексемами *კბილი* (зуб), *ფრჩხილი* (ноготь), *კევა* (темень), *თავი* (голова), *ფეხი* (нога). Ср.:

*კბილებამდე იარაღში ზის* (букв.) «сидит в оружии до зубов»  
*თხემით ტერფამდე გაეღენთილია* (букв.) «пронизан чем-л. с ног до темени»  
*რალაცით.*

Понятие малого количества во французском языке передается соматизмами *doigt* (палец), *main* (рука), *poise* (большой палец). Ср.:  
*gros comme le doigt* (букв.) «большой как палец»  
*grand comme la main* (букв.) «большой как рука» (кисть руки)

Для передачи аналогичного понятия грузинский язык применяет соматические лексемы *თითი* (палец), *ხელი* (рука), *ფრჩხილი* (ноготь), *ბეწვი* (волос), *ნეკი* (мизинец). Ср.:

*ბეწვის ოდენა დააკლდა* (букв.) «не хватило чего-л. с волос»  
*ნეკის ოდენა სჭირდება რალაც* (букв.) «ему нужно что-л. с мизинец»

Понятие небольшой площади во французском языке передается с помощью соматизма *main* (рука) — *grand comme la main* (букв.) «большая как рука», а в грузинском с помощью соматизмов *ხელი* (рука), *ხელისგული* (ладонь), *გოჯი* (пядь). Ср.:

*ხელის სიფართო მიწა* (букв.) «земля шириной в руку»  
*ორი გოჯი მიწა* (букв.) «две пяди земли».

Понятие равенства по росту во французском языке передается соматической лексемой *taille* (талиня), имеющей также значение роста. Ср.:

*Etre de taille de qn* (букв.) «быть чьей-л. талини» (роста)

Это же понятие грузинский язык передает соматизмом *ტანი* (тело), а для передачи равенства по возрасту прибегает к соматизму *კბილი* (зуб). Ср.:

*ჩემი ტანის კაცი* (букв.) «человек моего тела»  
*ჩემი კბილა კაცი* (букв.) «человек моего зуба»

Понятие малого расстояния во французском языке передается соматическими лексемами *doigt* (палец), *main* (рука). Ср.:

*Se trouver à deux mains de qn* (букв.) «находится в двух руках от кого-л.»

В грузинском языке аналогичное понятие передается лексемами *ფეხი* (нога), *ყური* (ухо). Ср.:

*ერთი ფეხის ვალადგმაზე იმყოფება* (букв.) «находится на расстоянии одного шага»

*ყურს უკან აქვს რალაც* (букв.) «иметь что-л. за ухом».

Для обозначения небольшого отрезка времени во французском языке используются соматизмы *main* (рука), *oeil* (глаз), *poise* (большой палец).

Faire qch en un tour de main (букв.) «делать что-л. в один поворот руки»

Faire qch en un clin d'oeil (букв.) «делать что-л. в мгновение ока»

В грузинском языке для передачи аналогичного понятия используются соматизмы თვალი (глаз), ფეხი (нога). Ср.:

თვალის დახამამებაში გააკეთა რაღაც (букв.) «в мгновение ока сделал что-л.»

ერთი ფეხით გასწრო ვინმეს (букв.) «опередил кого-л. на одну ногу» (один шаг)

Для передачи толщины французский язык применяет соматизм bras (рука)—Gros comme le bras (букв.) «толстый как рука», а грузинский—მაჯა (запястье), მაჯის სისხო (букв.) «толстый как запястье».

Для передачи понятия тонкости французский язык применяет соматизм pouce (большой палец), gros comme la pouce (букв.) «толстый как большой палец», а грузинский—თითი (палец), თითის სისხო (букв.) «с толщиной в палец».

Соматический компонент выражает не только меру, но и интенсивность. Это явление было изучено разными авторами [3—5]. Оно характерно и для СФЕ сопоставляемых нами языков. Ср.:

N'écouter que d'une oreille } (букв.) «слушать только одним ухом»  
 ცალი ყურით უსმენს } (пер.) «слушать невнимательно»

Приведенные примеры показывают, что сопоставляемые языки для передачи идентичного понятия не всегда прибегают к одним и тем же соматическим лексемам, что еще раз свидетельствует о проявлении национальных особенностей в СФЕ, о разных ассоциативных связях, переосмыслениях и образах, возникающих у народов — носителей сопоставляемых нами языков.

Академия наук Грузинской ССР  
 Кафедра иностранных языков

(Поступило 14.10.1988)

ენათმეცნიერება

### ც. ზიგილიძე

სომატური კომპონენტი ზომისა და ინტენსივობის ფუნქციით

(ფრანგული და ქართული სომატური ფრაზეოლოგიზმების მიხედვით)

რეზიუმე

უძველესი დროიდან ენა გამოხატავდა ზომას სომატური ლექსემის საშუალებით. ეს მოვლენა ენათა ფრაზეოლოგიურ სისტემებშიც აისახა. გამოთვლებმა დაგვანახვა, რომ ფრანგული ენა ზომისა და რაოდენობის აღსანიშნავად უფრო მეტ სომატურ ლექსემას იყენებს, ვიდრე ქართული. ეს ლექსემები აღნიშნავენ მანძილს, სიჩქარეს, რაოდენობას, დროის მონაკვეთსა და სხვა. სომატური კომპონენტის სემანტიკა განსაზღვრავს ფრაზეოლოგიური ერთეულის სემანტიკას. გამოკვლევამ დაგვანახვა, რომ ფრანგული და ქართული ენების ფრაზეოლოგიზმები იდენტური ცნების გადმოსაცემად ხშირად სხვადასხვა

სომატურ ლექსემას მიმართავენ, რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს ეროვნული თავისებურების გამოვლენას შეპირისპირებული ენების ფრაზეოლოგიურ სისტემებში.

LINGUISTICS

Ts. V. BIBILEISHVILI

THE USE OF SOMATIC COMPONENTS IN THE FUNCTION OF MEASURE AND INTENSITY (WITH REFERENCE TO FRENCH AND GEORGIAN SOMATIC PHRASEOLOGICAL UNITS)

Summary

Special observations show that different languages often express the measure with the help of somatic lexems. This phenomenon is reflected in phraseological systems of the languages. The calculations show that in French more somatic lexems are used to express measure and intensity than in Georgian. These lexems express space, speed, quantity, the interval of time etc. The somatic component's semantics determines the semantics of phraseological units. The present study shows that phraseological units of the French and Georgian languages often use different somatic lexems to express identical concepts. This confirms national specificities in phraseological systems of the compared languages.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ივ. ჯავახიშვილი. ნუმისმატიკა—მეტროლოგია, ტ. III, თბ. 1923.
2. Н. Н. Кириллова. Сб. «Вопросы германской и романской филологии». Новосибирск, 1969.
3. О. Назаров. Автореферат канд. дисс. Ашхабад, 1973.
4. Ш. Балли. Французская стилистика. М., 1961.
5. А. А. Акушин, К. Ханю. Сб. «Словари и лингвострансведение». М., 1982.

