

ISSN—0182—1447



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 107 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1982 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

III - სექცია

24

ტომი 107 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1982 СЕНТЯБРЬ

ს ა რ ე დ ა ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. გამყრელიძე, ი. გვერდუიძე, ა. გუნია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი,
ვ. კუპრაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ნ. ლანდია, ვ. მახალდიანი,
გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ფრანგოშვილი, ა. ცაგარელი, ვ. ციციშვილი,
ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ჭარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი
რედაქტორი), ნ. ჯავახიშვილი, გ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель
главного редактора), Т. В. Гамкrelidze, И. Г. Гвердцители, А. Л. Гуня,
Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигури, Ш. В. Дзидзи-
гури, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецховели, В. Д. Купрадзе (заместитель
главного редактора), Н. А. Ландия, В. В. Махалдиани, Г. А. Мели-
кишвили, В. М. Окуджава, А. С. Прангишвили, А. Н. Тавхелидзе,
Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили,
А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადაეცა ასაწყობად 13.8.1982; ხელმოწერილია დასაბეჭდოდ 15.12.1982; შკკ.
№ 2790; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცე-
ლი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6;
უე 07309; ტირაჟი 1570; ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 13.8.1982; подписано к печати 15.12.1982; зак. № 2790; размер
набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издатель-
ский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 07309; тираж 1570;
цена 1 руб. 90 коп.

* * *

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

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

17308

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- *ზ. კ ა ნ ტ უ რ ი ა. V[ა] კლასის ლაქუნებიანი ფურის მწკრივების აბსოლუტური კრებლობის შესახებ 467
- *თ. ო ზ ი ა შ ვ ი ლ ი. ფუნქციათა რგოლის პირდაპირ ჯამად დაშლის შესახებ 471
- *გ. მ ა ქ ა ც ა რ ი ა. პოლარული განსაკუთრებულობის მქონე კარლმა-ვეკუს განტოლების ამოხსნების ყოფაქცევა უძრავი განსაკუთრებული წერტილის მახლობლობაში 475
- *მ. მ უ ს ხ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი. პოლმგრენ — გელერსტედტის განტოლების რეგულარული ამოხსნების ინტეგრალური წარმოდგენა 480
- *გ. ტ უ ჩ კ ე. კომპლექსური ანალიზის ასოცირებული ოპერატორები 484

მიქანიკა

- *გ. ნ ო ზ ა ძ ე. სიმზე ჩამოკიდებული მყარი სხეულის ფარდობითი წონასწორობის მდგომარეობის შესახებ 488

ფიზიკა

- *ფ. გ უ დ ა ვ ა ძ ე, თ. კ ო პ ა ლ ე ი შ ვ ი ლ ი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ა. მ ა ქ ა ვ ა რ ი ა ნ ი. სამი ნაწილაკის რელატივისტური პოტენციალური თეორიის შესახებ დინამიკის მყისიერ ფორმაში 492
- *თ. ა ბ ე ს ა ძ ე, რ. კ ა ბ ი ს ო ვ ი. ძლიერი ზემაღალი სიხშირის ველის გავლენა არაერთგვაროვნად გაგანიერებულ ებრ ხაზის ფორმაზე 495
- *ბ. მ ა ღ რ ა ძ ე. მასშტაბური ინვარიანტობის დარღვევა და დეზერ—გილბერტ—სუდარშანის ინტეგრალური წარმოდგენის სპექტრალური ფუნქციის ყოფაქცევა 499
- *ლ. მ ო ს უ ლ ი შ ვ ი ლ ი, ნ. კ ე ლ ე ვ ა, ნ. შ ო ნ ი ა. ბიოლოგიური ნიმუშების ინსტრუმენტული ნეიტრონული აქტივაციური ანალიზისათვის განკუთვნილი სინთეზური სტანდარტების თერმოდინამიკის საკითხისათვის 503
- *ა. უ შ ვ ე რ ი ძ ე. ინსტანტონები სკალარული კონფორმული ველის თეორიებში 508

ბიოფიზიკა

- *გ. ს ტ რ ა ხ ო ვ ი, მ. კ ა ქ ა ხ ი ძ ე. მაგნიტომეტრიის პირდაპირი სამგანზომილებიანი ამოცანის ამოხსნა 511

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *ნ. ფ ი რ ც ხ ა ლ ა ვ ა, მ. კ ო ხ რ ე ი ძ ე, ე. ვ ა ჩ ა ნ ა ძ ე, რ. მ ა ჩ ხ ო შ ვ ი ლ ი, ი. ს ა ბ ი ნ - გ უ ს ი, ლ. გ უ რ გ ე ნ ი შ ვ ი ლ ი. 1,10-ფენანტროლინთან იშვიათმიწა ელემენტების დიითიონატების კომპლექსური ნაერთები 515
- *ნ. გ უ ბ ე ლ ა ძ ე, ი. ი ს მ ა ი ლ - ზ ა დ ე, ე. ნ ა ნ ო ბ ა შ ვ ი ლ ი, ნ. ზ უ ბ ო ვ ა, ი. ბ ა ხ ტ ა ძ ე. კადმიუმის მეტა- და პიროარსენიტების სეგნეტოელექტრული თვისებები 520

ორბანული ძივია

- *ჯ. ხასიევა, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). მეთილოლბენზგუანამინების სინთეზი და მათი კონდესაცია დიმეთილდიბუტოქსისილანთან 524
- *ვ. კორშაკი (სსრკ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), გ. ბერესტნევა, დ. ბიბილეიშვილი, თ. კრავჩენკო, პ. პეტროვსკი, გ. ტიმოფეევა. N-მეთილ-N₁N'-დიბენზოილპიდრაზიდის თერმული დეჰიდრატაცია 528

ფიზიკური ძივია

- *ვ. გოგიბერიშვილი, ც. ბასილაძე, ე. ნანობაშვილი. მონოკარბოჰეაგების დასხივებისას წარმოქმნილი რადიკალური პროდუქტების ბუნების შესახებ 531
- *ე. სვანიძე, ნ. ზაკატოვა, ე. ნანობაშვილი, ვ. შარპატი. ქელატინის ხსნარების რადიოთერმოლუმინესცენცია ცისტინის და გლუტათიონის თანაობისას 535

ელემტროქიმიკა

- *ე. ქემოკლიძე, ჯ. გველესიანი. ქრომის გახსნის მექანიზმის ზოგიერთი საკითხი გოგირდმეკავში და თანამყოფი ამონიუმის იონის როლი 539

ფიზიკური გეოგრაფია

- *მ. გონგაძე. ტექნოგენური რელიეფის ჩამოყალიბება კიათურის პლატოზე 543

გეოლოგია

- *ო. ნადარეიშვილი. დამხურცის წყების მეტაკონგლომერატების მნიშვნელობა კავკასიონის კრისტალური სუბსტრატის გეოლოგიისათვის 548

პეტროლოგია

- *თ. ჩხარტიშვილი, ვ. ნაუმოვი. კელასურის ინტრუზივის (აფხაზეთი) გრანიტოიდული ქანების თერმომეტრიული შესწავლა 552

ზემოქმობა

- *ნ. ვარძელაშვილი, გ. არეშიძე, ა. ხუციაძე. ურანის და მისი თანამგზავრი ელემენტების მიგრაცია დილომი-საბურთალოს დეპრესიის სტრატეგრაფიულ ჭრებში 555

საზოგადოებრივი მეცნიერება

- *შ. ნაფეტვარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), დ. უკლება, გ. ყოჩოლიანი. არაწრფევი დეფორმირების გათვალისწინება სამშენებლო კონსტრუქციების სეისმომდებლობაზე ალბათური ანგარიშის დროს 560
- *ლ. ყავლაძე. ბეტონის დრეკად-პლასტიკური თვისებების კოეფიციენტზე არმირების პროცენტის, დატვირთვის დონისა და ციკლის ასიმეტრიულობის მახასიათებლის გავლენა არასწორხაზობრივი რხევების პროცესში 564

საბალოთა დამუშავება და გაგვიდრება

- *მ. ნონიკაშვილი, შ. ონიანი. ენდოგენური ხანძრების პროფილაქტიკის საკითხების შესახებ უწყვეტ-შორის ქვანახშირის საბადოს შესტებში 568

მანქანათმშენობლა

- *ი. ბლექმანი, ო. ფირცხალაიშვილი. დებალანური ვიბროლმგზნების სინქრონიზაციის ერთი კანონზომიერების შესახებ 572

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ე. გინზბურგი, გ. მუტაჯიკელი. პერიოდულად სტაციონარული პროცესების წრფივი გარდაქმნები 576
- *რ. კუკავა. ერთარხიანი სისტემის წარმადობა კომბინირებული მეთოდით შრომისუნარიანობის კონტროლის დროს 580

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *ი. საყვარელიძე. საშემოდგომო ხორბლებში იარაღიზაციის აუცილებლობის მოხსნა ლურჯი და წითელი სინათლით 584
- ქ. ტარასიშვილი, ნ. ღვამიჩავა, თ. კეზელი, ა. ბერიძე. ასკობინგლუტათონის სისტემის მნიშვნელობა ვაზის ყინვაგამძლეობაში 585

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ნ. ქლენტი. კატის თავის ტვინის ზღუდისა და კუდიანი ბირთვის ხშირი გაღიზიანებით გამოწვეული ქერქული რეაქციები 591

ბიომიზი

- *გ. გოქსაძე. მოზრდილი ცხოველების და ემბრიონების თავის ტვინში ფოსფოდიესთერაზული აქტივობის შესწავლა თავისა და სხეულის ზოგადი და ლოკალური დასხივების დროს 595
- *ა. ქოლოშვილი. მიტოქონდრიების გარე და შიდა მემბრანების ფოსფოლიპიდთა დეგრადაცია დაბალი ტემპერატურით მოქმედებისას 599

ზოოლოგია

- *ი. მორგილევსკაია, დ. ცქიფურიშვილი, ვ. ჯიხვაშვილი. საქართველოში გავრცელებული ტყის თავის (Silvimus sylviticus L.) მორფოლოგიურ ნიშანთა ცვლებადობის შესახებ 604

მასპარიმენტული მორფოლოგია

- *ლ. ყარყარაშვილი. ფიზიკური დატვირთვის გავლენა დაზიანებული გულის კუნთის ულტრასტრუქტურაზე 608
- *ა. გოგელია. ზოგიერთი ფსიქოტროპული პრეპარატის გავლენა შიზოფრენიით დაავადებულთა თეთრი სისხლის ფორმანი ელემენტების სტრუქტურასა და ნივთიერებათა ცვლაზე 611

მასპარიმენტული მიდვიცინა

- *ზ. ქილაძე, რ. სიხარულიძე. პათოლოგიური მენსტრუალური სისხლის დენის პროგნოზირება საშვილოსნოსშიდა ჩასახვის საწინააღმდეგო „ქოლგის“ ხმარების დროს ფიბრინოლიტური სისტემის ზოგიერთი კომპონენტის იმუნოჰიმიური განსაზღვრის დახმარებით 615
- *გ. იოსელიანი, ნ. ბოხუა, მ. ხუნდაძე, კ. მარკოიშვილი. ღვიძლის რევასკულარიზაციის ზოგიერთი ჰემოდინამიკური ასპექტი პროტოკოპიალურ ანასტომოზის შემდეგ 620

- *ა. გ ა ვ უ ა, ლ. გ უ გ უ შ ვ ი ლ ი, ვ. დ ე მ ი ხ ო ვ ი, ვ. გ ო რ ი ა ი ნ ო ვ ი. ლეიძლის
 ორთოტოპიული გადაწერების ჩვენი მეთოდი 623
- *თ. კ ლ დ ი ა შ ვ ი ლ ი. პიდროკორტიზონის გავლენა ადენოპიპოფიზის სისხლძარღვო-
 ვანი კაპილარების სტრუქტურაზე 628
- *რ. ლ ა ბ ა ძ ე. ელექტრო-გამომთვლელი მანქანის გამოყენების გამოცდილება ზოგი-
 ერთი მეტეოროლოგიური ფაქტორის ზემოქმედების ანალიზისათვის მცენარეუ-
 ლი მტერის გავრცელებაზე ქ. თბილისის ატმოსფეროში 631
- *ნ. ა ლ ა ნ ი ა. გასტრინის, გლუკაგონის და ინსულინის კონცენტრაცია სისხლში პოსტ-
 რეზექციული პეპტიკური წყლულების დროს 635

მკონომიკა

- *გ. წ ე რ ე თ ე ლ ი. სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში პესტიციდების გამოყენების ოპ-
 ტიმიზაციის ერთი მოდელის შესახებ ეკოლოგიური მოთხოვნების გათვალისწი-
 ნებით 639
- *მ. ნ ა რ ს ი ა. მშენებლობაში ხელფასის ფონდის დაგეგმვისას რეგიონალური ფაქტო-
 რების გათვალისწინების ერთი მეთოდის შესახებ 644

მნათმეცნიერება

- მ. გ ო ც ი რ ი ძ ე. სიტყვათწარმოების ძირითადი ტიპები „ვეფხისტყაოსნის“ ებრაულ
 თარგმანში 645
- *ც. ბ ი ბ ი ლ ე ი შ ვ ი ლ ი. ელიფსისის შესახებ ფრანგულ-ქართულ სომატურ ფრაზეო-
 ლოგიზმებში 650

ფილოლოგია

- ლ. კ ვ ი რ ი კ ა შ ვ ი ლ ი. „სტრიქონი“ მწერლობასა და ხუროთმოძღვრებაში 653

მთნობრაფია

- ნ. მ ა ი ს უ რ ა ძ ე. ქართულ ხალხურ სიმღერებში კომპლექსური მრავალმნიშვნისის წარ-
 მოშობის საკითხისათვის 657



СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

З. А. Чантурия. Об абсолютной сходимости рядов Фурье с лакунами класса $V[v]$	465
Т. С. Ознашвили. О разложениях кольца функций в прямую сумму	469
Г. Т. Макацария. Поведение решений Карлемана—Векуа с полярными особенностями в окрестности неподвижной особой точки	473
М. Г. Мухелишвили. Интегральное представление регулярных решений уравнения Хольмгrena—Геллерстедта	477
В. Тучке. Ассоциированные операторы комплексного анализа	481

МЕХАНИКА

Г. Т. Нозадзе. О положениях относительного равновесия подвешенного на струне твердого тела	485
--	-----

ФИЗИКА

П. И. Гудавадзе, Т. И. Копалеишвили (член-корр. АН ГССР), А. И. Мачавариани. О релятивистской потенциальной теории трех тел в мгновенной форме динамики	489
Т. Ш. Абесадзе, Р. С. Кабисов. Влияние сильного СВЧ поля на форму неоднородно уширенной линии ЭПР	493
Б. А. Маградзе. Нарушение масштабной инвариантности и поведение спектральной функции представления Дезера—Гильберта—Сударшана	497
Л. М. Мосулишвили, Н. Е. Кучава, Г. И. Шония. О термической стабильности синтетических, стандартных образцов для инструментального нейтронного активационного анализа биологических материалов	501
А. Г. Ушверидзе. Инстантоны в конформно инвариантных теориях скалярного поля	505

ГЕОФИЗИКА

В. Н. Страхов, М. К. Качахидзе. Решение трехмерных прямых задач магнитометрии	509
---	-----

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. И. Пирцхалава, М. К. Кохреидзе, Е. С. Вачнадзе, Р. И. Мачошвили, И. А. Сабин-Гусс, Л. В. Гургенишвили. Комплексные соединения дитионатов РЗЭ с 1,10-фенантролином	513
--	-----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.



- Н. Я. Губеладзе, И. Г. Исмаил-заде, Е. М. Нанобашвили,
Н. Ш. Зюбава, И. Г. Бахтадзе. Сегнетоэлектрические свойства
мета- и пироарсенита кадмия

517

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Д. С. Хасиева, Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР).
Синтез метилолбензгуаниминов и конденсация их с диметилдибутоксисилоном

521

- В. В. Коршак (академик АН ГССР), Г. Л. Берестенева, Д. В. Библиеишвили, Т. В. Кравченко, П. В. Петровский, Т. И. Тимофеева. Термическая дегидратация N-метил-N,N'-добензоилгидразида

525

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. П. Гогоберишвили, Ц. М. Базиладзе, Е. М. Нанобашвили.
О природе радикальных продуктов, образующихся в облученных монокарбоновых кислотах

529

- Е. О. Сванидзе, Н. В. Закатова, Е. М. Нанобашвили, В. А. Шарпатыш. Радиотермолюминесценция растворов желатина, содержащих цистеин и глутатион

533

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Е. С. Кемоклидзе, Дж. Ф. Гвелесиани. Некоторые вопросы механизма растворения хрома в серной кислоте и роль присутствующего иона аммония

537

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- М. А. Гонгадзе. Формирование техногенного рельефа на Чиатурском плато

541

ГЕОЛОГИЯ

- О. Ш. Надарейшвили. Значение метаконгломератов дамхурцевской свиты для геологии кристаллического основания Большого Кавказа

545

ПЕТРОЛОГИЯ

- Т. А. Чхартишвили, В. Б. Наумов. Термометрическое исследование гранитоидных пород Келасурского интрузива (Абхазия)

549

ГЕОХИМИЯ

- Н. С. Вардзелашвили, Г. Г. Арешидзе, А. Л. Хуцаидзе. Миграция урана и сопутствующих элементов в стратиграфическом разрезе Дигми-Сабуртальской депрессии

553

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Ш. Г. Напетваридзе (член-корреспондент АН ГССР), Д. К. Уклеба,
Г. В. Жоржолани. Учет нелинейности деформирования при вероят-
ностном расчете строительных конструкций на сейсмостойкость 557
- Л. И. Кавладзе. Влияние процента армирования, уровня нагрузки и харак-
теристики асимметрии цикла на коэффициент упруго-пластических
свойств бетона в процессе нелинейных колебаний 561

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

- М. В. Ноцикашвили, Ш. И. Онииани. К вопросу профилактики эндоген-
ных пожаров на шахтах Ткибули-Шаорского каменноугольного место-
рождения 565

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- И. И. Блехман, О. Г. Пирцхалаишвили. Об одной закономерности
синхронизации дебалансных вибровозбудителей 569

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. В. Гинзбург, Г. Г. Мурджикнели. Линейные преобразования перио-
дически стационарных процессов 573
- Р. К. Кукава. Производительность одноканальной системы при комбини-
рованном методе контроля работоспособности 577

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИИ

- И. М. Сакварелидзе. Снятие необходимости в яровизации у озимых пше-
ниц синим и красным светом 581
- * К. М. Тарасашвили, Н. Э. Гвамичава, Т. А. Кезели, А. Г.
Беридзе. Значение аскорбин-глутатионовой системы в морозостой-
чивости виноградной лозы 587

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. А. Жгенти. Корковые реакции повторных раздражений ограда и хво-
статого ядра головного мозга кошки 589

БИОХИМИЯ

- Г. К. Гоксадзе. Изучение цАМФ фосфодиэстеразной активности в мозго-
вой ткани при общем и локальном облучении головы и туловища взрос-
лых животных и эмбрионов 593
- А. Г. Чогошвили. Деградация фосфолипидов внешних и внутренних мем-
бран митохондрий при низкотемпературном воздействии 597

ЗООЛОГИЯ

- И. Е. Моргилевская, Д. Г. Цкипуришвили, В. Н. Джихва-
 швили. К изменчивости морфологических признаков лесной мыши
 (*Sylvivus sylvaticus* L.) в Грузии

601

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Л. Ш. Каркаршвили. Влияние физических нагрузок на ультраструктуру
 поврежденного миокарда 605
- А. И. Гогелия. Влияние некоторых психотропных препаратов на структуру
 и обмен в форменных элементах белой крови больных шизофренией 609
- З. А. Чиладзе, Р. А. Сихарулидзе. Прогнозирование различных пато-
 логических менструальных кровотечений при применении внутриматочно-
 го контрацептива «Зонтик» с помощью иммунохимического определения
 некоторых компонентов фибринолитической системы 613
- Г. Д. Иоселиани, Н. К. Бохуа, М. Г. Хундадзе, К. А. Маркои-
 швили. Некоторые гемодинамические аспекты реваскуляризации пе-
 чени после портокавального анастомозирования 617
- А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили, В. П. Демихов, В. М. Горяйнов.
 Наш метод ортотопической пересадки печени 621
- Т. В. Клдиашвили. Влияние гидрокортизона на структуру кровеносных
 капилляров аденогипофиза 625
- Р. М. Лабадзе. Опыт использования ЭВМ для анализа влияния некоторых
 метеорологических факторов на распространение растительной пыльцы
 в воздухе г. Тбилиси 629
- Н. Д. Алания. Концентрация гастрина, глюкагона и инсулина в сыворотке
 крови у больных пострезекционными пептическими язвами 633

ЭКОНОМИКА

- Г. Ш. Церетели. Об одной модели оптимизации использования пестици-
 дов в сельскохозяйственном производстве с учетом экологических тре-
 бований 637
- М. А. Нарсия. Об одном методе учета региональных факторов при планиро-
 вании фонда заработной платы в строительстве 641

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * М. А. Гоциридзе. Основные типы словообразования в еврейском перево-
 де «Витязя в барсовой шкуре» 648
- Ц. В. Библиейшвили. О явлении эллипса в соматических фразеологиз-
 мах французского и грузинского языков 649

ФИЛОЛОГИЯ

- * Л. С. Квирикашвили. „strikoni“ (строка) в литературе и зодчестве 655

ЭТНОГРАФИЯ

- * Н. М. Майсурадзе. К вопросу о происхождении комплексного многого-
лосья в грузинских народных песнях 659

CONTENTS

MATHEMATICS

Z. A. Chanturia. On the absolute convergence of lacunary Fourier series of $V[\rho]$ class	467
T. S. Oziashvili. On the direct sum division of a ring of functions	472
G. T. Makatsaria. The behaviour of solutions of the Carleman-Vekua equation with polar singularities in the neighbourhood of a fixed singular point	476
M. G. Muskhelishvili. Integral representation of regular solutions of the Holmgren-Gellerstedt equation	480
V. Tutchke. Associated operators of complex analysis	484

MECHANICS

G. T. Nozadze. On the relative equilibrium positions of a solid body suspended by a string	488
--	-----

PHYSICS

P. I. Gudavadze, T. I. Kopaleishvili, A. I. Machavariani. On the relativistic potential theory of a three-particle [system in the instant form of dynamics	492
T. Sh. Abesadze, R. S. Kabisov. The influence of a strong SHF field on the form of an inhomogeneously broadened EPR line	495
B. A. Magradze. Scale invariance breaking and the behaviour of spectral function of the Deser-Gilbert-Sudarshan representation	499
L. M. Mosulishvili, N. E. Kuchava, N. I. Sh'onia. Investigation of the thermostability of synthetic standards for instrumental neutron activation analysis of biological samples	503
A. G. Ushveridze. Instantons in conformally invariant theories of scalar field	508

GEOPHYSICS

V. N. Strakhov, M. K. Kachakhidze. Solution of three-dimensional direct problems of magnetometry for type II polyhedra	512
--	-----

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. I. Pirtskhalava, M. K. Kokhreidze, E. S. Vachnadze, R. I. Machkhoshvili, I. A. Sabin-Huss, L. V. Gurgenshivili. Complex compounds of rare earth element dithionates with 1,10-phenanthroline	516
N. I. Gubeladze, I. G. Ismail-Zade, H. M. Nanobashvili, N. Sh. Zubova, I. G. Bakhtadze. The ferroelectric properties of meta- and pyroarsenites of cadmium	520

ORGANIC CHEMISTRY

D. S. Khasieva, L. M. Khananashvili. Synthesis of methylolbenzguanamines and their condensation with dimethyldibutoxysilane	524
---	-----



- V. V. Korshak, G. L. Berestneva, D. V. Bibileishvili, T. Kravchenko, P. V. Petrovski, G. I. Timofeeva. Thermal dehydration of N-methyl-N₁N'-dibenzoylhydrazide

528

PHYSICAL CHEMISTRY

- V. P. Gogoberishvili, Ts. M. Basiladze, H. M. Nanobashvili. On the nature of radical products formed in irradiated monocarbon acids
- H. O. Svanidze, N. V. Zakatova, H. M. Nanobashvili, V. A. Sharpaty. Radiothermoluminescence of gelatin solutions containing cysteine and glutathione

532

535

ELECTROCHEMISTRY

- E. S. Kemoklidze, J. F. Gvelesiani. Some questions of the chromium dissolution mechanism in sulphuric acid and the role of the present ammonium ion

540

PHYSICAL GEOGRAPHY

- M. A. Gongadze. The formation of the technogenic relief on the Chiatura Plateau

544

GEOLOGY

- O. Sh. Nadareishvili. The meaning of conglomerates of the Damkhurtsi suite for the geology of crystalline substratum of the Caucasus

548

PETROLOGY

- T. A. Chkhartishvili, V. B. Naumov. Thermometric studies of granitoid rocks of the Kelasuri intrusive massif (Abkhazia)

552

GEOCHEMISTRY

- N. S. Vardzelashvili, G. G. Areshidze, A. L. Khutsaidze. Migration of uranium and associated elements within the stratigraphic section of the Digomi-Saburtalo depression