УДК 894.631 (09)

ფილოლოგია

6. ჩხეიძე

„ქილილა და დამანას“ B ვერსიის სპარსული ლექსიკა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჭიქიამ 7.5.1987)

„ქილილა და დამანას“ ქართული ვერსია, რომელიც სამეცნიერო ლიტერატურაში B (I ვერსიის სახელით არის ცნობილი, მწიგნობარ მეფე ვახტანგ მეექვსის სახელს უკავშირდება.

ვახტანგისეული „ქილილა და დამანას“ სპარსულ დედანთან შედარებამ გვიჩვენა, თუ რაოდენ პასუხისმგებლობით მოკიდებია ვახტანგი ამ ურთულეს საქმეს.

B ვერსიის ორიგინალთან<sup>(2)</sup> შეჯერებისას გაირკვა, რომ ზოგ შემთხვევაში ორიგინალის სპარსული ლექსიკა ქართულ თარგმანში უცვლელადაა გადმოსული. საკონტროლოდ მოგვაქვს A<sup>(3)</sup> და C<sup>(4)</sup> თარგმანთა შესატყვისებიც.

1. აზირი (O 473 — *يا احاضرى كه شاد استياق تمام هست* — პაზერ) — მზად მყოფი.

B 649 — რაც იყოს ერთი აზირი მომიტანე დიად ნდომა მაქუს, A 540 — რაც მზად ვაქვს ის მოიტანე, C 845,5 — რაცა სანუკვარი მებადოს, მომართვი.

2. ასბაბი (O 567 *اسباب* — ასბაბ) — მიზეზი, საბაბი.

B 746 — ასბაბი შეინახე და მიწლობა ქენ, A 600 — C 953, 20 ხამს არ ბნევა დანახულს.

3. აქსირი (O 480 *چنان هم شدہ... از اعتقاد اکسیریان* — აქსირიან) — ელექსირი, ალქიმია.

B 645 — ვაგების აქსირის გამკეთებელთაგან ასე ჩანს, C 853,21 — მოსაგებლისა აქსირი მოქმედთა ესრე გამოუჩენო.

4. ახზარის ზღვა (O 333 *بحر اخضر* — ბაჰრე ახზარ) — მწვანე ზღვა.

B 495 — ზღვისა ახზარისასა. C 659,20 ახზარის ზღვისა.

5. აჯალი (O 259 *پیک اجل* — აჯალ) — სიკვდილის მოციქული.

B 388 — აჯალის ყასიდი, C 550,25 — სიკვდილის მანდატური.

6. ბაზირგანი (O 161 *بزرگانی اندک ماہ* — ბაზირგანი) — ვაჭარი.

B 246 — ერთი ბაზირგანი ცოტას ზნით. A 196 — ერთი ვაჭარი ცოტას სამთავნოთი. C 414,29 — ვაჭარი.

(1) სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის აღმისავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტის ხელნაწერი M 53.

(2) მითითების დროს აღენიშნაეთ ლიტერით — O *كلیله و دامنہ كاشفی یا انوار سہیلی*,

۱۳۴۱، تهران

(3) A ვერსიის სახელით ცნობილია „ქილილა და დამანას“ ის თარგმანი, რომლის თარგმნა დავით კახთა მეფემ (გ. 1602 წ.) დაიწყო და ვახტანგ მეექვსის (გ. 1737 წ.) დედალებით გააგრძელა ანონიმმა სპარსელმა და დაასრულა ანონიმმა სომეხმა.

(4) ჩვენ ვსარგებლობთ ამ ვერსიის ბოლო გამოცემით: ქილილა და დამანას, სპარსულიდან თარგმნილი ვახტანგ მეექვსისა და სულხან-საბა ორბელიანის მიერ. ტექსტი დაადგინა, შესავალი, კომენტარები და ლექსიკონი დაურთო მაგალი თოდუამ; თბილისი, 1976 წ.

7. ბაზმაფრუმ (O 518 برم افروز ბაზმ ფრუმ) — ლხინის გამჩალებელი.  
 B 694 — ბ ა ზ მ ა ფ რ უ მ A 584 — ბაზმაფრუმს C 905 — ბაზმა-  
 ფრუმში.
- 8 დამალი (O 501 دمال — დმალ) — ტვინი  
 B 676 — მიწის დამალი მზის სიმბურვალთ. C 954,10 — მიწის  
 სასითა.
9. დანგი (O 207 دانگی ازان — დანგ) — მარცვალს  
 B 313 — დანგი. C 392,2 — დანგი.
10. ეშყი (O 43 درد عشقی کشیده ام — ეშყ) — სიყვარული.  
 B 60 — ჯავრი ეშყისა გამიწვევია. A 36 — რა ეშყი და დარდი  
 გამიწვევია. C 250,10 — ტრფივალეებისა შეწვევია.
11. ზანდუკი (O 30 صندوق — სანდუკ) — სკივრი.  
 B 38 — ზ ა ნ დ უ კ ი. A 20 — ზანდუკი, C 228,4 — კილობანი.
12. ზარგარი (O 537 زرگری بود — ზარგარ) — ოქრომკვედლი.  
 B 713 — ზ ა რ გ ა რ ი. C 952,3 —
13. ზეიდი (O 247 زاهد — ზჰედ) — განდევლი, ბერი.  
 B 372 — ზ ე ი დ ს უ თხრა. C 537,5 მარტომყოფი.
14. ზილფი (O 274 زلف — ზილფ) — კულული.  
 B 413 — ზ ი ლ ფ ი. C 547 — თმა.
15. თამამ აიარი (O 213 تمام عیار — თმამ აიარი) — სრულქმნილი.  
 B 322 — თ ა მ ა მ ა ი ა რ ი. C 487,5 — სრული უზადო.
16. თრიაქი (O 157 تریاق — თერაქ) — ოპიუმი.  
 B 238 — თ რ ი ა ქ — ფარუხი. A 191 — თრიაქი. C 407,12 — თე-  
 რიაყი.
17. იღბარი (O 310 خاک ادبار — ეღბარ) — უბედურება.  
 B 467 — იღბრის მიწა. A 371 — ბედი გარდაგვიბრუნდა. C  
 627,1 — მკოლოვანების მტვერი.
18. კანდილი (O 345 قندیل و سا — ყანდილ) — ერთვულების სანთელი.  
 B 510 — პირობის კ ა ნ დ ი ლ ი. A 407 — ერთვულების ბაზმის  
 მინა. C 667,8 — ლამპარი.
19. მარქაფა (O 14 مرکب سادر فتار — მარქაფ) — ქარივით მავალი ცხენი.  
 B 17 — მ ა რ ქ ა ფ ა. C 206,22 — მარქაფა.
20. მასნათი (O 86 مسند — მასნად) — საყრდენი, ტახტი, თანამდებობა.  
 B 98 — სვიანს მ ა ს ნ ა თ ე. A — 70 საკვლმწიფოსა ტახტსა.  
 C 209,10 — სვიანობისა სნატთა.
21. მურასა (O 512 مگر رصع در گردن افکنر — მორასა) — ძვირფასი თვლებით  
 მოქედილი.  
 B 689 — მ მ უ რ ა ს ა. C 898,8 — ოქროს საყელო.
22. მუტრიბი (O 26 مطرب — მოტრებ) — მუსიკოსი, მომღერალი.  
 B 38 — მ მ უ ტ რ ი ბ ი. A 15 — სიტკბოთა საესითა. C 223 —  
 ტკბილთა კმათა.
23. რუზიგარი (O 217 ملکروزگار... فرمود — დრო, საწყუთრო.  
 B 328 — ა მ რ უ ზ ი გ ა რ ი ს კ ე ლ მ წ ი ფ ო ბ ის ა. A — C.