555

STRUCTURAL MECHANICS

- Sh. G. Napetvaridze, D. K. Ukleba, G. V. Zhorzholiani. Probabilistic analysis of structural designs for seismic resistance in nonlinear state
- L. I. Kavladze. Investigation of the influence of reinforcement percentage, level of loading and cycle asymmetry characteristics on the coefficient of the concrete elasto-plastic properties in the process of nonlinear vibrations

560

564

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- M. V. Nonikashvili, Sh. I. Oniani. Concerning the prevention of endogenous fires at the Tkibuli-Shaori coalfield mines

568

MACHINE BUILDING SCIENCE

- I. I. Blekhman, O. G. Pirtskhalaishvili. Specific behaviour of synchronized mechanical vibration exciters

572

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. V. Ginzburg, G. G. Murjikneli. Linear changes of periodically stationary processes 576
- R. K. Kukava. Single-channel system efficiency under a combined method of checking its working capacity 580

PLANT PHYSIOLOGY

- I. M. Sakvarelidze. Removal of the necessity of jarovization in winter wheats by blue and red light 584
- K. M. Tarasashvili, N. E. Gvamichava, T. A. Kezeli, A. G. Beridze. Significance of the ascorbic acid glutathione system in the frost resistance of grapevine 588

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. A. Zhgenti. Cortical responses to repetitive stimulation of the claustrum and caudate nucleus in cats 591

BIOCHEMISTRY

- G. K. Goksadze. Study of cAMP phosphodiesterase activity in the brain at local and general irradiation of the head and body of adult rabbits and embryos 596
- A. G. Chogoshvili. Degradation of the phospholipids of the outer and inner membranes of mitochondria under exposure to low temperature 599

ZOOLOGY

- I. E. Morgilevskaya, D. G. Tskipurishvili, V. N. Jikhvashvili. On the variability of the morphological characteristics of the wood mouse (*Sylvimus sylvaticus* L.) in Georgia 604

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- L. Sh. Karkarashvili. The influence of physical exercise on the ultrastructure of the damaged myocardium 608
- A. I. Gogelia. The effect of some psychotropic drugs on the structure and metabolism in the white blood cells of schizophrenic patients 611

EXPERIMENTAL MEDICINE

- Z. A. Chiladze, R. A. Sikharulidze. Prognosis of pathological menstrual bleeding caused by the use of the intrauterine device "Umbrella" by immunochemical determination of some components of the fibrinolytic system 616
- G. D. Ioseliani, N. K. Bokhua, M. G. Khundadze, K. A. Markoishvili. Some hemodynamic aspects of revascularization of the liver after porta-caval anastomosis 620
- A. M. Gagua, L. L. Gugushvili, V. P. Demikhov, V. M. Goryainov. Our method of orthotopic liver transplantation 624
- T. V. Kldiashvili. Action of hydrocortisone on the structure of adenohiphysis blood capillaries 628

- R. M. Labadze. The experience of the use of digital computer in the analysis of the influence of some meteorologic factors on the spread of vegetable pollen in the air of Tbilisi 631
- N. D. Alania. Gastrin, glucagon and insulin levels in blood serum in postresection peptic ulcers 636

ECONOMICS

- G. Sh. Tsereteli. Concerning a model of the utilization of pesticides in agricultural production with account of the ecological requirements 640
- M. A. Narsia. On one method of considering the regional factors in planning the salary fund in building 644

LINGUISTICS

- M. A. Gotsiridze. The main types of word-formation in the Hebrew translation of "The Knight in the Panther's Skin" 648
- Ts. V. Bibileishvili. On the ellipse phenomenon in French and Georgian somatic phraseologisms 651

PHILOLOGY

- L. S. Kvirikashvili. "Strikoni" (line) in literature and architecture 655

ETHNOGRAPHY

- N. M. Maisuradze. Concerning the origin of complex polyphony in Georgian folk songs 659



З. А. ЧАНТУРИЯ

ОБ АБСОЛЮТНОЙ СХОДИМОСТИ РЯДОВ ФУРЬЕ С ЛАКУНАМИ
КЛАССА $V[v]$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 20.4.1981)

Тригонометрический ряд вида

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos n_k x + b_k \sin n_k x \quad (1)$$

называется рядом с лакунами, если

$$n_{k+1} - n_k \geq q > 1, \quad k = 1, 2, \dots$$

Если же $\frac{n_{k+1}}{n_k} \geq q > 1$, то ряд (1) называется лакунарным.

Известна теорема Сидона ([1], стр. 693), о том, что если у ограниченной функции f ряд Фурье является лакунарным, то он сходится абсолютно.

Естественно поставить вопрос: если функция f удовлетворяет более жесткому условию, чем ограниченность, а именно, является функцией класса $V[v]$ (см. [2]), то какая степень лакунарности гарантирует абсолютную сходимость ряда Фурье функции f ?

Для формулировки основного результата работы введем одно обозначение. Через N_m обозначим число членов последовательности $\{n_k\}$, которые удовлетворяют соотношению $2^{m-1} < n_k \leq 2^m$. Ясно, что чем больше N_m , тем «гуще» последовательность $\{n_k\}$.

Сформулируем теперь основной результат данной заметки.

Теорема 1. Пусть функция $f \in V[v]$ и имеет ряд Фурье вида (1). Тогда, если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{V N_n}{V 2^n} \left(\sum_{k=1}^{2^n} \frac{v^2(k)}{k^2} \right)^{\frac{1}{2}} < \infty,$$

то ряд Фурье функции f сходится абсолютно, т. е. $f \in A$.

Следствие 1. Пусть $v(n)$ удовлетворяет условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{v^2(n)}{n^2} < \infty.$$

Если $f \in V[v]$ и f имеет ряд вида (1), то в случае сходимости ряда



$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{N_n}}{\sqrt{2^n}} < \infty, \quad (2)$$

$f \in A$.

Следствие 2. Пусть $f \in V[n^\alpha]$, $0 \leq \alpha < \frac{1}{2}$ и имеет ряд Фурье вида (1). Тогда, если сходится ряд (2), то $f \in A$.

В частности, абсолютная сходимость будет иметь место, если $f \in V[n^\alpha]$, $0 \leq \alpha < \frac{1}{2}$ и

$$n_k \geq Ck \ln^{2+\varepsilon} k, \quad \varepsilon > 0.$$

Следствие 3. Пусть $f \in V[V\bar{n}]$ и имеет ряд Фурье вида (1). Тогда, если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{N_n}}{\sqrt{2^n}} V\bar{n} < \infty,$$

то $f \in A$.

В частности, абсолютная сходимость будет иметь место, если $f \in V[V\bar{n}]$ и

$$n_k \geq Ck \ln^{3+\varepsilon} k, \quad \varepsilon > 0.$$

Следствие 4. Пусть $f \in V[n^\alpha]$, $1 > \alpha > \frac{1}{2}$ и f имеет ряд Фурье вида (1). Тогда, если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{N_n} 2^{n(\alpha-1)} < \infty,$$

то $f \in A$.

В частности, абсолютная сходимость будет иметь место, если $f \in V[n^\alpha]$, $1 > \alpha > \frac{1}{2}$ и

$$n_k \geq C k^{\frac{1}{2-\alpha}} \ln^{\frac{1}{1-\alpha}+\varepsilon} k, \quad \varepsilon > 0.$$

Рассмотрим теперь случай, когда $f \in H^\omega \cap V[v]$, т. е. модуль непрерывности и модуль изменения функции f мажорируются соответственно заданным модулем непрерывности и заданным модулем изменения.

Пусть $\omega(1) = v(1) = 1$ и

$$\varphi(n) = \max \left\{ m; \frac{v(m)}{m} \geq \omega \left(\frac{1}{n} \right) \right\}.$$

Теорема 2. Пусть функция $f \in V[v] \cap H^\omega$ имеет ряд Фурье вида (1). Тогда, если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{N_n}}{\sqrt{2^n}} \left(\sum_{k=\varphi(2^n)}^{\varphi(2^{n+1})} \frac{v^2(k)}{k^2} \right)^{\frac{1}{2}} < \infty,$$



to ряд Фурье функции f сходится абсолютно.

Отметим лишь одно следствие из этой теоремы.

Следствие 5. Пусть $f \in V[n^\alpha] \cap H^\omega$, $0 \leq \alpha < \frac{1}{2}$, где $\omega(\delta) = \left(\ln \frac{1}{\delta}\right)^{-\frac{\alpha(1-\alpha)}{1-2\alpha}}$. Если f имеет ряд Фурье вида (1) и

$$n_k \geq C k (\ln \ln k)^{2+\epsilon}, \quad \epsilon > 0,$$

то $f \in A$.

Отметим, что в случае, когда $\nu(n) = n^\gamma$, $\gamma < \frac{1}{2}$, аналогичные вопросы были рассмотрены Муселакком [3].

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

(Поступило 24.4.1981)

მათემატიკა

ზ. შანტურია

$V[\nu]$ კლასის ლაკუნებიანი ფურიეს მწკრივების აბსოლუტური კონვერგენციის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია საკითხი, თუ ლაკუნარობის როგორი ხარისხი უნდა მოვთხოვთ $V[\nu]$ კლასის ფურიეს მწკრივს, რომ ეს უკანასკნელი იყოს აბსოლუტურად კრებადი.

MATHEMATICS

Z. A. CHANTURIA

ON THE ABSOLUTE CONVERGENCE OF LACUNARY FOURIER SERIES OF $V[\nu]$ CLASS

Summary

The paper deals with the question of defining the degree of lacunarity for the Fourier series of $V[\nu]$ class to be absolutely convergent.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Барн. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974.
3. J. Musielak. Functiones et Approximatio, 7, 1979.

დ. შანტურია საბ. ს. სსრ

17308

Т. С. ОЗИШВИЛИ

О РАЗЛОЖЕНИЯХ КОЛЬЦА ФУНКЦИИ В ПРЯМУЮ СУММУ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 14.5.1981)

Пусть R — симметричное регулярное нормированное кольцо с единицей, элементами которого являются комплекснозначные функции, непрерывные на единичной окружности. Допустим, что существует $g_0 \in R$ взаимнооднозначно отображающая окружность на себя и имеет место разложение в прямую сумму двух подколец

$$R = R^+ \oplus R^-, \quad (1)$$

где R^+ , R^- — замкнутые подкольца кольца R .

Ввиду связности окружности легко видеть, что единица кольца принадлежит одному из подколец. Без ограничения общности можем считать, что единица кольца принадлежит кольцу R^+ .

Определение. Разложение (1) будем называть хорошим, если расширенное кольцо $R_1^- = R^- \oplus 1$ имеет максимальный идеал R_0^- и существует элемент $\varphi_0 \in R_0^-$, имеющий обратный в кольце R .

В работе [1] доказывается, что ни одно кольцо непрерывных функций на отрезке $[0, 1]$, которые разделят точки отрезка, не имеет хорошего разложения.

В связи с этим Г. А. Джанашиа поставил следующий вопрос: является ли любое разложение вида (1) на окружности хорошим?

Настоящая заметка посвящена этому вопросу. Доказывается, что если разложение (1) удовлетворяет условию

$$\int_0^{2\pi} f^+ \bar{f}^- d\theta = 0 \quad (2)$$

для любого $f^+ \in R^+$, $f^- \in R^-$, то оно является хорошим.

Через Q обозначим равномерное замыкание кольцевой оболочки множества $R^+ \cup \bar{R}^-$. Покажем, что кольцо Q имеет мультипликативный функционал, замкнутый суппорт представляющей меры которого совпадает со всей окружностью.

Сперва покажем, что не все мультипликативные функционалы кольца \mathcal{F} имеют представляющую меру, сосредоточенную в одной точке окружности. Обозначим через u_0 реальную часть функции g_0 , отмеченной в начале заметки, а через V_0 — мнимую часть g_0 . Из определения кольца Q легко видеть, что оно содержит элементы вида $h = u_0 + i\tilde{u}_0$ и $h_1 = v_0 + i\tilde{v}_0$. Пусть

$$X = \{\omega : \omega = h(t), |t| = 1\}.$$



Ясно, что плоская мера Лебега множества X равна нулю.

Алебра $R(X)$ — замыкание всех рациональных функций с полюсами вне X совпадает с кольцом всех непрерывных функций на X (см. теорему 3.24 работы [3]).

Аналогично для множества

$$Y = \{\omega : \omega = h_1(t), |t| = 1\}$$

имеем $R(Y) = C(Y)$.

Допустим, что кольцо Q не имеет мультипликативных функционалов, кроме сосредоточенных в точку. Тогда спектр функции h совпадает с множеством X .

По теореме 5.1 работы [2] и равномерной замкнутости кольца Q суперпозиция функции от $R(X) = C(X)$ и функции h принадлежит кольцу Q . То же верно для $C(Y)$ и h_1 . В частности, $\bar{h}, \bar{h}_1 \in Q$.

Но h и h_1 разделяют точки окружности и по теореме Стоуна — Венерштрасса имеем $Q \cong C$. С другой стороны, так как Q имеет собственный идеал вида

$$I = \left\{ f : f = \sum_{k=1}^n q_k \bar{f}_k, n=1, 2, \dots, q_k \in Q, \bar{f}_k \in R^- \right\},$$

то $Q \cong C$.

Полученное противоречие показывает, что кольцо Q имеет мультипликативный функционал, замкнутый суппорт представляющей меры которого отличен от точки.

Допустим, что этот суппорт совпадает с некоторым замкнутым множеством Δ , которое отлично от всей окружности, а представляющая мера соответствующего мультипликативного функционала обозначим через μ .

Без ограничения общности можем считать, что множество Δ лежит в нижней полуплоскости. Тогда нетрудно видеть, что элемент $h = u_0 + i \tilde{u}_0 \in Q$ отображает множество Δ в замкнутое множество $\Delta_1 = h(\Delta)$ комплексной плоскости без внутренних точек со связным дополнением.

Теоремы Лаврентьева, Келдыша, Мергельяна утверждают, что замыкание полиномов $P(\Delta_1)$ на множестве Δ_1 совпадает с кольцом $C(\Delta_1)$. Как известно, кольцо всех непрерывных функций не имеет мультипликативных функционалов, кроме сосредоточенных в точку.

С другой стороны нетрудно проверить, что мера $\nu(E) = \mu(h^{-1}(E))$, где $E \in \Delta_1$, является представляющей мерой кольца $P(\Delta_1)$.

Получено противоречие, следовательно, существует представляющая мера μ , суппорт которого совпадает со всей окружностью.

Покажем сейчас включение $R^+ \subset \bar{R}_1^-$. Пусть $f^+ = u + iv \in R^+$ и $f^+ \notin \bar{R}_1^-$, без ограничения общности можно считать, что $\int f^+ d\mu = 0$. Так как R —симметричное кольцо, $u \in R$, представим ее в виде суммы

$$u = g^+ + g^-, \quad \text{где } g^+ \in R^+, \quad g^- \in \bar{R}_1^-, \quad \int g^- d\mu = 0.$$



Рассмотрим вещественную функцию $k = g^+ - \bar{g}^-$. Она отлична от постоянного. В таком случае μ не может быть представляющей мерой мультипликативного функционала, так как $\int k d\mu = 0$, а $\int k^2 d\mu \neq 0$. Противоречие показывает, что $R^+ \subset \bar{R}_1^-$.

Аналогично покажем обратное включение $\bar{R}^- \subset R^+$, следовательно, $R^+ = \bar{R}_1^-$.

Рассмотрим следующий мультипликативный функционал:

$$S(p) = \frac{1}{2\pi} \int_X p(\omega) d\nu = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p(h(t)) d\theta, \quad p \in P(X),$$

где $\nu(E)$ — мера Лебега полного прообраза $h^{-1}(E)$. Легко видеть, что $\omega_0 = S(p_0) \in X$, где $p_0(\omega) = \omega$; действительно, точки множества X представляют точки пика алгебры $P(X)$ и, следовательно, представляющая мера соответствующего точке пика мультипликативного функционала сосредоточена в той же точке; замкнутый суппорт меры ν совпадает с множеством X .

Функция p_0 является образующим алгебры $P(X)$. Из мультипликативности и непрерывности функционала S следует, что $S(p) = p(\omega_0)$. Так как S не является точкой пика в пространстве максимальных идеалов алгебры $P(X)$, ω_0 не может принадлежать множеству X . Это означает, что $\omega_0 \neq h(t)$ при $|t|=1$.

Из равенства $R^+ = \bar{R}_1^-$ и (2) легко видеть, что $T(f^-) = \frac{1}{2\pi} \int f^- d\theta$, где $f^- \in R_1^-$ является мультипликативным функционалом в кольце R_1^- . Возьмем за R_0^- ядро функционала T , очевидно, $h - \omega_0 \in R_0^- = R^-$ и обратима в кольце R , следовательно, разложение (1) является хорошим.

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

(Поступило 21.5.1981)

მათემატიკა

თ. ოზიანაშვილი

ფუნქციონალთა რგოლის პირდაპირ ჯამად დაშლის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია წრეწირზე მოცემული ფუნქციონალთა რგოლის დაშლა ორი რგოლის პირდაპირ ჯამად (2) პირობით. ნაჩვენებია, რომ ამ დაშლის თითოეული შესაქრები შეიცავს ისეთ ელემენტს, რომელსაც შებრუნებული აქვს თავიდან მოცემულ რგოლში.

T. S. OZIASHVILI

ON THE DIRECT SUM DIVISION OF A RING OF FUNCTIONS

Summary

The paper considers the question of the direct sum division of a ring of functions under condition (2). It is shown that each term of the division contains an element which has its inverse in the initial ring.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Джанашия, Т. С. Озиашивили. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 49, 1975.
2. Т. Гамелин. Равномерные алгебры. М., 1973.
3. A. Browder. Introduction to Function Algebras, New York, W. A. Benjamin, Inc, 1969.



Г. Т. МАКАЦАРИЯ

ПОВЕДЕНИЕ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ КАРЛЕМАНА—ВЕКУА
 С ПОЛЯРНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ В ОКРЕСТНОСТИ
 НЕПОДВИЖНОЙ ОСОБОЙ ТОЧКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 6.5.1982)

В ограниченной области G комплексной плоскости $z = x + iy$ рассмотрим уравнение Карлемана—Векуа

$$\frac{\partial W}{\partial \bar{z}} + A(z)W + B(z)\bar{W} = 0 \quad (1)$$

с коэффициентами, имеющими полярные особенности в некоторой точке $z_0 \in G$; т. е. хотя бы одна из функций $A(z)$ либо $B(z)$ не принадлежит классу $L_p(G)$, $p > 2$, но существуют аналитические регуляризаторы $\varphi_A(z)$ и $\varphi_B(z)$ функций $A(z)$ и $B(z)$ —однозначные аналитические в области G функции, с полюсом в точке $z = z_0$ и такие, что $\frac{A(z)}{\varphi_A(z)}, \frac{B(z)}{\varphi_B(z)} \in L_p(G)$, $p > 2$ (см. [1]). Без ограничения общности, ниже всюду будем считать, что среди всех аналитических регуляризаторов функций $A(z)$ и $B(z)$ выбраны те $\varphi_A(z)$, $\varphi_B(z)$, которые в точке z_0 имеют полюс наименьшего порядка k и m , соответственно. В случае, когда $A(z) \in L_p(G)$ ($B(z) \in L_p(G)$), $p > 2$, удобно положить $k = 0$ ($m = 0$).

Весь класс обобщенных решений в области G уравнения (1) обозначим через $\mathfrak{A}^*(A, B, G)$ (см. [2]), а через $\mathfrak{A}_0^*(G)$ — класс всех однозначных аналитических функций в области G , могущих иметь любые изолированные особенности. В работах И. Н. Векуа (см. [1, 2]) было доказано, в частности, что между классами $\mathfrak{A}^*(A, B, G)$ и $\mathfrak{A}_0^*(G)$ существует взаимнооднозначное соответствие, при котором соответствующие функции $W \in \mathfrak{A}^*(A, B, G)$ и $\Phi \in \mathfrak{A}_0^*(G)$ связаны соотношением

$$W(z) = \Phi(z) \cdot \exp \left\{ -\varphi_A(z) T_G \left[\frac{A(z)}{\varphi_A(z)} \right] - \varphi_B(z) T_G \left[\frac{B(z) \overline{W(z)}}{\varphi_B(z) \overline{W(z)}} \right] \right\}, \quad (2)$$

где

$$T_G[f(z)] \equiv -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{f(\zeta) d\bar{\zeta} d\zeta}{\zeta - z}, \quad \zeta = \xi + i\eta.$$

Из формулы (2) видно, что решение уравнения (1) в области G может иметь особые точки, совпадающие с особыми точками функций $\varphi_A(z)$ и $\varphi_B(z)$ (неподвижные особые точки), и с особыми точками функции $\Phi(z)$, отличными от неподвижных особых точек (подвижные особые точки, см. [1]).



Большой интерес представляет исследование поведения уравнения (1) в окрестности неподвижной особой точки z_0 , которая, в частности, может быть и точкой сущест-
 вения подвижных особых точек. Уравнение (см. [3])

$$\frac{\partial W}{\partial z} + \tau \frac{W}{(z-z_0)(\bar{z}-\bar{z}_0)^2} = 0 \quad (\tau = \pm 1) \quad (3)$$

в окрестности неподвижной особой точки z_0 при $\tau = -1$ имеет ограни-
 ченное нетривиальное решение, а при $\tau = 1$ таких решений не имеет.
 В приведенной ниже теореме для широкого класса уравнений (1)
 решается вопрос о существовании решения $W \in \mathfrak{A}^*(A, B, G \setminus \{z_0\})$,
 удовлетворяющего условию

$$\frac{W(z)}{\psi(z)} = O(1) \quad (z \rightarrow z_0, z \in G \setminus \{z_0\}), \quad (4)$$

где $\psi \in \mathfrak{A}_0^*(G \setminus \{z_0\})$.

Ниже всюду будем считать, что функция $\frac{A(z)}{\varphi_A(z)}$ представляется
 в виде

$$\frac{A(z)}{\varphi_A(z)} = a_0(z) \cdot \exp\{in\varphi\}, \quad \varphi = \arg(z - z_0), \quad z \in G \setminus \{z_0\},$$

где $a_0(z)$ удовлетворяет условию Гельдера в области G , n — целое
 число, причем $n \neq 2$. Имеет место следующая

Теорема 1. Если

$$k \neq 1, \quad n \neq 2k, \quad n \neq k + 1, \quad k \geq m + 1, \quad (5)$$

то каждое решение $W \in \mathfrak{A}^*(A, B, G \setminus \{z_0\})$ уравнения (1), удовлетворяющее
 условию (4) для некоторого $\psi \in \mathfrak{A}_0^*(G \setminus \{z_0\})$, тождественно равно нулю.

Заметим, что утверждение теоремы 1, вообще говоря, несправед-
 ливо при нарушении одного из условий (5). Для примера можно ука-
 зать уравнения

$$\frac{\partial W}{\partial \bar{z}} + \frac{W}{z - z_0} = 0, \quad \frac{\partial W}{\partial \bar{z}} + \frac{W}{(\bar{z} - \bar{z}_0)^2} = 0$$

и уравнение (3) при $\tau = -1$, для которых выполняются все условия
 из (5), кроме первого, второго и третьего, соответственно, однако
 легко видеть, что для этих уравнений не имеет место утверждение те-
 оремы 1. Различные примеры уравнений, для которых выполняются
 все условия из (5), кроме четвертого, и для которых не имеет место
 утверждение теоремы 1, содержатся в работах [4—7].

Дадим набросок доказательства теоремы 1. Фиксируем число
 $\varepsilon > 0$ так, что $G_\varepsilon(z_0) \equiv \{z: |z - z_0| \leq \varepsilon\} \subset G$. Если $W \in \mathfrak{A}^*(A, B, G \setminus \{z_0\})$,
 то из формулы (2) имеем

$$W(z) = W_1(z) \cdot \exp \left\{ -\varphi_A(z) T_{G_\varepsilon(z_0)} \left[\frac{A(z)}{\varphi_A(z)} \right] - \varphi_B(z) T_{G_\varepsilon(z_0)} \left[\frac{B(z) \overline{W(z)}}{\varphi_B(z) W(z)} \right] \right\},$$

где функция

$$W_1(z) \equiv \Phi(z) \exp \left\{ -\varphi_A(z) T_{G \setminus G_\varepsilon(z_0)} \left[\frac{A(z)}{\varphi_A(z)} \right] - \varphi_B(z) T_{G \setminus G_\varepsilon(z_0)} \left[\frac{B(z) \overline{W(z)}}{\varphi_B(z) W(z)} \right] \right\}$$

ანალიტიკა в области $G_{z_0}(\varepsilon) \setminus \{z_0\}$. Как нетрудно видеть $a_0(z_0) \neq 0$, функции

$$g_1(z) \equiv (z - z_0) \varphi_A(z) T_{G_{z_0}(\varepsilon)} \left[\frac{a_0(z) - a_0(z_0)}{z - z_0} e^{in\varphi} \right] - \\ - \varphi_A(z) T_{G_{z_0}(\varepsilon)} [(a_0(z) - a_0(z_0)) e^{in\varphi}],$$

$$g_2(z) \equiv \frac{a_0(z_0) (\bar{z} - \bar{z}_0)}{1 - \frac{n}{2}} \varphi_A(z) e^{in\varphi} - a_0(z_0) \varphi_A(z) T_{G_{z_0}(\varepsilon)} [e^{in\varphi}]$$

ანალიტიკური в области $G_{z_0}(\varepsilon) \setminus \{z_0\}$, и имеют место оценки

$$\left| \varphi_A(z) T_{G_{z_0}(\varepsilon)} \left[\frac{a_0(z) - a_0(z_0)}{z - z_0} e^{in\varphi} \right] \right| \leq \frac{M_1 \cdot \varepsilon^{\delta_1}}{|z - z_0|^k}, \quad (6)$$

$$\left| \varphi_B(z) T_{G_{z_0}(\varepsilon)} \left[\frac{B(z) \overline{W(z)}}{\varphi_B(z) \overline{W(z)}} \right] \right| \leq \frac{M_2 \cdot \varepsilon^{\delta_2}}{|z - z_0|^m}, \quad z \in G_{z_0}(\varepsilon) \setminus \{z_0\},$$

где постоянные $M_1, \delta_1, M_2, \delta_2 > 0$. Если функция W удовлетворяет условию (4) для некоторого $\psi \in \mathfrak{M}_0^+(G \setminus \{z_0\})$, тогда из оценок (6) следует, что в области $G_{z_0}(\varepsilon) \setminus \{z_0\}$ аналитическая функция

$$\chi(z) \equiv \frac{W_0(z)}{\psi(z)} \cdot \exp \{g_1(z) + g_2(z)\}$$

удовлетворяет условию

$$|\chi(z)| = O \left(\exp \left\{ \frac{|a_0(z_0)|}{\left| 1 - \frac{n}{2} \right| |z - z_0|^{k-1}} \cos [\arg a_0(z_0) + (n-1-k) \arg(z-z_0)] + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{M_1 \cdot \varepsilon^{\delta_1}}{|z - z_0|^{k-1}} + \frac{M_2 \cdot \varepsilon^{\delta_2}}{|z - z_0|^m} \right\} \right), \quad (z \rightarrow z_0, z \in G_{z_0}(\varepsilon) \setminus \{z_0\}).$$

На основании этого, с учетом условия (5), доказывается, что функция $\chi(z)$ тождественно равна нулю, т. е. $W(z) \equiv 0$. Теорема доказана.

С помощью теоремы 1 доказывается следующая

Теорема 2. Если выполняются условия (5), то каждое нетривиальное решение $W \in \mathfrak{M}^+(A, B, G \setminus \{z_0\})$ уравнения (1) не имеет предела (ни конечного, ни бесконечного) в неподвижной особой точке z_0 .

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. И. Н. Векуа

(Поступило 7.5.1982)

მათემატიკა

ზ. შამაგარიძე

კოლარული განსაკუთრებულობის მქონე კარლემან — ვეკუას განტოლების ამოხსნების უოპაცევა უძრავი განსაკუთრებული წერტილის მახლობლობაში

რეზიუმე

ჩვენებია, რომ უძრავი განსაკუთრებული წერტილის მახლობლობაში საკმარისად ზოგადი სახის პოლარული განსაკუთრებულობის მქონე კოეფიციენტებიან კარლემან — ვეკუას განტოლებას არ გააჩნია ანალიზური ფუნქციის

ასიმპტოტიკის მქონე ამონახსნი. ამავე განტოლების არცერთ არატრივიალურ ამონახსნს არ გააჩნია ზღვარი (არც სასრული, არც უსასრულო) უძრავ განსაკუთრებულ წერტილში.

 MATHEMATICS

G. T. MAKATSARIA

 THE BEHAVIOUR OF SOLUTIONS OF THE CARLEMAN-VEKUA
 EQUATION WITH POLAR SINGULARITIES IN THE
 NEIGHBOURHOOD OF A FIXED SINGULAR POINT

Summary

It is shown that in the neighbourhood of a fixed singular point the Carleman-Vekua equation with coefficients of polar singularity of a rather general form have no non-trivial solutions with an asymptotics of an analytic function. The non-trivial solutions of the same equation have no limit (either finite, or infinite) in a fixed singular point.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. ДАН СССР, 145, № 1, 1962.
2. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
3. И. Н. Векуа. Семинар Института прикладной математики. Аннотации докладов, 1, 1969.
4. Л. Г. Михайлов. Новый класс особых интегральных уравнений и его применение к дифференциальным уравнениям с сингулярными коэффициентами. Душанбе, 1963.
5. Н. К. Блиев. Изв. АН Каз.ССР, вып. I, серия физ.-мат. наук, 1965.
6. З. Д. Усманов. Сиб. матем. ж., 14, № 5, 1973.
7. Х. Нажмидинов, З. Д. Усманов. ДАН Тадж. ССР, т. 18, № 5, 1975.



М. Г. МУСХЕЛИШВИЛИ

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕГУЛЯРНЫХ РЕШЕНИЙ
 УРАВНЕНИЯ ХОЛЬМГРЕНА—ГЕЛЛЕРСТЕДА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 30.4.1982)

Под уравнением Хольмгрена — Геллерстедта в настоящей работе понимается уравнение

$$y^m \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \tag{1}$$

где m — действительная положительная постоянная, а $u(x, y)$ — искомая функция действительных переменных x, y [1, 2]. Уравнение (1) эллиплично в верхней полуплоскости, а вдоль прямой $y=0$ оно параболически вырождается.

Пусть D — ограниченная односвязная область, лежащая в верхней полуплоскости и примыкающая к координатной прямой $y=0$ вдоль отрезка $[0, 1]$. Функцию $u(x, y)$ класса $C^2(D)$, удовлетворяющую уравнению (1) в области D будем называть регулярным решением этого уравнения. Поскольку коэффициенты уравнения (1) являются аналитическими функциями переменных x, y в полуплоскости $y > 0$ и это уравнение эллиплично в области D , в силу известной теоремы об аналитичности регулярных решений аналитических эллиптических уравнений заключаем, что любое регулярное в области D решение $u(x, y)$ уравнения (1) является аналитической функцией переменных x, y . На основании принципа аналитического продолжения аналитических функций действительных переменных мы можем считать, что $u(x, y)$ является аналитической функцией своих аргументов в некоторых комплексных областях изменения переменных x, y .

В результате замены переменных и искомой функции

$$z = x + \frac{2}{m+2} iy^{\frac{m+2}{2}}, \quad \zeta = x - \frac{2}{m+2} iy^{\frac{m+2}{2}},$$

$$u(x, y) = u \left\{ \frac{z + \zeta}{2}, \left[\frac{m+2}{4i} (z - \zeta) \right]^{\frac{2}{m+2}} \right\} = U(z, \zeta)$$

уравнение (1) можно записать в комплексной форме:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z \partial \bar{\zeta}} - \beta \frac{1}{z - \zeta} \frac{\partial U}{\partial z} + \beta \frac{1}{z - \zeta} \frac{\partial U}{\partial \bar{\zeta}} = 0, \quad \beta = \frac{m}{2(m+2)}. \tag{2}$$

Ясно, что при действительных x, y комплексное переменное $\zeta = \bar{z}$ и действительная часть решения $U(z, \bar{z})$ уравнения (2) совпадает с $u(x, y)$, т. е.

$$u(x, y) = \text{Re } U(z, \bar{z}).$$



Функция Римана $G(t, \tau, z, \zeta)$ для уравнения (2) хорошо известна [3]:

$$G(t, \tau, z, \zeta) = (t - \zeta)^{-\beta} (z - \tau)^{-\beta} (t - \tau)^{2\beta} F(\beta, \beta, 1, \sigma), \quad (3)$$

где $F(\beta, \beta, 1, \sigma)$ — гипергеометрическая функция, а $\sigma = \frac{(z-t)(\zeta-\tau)}{(t-\zeta)(\tau-z)}$.

Пусть x, y, x_0, y_0 принимают действительные значения, и точки (x, y) и (x_0, y_0) принадлежат области D , причем (x_0, y_0) зафиксирована. Известно, что любое регулярное в области D решение $u(x, y)$ уравнения (1) записывается в виде [4]

$$u(x, y) = \alpha G(z_0, \bar{z}_0, z, \bar{z}) + \operatorname{Re} \int_{z_0}^z \Phi(t) G(t, \bar{z}_0, z, \bar{z}) dt, \quad (4)$$

где α — произвольная действительная постоянная, а $\Phi(t)$ — произвольная голоморфная функция комплексного переменного t . В силу (3) выражение $G(z_0, \bar{z}_0, z, \bar{z})$ как функция x, y является действительным решением уравнения (1), так что каждое слагаемое в правой части формулы (4) является регулярным решением этого уравнения.

Нашей целью является исследовать, при каких ограничениях на $\Phi(t)$ представленные формулой (4) решения $u(x, y)$ класса $C^2(D)$ уравнения (1) принадлежат классу $C(D \cup \partial D)$.

Обозначим через D^* образ области D на плоскости комплексного переменного z

$$D^* = \left\{ z = x + \frac{2}{m+2} iy^{\frac{m+2}{2}} : (x, y) \in D \right\}.$$

Всюду далее будем предполагать, что часть γ границы области D , лежащая в верхней полуплоскости, является гладкой кривой Жордана, такой, что существует точка $z_0 \in D^*$, удовлетворяющая следующему условию: отрезок $[z_0, z]$ принадлежит D^* для всех $z \in D^* \cap \{z : \operatorname{Im} z < \varepsilon\}$ при достаточно маленьком положительном числе ε .

Теорема. Если голоморфная в области D^* функция $\Phi(z)$ непрерывно продолжима на открытую часть границы D^* , лежащую в верхней полуплоскости, и в некоторой окрестности отрезка $[0, 1]$, справедлива оценка $|\Phi(z)| < \frac{c}{y^\lambda}$, где $\lambda < \frac{m+4}{4}$, то функция $u(x, y)$, представленная по формуле (4), является решением уравнения (1) класса $C(D \cup \partial D)$.

Поскольку для первого слагаемого в правой части формулы (4) утверждение теоремы очевидно, достаточно ограничиться рассмотрением случая

$$u(x, y) = \operatorname{Re} \int_{z_0}^z \Phi(t) G(t, \bar{z}_0, z, \bar{z}) dt. \quad (5)$$

Представленная формулой (5) функция $u(x, y)$ очевидно непрерывна на множестве $D \cup \gamma$. Поэтому нам будет достаточно исследовать поведение этой функции вблизи отрезка $[0, 1]$, т. е. в той части D_ε^* области D^* , в которой $y < \varepsilon$.

В правой части формулы (5) интеграл берется от голоморфной функции переменного t и, следовательно, он не зависит от пути интег-



рирования. Будем брать его по прямолинейному отрезку $t = z_0 + (z - z_0)v$, $v \in [0, 1]$. После замены переменной интегрирования получаем

$$u(x, y) = \operatorname{Re} \int_{z_0}^z \Phi(t) G(t, \bar{z}_0, z, \bar{z}) dt = \\ = \int_0^1 \operatorname{Re} (z - z_0) \Phi(z_0 + (z - z_0)v) (z_0 - \bar{z} + (z - z_0)v)^{-\beta} (z - \bar{z}_0)^{-\beta} \times \\ \times (z_0 - \bar{z}_0 + (z - \bar{z}_0)v)^{2\beta} F(\beta, \beta, 1, \sigma(v)) dv, \quad (6)$$

где

$$\sigma(v) = \frac{(z - z_0)(1 - v)(\bar{z}_0 - \bar{z})}{(z_0 - \bar{z}) + (z - z_0)v(z - \bar{z}_0)}.$$

Обозначим подынтегральную функцию в формуле (6) через $\Psi(v, z, z_0)$. Соответственно формула (6) примет вид

$$u(x, y) = \int_0^1 \Psi(v, z, z_0) dv. \quad (7)$$

Интеграл в правой части формулы (7) зависит от комплексного параметра z . При $z=x$ этот интеграл является несобственным, ибо подынтегральная функция имеет особенность в точке $v=1$. Докажем, что он сходится равномерно по z при $z \in D_e^{**}$ вплоть до границы. Очевидно, что для комплексных переменных t, z, z_0 , лежащих в верхней полуплоскости имеют место оценки

$$|\bar{z} - \bar{z}_0| \leq |z - z_0|, \quad |t - z| \leq |t - \bar{z}|, \quad (8)$$

откуда следует, что $|\sigma| \leq 1$ при $\tau = \bar{z}_0$, $\zeta = \bar{z}$. Гипергеометрический ряд $F(\beta, \beta, 1, \xi)$ с параметром β при $\operatorname{Re}(1 - 2\beta) > 0$ абсолютно сходится при $|\xi| \leq 1$ [5]. Следовательно, функция, представленная этим рядом, ограничена в замкнутом единичном круге $|\xi| \leq 1$. Это означает, что существует число $k_1 > 0$, такое, что

$$|F(\beta, \beta, 1, \sigma)(z - z_0)(z_0 - \bar{z}_0 + (z - \bar{z}_0)v)^{2\beta}(z - \bar{z}_0)^{-\beta}| < k_1.$$

Легко показать, что для функции $\Phi(z)$, удовлетворяющей условию теоремы, во всей области D^* справедлива оценка $|\Phi(z)| < \frac{c'}{y^\lambda}$, где c' — некоторая положительная постоянная. С учетом этого получаем оценки

$$|\Psi(v, z, z_0)| \leq k_1 |\Phi(z_0 + (z - z_0)v)| |z_0 - \bar{z} + (z - z_0)v|^{-\beta} \leq \\ \leq k_1 c'' y_0^{-\lambda} (1 - v)^{-\frac{2\lambda}{m+2}} |z_0 - z|^{-\frac{m}{2(m+2)}} (1 - v)^{-\frac{m}{2(m+2)}} \leq \\ \leq k_2 (1 - v)^{-\frac{2\lambda}{m+2} - \frac{m}{2(m+2)}}$$

где постоянная k_2 зависит только от области D^* и точки z_0 .

Интеграл от функции $k_2(1 - v)^{-\frac{2\lambda}{m+2} - \frac{m}{2(m+2)}}$ сходится при $\lambda < \frac{m+4}{4}$.

Применяя признак Вейерштрасса, приходим к заключению, что исходный интеграл сходится равномерно. Учитывая то обстоятельство, что подынтегральная функция непрерывна по совокупности переменных



z, v на множестве $\{(x, y, v), y \geq 0, v \in [0, 1]\}$, можно применить теорему о непрерывности по параметру несобственного интеграла и написать

$$\begin{aligned} \lim_{\substack{x \rightarrow x^* \\ y \rightarrow 0}} u(x, y) &= \int_0^1 \lim_{\substack{x \rightarrow x^* \\ y \rightarrow 0}} \operatorname{Re} (z - z_0) \Phi(z_0 + (z - z_0)v) (z_0 - \bar{z} + (z - z_0)v)^{-\beta} \times \\ &\quad \times (z - \bar{z}_0)^{-\beta} (z_0 - \bar{z} + (z - z_0)v)^{2\beta} F(\beta, \beta, 1, \sigma(v)) dv = \\ &= \operatorname{Re} k \int_{z_0}^{x^*} \Phi(t) (t - x^*)^{-\beta} (x^* - z_0)^{-\beta} (t - \bar{z}_0)^{2\beta} dt, \end{aligned}$$

где $k = F(\beta, \beta, 1, 1) = \Gamma(1 - 2\beta) / \Gamma^2(1 - \beta)$.

Этим и завершается доказательство теоремы.

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

(Поступило 30.4.1982)

მათემატიკა

ა. მუსხელიშვილი

ჰოლმგრენ—გელერსტედტის განტოლების რეგულარული ამოხსნების ინტეგრალური წარმოდგენა

რეზიუმე

განხილულია ჰოლმგრენ—გელერსტედტის განტოლების რეგულარული ამოხსნების ინტეგრალური წარმოდგენა ისეთ შემოსაზღვრულ ცალად ბმულ D არეში, რომელშიც ეს განტოლება ელიფსური ტიპისაა. მიღებულია საკმარისი პირობა იმისა, რომ ეს ამოხსნები ეკუთვნოდეს $C(D \cup \partial D)$ სივრცეს მაშინ, როდესაც D არის საზღვარი შეიცავს განსახილველი განტოლების პარაბოლური გადაგვარების მონაკვეთს.

MATHEMATICS

M. G. MUSKHELISHVILI

INTEGRAL REPRESENTATION OF REGULAR SOLUTIONS OF THE HOLMGREN-GELLERSTEDT EQUATION

Summary

The integral representation of regular solutions of the Holmgren-Gellerstedt equation has been analysed for such a simply connected domain D in which this equation is of an elliptical type.

The conditions have been established which are sufficient to prove that the solutions analysed belong to $C(D \cup \partial D)$ space, while the D boundary includes a segment of the parabolic degeneration of the equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Holmgren. *Archiv f. M. A. F.*, 14, 19B, 1927.
2. S. Gellerstedt. *Sur un problème aux limites pour une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre de type mixte*. Thes. Uppsala, 1935.
3. А. В. Бицадзе. Некоторые классы уравнений в частных производных. М., 1981.
4. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.—Л., 1948.
5. Е. Т. Уйттекер, Г. Н. Ватсон. Курс современного анализа. Л.—М., 1933.



В. ТУЧКЕ

АССОЦИИРОВАННЫЕ ОПЕРАТОРЫ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 18.9.1981)

Теория обобщенных аналитических функций [1] позволяет обобщить основные теоремы теории голоморфных функций на случай равномерно эллиптических систем в плоскости. При этом основную роль играет канонический вид таких систем, а именно, комплексное уравнение

$$\frac{\partial \omega}{\partial \bar{z}} + a(z)\omega + b(z)\bar{\omega} + d(z) = 0, \quad (1)$$

причем ω — искомая комплекснозначная функция, $z = x + iy$, $\bar{z} = x - iy$.

В статье определяется пара комплексных операторов, позволяющая обобщить следующее: производная по голоморфной функции является снова голоморфной функцией. Исходя из этого факта, возникает вопрос: какие комплексные дифференциальные операторы преобразуют решения уравнения (1) в решения того же самого уравнения? Эта задача приводит к понятию ассоциированных операторов, рассматриваемых здесь. Это понятие оказалось основным для обобщения теорем Коши—Ковалевской и Хольмгрена на случай обобщенных аналитических функций (эти обобщения публикуются в отдельной статье автора).

Рассмотрим пару операторов

$$L\omega = C(z) \frac{\partial \omega}{\partial z} + A(z)\omega + B(z)\bar{\omega} + D(z),$$

$$l\omega = c(z) \frac{\partial \omega}{\partial \bar{z}} + a(z)\omega + b(z)\bar{\omega} + d(z).$$

Коэффициенты предполагаются дважды непрерывно дифференцируемыми функциями, которые могут зависеть также от параметров.

Определение. Операторы L, l называются ассоциированными, если из $l\omega = 0$ следует $l(L\omega) = 0$.

Приравниванием соответствующих коэффициентов в $l\omega$ и $l(L\omega)$ получается следующая

Лемма 1. Пусть всюду $c \neq 0$, $C \neq 0$. Операторы L, l оказываются ассоциированными, если C — голоморфна и, кроме того, коэффициенты удовлетворяют следующим соотношениям:

$$-\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{a}{c} \right) + \left| \frac{b}{c} \right|^2 + \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{A}{C} \right) + \frac{b}{c} \frac{\bar{B}}{C} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{B}{C} + \frac{b}{c} = 0, \quad (3)$$



$$-\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{b}{c} \right) + \frac{b}{c} \left(\frac{\bar{a}}{c} \right) - \frac{A}{C} \frac{b}{c} + \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{B}{C} \right) + \frac{B}{C} \frac{a}{c} + \frac{\bar{A}}{C} \frac{b}{c} = 0, \quad (4)$$

$$-\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{d}{c} \right) + \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{D}{C} \right) + \frac{D}{C} \frac{a}{c} + \frac{b}{c} \frac{\bar{D}}{C} + \frac{d}{c} \frac{1-A}{C} + \frac{b}{c} \left(\frac{\bar{d}}{c} \right) = 0. \quad (5)$$

Пусть задан один из операторов L и l . Чтобы найти другой оператор, так, что упорядоченная пара L, l оказалась ассоциированной, в силу предыдущих равенств следует рассмотреть задачу:

Пусть заданы непрерывная, комплекснозначная функция ρ и непрерывно дифференцируемые, вещественнозначные функции σ, τ . Ищется решение μ неоднородного уравнения

$$\frac{\partial \mu}{\partial z} = \rho \quad \text{или} \quad \frac{\partial \mu}{\partial \bar{z}} = \rho \quad (6)$$

при условии

$$\text{Im } \mu = \sigma + \tau \text{Re } \mu. \quad (7)$$

Эта задача эквивалентна следующей: ищется решение системы

$$\frac{\partial \mu_1}{\partial x} = \alpha_1 \mu_1 + \lambda_1, \quad \frac{\partial \mu_1}{\partial y} = \alpha_2 \mu_1 + \lambda_2, \quad (8)$$

для $\mu_1 = \text{Re } \mu$, причем $\alpha_1, \alpha_2, \lambda_1, \lambda_2$ можно явно выразить через ρ, σ, τ . В дальнейшем предполагается, что область G имеет вид $G = \{(x, y) : a < x < b, y_1(x) < y < y_2(x)\}$, причем $y_1(x) < 0, y_2(x) > 0, a < 0 < b$. Как известно (например, [2]) система (8) обладает глобальным решением в области G при условиях

$$-\frac{\partial \alpha_1}{\partial y} + \frac{\partial \alpha_2}{\partial x} = 0, \quad (9)$$

$$-\alpha_1 \lambda_2 + \alpha_2 \lambda_1 - \frac{\partial \lambda_1}{\partial y} + \frac{\partial \lambda_2}{\partial x} = 0. \quad (10)$$

Уравнение

$$\mu - \beta \bar{\mu} = r \quad (11)$$

представляет собой два уравнения типа (7). В случае $|\beta| = 1$ они оказываются совместными, если

$$\text{Re} [(1 + \beta) \bar{r}] = 0. \quad (12)$$

Уравнение (12) можно привести к уравнению вида (7), если $\text{Re } \beta \neq -1$ или $\text{Im } \beta \neq 0$. Пусть, в частности, $\beta = \frac{C}{\bar{C}}$, причем $C \neq 0$ — голоморфна.

Тогда условие (9) всегда выполнено. С другой стороны, из предположения $\text{Re } C \neq 0$ следует $\text{Re } \beta \neq -1$ и, аналогично, из предположения $\text{Im } C \neq 0$ следует $\text{Re } \beta \neq -1$, так что доказана следующая

Теорема. Пусть $\text{Re } C \neq 0$ или $\text{Im } C \neq 0$. Чтобы глобально решить уравнение (6) при условии (11), достаточно предполагать выполнение соотношений (10), (12). Существует одно и только одно решение, вещественная часть которого обладает заданным значением в начале координат.

На основе этой теоремы ниже вычисляются пары ассоциированных друг другу операторов.

а) Пусть заданы коэффициенты a, b, c, d , причем $b \neq 0, c \neq 0$.

Система (2)–(5) представляет собой систему для коэффициента A, B, C, D . Из (3) следует

$$\frac{B}{C} = -\frac{b}{c}. \quad (13)$$

Пусть C — произвольная в G голоморфная функция, $C \neq 0$ всюду. Тогда из (13) определяется B . Исключив B из (2), (4), (5), получим

$$\frac{\partial A}{\partial \bar{z}} = C \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{a}{c} \right), \quad (14)$$

$$A - \bar{A} = C \left(\frac{\bar{a}}{c} \right) - \bar{C} \frac{a}{c} - C \frac{c}{b} \left[\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{b}{c} \right) + \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{\bar{C}}{C} \frac{b}{c} \right) \right], \quad (15)$$

$$\frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{D}{C} \right) + \frac{a}{c} \frac{D}{C} + \frac{\bar{C}}{C} \frac{b}{c} \left(\frac{\bar{D}}{C} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{d}{c} \right) + \frac{A-1}{C} \frac{d}{c} - \frac{b}{c} \left(\frac{\bar{d}}{c} \right). \quad (16)$$

Чтобы вычислить A из уравнений (14), (15), в силу вышеприводимой теоремы, остается выполнить два вещественных условия типа

(10), (12). После этого из уравнения (16) можно определить $\frac{D}{C}$. Та-

ким образом, доказано, что при выполнении одного комплексного условия для заданных коэффициентов a, b, c, d , всегда можно вычислить коэффициенты A, B, C, D так, что L, l оказываются ассоциированными.

б) Пусть, наоборот, заданы коэффициенты A, B, C, D , причем C — голоморфна, $\text{Im } C^2 \neq 0$ и $B \neq 0$. Тогда из (3) следует

$$\frac{b}{c} = -\frac{B}{\bar{C}}. \quad (17)$$

Подставляя (17), в (2), (4), (5), получаем систему

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{a}{c} \right) = \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{A}{C} \right), \quad (18)$$

$$\frac{a}{c} - \frac{C}{\bar{C}} \left(\frac{\bar{a}}{c} \right) = -\frac{A}{\bar{C}} + \frac{\bar{A}}{\bar{C}} - \frac{C}{B} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{B}{C} \right) - \frac{C}{B} \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{B}{C} \right), \quad (19)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{d}{c} \right) + \frac{A-1}{C} \frac{d}{c} + \frac{B}{\bar{C}} \left(\frac{\bar{d}}{c} \right) = \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{D}{C} \right) + \frac{D}{C} \frac{a}{c} - \frac{B\bar{D}}{|C|^2}. \quad (20)$$

Снова, применяя теорему, равенствами (18), (19) можно определить

$\frac{a}{c}$, если выполнены условия типа (10), (12). Уравнение (20) опреде-

ляет $\frac{d}{c}$. Таким образом, с помощью A, B, C, D можно вычислить

$\frac{a}{c}, \frac{b}{c}$ и $\frac{d}{c}$, если C — голоморфна и, кроме того, выполнено одно комплексное условие.