24. სარანჯამი (O 198 سرانجام — სარანჯამ) — დასასრული.  
 B 300 — ქვეყანაში საქმეთა სარანჯამი არ არის. C 730,6.—სარ-  
 ვაგი.
25. სარდარი (O 54 روزحکاش در جهان سردار میکند — სრდარ) — უფროსი,  
 მეთაური.  
 B 77 — სარდარი და თავისუფალი ვერ გახდება. C 281,25 სპას  
 პეტი.
26. სობათი (O 20 از دامن محبت مگسل — სოპათი) — საუბარი, ურთიერთობა.  
 B 25 — სობათის კალთილამ ნუ მოსწყვეტ. A<sub>1</sub> — ლხინის  
 კალთილამ.
27. უდი (O 532 — عود — უდი) — სიმებიანი საკრავი.  
 B 710 — უდი, C 759,5 — უდი.
28. ფარდახტი O 296 از مکر خود باز پرداخته بیايم — ფარდახთონ — დამთვრება,  
 შესრულება.  
 B 448 — ჩემი მაცთურობა დავაფარდახტო. C 605,21 —  
 ჩემსა ხლათებსა გავამზადებო.
29. ფეშიმანი (O 193 پشیمان — ფეშიმანი) — სინანული.  
 B 293 — ბოლოს ფეშიმანი შეიქმნას C 198,8 — გარდასახადი.
30. ფითნის ლაშქარი (O 500 لشکر فتنه — ფეთნე) — განსაცდელი, გასაჭირი,  
 უბედურება, არეულება.  
 B 675 — ფითნის ლაშქარი. C 881,19 — ღნიოში.
31. ქუნჯუდის მუჯაშარი (O 244 کنجد مقشر — ქონჯოდე მოყვშარ) — გაფუქვნი-  
 ლი თესლი.  
 B 367 — ქუნჯუდის მუჯაშარი. C 532,3 — ჭანდურის მუ-  
 ჯაშარს.
32. ყალანორაში (O 84 قلمتر اشی — ყალანორაში) — ყალმის მთელი.  
 B 124 — ყალანორაში C 305,20 — ღინწი.
33. შავრი გოვარი (O 322 گوهر شاهوار — გოუშპარე შაპვარი) — სამეფო მარგა-  
 ლიტი.  
 B 312 — შავრი გოვარი. C 645,2 ობოლი მარგალიტი.
34. ჩიშანი (O 184 ... در چمن که... ჩიშანი) — მინდორი, ველი.  
 B 279 — ის ჩიშანი რომ... A 221-ის ბაღი. C 442,2 ბიბინოვანი.
35. ხალვათობა (O 20 خلوات از اغیار باید — ხალვათობა) — განშორება, თავისუფლე-  
 ბა, სიცარიელე.  
 B 24 — ხალვათობა უცხოის კარგია. A<sub>1</sub> — ხალვათის ქნა.  
 C 220,2 მარტობა.
36. ჯავაირი (O 334 كحل الجواهر — ჯავაპერი) — ძვირფასი ქვა, მარგალიტი.  
 B 497 — ჯავაირის სურმით C 661,23 სპეკალის საოლავი.
37. ჰალაჰილი (O 96 زهر هلاهل — ჰალაჰელი) — საწამლავი.  
 B 137 — ჰალაჰილის საწამლავი. C 303,30 — საკედინებელი  
 სამსალა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვ. წერეთლის სახ. აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 15.5.1987)

Н. Г. ЧХЕИДЗЕ

ПЕРСИДСКАЯ ЛЕКSIKA BЕРСИИ B «КАЛИЛЫ И ДИМНЫ»

Резюме

Грузинская версия «Калилы и Димны», которая в научной литературе известна под названием версии B, связана с именем царя-поэта Вахтанга VI (ум. в 1737 г.).

Сличение версии B «Калилы и Димны» с ее персидским оригиналом «Anvar-e Sohanli» Ва'еза Кашефи (ум. в 1504 г.) выяснило, что в ряде случаев персидская лексика в соответствующем контексте грузинского перевода передана без изменения.

PHILOLOGY

N. G. CHKHEIDZE

PERSIAN WORDS IN THE "B" VERSION OF "KILILA AND DAMANA"

Summary

The Georgian version of "Kilila and Damana", which is known as the "B" version in the scientific literature was rendered by the King Vakhtang VI (died in 1737).

Collation of the "B" version of "Kilila and Damana" with its Persian original "Anvar—i Suhayli" by Vaiz Kashifi (died in 1504) showed that in some cases Persian words are conveyed in the corresponding contexts of the Georgian translation without any changes, i. e. by the same words.



134-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბაქელია ც. 424  
 აბდ-ელ აალი მ. 112  
 აბურჯანია ა. 168, 376  
 აგლაძე რ. 339  
 ადამია რ. 275, 499  
 ადამია შ. 359  
 ადუიშვილი თ. 544  
 ავალიშვილი პ. 579  
 ავალიშვილი ნ. 507  
 აზათიანი ვ. 119  
 აივაზაშვილი ი. 619  
 აკულოვი კ. 288  
 ალექსიძე გ. 180  
 ალექსიძე ნ. 180  
 ამირიანი ნ. 631  
 ანდრეევი ა. 92, 312  
 ანდრონიკაშვილი თ. 103  
 ანტონოვი ე. 163  
 არსენაშვილი ა. 612  
 არხანგელსკი ა. 483  
 ასათიანი გ. 596  
 ახალკაცი ა. 336  
 ახვლედიანი ა. 148  
 ახვლედიანი მ. 424
- ბაზლაძე გ. 51  
 ბაკურაძე რ. 260  
 ბალავაძე ვ. 588  
 ბალაძე ე. 23, 244  
 ბანძელაძე ვ. 275, 499  
 ბარაშიძე ე. 319  
 ბარკალაია ა. 520  
 ბარნაბიშვილი დ. 560  
 ბარტნიცკი ე. 139  
 ბასმანოვი ს. 339  
 ბახტაძე ი. 108  
 ბეგიშვილი თ. 184  
 ბერიშვილი ტ. 391  
 ბექაური მ. 424  
 ბიბილეიშვილი ც. 659  
 ბირიუკოვი გ. 163  
 ბოჭოლიშვილი ი. 284  
 ბოჭორიშვილი თ. 403  
 ბრიუსი გ. 336  
 ბრუსნიჩინა ნ. 131  
 ბურჯანაძე მ. 560  
 ბულაძე ვ. 486
- გაბეშია ა. 544  
 გაბისიანი ა. 156  
 გაბისონია ვ. 507  
 გაბისონია ვ. 612  
 გაბუნია ე. 168, 376  
 გაგნიძე ა. 471  
 გაგაშვილი ა. 579  
 გამყრელიძე ნ. 127  
 ვაჩეჩილაძე თ. 512  
 ვაჩეჩილაძე ო. 295  
 ვახარია დ. 579  
 გეგეშიძე ლ. 563  
 გელაშვილი თ. 47  
 გველესიანი ზ. 103  
 გინზბურგი ე. 92, 312  
 გიორგაძე გ. 36  
 გიორგაძე რ. 51  
 გიორგობიანი თ. 575  
 გლურჯიძე ლ. 366  
 გოგელია ა. 647  
 გოგიჩაძე გ. 419  
 გოგლიძე ე. 127  
 გოჯუა ლ. 75  
 გოგობერიშვილი ქ. 556  
 გორდეზიანი დ. 527  
 გონჯილაშვილი ნ. 156  
 გოლდენბერგი ზ. 391  
 გრიგოლია გ. 571
- დადიანი თ. 366  
 დადუნაშვილი მ. 343  
 დავითაია გ. 623  
 დალაქიშვილი პ. 300  
 დანელია ი. 616  
 დანელია ნ. 352  
 დარჩია ნ. 647  
 დგებუაძე მ. 127  
 დიხამიჩია გ. 248  
 დობორჯგინიძე ლ. 280  
 დოკაძე მ. 366  
 დოლიძე ი. 403  
 დუგლაძე დ. 424  
 დუღაური ო. 139  
 დუბინინა ე. 636
- ელაშვილი ზ. 331  
 ელიზბარაშვილი შ. 60  
 ეკოვი ს. 347
- ერისთავი ბ. 295, 596  
 ესაკია მ. 207, 435
- ვიდაქკორია გ. 631  
 ვარადაშვილი ა. 467  
 ვაშაყიძე გ. 144  
 ვაჩნაძე გ. 88  
 ვეზირიშვილი მ. 28  
 ვეკუა თ. 168, 376  
 ვოლპინი მ. 567
- ზაქარაია დ. 575  
 ზეინი ა. 532  
 ზეარაია ე. 520  
 ზვიადაური ე. 160  
 ზიკარი ვ. 212  
 ზუქაიშვილი რ. 608  
 ზურაბაშვილი ზიგ. 647  
 ზურაშვილი ჯ. 316
- თარგამაძე რ. 608  
 თედოშვილი მ. 372  
 თიგოშვილი ლ. 347  
 თოფურია ს. 255  
 თუმანიშვილი თ. 199  
 თუმურაშვილი რ. 108
- ილიუშინი ა. 119  
 იორდანიშვილი ზ. 324  
 იმიჯოვსკი ა. 376
- კაბისოვი რ. 70  
 კალანდაძე თ. 520  
 კალმუცკი ლ. 47  
 კანდელაკი ს. 556  
 კანკავე ლ. 413  
 კაპანაძე ვ. 171  
 კარაპეტაძე თ. 623  
 კაქარაია ნ. 419

- კახიძე ი. 199  
 კეკელიძე ზ. 292  
 კეკელიძე ლ. 180  
 კერესელიძე რ. 328  
 კესაველი ე. 70  
 კვაპანტირაძე გ. 515  
 კვაჭაძე მ. 391  
 კვაჭაძე მ. 447  
 კვიციანი ე. 61  
 კიზირია ლ. 96  
 კივილაძე ბ. 88  
 კიკნაძე ლ. 103  
 კინწურაშვილი ნ. 413  
 კიპნისი ბ. 567  
 კირში ი. 623  
 კლდიაშვილი მ. 647  
 კობახიძე ზ. 100  
 კოდუა თ. 647  
 კოკოჩაშვილი თ. 119  
 კოლაკოცკი ა. 383  
 კობალაძეშვილი თ. 524  
 კობილოვი ე. 567  
 კოსტენკო მ. 336  
 კრასილნიკოვი ი. 184  
 კრუპნიკოვა ა. 560  
 კუპრაძე მ. 539  
 კუტაფია ე. 136
- ლავესკი ი. 336  
 ლეკვერძეშვილი ე. 184  
 ლეკიშვილი ნ. 556  
 ლენკვი ე. 316  
 ლიოზნერი ა. 184  
 ლობუხევიჩი ნ. 562  
 ლომიძე ც. 191  
 ლომსაძე ბ. 623  
 ლორთქიფანიძე დ. 431  
 ლორთქიფანიძე მ. 359, 588  
 ლორთქიფანიძე ქ. 592  
 ლორთქიფანიძე თ. 366  
 ლუბუფი ე. 328
- მაკეივი ე. 271  
 მალაზონია დ. 84  
 მალინცკი გ. 284  
 მამათლაშვილი ნ. 56  
 მამალაძე ქ. 356  
 მამარდაშვილი ა. 647  
 მამარდაშვილი მ. 108  
 მანგოშვილი ე. 496  
 მანჯაფარაშვილი თ. 512  
 მარგალიტაშვილი გ. 380  
 მარჯიევი ბ. 156  
 მარტყოფლიშვილი გ. 304  
 მალაღაშვილი ლ. 193  
 მაჭუბარიანი ა. 524  
 მახარაძე ნ. 80
- მგელაძე ლ. 407  
 მგელაძე მ. 410  
 მდივანი ე. 343  
 მელაშვილი ზ. 592  
 მელაძე ნ. 163  
 მესარქიშვილი ს. 603  
 მესხია ე. 319  
 მეცხვარიშვილი ს. 623  
 მითაიშვილი რ. 61  
 მირცხულავა ა. 295  
 მოღვაძე მ. 552  
 მუსელიანი თ. 168  
 მუშუტლიანი ზ. 156
- ნადირაძე ი. 202  
 ნავერიანი თ. 544  
 ნანობაშვილი ე. 108  
 ნანობაშვილი ზ. 176  
 ნასყიდაშვილი ე. 407  
 ნიკიშინი გ. 328  
 ნიკურაძე ნ. 376  
 ნიშნაიანი ბ. 623  
 ნოვიკოვი ი. 567  
 ნოზაძე გ. 152
- ოდიკაძე ნ. 356  
 ოკლეი ლ. 592  
 ოკრიბელაშვილი ნ. 647  
 ოქუნევი თ. 475  
 ორთოიძე თ. 388  
 ორლოვი ე. 316  
 ოტიაშვილი დ. 343  
 ოქროშვილი თ. 520  
 ოქროშვილი ი. 520
- შაპავა კ. 592  
 შატარია დ. 152  
 შეტროვა ლ. 316  
 შენიკოვი ა. 112  
 შიკუსი ე. 596  
 შოლიაკოვა ნ. 75
- რაზმაძე დ. 328  
 რამიშვილი ნ. 92, 312  
 რაფაეა ე. 180  
 რაგოცინა მ. 407  
 რუსიშვილი თ. 548  
 რუსტკი ა. 524  
 რუხაძე ნ. 136
- საბაძე ე. 571  
 საგდევა პ. 636  
 სალაყაია რ. 631  
 სალუქვაძე მ. 612  
 სამანჯია ლ. 656  
 სანაძე ე. 75, 366  
 სარიშვილი ი. 527  
 სელარეიშვილი დ. 68  
 სახაროვი ი. 260  
 სემერიკოვი ა. 308  
 სერგია ე. 438  
 სეხნიაშვილი ც. 343  
 სვანიძე გ. 136  
 სიგუა ლ. 168, 376  
 სიმონიძე მ. 395  
 სიხარულაძე გ. 68  
 სიხარულაძე ე. 68  
 სმირნოვა ლ. 407  
 სტანკევიჩი ი. 260  
 სტაროდუბცევი ე. 567  
 სტრახოვი ე. 539  
 სუჯაშვილი რ. 395
- ტაბიძე დ. 347  
 ტაბაძე დ. 56  
 ტერტერაშვილი ა. 608  
 ტეტურაშვილი გ. 127  
 ტოგონიძე მ. 139
- უღოვენკო ე. 75
- ფანცულაია გ. 32, 491  
 ფაჩულაია ნ. 251  
 ფელდშტეინი თ. 96  
 ფერაშვილი თ. 19  
 ფორჩხიძე ც. 96  
 ფრანგულიანი გ. 623
- ქავთარაძე ი. 579  
 ქარელი ი. 619  
 ქაჩიშვილი ზ. 30, 535  
 ქელბაქიანი ლ. 264  
 ქიქოძე ნ. 647  
 ქორიძე თ. 623  
 ქოქრაშვილი თ. 336  
 ქუთელია ე. 295, 596  
 ქურდიანი ნ. 295, 532
- ლულუნიშვილი გ. 359