Пример. Пусть $Lw = \frac{\partial w}{\partial z} + \bar{w}$, то есть $A=0, B=1, C=1$. Тогда из (17) следует $b=-1$, если $c=1$. Уравнения (18), (19) здесь принимают вид $\frac{\partial a}{\partial z} = 0, a = \bar{a}$. Это значит, что $a = \text{const}$, например, $a=1$. Следова-

тельно, получается $lw = \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} + w - \bar{w}$.

В силу (17), для $\frac{b}{c}$, получается явное представление. С другой стороны, при условии (7) решение уравнения (6) можно тоже явно представить как решение линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

Если коэффициенты A, B, C, D зависят от параметра t , соответствующие коэффициенты a, b, c, d в общем тоже зависят от t . С помощью вышеописанных явных представлений коэффициентов $\frac{a}{c}, \frac{b}{c}$ легко можно написать условия для того, чтобы $\frac{a}{c}$ и $\frac{b}{c}$ оказались независимыми от t .

В конце ищется условие для того, чтобы операторы L, l оказались перестановочными. Приравниванием коэффициентов получается следующая

Лемма 2. Операторы L, l (причем $C \neq 0, c \neq 0$) являются перестановочными, если C — голоморфна, c — антиголоморфна, $cC = z\bar{C}$ и выполнены условия (17), (18), (19) и, кроме того, условие

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{d}{c} \right) + \frac{A-1}{C} \frac{d}{c} + \frac{B}{C} \left(\frac{\bar{d}}{c} \right) = \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\frac{D}{C} \right) + \frac{D}{C} \frac{a}{c} + \frac{B\bar{D}}{|C|^2} - \frac{D}{cC}.$$

Очевидно, если L, l перестановочные, то они будут и ассоциированными, потому что из $lw=0$ следует $lLw=Llw=0$.

Университет им. Мартина Лютера
 Галле, ГДР

(Поступило 18.9.1981)

მათემატიკა

3. ტუჩკე

კომპლექსური ანალიზის ასოცირებადი ოპერატორები *

რეზიუმე

შრომაში განსაზღვრულია პირველი რიგის დიფერენციალური კომპლექსური ოპერატორები, რომლებიც ი. ვეკუას განტოლების ამოხსნას ასახვენ იმავე განტოლების ამოხსნაზე. ამგვარად განზოგადებულია კარგად ცნობილი შემდეგი ფაქტი: პოლომორფული ფუნქციის წარმოებული ისევე პოლომორფული ფუნქციაა.

MATHEMATICS

V. TUTCHKE

ASSOCIATED OPERATORS OF COMPLEX ANALYSIS

Summary

Complex differential operators of first order, transforming the solutions of I. N. Vekua's equation into solutions of the same equation, are determined. Thus, the well-known property of holomorphic functions, viz., that their derivatives are again holomorphic, is generalized.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
2. E. Goursat. Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre. 2 éd., Paris. 1921.



Г. Т. НОЗАДЗЕ

О ПОЛОЖЕНИЯХ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ
 ПОДВЕШЕННОГО НА СТРУНЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 10.5.1982)

1. Рассмотрим тяжелое твердое тело массы M , подвешенное в точке O тела на струне длины l , другой конец которой укреплен в неподвижной точке O_1 . Предполагается, что струна рассматривается как двухсторонняя геометрическая связь [1].

Введем неподвижную систему координат $O_1 \xi_1 \eta_1 \zeta_1$ с осью ξ_1 , направленной вертикально вниз и подвижную систему координат $O_1 \xi \eta \zeta$ с осью ξ , направленной аналогично оси ξ_1 . Предположим, что система $O_1 \xi \eta \zeta$ вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикали. Исследуем задачу об относительном равновесии во вращающейся системе координат несимметричного твердого тела, подвешенного на струне.

Пусть тело подвешено на струне так, что центр масс тела во все время движения находится в плоскости, проходящей через ось ξ и струну [2]. Введем систему координат $G z_1 z_2 z_3$ с началом в центре масс тела и осями, направленными по его главным осям инерции. Измеренная потенциальная энергия тела имеет вид

$$V = -Mg(lx_1 + ex_2) - \frac{1}{2} \omega^2 \left[\sum_{(1\ 2\ 3)} J_i \gamma_i^2 - M(l^2 x_1^2 + e^2 x_2^2 - 2el y_1 y_2 - e^2 - l^2) \right].$$

Здесь $\gamma_i (i=1, 2, 3)$ — косинусы углов, образуемых нисходящей вертикалью с осями z_i ; e — длина вектора $e = OG = (e_1, e_2, e_3)$, где e_i — проекции этого вектора на оси z_i ; g — ускорение свободного падения; $J_i (i=1, 2, 3)$ — главные центральные моменты инерции тела; $x_1 = \cos \alpha$, $y_1 = \sin \alpha$, $x_2 = \cos \beta$, $y_2 = \sin \beta$.

Здесь α и β — углы, образуемые нисходящей вертикалью соответственно со струной и вектором e ; $0 \leq \alpha < \pi/2$, $-\pi \leq \beta \leq \pi$ [3].

Переменные $\gamma_i (i=1, 2, 3)$, $x_j, y_j (j=1, 2)$ связаны соотношениями.

$$U_1 = \gamma^2 = 1, \quad U_2 = e \cdot \gamma - ex_2 = 0, \quad U_3 = x_1^2 + y_1^2 = 1, \quad U_4 = x_2^2 + y_2^2 = 1 \quad (1.1)$$

Значения переменных γ_i, x_j, y_j , для которых V принимает стационарные значения при условиях (1.1), соответствует положениям относительного равновесия тела и введением множителей Лагранжа μ, ν, κ, σ могут быть определены из уравнений

$$\delta \bar{\omega} = 0 \quad (1.2)$$

где



$$W = V + \frac{1}{2} \mu \omega^2 (U_1 - 1) + M\nu \omega^2 U_2 + \frac{1}{2} Ml\omega^2 (U_3 - 1) + \frac{1}{2} Me\tau \omega^2 (U_4 - 1).$$

2. Рассмотрим случай, когда точка O лежит на главной оси инерции $z_1: e_1 = e, e_2 = e_3 = 0$ и $J_1 < J_2 < J_3$.

Если $\mu \neq J_2, \mu \neq J_3$, то

$$\gamma_1^0 = x_1^0 = \pm 1, \quad \gamma_2^0 = \gamma_3^0 = 0, \quad x_1 = 1, \quad y_1^0 = y_2^0 = 0, \quad (2.1)$$

$$x = g/\omega^2 - l, \quad \nu = (J_1 - \mu)/Me, \quad \sigma = \pm [(J_1 - \mu)\omega^2 + Meg]/Me\omega^2 - e.$$

Если $\mu = J_2$, то

$$\gamma_1^0 = x_1^0 = M\nu e / (J_1 - J_2), \quad \gamma_2^0 = M\nu k, \quad \gamma_3^0 = 0, \quad y_2^0 = x y_1^0 / e,$$

$$x_1^0 = g / (x - x_3) \omega^2, \quad y_1^0 = \sqrt{1 - g^2 / (x - x_3)^2 \omega^4}, \quad \sigma = el/x,$$

$$\nu = g(J_1 - J_2)x / (Me^2 + J_2 - J_1)(x - x_4) \omega^2, \quad (2.2)$$

$$k^2 = \frac{(2Me^2 + J_2 - J_1)x(x - x_5)}{M^2(J_2 - J_1)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)^2} - \frac{e^2}{(J_2 - J_1)^2},$$

$$\omega^4 = \frac{g^2(J_2 - J_1)(2Me^2 + J_2 - J_1)x^3(x - x_5)}{(Me^2 + J_2 - J_1)^2(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)^2(x - x_4)^2},$$

$$x_1 = e, \quad x_2 = -e, \quad x_3 = -l, \quad x_4 = -Me^2l / (Me^2 + J_2 - J_1),$$

$$x_5 = -2Me^2l / (2Me^2 + J_2 - J_1), \quad x_3 < x_5 < x_4 < 0 < x_1, \quad x_2 < 0.$$

При $\mu = J_3$ имеем

$$\gamma_2^0 = 0, \quad \gamma_3^0 = M\nu k \quad (2.3)$$

а остальные формулы имеют тот же вид, что и (2.2), если в них J_2 заменить на J_3 .

В плоскости $k=0$ пространства (k, μ, ω^2) решению (2.1) отвечают все точки, кроме точек прямых $\mu=J_2, \mu=J_3$. Решениям (2.2) и (2.3) в том же пространстве соответствуют две кривые $\omega^2 = \omega^2(k)$, расположенные в плоскостях $\mu=J_2$ и $\mu=J_3$ и определяемые уравнениями (2.2). Эти кривые пересекают плоскость $k=0$ при значениях угловой скорости

$$\omega_{\pm}^2(\mu) = \frac{g \{ Me(l+e) + \mu - J_1 \pm \sqrt{[Me(l+e) + \mu - J_1]^2 - 4Mel(\mu - J_1)} \}}{2l(\mu - J_1)},$$

$$\mu = J_2, J_3; \quad \omega_+^2(J_2) > \omega_+^2(J_3) > g/l > \omega_-^2(J_2) > \omega_-^2(J_3).$$

3. Якобиан Δ системы (1.2) по переменным $\gamma_i, x_j, y_j, \mu, \nu, x, \sigma$ тождественно равен нулю для решений (2.1). Поэтому степень неустойчивости соответствующих положений равновесия не определена

Достаточные условия устойчивости равновесия (2.2) получим из теоремы Лагранжа как условия положительной определенности второй вариации $\delta^2 W$ на линейной многообразии

$$\delta U_1 = \delta U_2 = \delta U_3 = \delta U_4 = 0.$$

Они имеют вид

$$D = e^2(\gamma_2^0)^2 (J_2 - J_3) > 0, \quad D' = -[\kappa + l(y_1^0)^2] D > 0, \quad (3.1)$$

$$\Delta = -\frac{g(y_1^0)^2 (\gamma_2^0)^2 (J_2 - J_1) (J_3 - J_2) (2Me^2 + J_2 - J_1) \kappa^3 (\kappa - \kappa_5)}{e (Me^2 + J_2 - J_1) (\kappa - \kappa_3) (\kappa - \kappa_4)} \times \frac{d\omega^2}{d\kappa} > 0.$$

Для (2.3) условия устойчивости получаются из (3.1) перестановкой индексов 2,3 у величин J_2, J_3, γ_2^0 .

Из (3.1) следует, что стационарным точкам функции $\omega^2 = \omega^2(\kappa)$ соответствуют точки бифуркации равновесий (2.2), (2.3). Устанавливая знаки выражений D, D', Δ , можно на каждой ветви кривой $\omega^2 = \omega^2(\kappa)$ определить степень неустойчивости положений равновесия [4].

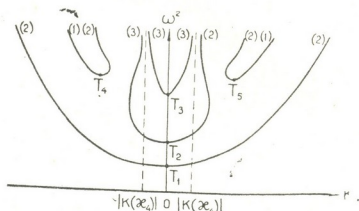


Рис. 1

На рис. 1 показаны кривые $\omega_2 = \omega_2(\kappa)$ и результаты исследования устойчивости для $\mu = J_2$ в случае

$$\kappa_3 < \kappa_* < s_1 < \kappa_2 < \kappa_5 < r_1 < \tau_1 < s_2 < \kappa_4 < \tau_2 < r_2 < 0 < \kappa_1 < \tau_3 < r_3,$$

где s_1, s_2 — точки экстремума функции $k = k(\kappa)$; κ_* — точка экстремума функции $\omega^2 = \omega^2(\kappa)$; r_i ($i = 1, 2, 3$) — нули функции $\Phi = \Phi(\kappa)$, τ_i ($i = 1, 2, 3$) — нули функции $k = k(\kappa)$.

Предполагается, что

$$\omega_+^2(J_2) = \omega^2(\tau_2), \quad \omega^2(J_2) = \omega^2(\tau_3), \quad \omega^2(\kappa_*) > \omega_+^2(J_2).$$

Точки

$$T_1(0, \omega^2(\tau_3)), \quad T_2(0, \omega^2(\tau_1)),$$

$$T_3(0, \omega^2(\tau_2)), \quad T_4(-|k(\kappa_*)|, \omega^2(\kappa_*)), \quad T_5(|k(\kappa_*)|, \omega^2(\kappa_*))$$

суть точки бифуркации.

Если $\mu = \tau_3$ и интервалы изменения κ распределены тем же самым образом, то кривая $\omega_2 = \omega_2(\kappa)$ имеет прежний вид. Распределение степеней неустойчивости по ветвям кривой слева направо имеет вид: (1), (0), (1), (2), (2), (2), (2), (1), (0), (1).

Аналогичным образом можно исследовать другие возможные случаи.

ბ. ნოზაძე

სიმზე ჩამოკიდებული მყარი სხეულის ფარდობითი წონასწორობის მდგომარეობათა შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია სიმზე ჩამოკიდებული არასიმეტრიული მყარი სხეულის ფარდობითი წონასწორობის მდგომარეობათა ბიფურკაცია და მდგრადობა იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩამაგრების წერტილი სხეულის ინერციის ერთ-ერთ მთავარ ღერძზე ძვს.

MECHANICS

G. T. NOZADZE

ON THE RELATIVE EQUILIBRIUM POSITIONS OF A SOLID BODY SUSPENDED BY A STRING

Summary

The stability and bifurcation of the relative equilibrium positions of a solid body suspended by a string were studied in the case when the point of fastening lies on one of the main central axes of inertia of the body.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ю. Ишлинский, С. В. Малашенко, В. А. Стороженко, М. Е. Темченко, П. Г. Шишкин. Изв. АН СССР, МТТ, № 2, 1980.
2. А. Ю. Ишлинский, С. В. Малашенко, В. А. Стороженко, М. Е. Темченко, П. Г. Шишкин. Изв. АН СССР, МТТ, № 5, 1979.
3. А. Ю. Ишлинский, В. А. Стороженко, М. Е. Темченко. Изв. АН СССР, МТТ, № 6, 1979.
4. В. Н. Рубановский. Сб. «Задачи исследования устойчивости и стабилизации движения», вып. 1. М., 1975.

П. И. ГУДАВАДЗЕ, Т. И. КОПАЛЕИШВИЛИ (член-корр. АН ГССР),
А. И. МАЧАВАРИАНИ

О РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ТРЕХ ТЕЛ В МГНОВЕННОЙ ФОРМЕ ДИНАМИКИ

Задача построения релятивистской теории системы с заданным числом частиц была поставлена Дираком [1]. Эта теория в первую очередь требует определения десяти генераторов группы Пуанкаре $F = \{H, \vec{P}, \vec{J}, \vec{K}\}$ для исходной системы взаимодействующих частиц и удовлетворяющих известным коммутационным соотношениям. В зависимости от того, в каких из этих десяти генераторах введены взаимодействия, предложены были три формы динамики [1]: мгновенная, точечная и фронтовая форма динамики. В мгновенной форме динамики (МФД), которую мы будем рассматривать, потенциалы взаимодействия вводятся в гамильтониан H и в генераторы собственных преобразований Лоренца \vec{K} , а операторы полного импульса \vec{P} и момента \vec{J} от взаимодействия не зависят. В МФД задача построения таких генераторов была решена в работе [2] (модель Бакамжана—Томаса или Б.—Т.), где все взаимодействия включены в гамильтониан внутреннего движения системы \mathbf{H} (массовый оператор) и полный гамильтониан H связан с \mathbf{H} соотношением $H = \sqrt{\mathbf{H}^2 + \vec{P}^2}$.

Однако, как было отмечено в работе Фолди [3], гамильтониан H и оператор \vec{K} при числе частиц $N > 2$ в общем случае не обладают т. н. свойством разделимости, т. е. при произвольном разделении системы на составные подсистемы и бесконечном удалении этих подсистем друг от друга, каждая из удаленных подсистем не будет зависеть лишь от собственных динамических переменных. Требование разделимости с другой стороны необходимо для корректной формулировки задачи рассеяния. Ниже мы покажем, что если потенциал парных взаимодействий в произвольной системе отсчета определим в виде предложенным в работе Фонга и Сачлера [4], и гамильтониан в с. ц. м. трех частиц возьмем согласно работе Кестера [5], тогда гамильтониан модели Б.—Т. $H = \sqrt{\mathbf{H}^2 + \vec{P}^2}$ будет обладать требуемым свойством разделимости, хотя он не является аддитивным. При этом можно сформулировать задачу рассеяния трех тел как в дискретном, так и в непрерывном спектре в виде обобщения задачи рассеяния двух тел в МФД, данной в работе Фонга и Сачлера [4].

Рассмотрим систему трех частиц с массами m_α ($\alpha = 1, 2, 3$). Ради упрощения записи спиновые индексы не будем выписывать. Обозначим через $v_\alpha = v_{\beta\gamma}(\vec{q}_{\beta\gamma}, \vec{q}_{\beta\gamma})$ нелокальный потенциал взаимодействия β и γ частиц в собственной с. ц. м. с относительными импульсами $\vec{q}_{\beta\gamma}, \vec{q}'_{\beta\gamma}$ а через



$$h_{\alpha\beta\gamma} = \sqrt{m_{\beta}^2 + \vec{q}_{\beta\gamma}^2} + \sqrt{m_{\gamma}^2 + \vec{q}_{\beta\gamma}^2} \quad (1)$$

обозначим соответствующий оператор кинетической энергии в с. ц. м. (β, γ) системы. Полный гамильтониан в с. ц. м. будем определять выражением [4]

$$h_{\beta\gamma} = h_{\alpha\beta\gamma} + v_{\alpha}. \quad (2)$$

Данное согласно модели Б.—Т. гамильтонианы β и γ частиц в с. ц. м. трех тел (α, β, γ) примут вид

$$H_{0\alpha} = \sqrt{h_{\alpha\beta\gamma}^2 + \vec{q}_{\alpha}^2}, \quad H_{\alpha} = \sqrt{h_{\beta\gamma}^2 + \vec{q}_{\alpha}^2}, \quad (3)$$

где \vec{q}_{α} — импульс частицы α в с. ц. м. трех тел, который связан с импульсом с. м. (β, γ) подсистемы ($-\vec{q}_{\alpha} = \vec{P}_{\beta} = \vec{p}_{\beta} + \vec{p}_{\gamma}$).

Потенциал же подсистемы (β, γ) частиц в с. ц. м. (α, β, γ) частиц можно определить по форме [4]

$$v_{\alpha}(\vec{q}_{\beta\gamma}, \vec{q}_{\beta\gamma}, \vec{q}_{\alpha}) = H_{\alpha} - H_{0\alpha} = \sqrt{h_{\beta\gamma}^2 + \vec{q}_{\alpha}^2} - \sqrt{h_{\alpha\beta\gamma}^2 + \vec{q}_{\alpha}^2}. \quad (4)$$

Очевидно, что оператор

$$H^{\alpha} = H_{\alpha} + \sqrt{m_{\alpha}^2 + \vec{q}_{\alpha}^2} = H_{0\alpha} + v_{\alpha} + h_{\alpha} = H_0 + v_{\alpha} \quad (5)$$

является гамильтонианом двухфрагментного канала в с. ц. м. трех частиц, а H_0 — гамильтониан трех не взаимодействующих частиц в этой системе. Если теперь вести потенциал трехчастичных взаимодействий v_4 , гамильтониан трех взаимодействующих частиц в их собственной с. ц. м. запишем в виде [5]

$$H = \sum_{\alpha=1}^3 H^{\alpha} - 2H_0 + v_4 = H_0 + \sum_{\alpha=1}^3 v_{\alpha} + v_4. \quad (6)$$

Теперь соответствующий гамильтониан в произвольной системе отсчета ($\vec{P} = \sum_{\alpha=1}^3 \vec{p}_{\alpha} \neq 0$) в модели Б.—Т. примет вид

$$H = \sqrt{\left(H_0 + \sum_{\alpha=1}^3 v_{\alpha} + v_4\right)^2 + \vec{P}^2} = \sqrt{H^2 + \vec{P}^2}. \quad (7)$$

Отсюда при естественном требовании, чтобы потенциал парных сил, как и потенциал трехчастичных взаимодействий, исчезал при удалении одной из частиц в бесконечность, для полного гамильтониана трехчастичной системы получаем (в смысле собственных значений)

$$H \xrightarrow{\alpha \rightarrow \infty} \sqrt{(h_{\alpha} + H_{\alpha})^2 + (\vec{p}_{\alpha} + P_{\alpha})^2} = H_{\alpha} + h_{\alpha} = H^{\alpha}, \quad (8)$$

$$H \xrightarrow{\alpha, \beta \rightarrow \infty} H_0 = H^0 = \sqrt{H_0^2 + \vec{P}^2}, \quad (9)$$

где H^{α} и H^0 — гамильтониан двух- и трехфрагментных каналов, $H_{\alpha} = \sqrt{H_{\alpha}^2 + \vec{P}_{\alpha}^2}$ и $h_{\alpha} = \sqrt{m_{\alpha}^2 + \vec{p}_{\alpha}^2}$ — гамильтонианы взаимодействующих β и γ частиц и частицы α в произвольной системе отсчета. Как видим, гамильтониан (7) действительно обладает свойством разделимости.

Рассмотрим теперь вопрос построения операторов Меллера для интересующей нас задачи рассеяния системы трех частиц.



Обозначим через $\omega_a^{(\pm)}(\sqrt{h_{\beta\gamma}^2 + \bar{q}_a^2}, \sqrt{h_{\alpha\beta\gamma}^2 + \bar{q}_a^2})$ и $\omega_a^{(\pm)}(h_{\beta\gamma}, h_{\alpha\beta\gamma})$ операторы Меллера для рассеяния части β и γ в с. ц. м. трех частиц и в двухчастичной с. ц. м. (β γ) пары соответственно. Тогда, согласно теореме Бирмана—Като [6], заключаем, что если существуют операторы $\omega_a^{(\pm)}(h_{\beta\gamma}, h_{\alpha\beta\gamma})$, тогда существуют и операторы $\omega_a^{(\pm)}(\sqrt{h_{\beta\gamma}^2 + \bar{q}_a^2}; \sqrt{h_{\alpha\beta\gamma}^2 + \bar{q}_a^2})$ и имеет место равенство

$$\omega_a^{(\pm)}(\sqrt{h_{\beta\gamma}^2 + \bar{q}_a^2}, \sqrt{h_{\alpha\beta\gamma}^2 + \bar{q}_a^2}) = \omega_a^{(\pm)}(h_{\beta\gamma}, h_{\alpha\beta\gamma}). \quad (10)$$

С другой стороны, для задачи трех тел, если наложить стандартные условия на двухчастичные потенциалы и выбрать соответствующим образом трехчастичный потенциал, в с. ц. м. трех частиц для гамильтониана \mathbf{H} (6) применима теория Л. Д. Фадеева [7]. В частности, можно считать, что существуют трехчастичные операторы Меллера $\Omega_{(\pm)}^\alpha(\mathbf{H}, \mathbf{H}^\alpha)$ и $\Omega_{(\pm)}^0(\mathbf{H}, \mathbf{H}^0)$ соответственно двух- и трехфрагментных каналов. Тогда теорема Бирмана—Като дает нам возможность определять эти каналовые операторы в произвольной системе отсчета, причем будут иметь место равенства ($\mu=0, 1, 2, 3$)

$$\Omega_{(\pm)}^\mu(\mathbf{H}, \mathbf{H}^\mu) \equiv \Omega_{(\pm)}^\mu(\sqrt{\mathbf{H}^2 + \bar{P}^2}, \sqrt{\mathbf{H}^{\mu 2} + \bar{P}^2}) = \Omega_{(\pm)}^\mu(\mathbf{H}, \mathbf{H}^\mu). \quad (11)$$

Это равенство гарантирует независимость S -матрицы рассеяния от выбора системы отсчета.

Для полноты формулировки задачи трех в МФД заметим, что оператор бута K , построенный в модели Б.—Т., можно выразить через каналовые операторы Меллера $\Omega_{(\pm)}^\mu$ и бута \bar{K}^μ , из разделимости которых следует разделимость оператора \bar{K} .

Независимость от \vec{P} S -матрицы рассеяния позволяет нам решить задачу рассеяния трех частиц в собственной с. ц. м., где гамильтониана является аддитивным. Поэтому здесь применима теория Л. Д. Фадеева [7] и можно написать соответствующие интегральные уравнения. Остается найти связь двухчастичной t_a -матрицы рассеяния в с. ц. м. (β, γ) частиц с этой же матрицей в трехчастичной с. ц. м. Такая связь была найдена в рамках МФД в работе Хелера и др. [8], которая легко обобщается на случай наличия связанного состояния ($\beta \gamma$) системы.