ყალბეგაშვილი მ. 51  
 ყვინაშვილი ი. 603  
 ყურაშვილი ბ. 191  
 ყურულაშვილი ლ. 413  
 ყუფარაძე დ. 359

ჩხარტიშვილი ი. 592  
 ჩხეიძე გ. 661

ცინცაძე ო. 631  
 ციციშვილი გ. 560  
 ცოშია ი. 424  
 ცოშია ნ. 567  
 ცუციკირიძე ე. 112  
 ცხადაძე მ. 647

ძამქაშვილი ა. 328  
 ძოწენიძე ზ. 119  
 ძოწენიძე ნ. 548

წულაია პ. 600  
 წულაძე რ. 48

კანტურია ლ. 592  
 კეიშვილი დ. 579  
 კელიძე მ. 372  
 კეკელაშვილი თ. 400  
 კუმბურაძე ფ. 80  
 კუთაძე მ. 187

ხვეთასი ლ. 532  
 ხანაშვილი ლ. 556, 567  
 ხანთაძე ა. 100  
 ხაგომია ს. 267  
 ხარაზიშვილი ა. 468  
 ხაჩიძე თ. 628  
 ხეინგია მ. 160  
 ხეჩინაშვილი გ. 184  
 ხიზანიშვილი ნ. 176  
 ხინთიბიძე ლ. 548  
 ხუდაიდატოვი ბ. 652  
 ხუციშვილი ო. 359

ჯაბერი ა. 535  
 ჯაბუა ზ. 366  
 ჯავახიშვილი თ. 56  
 ჯალაბაძე ნ. 596  
 ჯამბურია მ. 576  
 ჯანდიერი გ. 308  
 ჯათარაძე ვ. 324  
 ჯათარაძე ე. 331  
 ჯათარაძე ლ. 343  
 ჯათარაძე ლ. 364  
 ჯათარაძე ჯ. 563  
 ჯიბლაძე ვ. 292  
 ჯიბლაძე მ. 19  
 ჯომშელუიშვილი ც. 444  
 ჯიქია ო. 556  
 ჯიჯეიშვილი ნ. 127  
 ჯორჯაძე გ. 527

ჩაგულავა ვ. 556  
 ჩაგუნავა მ. 124  
 ჩაჩხიანი ზ. 112  
 ჩაჩხიანი ლ. 112  
 ჩიქოვანი ნ. 532  
 ჩიხუა ე. 75  
 ჩოხანი მ. 479  
 ჩომახიძე ლ. 584  
 ჩუბინიძე თ. 156

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 134-го ТОМА

Абакелия Ц. И. 421  
 Абд-Эль Ааал М. М.  
 109  
 Абурджания А. Н. 165,  
 373  
 Авалишвили Н. М. 505  
 Авалишвили П. И. 577  
 Агладзе Р. И. 337  
 Адамия Р. Ш. 273, 497  
 Адамия Ш. А. 357  
 Адеишвили Т. Г. 541  
 Азатян В. В. 117  
 Айвазашвили И. М. 617  
 Акулов А. П. 285  
 Алексидзе Г. И. 177  
 Алексидзе Н. Г. 177  
 Амирян Н. Б. 629  
 Андреев А. М. 89, 309  
 Андрошкашвили Т. Г.  
 101  
 Антонов Е. П. 161  
 Арсенишвили А. И. 609  
 Архангельский А. В. 491

Асатиани Г. Н. 593  
 Ахалкаши Э. Г. 333  
 Ахвледiani А. Н. 145  
 Ахвледiani М. В. 421  
 Базгадзе Г. Ш. 49  
 Бакурадзе Р. Ш. 257  
 Балавадзе В. К. 585  
 Баладзе Э. Д. 21, 241  
 Бандзеладзе Б. Р. 273,  
 497  
 Барамидзе Е. Л. 317  
 Баркалая А. А. 517  
 Барнабишвили Д. Н.  
 557  
 Бартницкий Е. Н. 137  
 Басманова С. Н. 337  
 Бахтадзе И. Г. 105  
 Бегишвили Т. Т. 181  
 Бекаури М. А. 421  
 Беришвили Т. Т. 389  
 Бибидейшвили Ц. В.  
 657

Бирюков Г. Р. 161  
 Боколишвили И. Б. 281  
 Бочоришвили Т. В. 401  
 Брусничкина Н. А. 129  
 Брюс В. В. 333  
 Бугадзе В. М. 485  
 Бурджанадзе М. Н.  
 557

Вадачкория Г. А. 629  
 Варадашвили А. Ш. 565  
 Вачнадзе Г. Е. 85  
 Вашакидзе Г. Т. 141  
 Везиришвили М. О. 25  
 Векуа Т. П. 165, 373  
 Вольпин М. Е. 565

Габешия А. А. 541  
 Габислани А. Г. 153  
 Габисония В. Е. 505,  
 609

- Габуния Е. Д. 165, 373  
 Гавашели А. М. 577  
 Гагидзе А. Г. 469  
 Гамкрелидзе Н. В. 125  
 Гахария Д. Т. 577  
 Гачечиладзе О. О. 293  
 Гачечиладзе Т. Г. 509  
 Гвелесиани З. А. 101  
 Гегешидзе Л. В. 561  
 Гелашвили Т. М. 37  
 Гинзбург В. М. 89, 309  
 Гиоргадзе Г. К. 33  
 Гиоргадзе Р. Д. 49  
 Гиоргобiani Т. В. 573  
 Глурджидзе Л. Н. 365  
 Гогелия А. И. 645  
 Гогичадзе Г. К. 417  
 Гоглидзе В. М. 125  
 Гогоберишвили К. М. 553  
 Годозе Н. И. 557  
 Гогуа Л. Д. 73  
 Гольденберг З. В. 389  
 Гонджилашвили Н. Д. 153  
 Гордезиани Д. Н. 525  
 Григолия Г. Л. 569  
 Гугунишвили Г. Г. 357
- Давитая Г. Ш. 621  
 Дадiani Т. О. 365  
 Дадунашвили М. Т. 341  
 Далакишвили П. А. 297  
 Дanelia И. М. 613  
 Дanelia Н. М. 349  
 Дарчия Н. Ш. 645  
 Дгебуаде М. К. 125  
 Джабер А. М. 533  
 Джабуа З. У. 365  
 Джавахишвили Т. Г. 53  
 Джалабадзе Н. В. 593  
 Джамбурия М. М. 577  
 Джандиери Г. В. 305  
 Джапаридзе В. Д. 321  
 Джапаридзе Дж. И. 561  
 Джапаридзе К. Г. 329  
 Джапаридзе Л. А. 361  
 Джапаридзе Л. Н. 341  
 Джибладзе М. А. 17  
 Джибладзе М. И. 289  
 Джидженишвили Н. Ш. 125  
 Джикия О. Д. 553  
 Джиншелеишвили Ц. И. 441  
 Джорджадзе Г. П. 525
- Дзамукашвили А. А. 325  
 Дзоценидзе З. Г. 117  
 Дзоценидзе Н. Е. 545  
 Дихаминджия Г. В. 245  
 Доборджгинидзе Л. Г. 277  
 Докадзе Э. В. 365  
 Долидзе И. Д. 401  
 Дорош Ю. А. 289  
 Дубинина Е. В. 633  
 Дугладзе Д. И. 421  
 Дудаури О. З. 137
- Ежов Б. В. 345
- Закарая Д. П. 573  
 Звиадаури В. С. 157  
 Зейн А. М. 529  
 Зерагия Э. М. 517  
 Зленко А. А. 289  
 Зукакишвили Р. И. 605  
 Зурабшвили Зиг. А. 645  
 Зурошвили Д. Д. 313  
 Зыцарь В. Ю. 209
- Идзиковский А. И. 373  
 Илюшин А. С. 109  
 Иорданишвили З. А. 327
- Кабисов Р. С. 69  
 Кавтарадзе И. Г. 577  
 Калабегашвили М. Г. 49  
 Каландадзе Т. М. 517  
 Калмуцкий Л. И. 45  
 Кандаклаки С. А. 553  
 Канкава Л. И. 416  
 Капанадзе Е. Е. 169  
 Карапутадзе Т. М. 621  
 Карели Э. А. 617  
 Кахидзе И. Г. 197  
 Качарава Н. Н. 417  
 Качлишвили З. С. 77, 533  
 Квачадзе М. Б. 389  
 Квачадзе М. Ш. 447  
 Квачантирадзе Г. Г. 513  
 Квиташвили Е. Н. 61  
 Кеинашвили Ю. Ш. 601  
 Кекелидзе Г. Н. 289  
 Кекелидзе Л. В. 177
- Келбакиани Л. В. 251  
 Кереселидзе Р. В. 325  
 Кесаев В. И. 69  
 Кивиладзе В. Н. 85  
 Кизирия Л. В. 93  
 Кикнадзе Л. О. 101  
 Кикодзе Н. Г. 645  
 Киниурашвили Н. Т. 416  
 Кишнис В. М. 565  
 Кириш Ю. Э. 621  
 Клдашвили М. М. 645  
 Кобаладзе З. Л. 97  
 Кодуа Т. Э. 641  
 Кокочашвили Т. В. 117  
 Кокрашвили Т. А. 333  
 Колаковский А. А. 381  
 Копалеишвили Т. И. 521  
 Копылов В. М. 565  
 Коридзе О. А. 621  
 Костенко В. Г. 333  
 Красильников И. В. 181  
 Крупеникова А. Ю. 557  
 Купарадзе Д. М. 357  
 Купрадзе М. Д. 537  
 Курашвили Б. Е. 189  
 Курдiani Н. И. 293, 529  
 Куридзе К. Ш. 393  
 Курулашвили Л. И. 416  
 Кутава В. И. 133  
 Кутелия Э. Р. 293, 593
- Лаевский И. С. 333  
 Леквейшвили Э. Г. 113  
 Лекишвили Н. Г. 553  
 Ливиков Е. М. 313  
 Лиознер А. Л. 181  
 Лобусевич Н. П. 565  
 Ломиядзе Ц. В. 189  
 Ломсадзе Б. А. 621  
 Лордкипанидзе Д. О. 429  
 Лордкипанидзе Дж. Л. 589  
 Лордкипанидзе М. Б. 367  
 Лордкипанидзе М. М. 585  
 Лочошвили Т. С. 365  
 Лубуж Е. Д. 325
- Мегалашвили Л. И. 196  
 Макеев В. В. 269

- Чхарტიшвили И. В. 589  
 Чхеидзе Н. Г. 664  
  
 Шабურიшვილი Т. Ш.  
 425  
 Шавгулидзе В. В. 121,  
 561  
 Шангуа М. С. 501  
  
 Шаншашвили Т. Э. 385  
 Шарашенидзе Т. В. 557  
 Шатиришвили И. Ш.  
 321  
 Швангирадзе Е. В. 638  
 Шенгелая Э. Н. 621  
 Шенгелия Д. М. 141  
  