Что касается связанного состояния трехчастичной системы, соответствующие интегральные уравнения вновь можно решать в с. ц. м. и определить энергию ϵ_n связанных состояний, а соответствующая энергия в произвольной системе отсчета с полным импульсом \vec{P} будет $E_n = \sqrt{\epsilon_n^2 + \bar{P}^2}$.

Таким образом, мы продемонстрировали возможность построения релятивистской потенциальной теории трех тел в мгновенной форме динамики.

Тбилисский государственный университет
Институт физики
высоких энергий



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

სამი ნაწილაკის რელატივისტური პოტენციალური თეორიის
შესახებ დინამიკის მისიერ ფორმაში

რეზიუმე

შრომში შენიშნულია, რომ სამნაწილაკოვანი სისტემის რელატივისტური ჰამილტონიანი [2] განცალკეადი იქნება, თუ წყვილური ურთიერთქმედების პოტენციალი ნებისმიერი ათვლის სისტემაში განმარტებულია [4] შრომის მიხედვით, ხოლო მასათა ცენტრის სისტემაში სამნაწილაკოვანი ჰამილტონიანი აიგება [5] შრომის მიხედვით. აქედან გამომდინარე, ფადეევის თეორიაზე [7] დაყრდნობით, ნაჩვენებია სამი ნაწილაკის რელატივისტური პოტენციალური თეორიის ჩამოყალიბების შესაძლებლობა დინამიკის მისიერ ფორმაში.

PHYSICS

P. I. GUDAVADZE, T. I. KOPALEISHVILI, A. I. MACHAVARIANI

ON THE RELATIVISTIC POTENTIAL THEORY OF A THREE-PARTICLE
SYSTEM IN THE INSTANT FORM OF DYNAMICS

Summary

It is suggested that the Hamiltonian of the three-particle system in the Bakamjan and Thomas model (2) will possess a "cluster" property if the pair interaction potential in the arbitrary frame is defined according to (4), and the Hamiltonian of the three-particle system in the c. m. frame is defined according to (5). From this observation, the feasibility is demonstrated of constructing a relativistic potential theory of a three-particle system in the form of dynamics on the basis of Faddeev's theory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. A. M. Dirac., Rev. Mod. Phys., 21, 392, 1949.
2. B. Bakamjan, L. T. Thomas., Phys. Rev., 92, 1300, 1953.
3. L. L. Foldy. Phys. Rev., 122, 375, 1961.
4. R. Fong, J. Sucher., Journ. Math. Phys., 5, 456, 1964.
5. F. Coester. Helv. Phys. Acta. 38, 7, 1965.
6. Т. Като. Теория возмущений линейных операторов. М., 1972.
7. Л. Д. Фадеев. Труды МИАН им. В. А. Стеклова, т. 69, 1963.
8. L. Heller, G. E. Vchanon, F. Tabakin., Phys. Rev., C 13, 742, 1973.



Т. Ш. АБЕСАДЗЕ, /Р. С. КАБИСОВ

ВЛИЯНИЕ СИЛЬНОГО СВЧ ПОЛЯ НА ФОРМУ НЕОДНОРОДНО УШИРЕННОЙ ЛИНИИ ЭПР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 24.6.1981)

Со времени обнаружения и объяснения эффекта дискретного насыщения (ДН) ЭПР [1], исследованию этого явления было посвящено много работ (см. [2] и ссылки к ней). Было исследовано влияние сильных СВЧ и РЧ полей [3, 4] на спектр ДН. При этом предполагалось, что появление сателлитных дыр связано с запрещенным по ядерному спину переходами, в условиях, когда их вероятности становятся порядка вероятности разрешенных переходов. Поэтому для наблюдения ДН необходимо наличие в исследуемом образце ядерных спинов. Ниже показывается, что появление дополнительных провалов в линии ЭПР возможно и для случая, когда в исследуемом образце нет ядерных спинов.

Предположим для простоты, что имеется система атомов, обладающих электронной оболочкой со спином $S=1/2$ и орбитальным моментом $L=1$. С целью сокращения записей мы не приводим рассуждения и вычисления, которые во многом аналогичны приводимым в работе [3]. Гамильтониан этой системы, помещенный в сильное постоянное магнитное поле $\vec{H}_0 \parallel Z$ и перпендикулярное ему насыщающее СВЧ поле с амплитудой H_1 и частотой $\Omega_p \approx \frac{\omega_s}{2}$ в системе координат, вращающейся с частотой Ω_p вокруг оси z , имеет вид

$$H = \omega_s S^z + \left(\frac{\omega_s}{2} - \Omega_p \right) L^z + \lambda L^z S^z + \omega_1 L^x,$$

где ω_s — зеемановская частота электрона; S^z и L^a — операторы проекций электронного спина и орбитального момента; λ — константа спин-орбитального взаимодействия; $\omega_1 = \gamma_L H_1$; γ_L — гиромангнитное отношение орбитального момента; $\hbar=1$. Внешнее постоянное магнитное поле считаем столь сильным, что энергия зеемановского расщепления ω_s много больше энергии спин-орбитального взаимодействия.

Аналогично [3, 4] показано, что исследуемая система характеризуется шестью неэквидистантными уровнями с энергиями $E_{Mm} = M\omega_s + m\Omega(M)$ и волновыми функциями $\Psi_{Mm} = \chi_M \Phi_{Mm}$, где $M = \pm 1/2$; χ_M — собственное значение и собственная функция оператора S^z ; $m=0, \pm 1$; Φ_{Mm} — собственное значение и собственная функция оператора L^z , имеющего смысл оператора проекции орбитального момента на направление эффективного поля $\vec{H}_{эфф}$, величина которого $H_{эфф} = \Omega(M)/\gamma_L$, $\Omega(M) =$



$= \left[\left(\frac{\omega_s}{2} - \Omega_p + \lambda M \right)^2 + \omega_1^2 \right]^{1/2}$. Угол θ_M между направлениями \vec{H}_0 и $\vec{H}_{эфф}$ определяется соотношением

$$\cos \theta_M = \frac{\left(\frac{\omega_s}{2} - \Omega_p + \lambda M \right)}{\sqrt{\left(\frac{\omega_s}{2} - \Omega_p + \lambda M \right)^2 + \omega_1^2}}$$

В общем случае некоторые переходы между указанными уровнями могут быть спектрально разрешены, в то время как другая их часть может оказаться неразрешенной из-за сильного неоднородного уширения.

Вероятности разрешенных переходов $W_{pn}^{Mm, M'm'}$ с изменением только проекции электронного спина (т. е. $\Delta M=1, \Delta m=0$) и вероятности запрещенных переходов с одновременным изменением проекции электронного спина и проекции орбитального момента

$$W_{jn}^{Mm, M'm'} \quad (\text{т. е. } \Delta M=1, \Delta m=1 \text{ или } \Delta M=1, \Delta m=2),$$

индуцированных детектирующим СВЧ полем, имеют вид

$$W_{pn}^{+-, --} = W_{pn}^{+-, -+} \propto \cos^4 \frac{\theta_+ - \theta_-}{2}, \quad W_{pn}^{+0, -0} \propto \cos^2 (\theta_+ - \theta_-),$$

$$W_{jn}^{+-, -0} = W_{jn}^{+0, -+} = W_{jn}^{+-, -0} = W_{jn}^{+-, --} \propto \frac{1}{2} \sin^2 (\theta_+ - \theta_-),$$

$$W_{jn}^{+-, --} = W_{jn}^{+-, -+} \propto \sin^4 \frac{\theta_+ - \theta_-}{2}.$$

Для того, чтобы вероятности разрешенных и запрещенных переходов были одного порядка, необходимо выполнение условия

$$\left(\frac{\omega_s}{2} - \Omega_p \right)^2 - \frac{\lambda^2}{4} + \omega_1^2 \propto 0. \quad (1)$$

Исключение составляет разрешенный переход между уровнями с энергиями E_{+0} и E_{-0} , вероятность которого всегда гораздо больше вероятностей запрещенных переходов.

Таким образом; при выполнении условия (1) спектр ЭПР состоит из трех разрешенных компонент с частотами $\omega_s \pm \left[\Omega \left(+\frac{1}{2} \right) - \Omega \left(-\frac{1}{2} \right) \right]$ и ω_s , и четырех запрещенных компонент с частотами $\omega_s \pm \left[\Omega \left(+\frac{1}{2} \right) + \Omega \left(-\frac{1}{2} \right) \right]$ и $\omega_s \pm \Omega \left(\mp \frac{1}{2} \right)$.

Допустим, что линия ЭПР неоднородно уширена. Рассмотрим качественное изменение картины насыщения малого участка этой линии, вызванное включением сильного СВЧ поля. Если в отсутствие сильного СВЧ поля с частотой Ω_p насыщение малого участка линии приводит к появлению одиночной дыры, то при включении сильного СВЧ поля, частота и амплитуда которого удовлетворяют условию (1), в линии

ЭПР появятся дополнительные дыры, отстающие от центральной дыры на частотных расстояниях $\mp\Omega \left(\pm \frac{1}{2} \right)$ и $\pm 2\Omega \left(\mp \frac{1}{2} \right)$. Иными словами, будет иметь место явление, аналогичное ДН неоднократно уширенной линии ЭПР, связанному с переворотом спина ядер окружающих парамагнитный ион в твердом образце.

Вышеописанную картину можно наблюдать экспериментально в парах атомов бора или алюминия или других веществ, основное состояние которых является *P*-состоянием.

Таким образом, сильное СВЧ поле позволяет наблюдать картину, аналогичную картине дискретного насыщения ЭПР.

Тбилисский государственный университет

Северо-Осетинский государственный университет

(Поступило 3.7.1981)

ფიზიკა

თ. აბესაძე, რ. კაბისოვი

ძლიერი ზემალაღი სიხშირის ველის გავლენა არაერთგვაროვნად
გაბანძობულ ეპრ ხაზის ფორმაზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ძლიერი ზემალაღი სიხშირის ველის მოქმედების პირობებში სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედების გათვალისწინებით შესაძლებელია არაერთგვაროვნად გაბანძობული ეპრ ხაზის დისკრეტული გაჭერება. განხილვა არ ითვალისწინებს ზენაზ ურთიერთქმედებას.

PHYSICS

T. Sh. ABESADZE, R. S. KABISOV

THE INFLUENCE OF A STRONG SHF FIELD ON THE FORM OF AN INHOMOGENEOUSLY BROADENED EPR LINE

Summary

It is shown that under exposure to a strong SHF field, taking into account spin-orbital interaction, discrete saturation of an inhomogeneously broadened EPR line is possible. Superfine interaction is not considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. И. Бекаури, Б. Г. Берулава, Т. И. Санадзе, О. Г. Хахановили. ЖЭТФ, 52, 1967, 447.
2. Т. И. Санадзе, Г. Р. Хуцишвили. ЖЭТФ, 59, 1970, 759.
3. М. Д. Звиаддзе, Р. С. Кабисов. ФТТ, 21, 1978, 1221.
4. Р. С. Кабисов. Сообщения АН ГССР, 94, № 1, 1979, 53.



ФИЗИКА

Б. А. МАГРАДЗЕ

НАРУШЕНИЕ МАСШТАБНОЙ ИНВАРИАНТНОСТИ И
 ПОВЕДЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
 ДЕЗЕРА—ГИЛЬБЕРТА—СУДАРШАНА

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 10.6.1981)

В работах [1, 2] был найден наиболее широкий класс автомоделных спектральных функций в представлении Йоста — Лемана — Дайсона для одночастичного матричного элемента коммутатора электромагнитных токов. В связи с проблемой описания нарушенных масштабных законов представляет интерес изучение свойств спектральных функций причинных представлений в моделях квантовой теории поля, не обладающих свойством масштабной инвариантности в глубоконеупругой области.

В настоящей работе исследовано асимптотическое поведение спектральной функции представления Дезера — Гильберта — Сударшана (ДГС) для одночастичного матричного элемента коммутатора токов в модели, основанной на лестничном приближении Φ_3^+ -теории с безмассовым обменом. С помощью метода, предложенного в работе [3], найдено интегральное уравнение для спектральной функции $\Psi(\beta, \sigma)$

$$\Psi(\beta, \sigma) = \frac{g^4}{32 \pi^2} (1 - \beta) \frac{[\sigma - (1 - \beta)]_+}{\sigma^2} + \tag{1}$$

$$+ \frac{g^2}{64 \pi^3} \frac{\beta}{\sigma^2} \int_{\beta}^1 \frac{d\beta'}{\beta'^3} (\beta' - \beta) \int_{1-\beta'}^{\infty} d\sigma' \left[\frac{\beta'}{\beta} \sigma - \frac{(\beta' - \beta)}{\beta} - \sigma' \right]_+ \Psi(\beta', \sigma'),$$

$$\beta, \sigma \in (0 < \beta \leq 1, \sigma > (1 - \beta)).$$

Здесь g — константа связи; глубоконеупругий формфактор $W(q, p)$, связанный с фурье-образом матричного элемента коммутатора токов, удовлетворяет следующему представлению ДГС:

$$W(q, p) = \int d^6 x e^{iq \cdot x} \langle p | [j(x), j(0)] | p \rangle = \tag{2}$$

$$= \int_{-1}^1 d\alpha \int_0^{\infty} d\sigma \epsilon(q_0 + \alpha p_0) \delta[(q + \alpha p)^2 - \sigma] \Phi(\alpha, \sigma),$$

$$\Phi(\alpha, \sigma) = 2 \pi g^2 \delta(1 - |\alpha|) \delta(\sigma) + \Psi(\alpha, \sigma),$$



где $j(x)$ — скалярный ток. В уравнении (1) мы пренебрегаем массой внешнего конца ($p^2=0$). Кроме того, считаем, что $m^2=1$, где m — масса в пропагаторе. Обратное преобразование Меллина по переменной β позволяет разделить переменные в уравнении (1). В результате получим обыкновенное дифференциальное уравнение четвертого порядка для образа Меллина спектральной функции, с граничными условиями, определяемым уравнением (1). Четыре линейно-независимых решений этого уравнения выражаются в гипергеометрических функциях Гаусса. Выпишем окончательный вид полученного решения для функций $\Psi(\beta, \sigma)$ в области $\sigma \rightarrow \infty$

$$\Psi(\beta, \sigma) \simeq \frac{\beta}{2\pi i \sigma^2} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} dz (\beta)^{-z} \{A^+(z) (\sigma)^{-a_+} + A^-(z) (\sigma)^{-a_-}\}, \quad (3)$$

$$a_{\pm}^{\pm}(z) = -\frac{1+z}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{1+z^2 \mp 2\sqrt{z^2+4\lambda}}, \quad \lambda = g^2/64\pi^3.$$

Контур интегрирования в интеграле (3) находится правее разрывов подынтегральной функции. Чтобы удовлетворить следующие из интегрального уравнения (1) граничные условия, достаточно потребовать

$$A_{\pm}(z) \simeq \frac{g^4}{32\pi^2} \frac{1}{z^2}, \quad |z| \rightarrow \infty. \quad (4)$$

Асимптотика интеграла (3) при больших σ вычисляется методом перевала. Точка перевала лежит на действительной оси правее разрывов подынтегральной функции, в области больших значений z . В результате с учетом формулы (3) и (4) найдем

$$\Psi(\beta, \sigma) \simeq \frac{g^3}{8\pi} \frac{1}{\sigma \sqrt{3 \ln \sigma}} \exp \left\{ \frac{3}{2} \sqrt[3]{2\lambda \ln \sigma} \cdot \sqrt[3]{\ln^2 \beta} \right\}, \quad \sigma \rightarrow \infty, \quad \beta = \text{const},$$

следовательно, спектральная функция при $\sigma \rightarrow \infty$ не факторизуется по переменным и ее рост по σ существенным образом зависит от β . Заметим, что полученная асимптотика отражает нарушение масштабной инвариантности и поведении фактора (2) в глубокоэластичной области [4]

$$W(q, p) \sim \frac{q^2}{\nu} \sqrt{\frac{\pi (2\lambda \ln 2\nu)^{1/3}}{6 \ln^{4/3} \omega}} \exp \left\{ \frac{3}{2} \ln^{2/3} \omega (2\lambda \ln 2\nu)^{1/3} \right\},$$

$$-q^2, \quad \nu \rightarrow \infty, \quad \omega = 2\nu - q^2 = \text{const}, \quad \nu = q \cdot p.$$

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

ბ. მაღრაძე

მასშტაბური ინვარიანტობის დარღვევა და დეზერ-
 გილბერტ-სუდარშანის ინტეგრალური წარმოდგენის
 სპეცტრალური ფუნქციის ურყავცევა

რეზიუმე

გამოთვლილია დენების კომუტატორის ერთნაწილაკოვანი მატრიცული
 ელემენტის დეზერ-გილბერტ-სუდარშანის ინტეგრალური წარმოდგენის
 წონითი ფუნქციის ასიმპტოტიკა Φ^3 თეორიის კიბის მიახლოებაში. წონითი
 ფუნქცია არ არის ავტომოდელური, რაც დაკავშირებულია ამ მოდელში მასშ-
 ტაბური ინვარიანტობის დარღვევასთან.

PHYSICS

B. A. MAGRADZE

SCALE INVARIANCE BREAKING AND THE BEHAVIOUR OF SPECTRAL FUNCTION OF THE DESER-GILBERT-SUDARSHAN REPRESENTATION

Summary

An integral equation for causal distributions of the one-particle matrix
 element of the current commutator is solved in the case of scalar ladder Φ^3
 theory, for which the scale invariance is broken. The behaviour of the spe-
 ctral function $\Psi(\beta, \sigma)$ of the Deser-Gilbert-Sudarschan representation at $\sigma \rightarrow \infty$
 is calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Боголюбов, В. С. Владимиров, А. Н. Тавхелидзе. ТМФ, т. 12, № 3, 1972.
2. В. С. Владимиров, Б. И. Завьялов, ТМФ, т. 40, № 2, 1979.
3. А. Н. Квинихидзе, Б. А. Маградзе, В. А. Матвеев, М. А. Местви-
 რიшვილი, А. Н. Тавхелидзе. ТМФ, 46, № 3, 1980.
4. I. Muzinich, Hung Sheng Tsao. Phys. Rev., V. D11, № 8, 1975.



Л. М. МОСУЛИШВИЛИ, Н. Е. КУЧАВА, Н. И. ШОНИЯ

О ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННОГО АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 14.9.1981)

В работе [1] изложена методика изготовления и основные свойства синтетических стандартных образцов, предназначенных для инструментального нейтронного активационного анализа (ИНАА) биологических объектов. Эти синтетические стандартные образцы, изготовленные на основе фенол-формальдегидной смолы (ФФС), по многим физико-химическим параметрам превосходят стандартные образцы, изготовленные на основе природных биологических материалов, используемых в качестве эталонов сравнения в активационном анализе [2—5]. Одним из таких важных параметров стандартных образцов, предназначенных для ИНАА с использованием потоков нейтронов ядерного реактора, является их термостойкость. Под термостойкостью подразумевается возможность сохранения постоянного микрокомпонентного состава при вариации температур в процессе реакторного облучения. При этом вариации температурных факторов в процессе облучения, согласно ранее проведенным исследованиям [6], могут быть весьма существенными. Следовательно, очень важно установить те оптимальные интервалы температур, при которых сохраняются постоянными концентрации внедренных в ФФС элементов.

Следует подчеркнуть, что традиционные способы предварительной термической обработки образцов здесь малоприменимы, так как в таких случаях всегда существует риск их неконтролируемого загрязнения из внешней среды. Для корректного решения этой задачи в данной работе предлагается оригинальная схема проведения эксперимента. Сущность такого эксперимента сводится к следующему: стандартные многоэлементные образцы сначала облучаются в зоне реактора интегральным потоком нейтронов $5 \cdot 10^{18}$ н/см² в условиях низких температур — около минус 40°C, а затем их подвергают термическому отжигу в широком интервале температур от комнатных до 1000°C. Контроль за степенью улетучивания радиоактивных изотопов из стандартных образцов осуществляется гамма-спектрометрическими методами с использованием полупроводникового *Ge(Li)* детектора.

Таким образом, эффект влияния внешней среды на результаты испытания стандартных образцов полностью исключается, так как наблюдения за скоростью улетучивания различных элементов происходят по радиоактивным изотопам, индуцированным в стандартных образцах до отжига.

Термическому отжигу подвергались стандартные образцы типа «0», «1», изготовленные согласно работе [1]. Длительность отжига при заданном температурном режиме составляла 1 час. Температура от-



жиги менялась дискретно от 50 до 1000°C. Результаты изменения концентрации зависимости каждого радионуклида в стандартном образце после отжига выражались в относительных процентных единицах. При этом условно концентрацию каждого радионуклида в стандартном образце, без отжига, принимали за 100%.

Экспериментальные результаты, полученные в данном опыте относительно термической стойкости для 10-микроэлемента, представлены на рисунке. Анализ их позволяет сделать следующие основные выводы:

В синтетических стандартных образцах наиболее термочувствительным элементом является ртуть. Заметные потери ртути начинаются с 150°C и при достижении температуры образцов порядка 200°C составляют величину около 90%.

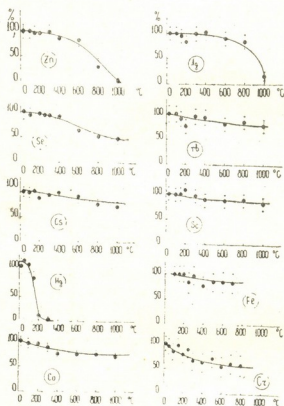


Рис. 1. Концентрационная зависимость элементов в стандартных образцах от температуры отжига

В стандартных образцах в широком температурном интервале (0—300)°C концентрации элементов Zn, Se, Cs, Co, Ag, Tl, Sc, Fe, Cr сохраняются практически неизменными.

Начиная с 600°C для цинка и серебра наблюдаются процессы интенсивного улетучивания, а при достижении температуры 1000°C они полностью исчезают из образца.

Остальные элементы претерпевают заметные потери в интервале температур 300—1000°C, однако уровень испаренных количеств элементов все же не превышает 50%.

Приведенные результаты испытания синтетических стандартных образцов для многих микроэлементов свидетельствуют об их высокой термостабильности. Однако, как это показано на примере ртути, для некоторых элементов термические потери, происходящие при сравнительно низких температурах, могут быть заметными. Следовательно,

без учета этого явления, при пользовании интенсивных потоков нейтронов (неохлаждаемых каналов реактора) аналитические результаты могут быть неверными.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 17.9.1981)

ფიზიკა

ლ. მოსულიშვილი, ნ. კუჩავა, ნ. შონია

ბიოლოგიური ნიმუშების ინსტრუმენტული ნეიტრონული აქტივაციური ანალიზისათვის განკუთვნილი სინთეზური სტანდარტების თერმომდგრადობის საკითხისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია ფენოლ-ფორმალდეჰიდის ფისებზე დამზადებული სინთეზური მრავალელემენტური სტანდარტების თერმომდგრადობის საკითხი. ნაჩვენებია, რომ 0–300° ტემპერატურულ შუალედში პრაქტიკულად არ ხდება Zn, Se, Cs, Co, Ag, Tb, Sc, Fe, Cr ელემენტების დანაკარგი. ტემპერატურის მიმართ მეტად მგრძობიარეა ვერცხლისწყალი, რომლის აორთქლება იწყება 100°C-დან და 200°C-სათვის შეადგენს 90%.

PHYSICS

L. M. MOSULISHVILI, N. E. KUCHAVA, N. I. SHONIA

INVESTIGATION OF THE THERMOSTABILITY OF SYNTHETIC STANDARDS FOR INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF BIOLOGICAL SAMPLES

Summary

Synthetic multielement standards for neutron activation analysis based on phenol-formaldehyde resin were tested for stability at various temperatures. The elements Zn, Se, Cs, Co, Ag, Tb, Se, Fe, Cr in the temperature range 0–300°C do not evaporate. Mercury proved very sensitive to temperature change, its evaporation starting at 100°C and reaching 90% at 200°C.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. M. Mosulishvili, M. A. Kolomitsev, V. Yu. Dundua, N. I. Shonia, O. A. Danilova. Radioanal. Chem. 26, 1975, 175–188.
2. H. I. M. Bowen. Radioanal. Chem., 19, 1974, 215–226.
3. R. A. Nadkarni, G. M. Morrison. Radioanal. Chem. 43, 1978, 347–369.
4. D. Behne, H. Jürgensen. Radioanal. Chem., 42, 1978, 447–453.
5. L. T. McClendon. Radioanal. Chem. 42, 1978, 85–91.
6. ლ. მოსულიშვილი, ნ. ე. კუჩავა. Атомная энергия, 47, № 6, 1979, 392–394.

А. Г. УШВЕРИДZE

ИНСТАНТОНЫ В КОНФОРМНО ИНВАРИАНТНЫХ ТЕОРИЯХ СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Харадзе 19.1.1982)

Целью настоящей работы является нахождение полного набора квантовых чисел, характеризующих типы симметрии инстантонов в конформно инвариантных теориях изовекторного скалярного поля, а также определение возможного числа инстантонов данного симметричного типа.

Рассмотрим D -мерное ($D \geq 3$) (псевдо) евклидово пространство $E(D^+, D^-)$ с D^+ „пространственными“ и D^- „временными“ координатами. ($D^\pm \geq 0$). $E(D^+, D^-) = E(D^+) \oplus E(D^-)$, где $E(D^\pm)$ — D^\pm -мерные евклидовы пространства. Если $\vec{x}^\pm \in E(D^\pm)$, то $\vec{x} = \vec{x}^+ \oplus \vec{x}^- \in E(D^+, D^-)$, и $(\vec{x})^2 = (\vec{x}^+)^2 - (\vec{x}^-)^2$. Пусть в пространстве $E(D^+, D^-)$ задана теория вещественного скалярного N -компонентного ($N \geq 1$) поля $\vec{\Phi}(\vec{x})$, определенная функционалом действия:

$$S[\vec{\Phi}] = \int \left[\frac{1}{2} (\vec{\partial} \vec{\Phi})^2 + \lambda \frac{D-2}{2D} (\vec{\Phi}^2)^{\frac{D}{D-2}} \right] d^D x, \quad (1)$$

который инвариантен относительно преобразований $K_G = \frac{N(N-1)}{2} + \frac{d(d-1)}{2}$ параметрической группы $G = O(N) \oplus K(D^+, D^-)$, где $O(N)$ — группа внутренней симметрии, а $K(D^+, D^-)$ — полная конформная группа пространства $E(D^+, D^-)$, изоморфная некомпактной группе $O(d^+, d^-)$. ($d^\pm = D^\pm + 1$, $d = d^+ + d^-$).

Инстантонами в теории (1) называются любые нетривиальные решения уравнений поля с конечным действием. Совершая над данным инстантоном всевозможные преобразования группы G , мы получим класс инстантонов с одним и тем же действием. Инстантоны из одного класса назовем эквивалентными. Совокупность преобразований, не меняющих вида инстантона, образуют $K_g (K_g \leq K_G)$ -параметрическую группу g , ($g \subset G$) — группу инвариантности инстантона. Разность $\Delta K = K_G - K_g$ определяет число параметров, характеризующих класс эквивалентных инстантонов.

Теорема 1. *Группа инвариантности инстантона может быть только компактной.*

Из этой теоремы следует, что $g \subset g_c$, где $g_c = O(N) \otimes O(d^+) \otimes O(d^-)$ есть максимальная компактная подгруппа группы G . По этой причине для изучения инстантонной структуры теории (1) удобнее работать в формализме, в котором инвариантность теории относительно преобра-

зований группы g_C выступает в явном виде. Это достигается переходом в (1) к новым переменным $\vec{z}^\pm = \{z_i^\pm\}$ и полям $\bar{Y}(\vec{z}^+, \vec{z}^-)$ по формулам

$$z_i^\pm = \frac{2x_i^\pm (1 - \delta_{i0}) + [1 - (\vec{x}^\pm)^2 + (\vec{x}^\mp)^2] \delta_{i0}}{V[1 + (\vec{x}^+)^2 + (\vec{x}^-)^2] - 4(\vec{x}^+)^2 (\vec{x}^-)^2}, \quad i=0, 1, \dots, D^\pm, \quad (2)$$

$$\bar{Y}(\vec{z}^+, \vec{z}^-) = \left[\frac{1}{2} V[1 + (\vec{x}^+)^2 + (\vec{x}^-)^2] - 4(\vec{x}^+)^2 (\vec{x}^-)^2 \right]^{\frac{D-2}{2}} \Phi(\vec{x}), \quad (3)$$

в результате чего (1) принимает вид

$$S[\bar{Y}] = \int \left\{ \left[\frac{1}{4} \sum_{i,k=1}^{d^+} (L_{ik}^+ \bar{Y})^2 + \frac{D^+(D^+-2)}{8} \bar{Y} \right] - \left[\frac{1}{4} \sum_{i,k=1}^{d^-} (L_{ik}^- \bar{Y})^2 + \frac{D^-(D^--2)}{8} \bar{Y} \right] + \lambda \frac{D-2}{2D} (\bar{Y}^2)^{\frac{D}{D-2}} \right\} \frac{1}{2} d\Omega_+ d\Omega_-, \quad (4)$$

где

$$L_{ik}^\pm = z_i^\pm \frac{\partial}{\partial z_k^\pm} - z_k^\pm \frac{\partial}{\partial z_i^\pm}, \quad d\Omega_\pm = \delta(V(\vec{z}^\pm)^2 - 1) \prod_{i=1}^{d^\pm} dz_i^\pm. \quad (5)$$

Теорема 2. Любой инстантон в теории (4) преобразованием группы G может быть приведен к виду

$$\bar{Y} = \left(\bigoplus_{r=1}^R \bar{Y}_r \right) \oplus \bar{O} \quad (6)$$

где \bar{Y}_r — N_r -мерные векторы; $\sum_{r=1}^R N_r = \nu \leq N$; \bar{O} — $N - \nu$ -мерный нулевой вектор. Все компоненты векторов \bar{Y}_r , $r=1, \dots, R$ — линейно независимы. При этом:

$$Y_r = \left[\bigotimes_{p=1}^{P^+} \bar{n}_{L_{r,p}^+}(\Omega_p^+) \right] \otimes \left[\bigotimes_{p=1}^{P^-} \bar{n}_{L_{r,p}^-}(\Omega_p^-) \right] y_r(t_1^+, \dots, y_{p^+}^+, t_1^-, \dots, t_{p^-}^-), \quad (7)$$

где $t_p^\pm = V(\vec{z}_p^\pm)^2$, $\bigoplus_{p=1}^{P^\pm} \vec{z}_p^\pm = \vec{z}^\pm$ (\vec{z}_p^\pm является d_p^\pm -мерными векторами;

$\sum_{p=1}^{P^\pm} d_p^\pm = d^\pm$); Ω_p^\pm — совокупность угловых переменных, параметризующих d_p^\pm — 1-мерные сферы $t_p^\pm = \text{const}$, а $\bar{n}_{L_{r,p}^\pm}(\Omega_p^\pm)$ — единичные базисные вектора неприводимых представлений групп $O(d_p^\pm)$, с моментами $L_{r,p}^\pm$; $p=1, \dots, P^\pm$ и размерностей N_r , $r=1, \dots, R$, удовлетворяющие уравнениям

$$\Delta_p^\pm n_{L_{r,p}^\pm}(\Omega_p^\pm) + L_{r,p}^\pm (L_{r,p}^\pm + d_p^\pm - 2) n_{L_{r,p}^\pm}(\Omega_p^\pm) = 0 \quad (8)$$

(Δ_p^\pm — угловая часть d_p^\pm -мерного лапласиана).

Из этой теоремы следует, что симметричные свойства инстантонов полностью характеризуются набором квантовых чисел:

$$\nu, P^\pm, d_p^\pm, R, L_{r,p}^\pm; \quad p=1, \dots, P^\pm, \quad r=1, \dots, R. \quad (9)$$

Группа g для данного набора имеет вид

$$g = O(N - \nu) \otimes \left[\bigotimes_{p=1}^{P^+} O(d_p^+) \right] \otimes \left[\bigotimes_{p=1}^{P^-} O(d_p^-) \right],$$

а число ее параметров равно

$$K_g = \frac{(N - \nu)(N - \nu - 1)}{2} + \sum_{p=1}^{P^+} \frac{d_p^+(d_p^+ - 1)}{2} + \sum_{p=1}^{P^-} \frac{d_p^-(d_p^- - 1)}{2}. \quad (10)$$

Отсюда может быть определена величина ΔK для любого инстантона. Отметим, что $\Delta K_{\min} = N - 1 + d^+ d^-$, $\Delta K_{\max} = K_g$.

Если уравнение поля для функций \bar{Y} представляет собой систему N уравнений от D независимых переменных, то подстановка в нее (6) приводит к уравнению для функций y_r , которое представляет собой систему $R \leq N$ уравнений от $p^+ + p^- - 2$ независимых переменных. При $p^+ + p^- = 2$ эти уравнения становятся алгебраическими и могут быть решены точно. Уравнения для функций y_r относятся вообще говоря к типу гиперболических, однако при $P^+ = 1$ ($P^- = 1$) они становятся эллиптическими, и для них может быть сформулирована следующая

Теорема 3. В случае, если $P^+ = 1$, $P^- > 1$, ($P^- = 1$, $P^+ > 1$), для существования бесконечного набора неэквивалентных инстантонов достаточно, чтобы выполнялись условия

$$d_p^- > 2 - d^+; \quad \frac{D^-}{2} \left(\frac{D^-}{2} - 1 \right) + \sum_{p=1}^{P^-} L_{r,p}^- (L_{r,p}^- + d_p^- - 2) > \frac{D^+}{2} \left(\frac{D^+}{2} - 1 \right) + L_r^+ (L_r^+ + d^+ - 2),$$

$$\left(d_p^+ > 2 - d^-; \quad \frac{D^+}{2} \left(\frac{D^+}{2} - 1 \right) + \sum_{p=1}^{P^+} L_{r,p}^+ (L_{r,p}^+ + d_p^+ - 2) > \frac{D^-}{2} \left(\frac{D^-}{2} - 1 \right) + L_r^- (L_r^- + d^- - 2) \right),$$

для всех r, p .

Приведем краткую схему доказательства этой теоремы. При условиях теоремы инстантоны являются экстремалими функционала, получающегося подстановкой (6) и (7) в (4). Полагая в этом функционале все производные обобщенными, а все интегралы — лебеговскими, его можно представить в виде

$$\sigma(\bar{y}) = \frac{1}{2} \|\bar{y}\|_W^2 + \lambda \frac{D-2}{2D} \|\bar{y}\|_L^{\frac{2D}{D-2}},$$

где $\|y\|_W$ и $\|\bar{y}\|_L$ — нормы вектор-функции $\bar{y} = \{y_r\}$ в весовых пространствах Соболева и Лебега, соответственно. Экстремали $\sigma(\bar{y})$ однозначно связаны с экстремалими функционала $\|\bar{y}\|_L$ на сфере $\|\bar{y}\|_W = 1$ в пространстве W [1], число которых счетно, если пространство W вложено в пространство L , и оператор вложения вполне непрерывен [2]. Тем самым, первый этап доказательства сводится к доказательству теорем вложения для пространств W и L . На втором

этапе доказывається, что получающиеся экстремали являются дважды дифференцируемыми функциями в обычном смысле, и удовлетворяют классическому уравнению экстремалей.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 29.1.1982)

ფიზიკა

ა. უშვერიძე

ინსტანტონები სკალარულ კონფორმულ ველის თეორიებში

რეზიუმე

ნაოვნი კვანტური რიცხვების სრული სისტემა, რომელიც საშუალებას იძლევა მოვხდინოთ ინსტანტონების კლასიფიკაცია სკალარული კონფორმული ველის თეორიებში ევკლიდურ და არაევკლიდურ სივრცეებში. განხილულია საკითხი ინსტანტონების რაოდენობის შესახებ.

PHYSICS

A. G. USHVERIDZE

INSTANTONS IN CONFORMALLY INVARIANT THEORIES OF SCALAR FIELD

Summary

The paper presents a full set of quantum numbers characterizing the types of instanton symmetry in conformally invariant theories of a scalar multicomponent field in random euclidean and pseudoeuclidean spaces. Sufficient conditions have been found for the existence of a countable multiplicity of instantons of the indicated symmetry type.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Ушверидзе. Сообщения АН ГССР, 99, № 3, 1980.
2. М. М. Вайнберг. Вариационные методы исследования нелинейных операторов, М., 1956.



В. Н. СТРАХОВ, М. К. КАЧАХИДЗЕ

РЕШЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ПРЯМЫХ ЗАДАЧ МАГНИТОМЕТРИИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 5.12.1981)

В статье приводятся формулы для вычисления z составляющего магнитного поля от многогранников II типа, в виде наклонных многогранных призм, имеющих S_N своим основанием (см. рис. 1), где N — число многогранника $(\xi_\nu, \eta_\nu, \zeta_\nu)$; $\nu = 1, 2, \dots$; N — координаты вершин.

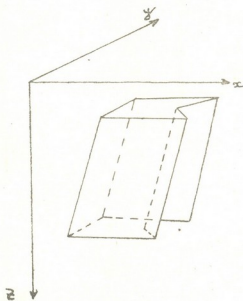


Рис. 1

Составляющие X, Y, Z напряженности магнитного поля равны производным магнитного потенциала по существующим координатам и, следовательно, могут быть выражены равенствами

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{1}{f\sigma} (I_x V_{xx} + I_y V_{yx} + I_z V_{zx}), \\
 Y &= \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{1}{f\sigma} (I_x V_{yx} + I_y V_{yy} + I_z V_{yz}), \\
 Z &= \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{1}{f\sigma} (I_x V_{xz} + I_y V_{yz} + I_z V_{zz}).
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Здесь I — напряженность намагничивания; V — потенциал притяжения; u — магнитный потенциал тела.

Нами было вычислено $G_z(x, y, z)$ поле от многогранников II типа [3].

Так как

$$V_{xz}(x, y, z; S_N) = \frac{\partial}{\partial x} g_{xz}(x, y, z; S_N) = f \frac{\partial}{\partial x} \left[2\pi - \sum_{v=1}^N \arccos \frac{K_v}{N_v} \right] =$$

$$= f \frac{N_v \frac{\partial}{\partial x} K_v - K_v \frac{\partial}{\partial x} N_v}{N_v \sqrt{N_v^2 - K_v^2}},$$

для $V_{xz}(x, y, z)$, получается

$$V_{xz}(x, y, z) = f \cdot \delta \cdot \cos \gamma \sum_{v=1}^N \int_0^r \frac{N_v(t) \frac{\partial}{\partial x} K_v(t) - K_v(t) \frac{\partial}{\partial x} N_v(t)}{N_v(t) \sqrt{N_v^2(t) - K_v^2(t)}} dt.$$

Аналогично вычисляются V_{yz} ; V_{zz} составляющие потенциала притяжения, причем $N_v(t)$ и $K_v(t)$ принимают те же значения, что в работе [3].

Если учтем выражение (1), после некоторых преобразований и вычислений интегралов для z составляющего магнитного поля, когда намагниченность не меняется, получим

$$Z = \sum_{v=1}^N \left\{ O'_1 \times \ln \left[\frac{f(x, y, Y_2) + H_2}{q_v(y_2)} \times \frac{q_v(y_1)}{f(x, y, Y_1) + H_2} \right] + \right.$$

$$+ O'_2 \times \ln \left[\frac{m^* \cdot f(x, y, Y_2) + F_2}{G^*(y_2)} \times \frac{G^*(y_1)}{m \cdot f(x, y, Y_1) + F_2} \right] +$$

$$+ O'_3 \times \ln \left[\frac{z_v(x, y, Y_2) - c_1^*}{z_v(x, y, Y_2) + c_1^*} \times \frac{z_v(x, y, Y_1) + c_1^*}{z_v(x, y, Y_1) - c_1^*} \right] +$$

$$+ O'_4 \times \left[\arctg \frac{Y_2 \times c_1^*}{\sqrt{a_1^*} \cdot z_v(x, y, Y_2)} - \arctg \frac{Y_1 \times c_1^*}{\sqrt{a_1^*} \cdot z_v(x, y, Y_1)} \right] +$$

$$+ O'_5 \times \ln \left[\frac{z_v(x, y, Y_2) - c_2^*}{z_v(x, y, Y_2) + c_2^*} \times \frac{z_v(x, y, Y_1) + c_2^*}{z_v(x, y, Y_1) - c_2^*} \right] +$$

$$+ O'_6 \times \left[\arctg \frac{Y_2 \times c_2^*}{\sqrt{a_2^*} \cdot z_v(x, y, Y_2)} - \arctg \frac{Y_1 \times c_2^*}{\sqrt{a_2^*} \cdot z_v(x, y, Y_1)} \right] \left. \right\}, \quad (2)$$

где

$$O'_1 = [I_x M_1 + I_y M'_1 + I_z M''_1] \times \frac{m_0}{f};$$

$$O'_2 = [I_x M_2 + I_y M'_2] \times \frac{m_0}{f};$$

$$O'_3 = [I_x M_3 + I_y M'_3 + I_z M''_3] \times \frac{M_0}{f};$$

$$M_1 = \frac{(m-n)[1-b_{v1}^*]}{\sqrt{a^* - 2b + c^*}}; \quad M_2 = -(F_1 + F'_1); \quad M_0 = f \delta \cdot \cos \gamma;$$

$$M_3 = \frac{(R_v m + S_v)(m-n)}{2\sqrt{c'_1 V a' c'_1 - c' a'_1}}; \quad M_4 = \frac{(R_v n + S_v)(m-n)}{\sqrt{a'_1 V a' c'_1 - c' a'_1}};$$

$$M_5 = \frac{(m R'_v + S'_v)(m-n)}{2\sqrt{c'_2 V a' c'_2 - c' a'_2}}; \quad M_6 = \frac{(n R'_v + S'_v)(m-n)}{\sqrt{a'_2 V a' c'_2 - a'_2 c'}};$$

$$c_1^* = \sqrt{a' c'_1 - c' a'_1}; \quad c_2^* = \sqrt{a' c'_2 - c' a'_2}; \quad F_1 = \frac{(m-n) \cdot T'_v}{F_2(m-t')};$$

$$F_1^* = \left[a_{v2}^* + \frac{b_{v2}^*}{\sqrt{a' - 2b + c'}} \right] \frac{m-n}{F_2}; \quad F_0 = \frac{(m-n) \cdot T''_v}{F_2(m-t'')};$$

$$M'_1 = \frac{m-n}{\sqrt{a' - 2b + c'}} [1 - b_{v2}^*]; \quad M'_2 = -(F_1^* + F_v);$$

$$M'_3 = \frac{(R_{v1} m + S_{v1})(m-n)}{2\sqrt{c'_1 V a' c'_1 - c' a'_1}}; \quad M'_4 = \frac{(m-n)(R_{v1} n + S_{v1})}{\sqrt{a'_1 V a' c'_1 - c' a'_1}};$$

$$M'_5 = \frac{(m-n)(m R'_{v1} + S'_{v1})}{2\sqrt{c'_2 V a' c'_2 - c' a'_2}}; \quad M'_6 = \frac{(m-n)[n R'_{v1} + S'_{v1}]}{\sqrt{a'_2 V a' c'_2 - a'_2 c'}};$$

$$M''_1 = - \left(\frac{2A_0}{\cos \gamma} - 2\tilde{B}_v \right) \times \frac{m-n}{\sqrt{a' - 2b + c'}};$$

$$M''_2 = \left[m \frac{2R_{v2}}{\cos \gamma} + \frac{2S_{v2}}{\cos \gamma} \right] \times \frac{m-n}{2\sqrt{c'_1 V a' c'_1 - c' a'_1}};$$

$$M''_3 = \left[n \frac{2R_{v2}}{\cos \gamma} + \frac{2S_{v2}}{\cos \gamma} \right] \times \frac{m-n}{\sqrt{a'_1 V a' c'_1 - c' a'_1}};$$

$$M''_4 = \left[m \frac{2R'_{v2}}{\cos \gamma} + \frac{2S'_{v2}}{\cos \gamma} \right] \times \frac{1}{2\sqrt{c'_1 V a' c'_2 - c' a'_2}};$$

$$M''_6 = \left[n \frac{2R'_{v2}}{\cos \gamma} + \frac{2S'_{v2}}{\cos \gamma} \right] \times \frac{m-n}{\sqrt{a'_2 V a' c'_2 - a'_2 c'}}.$$

Остальные обозначения совпадают с обозначениями работы [3].

В окончательных формулах Z составляющее магнитного поля фигурирует главным образом логарифмы, которые вычисляются значительно быстрее, чем обратные тригонометрические функции.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.1.1982)

გეოფიზიკა

3. სტრახოვი, მ. კაპახიძე

მაგნიტომეტრიის პირდაპირი სამგანზომილებიანი ამოცანის ამოხსნა

რეზიუმე

ამოხსნილია მაგნიტომეტრიის სამგანზომილებიანი პირდაპირი ამოცანა, როცა დამავნიტებულობა მუდმივია ან იცვლება წრფივად.



მიღებული ფორმულები ძირითადად ლოგარითმული სახისაა და უფრო ეკონომიურია, ვიდრე შებრუნებული ტრიგონომეტრიული ფუნქციები. ეს ამოცანა საინტერესოა ასეთი ფორმის ანომალური სხეულების ძიების დროს.

GEOPHYSICS

V. N. STRAKHOV, M. K. KACHAKHIDZE

SOLUTION OF THREE-DIMENSIONAL DIRECT PROBLEMS OF MAGNETOMETRY FOR TYPE II POLYHEDRA

Summary

The title problem is solved for the case when magnetization is permanent or changes linearly. The derived formulae are largely logarithmic, being more economical than are inverse trigonometric functions. The problem is of interest in the search for anomalous bodies of the indicated shape.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. К. Литвиненко, В. А. Макаров. Сб. «Прикладная геофизика», вып. 33, М., 1962.
2. В. Н. Страхов, М. И. Лапина, В. А. Кучериненко. Физика Земли, № 12, 1980.
3. В. Н. Страхов, М. К. Качахидзе. Сообщения АН ГССР, 106, № 2, 1982.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. И. ПИРЦХАЛАВА, М. К. КОХРЕИДZE, Е. С. ВАЧНАДZE,
 Р. И. МАЧХОШВИЛИ, И. А. САБИН-ГУСС, Л. В. ГУРГЕНИШВИЛИ

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДИТИОНАТОВ РЗЭ С
 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 2.3.1981)

Комплексные соединения дитионатов некоторых переходных металлов исследованы в [1—4]. Сведения же о дитионатных комплексах РЗЭ весьма ограничены [5, 6].

Мы задались целью синтезировать и изучить неизвестные в литературе комплексные соединения дитионатов РЗЭ с 1,10-фенантролином, который легко вступает во взаимодействие с солями металлов, в том числе с солями РЗЭ, с образованием прочных хелатных комплексов [7—10].

В данной работе кратко описаны синтез, некоторые свойства и ИК-спектры поглощения комплексов дитионатов La, Pr, Eu, Dy, Ho, Yb с 1,10-фенантролином.

Дитионаты РЗЭ получали растворением соответствующих карбонатов в дитионовой кислоте, которую, в свою очередь, получали взаимодействием эквимолярных количеств дитионата бария и серной кислоты.

Таблица 1

Результаты химического анализа комплексных соединений дитионатов металлов с 1,10-фенантролином

Соединение	Цвет	Найдено, %					Вычислено, %				
		M	H	C	N	S	M	H	C	N	S
La(S ₂ O ₆) _{1,5} · ·3phen·8H ₂ O	Белый	13,30	3,90	40,42	7,92	9,16	13,06	3,76	40,64	7,90	9,03
		13,32	3,95	40,60	7,99	9,14					
Pr(S ₂ O ₆) _{1,5} · ·3phen·6H ₂ O	Светло- -зеленый	13,55	3,62	41,90	8,13	9,30	13,69	3,49	41,98	8,16	9,33
		13,48	3,64	41,88	8,15	9,20					
Eu(S ₂ O ₆) _{1,5} · ·3phen·6H ₂ O	Светло- -желтый	14,60	3,05	41,86	8,02	9,35	14,61	3,46	41,53	8,07	9,23
		14,58	3,16	41,78	8,08	9,44					
Dy(S ₂ O ₆) _{1,5} · ·3phen·6H ₂ O	Телесный	15,54	3,50	41,22	7,93	9,26	15,46	3,42	41,12	7,99	9,13
		15,60	3,67	41,30	7,91	9,23					
Ho(S ₂ O ₆) _{1,5} · ·3phen·4H ₂ O	Белый	16,02	3,24	42,53	8,02	9,46	16,22	3,14	42,47	8,26	9,43
		16,12	3,41	42,57	8,12	9,42					
Yb(S ₂ O ₆) _{1,5} · ·3phen·4H ₂ O	Телесный	16,82	3,02	42,02	8,09	9,38	16,87	3,12	42,14	8,19	9,36
		16,75	2,99	41,98	8,02	9,42					

Комплекс La(S₂O₆)_{1,5}·3phen·8H₂O. Водный раствор 1 г дитионата лантана смешивали со спиртовыми растворами 0,95 и 1,42 г фенантролина (мольное отношение дитионат лантана: phen равно 1:3). Сразу выпадал осадок, который отделяли от маточного раствора, промывали водой, этанолом и сушили в эксикаторе над P₂O₅.