 Шрайбман Ф. О. 393  
 Шулая Т. В. 537  
  
 Элашвили З. М. 329  
 Элибарашвили М. С.  
 57  
 Эристави Б. Г. 293, 593  
 Эсакия М. В. 205, 433

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 134

- Abakelia Ts. I. 424  
 Abdel Aal M. M. 112  
 Aburjania A. N. 168, 376  
 Adamia R. Sh. 275, 499  
 Adamia Sh. A. 360  
 Adeishvili T. G. 544  
 Agladze R. I. 340  
 Aivazashvili I. M. 619  
 Akhalkatsi E. G. 336  
 Akhvlediani A. N. 148  
 Akhvlediani M. V. 428  
 Akulov A. P. 388  
 Aleksidze G. I. 180  
 Aleksidze N. G. 180  
 Amiryani N. B. 631  
 Andreev A. M. 92, 312  
 Andronikashvili T. G. 103  
 Antonov E. P. 163  
 Arkhangel'sky A. V. 483  
 Arsenashvili A. I. 612  
 Asatiani G. N. 596  
 Avalishvili N. M. 508  
 Azatyan V. V. 119  
  
 Baladze E. D. 24, 244  
 Balavadze V. K. 588  
 Bakhtadze I. G. 108  
 Bakuradze R. Sh. 260  
 Bandzeladze B. R. 275,  
 499  
 Baramidze E. L. 319  
 Barkalaia A. A. 520  
 Barnabishvili D. N. 560  
 Bartnitsky E. N. 139  
 Basmanova S. N. 340  
 Bazgadze G. Sh. 52  
 Begishvili T. T. 184  
 Bekauri M. A. 424  
 Berishvili T. T. 392  
 Bibileishvili Ts. V. 660  
 Biryukov G. R. 163  
 Bochorishvili T. V. 404  
 Bokolishvili I. B. 284  
  
 Brusnichkina N. A. 131  
 Bryus V. V. 336  
 Bugadze V. M. 487  
 Burjanadze M. N. 560  
  
 Chachkhiani L. G. 112  
 Chachkhiani Z. B. 112  
 Chagulov V. S. 556  
 Chagunava M. R. 124  
 Chanturia L. S. 592  
 Cheishvili D. V. 580  
 Chelidze M. A. 372  
 Chichua E. D. 76  
 Chikovani N. N. 532  
 Chkhartishvili I. V. 592  
 Chkheidze N. G. 661  
 Chkhoidze M. S. 187  
 Chkuaseli T. Ya. 400  
 Choban M. M. 480  
 Chomakhidze L. I. 584  
 Chubinidze T. A. 156  
 Chumburidze F. G. 80  
  
 Dadiani T. O. 367  
 Dadunashvili M. T. 344  
 Dalakishvili P. A. 300  
 Danelia I. M. 616  
 Danelia M. M. 352  
 Darchia N. Sh. 647  
 Davitaia G. Sh. 624  
 Dgebuadze M. K. 128  
 Didmashvili L. P. 647  
 Dikhaminjia G. V. 248  
 Doborjginidze L. G. 280  
 Dokadze E. V. 367  
 Dolidze I. D. 404  
 Dorosh Yu. A. 292  
 Dubinina E. V. 636  
 Dudaori O. Z. 140  
 Dugladze D. I. 424  
 Dzamukashvili A. A. 328  
 Dzotsenidze N. E. 548  
 Dzotsenidze Z. G. 119  
  
 Elashvili Z. M. 332  
 Elizbarashvili M. S. 60  
 Eristavi B. G. 296, 596  
 Esokia M. V. 208, 485  
 Ezhov B. V. 348  
  
 Feidstein Ya. I. 96  
 Frangulyan G. A. 624  
  
 Gabeshia A. A. 544  
 Gabisonia A. G. 156  
 Gabisonia V. E. 508, 612  
 Gabunia E. D. 168, 376  
 Gachechiladze O. O. 296  
 Gachechiladze T. G. 512  
 Gakharia D. I. 580  
 Gagnidze A. G. 471  
 Gamkrelidze N. V. 128  
 Gavasheli A. M. 580  
 Gegeshidze L. V. 563  
 Gelashvili T. M. 39  
 Ginzburgh V. M. 92, 312  
 Giorgadze G. K. 36  
 Giorgadze R. D. 52  
 Giorgobiani T. V. 576  
 Glurjidge L. N. 367  
 Gogelia A. I. 647  
 Gogichadze G. K. 419  
 Goglidze V. M. 128  
 Gogoberishvili K. G. 556  
 Gogodze N. I. 560  
 Gogua L. D. 76  
 Goldenberg Z. V. 392  
 Gonjilashvili N. D. 156  
 Gordeziani D. N. 527  
 Grigolia G. L. 572  
 Gugunishvili G. G. 360  
 Gvelesiani Z. A. 103  
  
 Idzikovsky A. I. 376  
 Ilyushin A. S. 112  
 Iordanishvili Z. A. 324

- Jaber A. M. 535  
 Jabua Z. U. 367  
 Jalabadze N. V. 596  
 Jamburia M. M. 580  
 Jandieri G. V. 308  
 Japaridze J. I. 563  
 Japaridze K. G. 332  
 Japaridze L. A. 364  
 Japaridze L. N. 344  
 Japaridze V. D. 324  
 Javakhishvili T. G. 56  
 Jibladze M. A. 19  
 Jibladze M. I. 292  
 Jijeishvili N. Sh. 128  
 Jikia O. D. 556  
 Jimsheleishvili Ts. I. 444  
 Jorjadze G. P. 527  
  
 Kabisov R. S. 71  
 Kacharava N. N. 419  
 Kachlishvili Z. S. 80, 535  
 Kakhidze I. G. 200  
 Kalabegashvili M. G. 52  
 Kalandadze T. M. 520  
 Kalmutsky L. I. 48  
 Kandelaki S. A. 556  
 Kankava L. I. 416  
 Kapanadze E. E. 171  
 Karaputadze T. M. 624  
 Kareli E. A. 619  
 Kavtaradze I. G. 580  
 Keinashvili Yu. Sh. 603  
 Kekelidze G. N. 292  
 Kekenadze L. V. 180  
 Kelbakiani L. V. 264  
 Kesaev V. I. 71  
 Khachidze T. O. 628  
 Khananashvili L. M. 556,  
 567  
 Khantadze A. G. 100  
 Kharazishvili A. B. 468  
 Khavtasi L. G. 532  
 Khazhonia S. M. 267  
 Khechinashvili G. N. 184  
 Khintibidze L. S. 548  
 Khizanishvili N. A. 176  
 Khudaïdatov B. R. 652  
 Khutsishvili O. D. 360  
 Khvingia M. V. 160  
 Kereseidze R. V. 328  
 Kiknadze L. O. 103  
 Kikodze N. G. 647  
 Kintsurashvili N. T. 416  
 Kipnis B. M. 567  
 Kirsh Yu. E. 624  
 Kiviladze V. N. 88  
  
 Kiziria L. V. 96  
 Kldiashvili M. M. 647  
 Kodua T. E. 643  
 Kobaladze Z. L. 100  
 Kokochashvili T. V. 119  
 Kokrashvili T. A. 376  
 Kolakovskiy A. A. 383  
 Kopaleishvili T. I. 524  
 Kopylov V. M. 567  
 Koridze O. A. 624  
 Kostenko V. G. 336  
 Krasilnikov I. V. 184  
 Krupennikova A. Yu. 550  
 Kuparadze D. M. 360  
 Kupradze M. D. 539  
 Kurashvili B. E. 192  
 Kurdiani N. I. 296, 532  
 Kuridze K. Sh. 395  
 Kurulashvili L. I. 416  
 Kutavaya V. I. 136  
 Kutelia E. R. 296, 596  
 Kvachadze M. B. 392  
 Kvachadze M. Sh. 447  
 Kvachantiradze G. G. 516  
 Kvitaishevili E. N. 64  
  
 Laevsky I. S. 336  
 Lekishvili N. G. 556  
 Lekveishvili E. G. 116  
 Linkov E. M. 316  
 Liozner A. L. 184  
 Lobusevich N. P. 567  
 Lochoshvili T. S. 367  
 Lomidze Ts. V. 192  
 Lomsadze B. A. 624  
 Lordkipanidze D. O. 432  
 Lordkipanidze J. L. 592  
 Lordkipanidze M. B. 360  
 Lortkipanidze M. M. 588  
 Lubuzh E. D. 325  
  
 Machavariani A. I. 524  
 Magalashvili L. I. 196  
 Makeev V. V. 271  
 Makharadze N. M. 80  
 Malazonia D. V. 84  
 Malinetsky G. G. 284  
 Mamaladze J. I. 356  
 Mamardashvili A. F. 647  
 Mamardashvili M. I. 108  
 Mamatelashvili N. A. 56  
 Manjaparashvili T. V. 512  
 Mangoshvili V. G. 496  
 Margalishvili A. A. 380  
 Margiev B. G. 156  
 Martkoplishvili G. S. 304  
  
 Mdivani V. M. 344  
 Meladze N. V. 163  
 Melashvili Z. N. 592  
 Mesarkishvili S. S. 603  
 Meskhia V. Sh. 319  
 Metskhvarishvili S. Sh.  
 624  
 Mgeladze L. A. 407  
 Mgeladze V. M. 411  
 Mirtskhlulava A. A. 296  
 Mitaishvili R. L. 64  
 Modebadze M. E. 552  
 Museliani T. G. 168  
 Mushkudiani Z. A. 156  
  
 Nadiradze I. Sh. 203  
 Nanobashvili E. M. 108  
 Nanobashvili Z. I. 176  
 Naskidashvili Zh. G. 407  
 Naveriani T. Kh. 544  
 Nikishin G. I. 328  
 Nikuradze G. A. 376  
 Nishnianidze P. G. 624  
 Novikov Yu. N. 567  
 Nozadze G. Ch. 152  
  
 Odikadze N. Sh. 356  
 Okley L. N. 592  
 Okribelashvili N. D. 647  
 Okroashvili I. T. 520  
 Okroashvili T. G. 520  
 Okunev O. G. 476  
 Orlov E. G. 316  
 Ortoidze T. V. 388  
 Ovsensky V. M. 296  
 Otiashvili D. G. 344  
  
 Pachulia N. L. 251  
 Pantsulaya G. R. 32, 491  
 Papava K. G. 592  
 Pashinina P. P. 292  
 Pataraidze D. I. 152  
 Pechennikov A. V. 112  
 Petrova L. N. 316  
 Pikus E. A. 596  
 Polyakova N. A. 76  
 Porchkhidze Ts. D. 96  
 Prokhorov K. A. 292  
  
 Ramishvili N. M. 92, 312  
 Rapava E. A. 180

- Razmadze D. B. 328  
 Rogozhina E. A. 407  
 Rukhadze N. V. 136  
 Rusetsky A. G. 524  
 Rusieshvili T. G. 548
- Sabadze E. Ya. 572  
 Sagareishvili D. T. 68  
 Sagdieva P. D. 636  
 Sakharov Yu. P. 288  
 Salakaia R. G. 631  
 Salukvadze M. E. 612  
 Samanjia L. Kh. 656  
 Sanadze V. V. 76, 367  
 Sarishvili I. T. 527  
 Sekhniashvili Ts. Sh. 344  
 Semerikov A. A. 308  
 Serdyukova L. B. 383  
 Sergia V. A. 439  
 Shaburishvili T. Sh. 428  
 Shangua M. S. 504  
 Shanshashvili T. E. 388  
 Sharashenidze T. V. 560  
 Shatirishvili I. Sh. 324  
 Shavgulidze V. V. 124,  
 563  
 Shengelaia E. N. 624  
 Shengelia D. M. 144  
 Shraibman F. O. 395
- Shulaya T. V. 539  
 Shvangiradze E. V. 639  
 Sigua L. P. 168, 376  
 Sikharulidze E. I. 68  
 Sikharulidze G. A. 68  
 Simouidze M. Sh. 395  
 Smirnova L. A. 407  
 Stanovich I. V. 260  
 Starobutsev E. S. 567  
 Starobutsev V. N. 539  
 Starobutsev R. Sh. 395  
 Starobutsev M. M. 580  
 Starobutsev G. G. 136
- Tamarashvili D. V. 56  
 Tamarashvili D. D. 348  
 Tamarashvili R. Ch. 608  
 Tamarashvili M. M. 372  
 Tamarashvili A. V. 608  
 Tamarashvili G. Sh. 128  
 Tamarashvili L. A. 348  
 Tamarashvili M. G. 140  
 Tamarashvili S. B. 256  
 Tamarashvili O. V. 631  
 Tamarashvili G. V. 560  
 Tskhadadze M. Sh. 647  
 Tsomaya I. S. 424  
 Tsomaya N. I. 567
- Tsaladze R. M. 43  
 Tsulaja G. G. 600  
 Tsutskiridze E. U. 112  
 Tumanishvili T. G. 200  
 Tushurashvili R. G. 108
- Udovenko V. A. 76
- Vachnadze G. E. 88  
 Vadachkoria G. A. 631  
 Varadashvili A. Sh. 567  
 Vashakidze G. T. 144  
 Vekua T. P. 168, 376  
 Vezirishvili M. O. 28  
 Volpin M. E. 567
- Zakaraia D. P. 576  
 Zein A. M. 532  
 Zeragia E. M. 520  
 Zlenko A. A. 292  
 Zukakishvili R. I. 608  
 Zurabashvili Z. A. 647  
 Zuroshvili D. D. 316  
 Zviadauri V. S. 160  
 Zytsar V. Yu. 212

619/120



9360 1 835. 90 333.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181