Таблица 2

Некоторые колебательные частоты (см⁻¹), найденные в ИК-спектрах поглощения комплексных соединений литонатов РЗЭ с 1,10-фенантролином, и их отнесение

Отнесение	La(S ₂ O ₈) _{1,5} · ·3phen·8H ₂ O	Pr(S ₂ O ₈) _{1,5} · ·3phen·6H ₂ O	Eu(S ₂ O ₈) _{1,5} · ·3phen·6H ₂ O	Dy(S ₂ O ₈) _{1,5} · ·3phen·6H ₂ O	Ho(S ₂ O ₈) _{1,5} · ·3phen·4H ₂ O	Yb(S ₂ O ₈) _{1,5} · ·3phen·4H ₂ O	C ₁₂ H ₈ N ₂ ·H ₂ O
ν(H ₂ O)	3500	~3400	~3510	3500	~3500	3500	~3500
	3400		3380	~3380	~3380	~3370	~3390
ν(CH)	3070	~3070	3070	~3070	3080, 3000	~3070	3065
δ(H ₂ O)	~1630	~1630	1670?	1680?	1680?	~1690?	
			1630	1630	1630	1630	1650
ν(CC)	1595	1595	1594	1595	1595	1595	1590
	1520	1520	1525	1525	1525	1530	1565
	1430	1425	1430	1430	1430	1430	1510
							1425
							1425
δ(CH) (плоские)	1345	1345	1350	1350	1350	1350	1350
ν(SO)	1270	1270, 1220 n	1275, 1262	1276, 1260,	1280, 1260,	1275, 1260	—
	1220 n	1175	1220n, 1210,	1220n, 1210,	1220 n, 1212,	~1210	
	1175		1170	1170	1170	1170	
δ(CH) (плоские)	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1220
	1105	1105	1110	1110	1110	1110	1145
	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1100, 1040
ν(SO)	992	990	994	992	994	995	—
δ(CH) (веплоские)	862, 850	865 n, 850,	863, 850	862, 850,	865, 850	865, 850	860, 785
	~780, 735	780, 735	785, 775, 735	785, 775, 735	785, 775, 735	~780, 735	745, ~710
δ(SO ₂)	~572	~578	570	570	570	~572	—
	515	515	518	525	520 n	~512	
				515	512		



Комплексы $M(S_2O_6)_{1,5} \cdot 3 \text{ phen} \cdot nH_2O$, ($M = \text{Pr, Eu, Dy, Ho, Yb; } n = 6, 4$). Получали аналогично комплексу дитионата лантана.

Полученные комплексы — мелкокристаллические вещества различного цвета; хорошо растворяются в диметилформамиде и диметилсульфоксиде, хуже в воде и нерастворимы в ацетоне, бензоле, хлороформе, четыреххлористом углероде.

ИК-спектры поглощения ($400-4000 \text{ см}^{-1}$) получены на спектрофотометре UR-20 с использованием методики растирания образцов с вазелиновым маслом.

Для определения способа координирования молекул 1,10-фенантролина и групп $S_2O_6^{2-}$ были изучены ИК-спектры поглощения ($400-4000 \text{ см}^{-1}$) синтезированных соединений.

Сравнение ИК-спектров поглощения комплексов со спектром свободного (некоординированного) 1,10-фенантролина (табл. 2) показывает, что полосы поглощения $\nu(\text{CC})$ около 1565 см^{-1} и $\delta(\text{CH})$ при $\sim 710 \text{ см}^{-1}$, присутствующие в спектре свободного фенантролина, при координировании исчезают. Происходит также смещение ряда полос $\nu(\text{CC})$ и $\delta(\text{CH})$ при координировании молекул фенантролина. Наибольшие изменения должны наблюдаться, по-видимому, в области $\sim 1000-1200 \text{ см}^{-1}$, где обычно лежат частоты неплоских деформационных колебаний групп CH . Однако в спектрах комплексов в этой области лежат интенсивные полосы поглощения групп $S_2O_6^{2-}$, что затрудняет идентификацию частот координированного фенантролина.

Рассмотрение спектров исследовавшихся комплексов в областях, где лежат полосы поглощения групп $S_2O_6^{2-}$, показывает, что интенсивная полоса поглощения $\nu(\text{SO})$, найденная в спектре дитионата бария около $\sim 1250 \text{ см}^{-1}$, сильно расщеплена. Полоса поглощения $\nu(\text{SO})$ около $\sim 1010 \text{ см}^{-1}$ смещена в длинноволновую область по сравнению со спектром дитионата бария. Частоты деформационных колебаний $\delta(S_2O_6)$ в спектрах комплексов лежат в той же области, что и для простых дитионатов.

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что молекулы фенантролина координированы с атомами РЗЭ. Группы $S_2O_6^{2-}$ также находятся в непосредственном контакте с атомами металлов комплексобразователей.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.7.1981)

ზოგადი და არარეგანული კვირა

ბ. ზირცხალავა, მ. კოხჩიძე, ე. მაჩაბაძე, რ. მაჩოვანიძე, ი. საბინ-გუსი,
ლ. გუგუნიანი

1,10-ფენანტროლინთან იზვიატომიწა ელემენტების დითიონატების
კომპლექსური ნაერთები

რეზიუმე

ლანთანის (III), პრაზეოდიუმის (III), ევროპიუმის (III), დისპროზიუმის (III), ჰოლმიუმის (III) და იტერბიუმის (III) დითიონატებს წყალხსნარების ურთიერთმოქმედებით 1,10-ფენანტროლინის სპირტხსნარებთან მიღებულმა კომპლექსური ნაერთები $M(S_2O_6)_{1,5} \cdot 3 \text{ phen} \cdot nH_2O$, $n = 8, 6, 4$, შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების ზოგიერთი თვისება და შთანთქმის იწ-სპექტრები. მიღებული მონაცემებს საფუძველზე დადგენილია აღნიშნული კომპლექსების აგებულება.

N. I. PIRTSKHALAVA, M. K. KOKHREIDZE, E. S. VACHNADZE,
R. I. MACHKHOSHVILI, I. A. SABIN-HUSS, L. V. GURGENISHVILI

COMPLEX COMPOUNDS OF RARE EARTH ELEMENT DITHIONATES
WITH 1,10-PHENANTHROLINE

Summary

Complex compounds $M(S_2O_8)_{1,5} \cdot 3phen \cdot n H_2O$, $n=8, 6, 4$, have been synthesized by interaction of dithionates La (III), Pr (III), Eu (III), Dy (III), Ho(III), Yb(III) with an alcohol solution of 1,10-phenanthroline. Some chemical properties and IR-spectra of absorption of the obtained complexes were studied. The structure of the indicated complexes was determined on the basis of the obtained data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Мачхошвили, Н. И. Пирцхалава, М. С. Квернадзе. ЖНХ, 23, 1978, 547.
2. Р. И. Мачхошвили, Н. И. Пирцхалава, Ю. Я. Харитонов, М. С. Квернадзе. Там же, 1018.
3. Р. И. Мачхошвили, М. С. Квернадзе, Н. И. Пирцхалава, Ю. Я. Харитонов. Там же, 2461.
4. Р. И. Мачхошвили, Н. И. Пирцхалава, М. С. Квернадзе, Ю. Я. Харитонов. Там же, 2712.
5. N. K. Dutt, H. G. Mueherjee. J. Ind. Chem. Soc. 30, 1953, 272.
6. В. Т. Панюшкин, Ю. А. Афанасьев, А. Д. Гарновский, О. А. Осипов. Успехи химии, 1977, 2105.
7. Н. И. Лобанов, В. А. Смирнова. ЖНХ, 10, 1965, 340.
8. Л. И. Кононенко, Н. С. Полуэктов. ЖНХ, 7, 1962, 1869.
9. Н. И. Лобанов. ЖНХ, 17, 1972, 2844.
10. W. W. Brandt, F. P. Dwyer, E. C. Gyarfas. Chem. Rev. 54, 1954, 959.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Я. ГУБЕЛАДЗЕ, И. Г. ИСМАИЛ-ЗАДЕ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ,
 Н. Ш. ЗЮБОВА, И. Г. БАХТАДЗЕ

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТА- И
 ПИРОАРСЕНИТА КАДМИЯ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 25.12.1981)

Поиск новых сегнетоэлектрических материалов, в особенности принадлежащих к известным структурным семействам, имеет большое научное и прикладное значение. Направляющим структурным признаком в этом поиске является принадлежность кристалла данного соединения к полярной пространственной группе симметрии.

На основании этих положений нами были синтезированы и изучены диэлектрические свойства соединений мета- и пироарсенитов d-переходных металлов.

Синтез мета- и пироарсенитов d-переходных металлов проводился по методике [1]. Среди этих веществ наибольшего внимания по своим электрофизическим свойствам заслуживают соединения кадмия.

Мета- и пироарсениты кадмия были получены в гидротермальных условиях в системах $LiAsO_2 - CdCl_2 - H_2O$, $Li_4As_2O_5 - CdCl_2 - H_2O$ при $222^\circ C$ и давлении $p = 40$ атм.

Индивидуальность полученных мета- и пироарсенитов кадмия установлена методами химического анализа, рентгенографии, термографии и кристаллооптики. По данным химического анализа определен состав полученных соединений (таблица).

Состав мета- и пироарсенитов кадмия, выделенных из систем $LiAsO_2 - CdCl_2 - H_2O$, $Li_4As_2O_5 - CdCl_2 - H_2O$ и высушенных при $220^\circ C$

Кол-во взятого для анализа вещества	Найдено, %			Вычислено, %			Состав соединения
	As_2O_3	CdO	H_2O	As_2O_3	CdO	H_2O	
0,1	54,61	35,48	9,90	54,63	35,43	9,94	$Cd(AsO_2)_2 \cdot 2H_2O$
	60,10	39,85	—	60,66	39,33	—	$CdAs_2O_4$
0,1	40,30	52,40	7,30	30,34	52,48	7,8	$Cd_2As_2O_5 \cdot H_2O$
	43,34	56,21	—	43,36	56,64	—	$Cd_2As_2O_5$

Соединение $CdAs_2O_4$ — метаарсенит кадмия, кристаллизуется в дитетрагональнопиримидальной сингонии, пространственная группа симметрии $D_{4h}^{13} - P_4/mbc$ с параметрами элементарной ячейки: $a = 8,5 \text{ \AA}$, $c = 6,0 \text{ \AA}$, $\frac{c}{a} = 0,61 \text{ \AA}$. Структура $CdAs_2O_4$ относится к структурному типу шпинели AB_2O_4 , федоровская группа $p_4/mbe D_{4h}^{13}$, $Z = 4$.



Соединение $Cd_2As_2O_5$ — пироарсенит кадмия, характеризуется параметрами решетки: $a = 11,0 \text{ \AA}$, $c = 11,84 \text{ \AA}$, $\frac{c}{a} = 1,08 \text{ \AA}$, пространственная группа $D_{4h}^{14} - p_4/nmm$.

Возможная принадлежность мета- и пироарсенитов кадмия к нецентросимметричной пространственной группе $C_{4v}^2 - C_{4v}^4$ побудила нас к проведению термографических и диэлектрических измерений поликристаллических образцов.

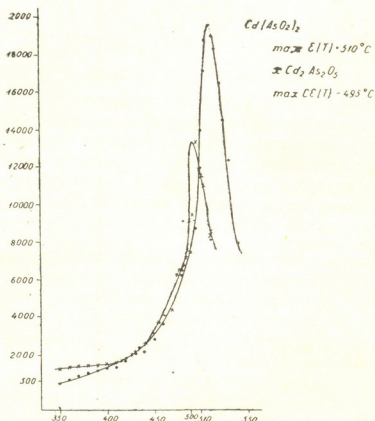


Рис. 1. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости: 1 — метаарсенита кадмия, 2 — пироарсенита кадмия

Температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\epsilon(T)$, измеренная на частоте 1 кГц в интервале температур $30^\circ - 600^\circ C$ вольтфарадометром марки Р385, представлена соответственно на рис. 1, 2. Для мета- и пироарсенитов кадмия $CdAs_2O_4$ и $Cd_2As_2O_5$ характерно anomalous изменение диэлектрической проницаемости.

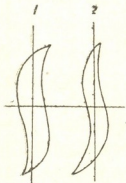


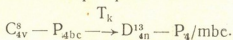
Рис. 2. Петля гистерезиса: 1 — метаарсенита кадмия, 2 — пироарсенита кадмия

ϵ_{max} для метаарсенита кадмия $CdAs_2O_4$ соответствует $495^\circ C$, а для пироарсенита $Cd_2As_2O_5$ $510^\circ C$. В указанных кристаллах обнаружен



пьезоэлектрический эффект. С помощью обычного метода Сойера и Тауэра в мета- и пироарсенитах кадмия обнаружена петля диэлектрического гистерезиса (рис. 2). Обнаруженная в полях 0,5-1,5 кВ/см, 50 Гц петля диэлектрического гистерезиса, пьезоэлектрический эффект, а также anomальное изменение диэлектрической проницаемости $\epsilon(T)$ однозначно указывают на то, что $CdAs_2O_4$ и $Cd_2As_2O_5$ являются сегнетоэлектриками.

Поскольку при комнатной температуре в метаарсените кадмия $CdAs_2O_4$ обнаружены сегнетоэлектрические свойства, $CdAs_2O_4$ до температуры Кюри T_k обладает полярной пространственной группой $C_{4v} - P_{4bc}$ и сегнетоэлектрический фазовый переход совершается следующим изменением симметрии решетки:



Из пространственной группы пироарсенита кадмия $D_{4h}^{13} - P_4/mnc \xrightarrow{T_k} C_{4v} - P_{4nm}$ следует, что он обладает полярным направлением. Обнаруженное anomальное изменение $\epsilon(T)$ при 510°C дает нам основание считать, что $Cd_2As_2O_5$ является сегнетоэлектриком.

Дериватограммы мета- и пироарсенита кадмия $CdAs_2O_4$ и $Cd_2As_2O_5$, снятые на дериватографе фирмы «МОМ» (Венгрия, навеска — 500 шт, mg — 500, ДТА — 1/5, ДТГ — 1/5, скорость нагрева —

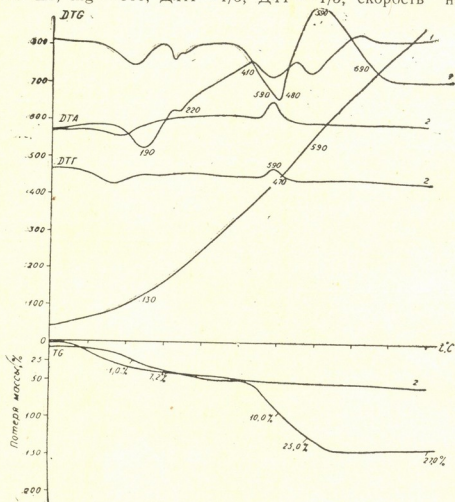


Рис. 3. Термограмма: 1 — метаарсенита кадмия, 2 — пироарсенита кадмия

5 град/мин, среда — воздух, инертное вещество — Al_2O_3 , температурный интервал 20°-1000°C (рис. 3), показывают, что в случае пироарсенита кадмия дериватограмма характеризуется одним экзотермическим эффектом при 590°C и соответствует термической диссоциации



პიროარსენიტა კადმია, სპროვოდაუთეისეი პოტერეი ვეა (21,5%) პრი ეთომ ოდნოვემენო პროიხოდის დისპროპორციონირანე $Cd_2As_2O_5$ პო რეაქციი



ფაზოვოი პერეოდ პრი $510^\circ C$ (რის. 1,1) ნე ობნარუჟენ, ქო, ვ სოვო ოჩერედ, უკაზუივანე ნა თო, ქო ეთოტ ფაზოვოი პერეოდ II როდა. პოდტვერჟდენიემ ეთოუ სლუჟიტ ბოლესე პოლოგაი ვერშინა კრივოი $\epsilon(T)$ (რის. 2). ვ მეტარსენიტეი კადმია ფაზოვოი პერეოდ პრი 495° — პერეოდ I როდა, ო ქემ სვიდეტელსტუვეთ ენდოტერმიქსეი ეფექტ (რის. 1,2) პრი $495^\circ C$ ნა დერивატოგრამე.

თაკიმ ობრამო, ოსოვოივანესე ნა რეზულტატაქ $\epsilon(T)$ ი თერმოგრაფიქსეი დანნოქ, მოჟო ზაკლუქიტი, ქო მეტა- ი პიროარსენატა კადმია ივლანთესე სეგნეტოელექტრიკაი.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

Академия наук Азербайджанской ССР
Институт физики
Радиационный сектор

(Поступило 25.12.1981)

ზოგადი და არაორგანული ქიმიი

ბ. ზუბოვაძე, ი. ისმაილ-ზადე, ი. ნანობაშვილი, ნ. ზუბოვა,
ი. ბახტაძე

კადმიუმის მეტა- და პიროარსენიტების სეგნეტოელექტრული თვისებები

რეზიუმე

კადმიუმის მეტა- და პიროარსენიტები სინთეზირებულია ჰიდროთერმალურ პირობებში $222^\circ C$ ტემპერატურაზე და 40 ატ. წნევაზე. მიღებული ნაერთები ხასიათდებიან არაცენტროსიმეტრიული სივრცითი ჯგუფებით C_{4h}^2 — C_{4h}^1 . შესწავლილია კადმიუმის მეტა- და პიროარსენიტების დიელექტრიკული შეღწევადობის ტემპერატურული დამოკიდებულება. T_k კადმიუმის მეტაარსენიტისათვის კიურის ტემპერატურაა $495^\circ C$, ხოლო კადმიუმის პიროარსენიტისათვის $510^\circ C$. ამგვარად, აღმოჩენილია სეგნეტოელექტრული ნაერთების ახალი კლასი, რომელსაც დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. I. GUBELADZE, I. G. ISMAIL-ZADE, H. M. NANOBASHVILI,
N. Sh. ZUBOVA, I. G. BAKHTADZE

THE FERROELECTRIC PROPERTIES OF META- AND PYROARSENITES OF CADMIUM

Summary

Meta- and pyroarsenites of cadmium have been synthesized in hydrothermal conditions at $222^\circ C$ and 40 atm. pressure. These compounds were identified by chemical, roentgenographic, thermographic and crystalloptical methods.

The piezoelectric properties and the temperature dependence of the dielectric constant of the synthesized meta- and pyroarsenites were studied and the hysteresis loop plotted. It is concluded that meta- and pyroarsenites of cadmium are ferroelectrics.

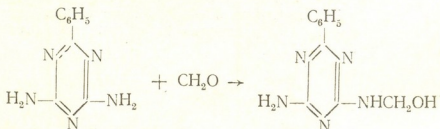
ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Нанобашвили, Н. Я. Губеладзе и др. Сб. «Химия и физика халькогенатов». Киев, 1977.
2. Н. Я. Губеладзе, Е. М. Нанобашвили, Г. Г. Гегиадзе, И. Г. Бахтадзе. Сообщения АН ГССР, 107, № 2, 1982.

Д. С. ХАСИЕВА, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

СИНТЕЗ МЕТИЛОЛБЕНЗГУАНАМИНОВ И КОНДЕНСАЦИЯ ИХ С ДИМЕТИЛДИБУТОКСИСИЛАНОМ

Бензгуанамин (2,4-диамино-6-фенил-триазин) является структурным аналогом меламина. Так же как меламина, бензгуанамин легко реагирует с формальдегидом, в результате чего чаще всего образуются смолы [1]. На первой стадии реакции образуются метилольные производные:



В зависимости от соотношения реагентов могут образоваться моно-, ди-, три- и тетраметилольные производные. Скорость реакции бензгуанамина с водным раствором формальдегида зависит от pH среды, температуры, соотношения реагентов, продолжительности реакции. Процессы поликонденсации метилольных производных с наибольшей скоростью протекают в кислой среде и несколько медленнее в сильнощелочной и нейтральной среде. Метиллолбензгуанамины, как было установлено нами, наиболее устойчивы при pH 8,0—8,5.

Метилольные производные были получены нами растворением бензгуанамина в расчетном количестве 34% раствора формальдегида при нагревании до 70—80° в течение непродолжительного времени (10—30 мин).

Реакционную смесь затем охлаждали, выпавший осадок промывали водным спиртом и сушили на воздухе. Так были синтезированы ди-, три- и тетраметилольные производные (в виде моногидратов). Монометилольное производное выделить не удалось.

В табл. 1 приведены свойства и условия получения метиллолбензгуанаминов.

Метиллолбензгуанамины идентифицировались по содержанию метилольных групп методом иодометрии [2]. Как известно, метилольные группы реагируют с иодом, так же, как и свободный формальдегид. В Табл. 1 процентное содержание метилольных групп дано в пересчете на свободный формальдегид CH₂O (в знаменателе дано % CH₂O расч.).

С целью модификации свойств формалинбензгуанаминовых смол мы изучали реакцию переэтерификации метилольных производных бензгуанамина диметилдibuтоксисиланом. В водной среде в результате переэтерификации образуются некристаллизующиеся вязкие растворы, представляющие собой смеси мономерных и олигомерных продуктов переэтерификации, разделение которых сопряжено со значительными трудностями.

Проводя реакцию в конденсированной фазе, нам удалось выделить монозамещенные мономерные продукты.

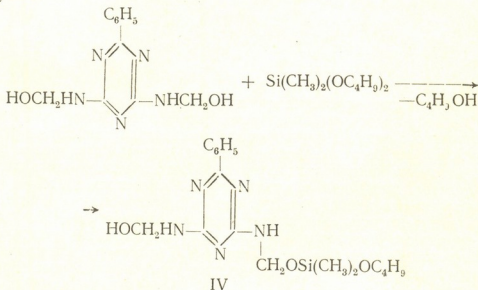
Таблица 1

Данные по синтезу метилолбензгуанаминов

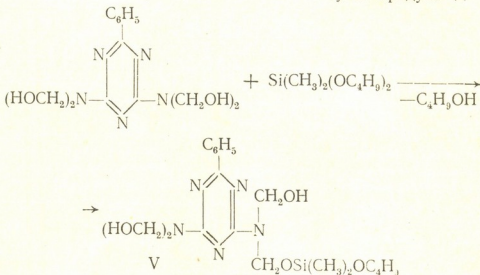
№ п/п	Соединение	Молярное соотношение БГ:Ф	Продолжительность реакции	Температура реакции, °С	Выход, %	Тр. разм., °С	% CH ₂ O
I	Диметилбензгуанин	1 : 2,5	3 час	40	7,60	130—139	23,96 22,64
II	Триметилбензгуанин	1 : 4	7 мин	75—80	74,23	109—130	31,90 30,51
III	Тетраметилбензгуанин	1 : 6	30 мин	75—80	80,40	128—132	37,15 36,92

БГ — бензгуанин, Ф — формальдегид.

Так, нагревая смесь диметилбензгуанина и диметилдибутоксисилана (1:2) при температуре 80—85° в присутствии катализатора бутилата натрия наряду с нерастворимым полимером был получен продукт IV:



Выделяющийся во время реакции бутиловый спирт отгонялся под пониженным давлением. Продукт IV очищали перекристаллизацией из толуола. В аналогичных условиях реакцией тетраметилбензгуанина с диметилдибутоксисиланом был получен продукт V:





Продукт V очищали переосаждением раствора в метилэтилэтилкетоне гексаном. Продукты IV и V хорошо растворимы в органических растворителях, при нагревании размягчаются, а затем, при дальнейшем нагревании, превращаются в прозрачные стекла.

Соединения I—V идентифицировались при помощи элементного и функционального анализов, ИК-спектрами, а также определением молекулярных масс (IV, V).

Таблица 2

№№ п/п	Ф о р м у л а	Выход, %	Т _{разм.} , °С	Элементный состав*, %			M**
				С	Н	Si	
IV	$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \diagdown \quad / \\ \text{HOCH}_2\text{HN} \quad \text{N} \\ \quad \quad \\ \text{N} \quad \quad \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \quad \quad \text{N} \\ \\ \text{NHCH}_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_2\text{OC}_4\text{H}_9 \\ \text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{N}_5\text{SiO}_4 \end{array} $	9,33	180— —185	53,87 54,11	7,86 7,16	7,43 7,13	350,42 377
V	$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \diagdown \quad / \\ \text{N} \quad \quad \text{N} \\ \quad \quad \\ (\text{HOCH}_2)_2\text{N} \quad \text{CH}_2\text{OH} \\ \quad \quad \\ \text{N} \quad \quad \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \quad \quad \text{N} \\ \\ \text{CH}_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_2\text{OC}_4\text{H}_9 \end{array} $	46,2	84— —90	52,80 52,17	7,22 7,09	7,06 6,40	474,14 437

* В знаменателе расчетные значения.

** Молекулярные массы определялись по методу Раствора в расплавленном нафталине (в знаменателе — $M_{\text{расч.}}$).

В ИК-спектрах соединений, I, II и III имеется интенсивная полоса 1030 см^{-1} , характерная для метилольных групп; полосы 1390 см^{-1} и 1475 см^{-1} соответствуют валентным колебаниям связи $\text{C}=\text{N}$.

В спектрах соединений IV и V имеются полосы средней интенсивности 1090 см^{-1} и 1050 см^{-1} , которые можно приписать валентному колебанию связи SiO в группе $\text{Si}-\text{O}-\text{C}$.

При действии кислых катализаторов соединения IV и V могут превращаться в сшитые полимеры, а также могут сами использоваться в качестве отвердителей.

პ. ხანიშვილი, ლ. ხანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

მეთილოლბენზგუანამინების სინთეზი და მათი კონდენსაცია
 დიმეთილდიბუტოქსისილანთან

რეზიუმე

შესწავლილია მეთილოლბენზგუანამინების კონდენსაციის რეაქცია დიმეთილდიბუტოქსისილანთან მეთილოლბენზგუანამინები მიიღებოდნენ ბენზგუანამინისა და ფორმალდეჰიდის ურთიერთმოქმედების შედეგად. დი-, ტრი- და ტეტრამეთილოლბენზგუანამინები ჩვეულებრივ მიიღებიან მონოჰიდრატების სახით, მეთილოლნაერთებისა კი არა.

წყლიან არეში რეაქცია მეთილოლბენზგუანამინებისა და დიმეთილდიბუტოქსისილანს შორის კატალიზატორის თანხლებით მიმდინარეობს ძალზე ენერგიულად, შედეგად წარმოიქმნება სივრცული პოლიმერი.

გამხსნელის გარეშე შესაძლებელია მონომერული ნაერთების, კერძოდ, დი- და ტეტრამეთილოლბენზგუანამინების მონოდიმეთილბუტოქსისილილ ნაწარმების სინთეზი.

ORGANIC CHEMISTRY

D. S. KHASIEVA, L. M. KHANASHVILI

SYNTHESIS OF METHYLOLBENZGUANAMINES AND THEIR
 CONDENSATION WITH DIMETHYLDIBUTOXYSILANE

Summary

The condensation of di- and tetramethylolbenzguanamines with dimethyldibutoxysilane was studied. Methylolbenzguanamines were prepared by the reaction of benzguanamine with formaldehyde. Di-, tri- and tetramethylolbenzguanamines were isolated, usually as monohydrates, but a monomethylol compound was not obtained.

Methylolbenzguanamines react rapidly with dimethyldibutoxysilane in an aqueous solution, the reaction ultimately resulting in resin formation. Since the reaction was conducted in the presence of a solvent, monomeric compounds, such as monodimethylbutoxysilyl derivatives of di- and tetramethylolbenzguanamines, were isolated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Smolin, L. Rapoport. Heterocyclic compounds, XIII, S-triazine and derivatives, New York, 1959.
2. Дж. Ф. Уокер. Формальдегид, М., 1957, 420.

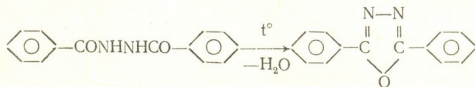
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. В. КОРШАК (академик АН СССР), Г. Л. БЕРЕСТНЕВА,
Д. В. БИБИЛЕИШВИЛИ, Т. В. КРАВЧЕНКО,
П. В. ПЕТРОВСКИЙ, Г. И. ТИМОФЕЕВА

ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ N-МЕТИЛ-N,N'-
ДИБЕНЗОИЛГИДРАЗИДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 7.5.1982)

Известно, что симметричные диарилгидразиды при термических воздействиях претерпевают внутримолекулярную дегидратацию, приводящую к образованию 2,5-диарил-1,3,4-оксадиазолов ОД [1, 2]:



Однако информация о химических превращениях моноалкилзамещенных диарилгидразинов под влиянием термических воздействий практически отсутствует. Поскольку эти соединения являются низкомолекулярными аналогами поли-терефталойл-N-метилгидразидов [3], используемых для получения высокопрочных и высокомодульных волокон, целью данного исследования было изучение химических превращений N-метил-N,N'-дибензоилгидразида-NMG под влиянием термических воздействий.

NMG был получен по известной методике взаимодействием метилгидразинсульфата с хлористым бензолом [4].

Для изучения характера термических превращений NMG был использован метод, основанный на приемах реакционной газовой хроматографии [5]

Проведенные исследования показали, что NMG, свободный от сорбционной влаги, до $T^{\circ} < T^{\circ}_{\text{пл}}$ устойчив и не претерпевает каких-либо изменений. Прогрев при более высоких температурах $T^{\circ} \geq 180^{\circ}\text{C}$ сопровождался выделением воды, а при $T^{\circ} > 325^{\circ}\text{C}$ в составе летучих продуктов регистрировали CO_2 , CO , N_2 , что свидетельствовало об интенсификации деструкционных процессов [6]. В ИК-спектре образующегося вещества отсутствуют полосы поглощения в области валентных колебаний NH-групп $3200\text{--}3300\text{ см}^{-1}$, и $3000\text{--}3100\text{ см}^{-1}$ — область поглощения водородных связей NH-групп; однако сохраняется интенсивное поглощение в области валентных колебаний карбонильных групп. В отличие от спектра исходного вещества, где наблюдается лишь одна полоса с максимумом поглощения при 1660 см^{-1} , в спектре продукта дегидратации присутствуют две полосы с максимумами при 1640 см^{-1} и 1660 см^{-1} . В области $1500\text{--}700\text{ см}^{-1}$ ИК-спектр образующегося вещества изменяется мало, что само по себе свидетельствует о сохранности основных структурных элементов исходного соединения.

Изучение закономерностей процесса дегидратации показало (рис. 1), что отношение числа молей выделившейся воды к числу молей исходного NMG на заключительных этапах реакции было практически постоянным и приближалось к 0,5. Образующееся вещество представляло собой светло-коричневый смолообразный продукт, размягчающийся при $T^{\circ} \sim 70^{\circ}\text{C}$; вещество было растворимо в ряде амидных апротонных растворителей: N,N'-диметилацетамиде, N-метилпир-

ролидоне, диоксане. Элементный анализ: вычислено, %: С—73,46, N—11,43, H—5,30; найдено, %: С—73,26, N—11, 12, H—5,29.

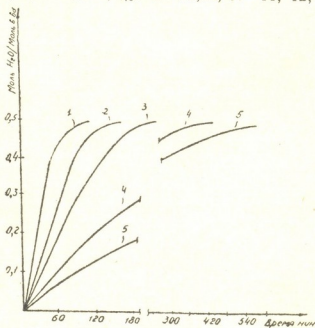
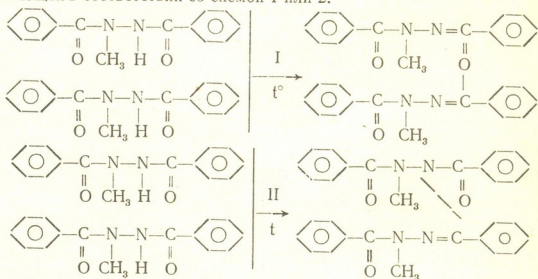


Рис. 1. Кинетические кривые термической дегидратации N-метил-N',N''-добензоилгидразида: 1 — 310°C, 2 — 300°C, 3 — 285°C, 4 — 250°C, 5 — 220°C

Совместное рассмотрение результатов изучения кинетики дегидратации и ИК-спектров позволило предположить, что образование одного моля воды связано с расходом одним на процесс дегидратации двух молей NMG, т. е. с межмолекулярным характером дегидратации, протекающей в соответствии со схемой 1 или 2:



Для подтверждения этого предположения было проведено определение молекулярной массы полученного вещества. Молекулярная масса была определена из седиментационных данных по методу установившегося равновесия [7]. Определение проводили на аналитической ультрацентрифуге 3170 «В» (фирма МОМ, Венгрия). Расчетное значение молекулярной массы вещества I или II равно 490, экспериментально оцененная величина молекулярной массы — 520; т. е. полученное значение находится в пределах точности определения ± 5 -7%.

Для анализа химического строения продукта межмолекулярной дегидратации NMG было проведено сравнительное изучение спектров ЯМР¹³C-({¹H})исходного NMG продукта его термической дегидратации ИМГ — Т, а также ДБГ, 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазола ОД, N,N'-диме-

тилдигидразида терефталевой кислоты ДМДГ ТФК --диметилдibenзоилгидразида ДМДБГ; во всех случаях снимали спектры 10%-ных растворов вышеуказанных веществ в диметилсульфоксиде. Спектры получены на спектрометре «Bruker» НХ-90 (рабочая частота 22 мгц) при температуре 30°C. Из совместного рассмотрения спектров NМГ, ДБГ, ДМДБГ следует, что характерные для исходного NМГ сигналы карбонильных атомов углерода в фрагментах —CNCH₃— и

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—CNH—} \end{array}$$
 наблюдается соответственно при δ — 172,1 м. д. и δ — 165,2 м. д.

Далее, как следует из результатов, приведенных на рис. 2, в спектре соединения NМГ—Т отсутствует сигнал, характерный для атомов углерода ОД цикла δ — 163,8 м. д., что непосредственно подтверждает предполагаемый нами механизм межмолекулярной дегидратации.

Из общего анализа приведенной выше схемы процесса межмолекулярной дегидратации следует, что для продукта, образующегося

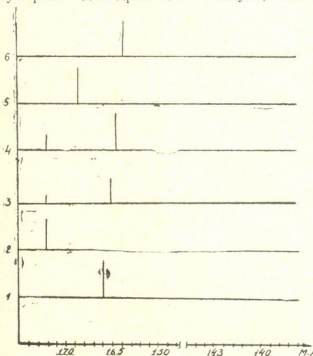
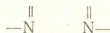


Рис. 2. Спектры ЯМР¹³С (1Н) 10%-ных растворов соединений [1—6] в диметилсульфоксиде в области сигналов углерода карбонильных групп и 1,3,4-оксадиазола: 1 — N,N'-дibenзоилгидразид, 2 — N,N'-диметил-дibenзоил-гидразид, 3 — N-метил-N,N'-дibenзоилгидразид, 4 — продукт термической дегидратации N-метил-N,N'-дibenзоилгидразида, 5 — N,N'-диметил-дibenзоилгидразид терефталевой кислоты, 6 — 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазол

по схеме 1, можно ожидать в области слабых магнитных полей наличие лишь двух сигналов: сигнала атома углерода карбонильной группы и сигнала атома углерода в фрагменте —C—O—C. В спектре



продукта II в этой же области должно быть по крайней мере три характерных сигнала: два сигнала карбонильных атомов углерода в фрагментах —C—N—CH, —C—NC и один сигнал от атома углеро-



да, соединенного с третичным атомом азота.

В спектре NМГ—Т наблюдается лишь два сигнала — при δ — 172,1 м. д. и δ — 164,8 м. д. Поскольку положение химических сдвигов метильных групп в спектре NМГ и NМГ—Т остаются неизменными δ — 36,0 м. д., естественно предположить, что и сигнал карбонильного



углерода в фрагменте $\begin{array}{c} \text{—C—N—CH}_3 \\ \parallel \quad | \\ \text{O} \end{array}$ в спектре НМГ—Т не претерпе-

вает существенных изменений, т. е. сигнал при δ —172,1 м. д. следует отнести к атому углерода карбонильной группы фрагмента $\begin{array}{c} \text{C—N—CH}_3 \\ \parallel \quad | \\ \text{O} \end{array}$,

а химический сдвиг δ —164,8 м. д. к сигналу атомов углерода в фрагменте $\begin{array}{c} \text{—C—OC—} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{N} \quad \text{N} \end{array}$; это дает основание полагать, что процесс межмоле-

кулярной дегидратации протекает в соответствии со схемой 1.

Таким образом, из сопоставления полученных результатов следует, что при термических воздействиях на НМГ при $T^\circ > T^\circ_{\text{пл}}$ реализуется процесс межмолекулярной дегидратации.

Академия наук СССР
Институт элементоорганических соединений
имени А. Н. Несмеянова

(Поступило 7.5.1982)

ორბანული ქიმიის

3. კორშაკი (სსრკ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), გ. ბერესტნევა, დ. ბიბლიშვილი,
თ. კრავჩენკო, პ. პეტროვსკი, გ. ტიმოფეევა

N-მეთილ-N₁N'-დიბენზოილჰიდრაზიდის თერმული დეჰიდრატაცია
რეზინოზი

შესწავლილია N-მეთილ-N₁N'-დიბენზოილჰიდრაზიდის ქიმიური გარდაქმნა თერმული ზემოქმედების შედეგად 100—350°C ტემპერატურულ ინტერვალში, ვაკუუმში და არგონის არეში. დადგენილია, რომ როცა $T > T_{\text{მლ}}$, N მეთილ N₁N'-დიბენზოილჰიდრაზიდი განიცდის მოლეკულათშორის დეჰიდრატაციას.

ORGANIC CHEMISTRY

V. V. KORSHAK, G. L. BERESTNEVA, D. V. BIBLISHVILI, T. V. KRAVCHENKO,
P. V. PETROVSKI, G. I. TIMOFEEVA

THERMAL DEHYDRATION OF N-METHYL-N₁N'- DIBENZOYLHYDRAZIDE

Summary

The chemical transformation of N-methyl-N₁N'-dibenzoylhydrazide in argon medium or in vacuum has been studied under thermal action in the temperature range 100-350°C. At $T^\circ > T^\circ_{\text{melt}}$ of N-methyl-N₁N'-dibenzoylhydrazide, the compound was found to undergo intermolecular dehydration, leading to the formation of a resinous product; the identification of this product was carried out by relevant methods.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Th. Curtius. Ber. 23, 1980, 3023.
2. А. П. Греков, Е. П. Несынов. Успехи химии, т. 33, № 10, 1964, 1184.
3. Y. Iwakura, K. Uno, S. Hara. J. Pol. Sci., part A, v. 6, 1968, 3357.
4. Brhüning, Ann., 12, 1889, 253.
5. В. В. Коршак и др. Высокомол. соед., т. А 20, № 3, 1978, 710.
6. В. В. Коршак и др. Высокомол. соед., т. А 15, № 12, 1973, 2662.
7. W. D. Laning, E. O. Kraemer. J. Am. Chem. Soc. 57, № 5, 1935, 1369.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. П. ГОГОБЕРИШВИЛИ, Ц. М. БАСИЛАДЗЕ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ

О ПРИРОДЕ РАДИКАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ
 В ОБЛУЧЕННЫХ МОНОКАРБОНОВЫХ КИСЛОТАХ

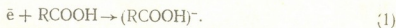
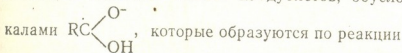
(Представлено академиком Р. И. Агладзе 27.7.1981)

Действие излучений высоких энергий на органические соединения и вызываемые им превращения облучаемых веществ заключают в себе большие возможности для осуществления разнообразных химических реакций. В этой связи вызывает интерес изучение радиационно-химических процессов, протекающих при действии излучений высоких энергий на органические соединения, содержащие различные группы: —SH, —OH, —COOH, —J.

В работе изучен низкотемпературный гамма-радиолиз алифатических монокарбоновых кислот — от метановой до октадекановой, представляющих определенный научный и практический интерес.

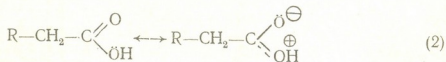
Согласно полученным данным [1], вид спектров ЭПР облученных монокарбоновых кислот зависит как от поглощенной дозы, так и от длины углеводородной цепи. При низкотемпературном радиолизе кислот имеют место два процесса накопления ПМЧ: процесс накопления заряженных ПМЧ и процесс накопления нейтральных свободных радикалов.

Спектры ЭПР во всех исследуемых кислотах, облученных малыми дозами, в основном состоят из дублетов, обусловленных анион-радикалами



Наряду с анион-радикалами, образуются нейтральные α -алкил-кислотные радикалы (в результате отрыва атома водорода в α -положении от функциональной группы), которые ответственны за спектр ЭПР облученных кислот с $n < 4$, а при $n > 4$ алкилкислотные радикалы образуются при разрыве связи C—H внутри алкильной цепи при больших дозах (рис. 1).

Описанные факты могут быть поняты в свете следующих представлений: углерод карбоксильного фрагмента связан π -связью с одним из атомов кислорода, другой кислородный атом несет электронную пару на несвязывающей р-орбитали. Возмущающее действие этой несвязывающей электронной пары невелико, так как включение ее в сопряжение с π -связью должно сопровождаться разделением электрических зарядов, на что затрачивается выигранная энергия делокализации [2]. Следовательно, осуществление резонанса по схеме (2) неэффективно:



Поэтому возмущающее действие карбоксильной группы α -C—H-связи может быть сведено к действию карбонильной группы.



Оценим возмущающее действие карбонильной группы, рассматривая образование $\alpha_{\text{C-H}}$ -связи как соединение атома водорода с радикалом $\text{RCH}-\dot{\text{C}}(\text{OH})=\text{O}$. Энергия химической связи выражается по [2]:

$$\Delta E = 2\beta \sum a_i a_j, \quad (3)$$

где a_i, a_j — коэффициенты при атомных орбиталях, участвующих в связывании. Их значения находятся по Лонге—Хиггину [3]:

$$\overset{*}{\text{RCH}}-\overset{*}{\text{C}}(\text{OH})=\overset{*}{\text{O}}, \quad 2a^2=1, \quad a=\frac{1}{\sqrt{2}}; \quad \Delta E=2\beta \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}=1,41\beta,$$

тогда как для изолированной не подвергшейся возмущению двухцентровой молекулярной орбитали (МО)

$$\Delta E=2\beta \cdot 1 \cdot 1=2\beta.$$

Сравнивая значение энергии возмущенной связи с энергией невозмущенной, видим, что первая на 30% слабее. Таким образом, $\alpha_{\text{C-H}}$ -связь в карбоксилатах в первом приближении на 30% слабее остальных.

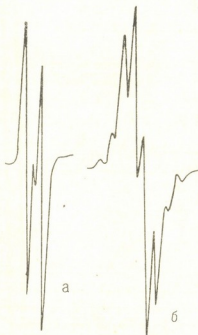


Рис. 1. Спектры ЭПР гамма-облученных при 77К кислот: а — этановой ($D=20$ Мрад), б — гептановой ($D=36$ Мрад)

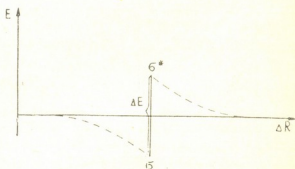


Рис. 2. Зависимость энергии расщепления (ΔE) между связывающей и разрыхляющей молекулярными орбиталями от межатомного расстояния

При поглощении молекулой кванта энергии электрон быстро скатывается по каскаду разрыхляющих МО до самой низшей, соответствующей первому синглетному переходу. Это скатывание происходит быстро (10^{-13} сек) вследствие легкого размена малых порций электронной энергии, соответствующей высшим синглетным переходам в колебательную [4], а возвращение из первого синглета в основное состояние требует намного больше времени (10^{-8} сек) [5, 6].

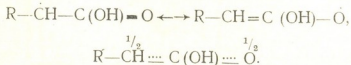
За время жизни возбужденного состояния молекулы составляющие ее фрагменты успевают множество раз обмениваться колебательной энергией. Вытесненный на самую низкую разрыхляющую МО электрон стремится раздвинуть атомы, образующие связь. Последние, бу-



дучи замороженными, ограничены в своем движении, атомы же водорода вследствие малых размеров весьма подвижны. Поэтому разрыв углерод-водородной связи будет сопровождаться безизлучательной дезактивацией, поскольку вся поглощенная энергия уйдет на работу разрыва связи, причем первоначальное расщепление уровней, соответствующее образованию связи, снимается (рис. 2).

Самая низкая по энергии σ^* разрыхляющая МО углерод-водородной связи является «ловушкой» возбуждения, что приводит к селективному разрыву именно α_{C-H} -связи.

Возникший радикал стабилизируется переносом половины электронной плотности на сопряженный атом кислорода



Можно полагать, что по мере удлинения алкильной цепи кислоты стекание возбуждения с удаленных участков молекулы на α -связь будет все более и более затруднительным, так как и другие углерод-водородные связи, входящие в молекулу, могут быть также «ловушками» возбуждения и могут привести к безизлучательной дезактивации. Однако их разрыхляющие σ^* МО будут иметь энергию на 30% выше, чем σ^* МО α_{C-H} -связи, что потребует большей концентрации колебательной энергии на них. Следовательно, вытеснение электрона с разрыхляющей орбитали и осуществление разрыва будут менее вероятными, чем у α -связи.

Таким образом, увеличение числа σ_{C-H} -связей и пространственное удаление центров возбуждения от α -связи, будет увеличивать вероятность разрыва σ_{C-H} -связей и внутри молекулы. Поэтому выход алкильных радикалов будет расти с удлинением углеводородной цепи алкильной части молекулы карбоновой кислоты, что согласуется с экспериментальными данными.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии
АН ГССР

(Поступило 31.7.1981)

ფრეზირებული

3. გომობერივილი, ვ. ბასილაძე, ე. ნანობავილი

მონოკარბოქსილის დასხვიებისას წარმოქმნილი რადიკალური პროდუქტების ბუნების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია დასხვიებულ მუდგებში წარმოქმნილი რადიკალური პროდუქტების ბუნება შეფოთებული მოლეკულური ორბიტალების თეორიის გამოყენებით. დადგენილია შესაბამისი ნეიტრალური და იონ-რადიკალების მახასიათებლები მოლეკულის ალკილური ნაწილის სიგრძესთან დამოკიდებულებით.

V. P. GOGOBERISHVILI, Ts. M. BASILADZE, H. M. NANOBASHVILI

ON THE NATURE OF RADICAL PRODUCTS FORMED IN
IRRADIATED MONOCARBON ACIDS

Summary

The nature of the radical products formed in irradiated acids has been studied in the light of the theory of perturbation of molecular orbitals. The characteristics of corresponding neutral and ion-radicals were established in relation to the length of the alkyl part of the molecule.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. М. Басиладзе, А. Д. Бичиашвили, Е. М. Нанобашвили. Сообщение АН ГССР, 85, № 2, 1977, 381—384.
2. М. Дьюар. Теория молекулярных орбиталей для химиков-органиков. М., 1972.
3. М. Дьюар, Р. Догерти. Теория возмущенных молекулярных орбиталей. М., 1977.
4. В. В. Воеводский. Физика и химия элементарных химических процессов. М., 1969.
5. Дж. Калверт, Дж. Питтс. Фотохимия, М., 1968.
6. Дж. Бартлон, Дж. Койл. Возбужденные состояния в органической химии. М., 1978.

Е. О. СВАНИДЗЕ, Н. В. ЗАКАТОВА, Е. М. НАНОБАШВИЛИ,
В. А. ШАРПАТЫИ

РАДИОТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ РАСТВОРОВ ЖЕЛАТИНА, СОДЕРЖАЩИХ ЦИСТЕИН И ГЛУТАТИОН

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 28.7.1981)

Настоящая работа проведена в продолжение исследований [1—3] с целью определения методом РТЛ акцепторных свойств серусодержащих соединений — цистеина и глутатиона — по отношению к первичным продуктам радиолитиза воды при низкотемпературном (77К) облучении водных растворов. В качестве облучаемой системы — матрицы для изучения акцепторных свойств растворенных веществ по отношению к радикалам использовались водные замороженные растворы желатина (средняя молекулярная масса 153 тыс. дальтон) концентрации 5 и 10%, содержащие тимин в качестве активатора [2, 3] свечения в концентрации 0,025 М. Приготовление образцов, облучение и методика РТЛ-измерений не отличались от изложенных в работах [1—3].

На рис. 1 представлены кривые высвечивания раствора — матрицы (1) и кривые высвечивания этого же раствора с добавками цистеина в концентрациях 0,1, 0,2 и 0,4 М. Как видно, присутствие цистеина в растворах желатина не сказывается ни на форме кривой высвечивания, ни на положении пика при $T_{\text{макс}} = 105 \pm 2 \text{ К}$. В исследовавшемся интервале концентраций цистеина интенсивность свечения образцов уменьшается по мере возрастания концентрации цистеина неравномерно: при переходе от 0 к 0,1 и 0,2 М в большей степени, по сравнению с интервалом концентраций 0,2—0,4 М. Интенсивность свечения также уменьшается при введении в раствор желатина глутатиона — трипептида, одним из аминокислотных остатков которого является цистеин (рис. 1, пунктир).

Как известно, в условиях облучения водных растворов при 77К в роли основного реагента выступает электрон [4]. Местами атаки электрона в растворенном белке являются сульфгидрильные и дисульфидные группы, ароматические кольца, положительно заряженные группы и двойные связи, в том числе и $\text{C}=\text{O}$ пептидные связи [4]. Желатин не содержит сульфгидрильных и дисульфидных групп, поэтому электроны, образующиеся при облучении водных замороженных растворов, должны перераспределяться между оставшимися из указанных функциональными группами, а не вошедшие в реакции с молекулами белка электроны стабилизируются на дефектах структуры в замороженном растворе, так называемых ловушках. При разогревании образца (термоотжиге) они высвобождаются из ловушек и рекомбинируют с противоположно заряженными частицами или радикалами. Этот процесс сопровождается свечением [3].

Сульфгидрильные группы цистеина и глутатиона [5], присутствующие в растворе желатина в концентрации 0,1—0,4 М, очевидно, эффективно конкурируют с желатином и ловушками $\dot{e}_{\text{ст}}$ в захвате электронов, в результате чего и снижается интенсивность свечения (рис. 1).



Справедливость этого вывода подтверждается результатами измерения светосуммы свечения — площади под кривой высвечивания при рекомбинации \bar{e} с катион-радикалами (параметр, характеризующий число рекомбинирующих частиц, т. е. в конечном счете концентрацию их в образце) в зависимости от концентрации акцептора электрона—цистеина. Так, было обнаружено, что в исследованном интервале концентраций цистеина светосумма свечения образца снижается до 20—25% от первоначальной (рис. 2) при переходе от 0,1 к 0,2 М растворам цистеина.

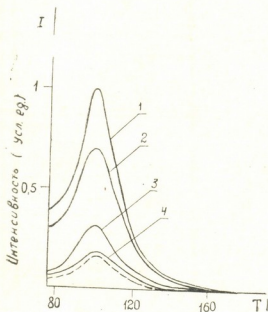


Рис. 1. Кривые высвечивания облученных ($D=10$ кГр) при 77 К 5% водных растворов желатина, содержащих тимин (0,025 М), без добавок (1) и в присутствии цистеина (2—0,1 М, 3—0,2 М, 4—0,4 М), глутатиона (0,2 М, пунктир); запись кривых высвечивания произведена примерно через 1 час после момента прекращения облучения.

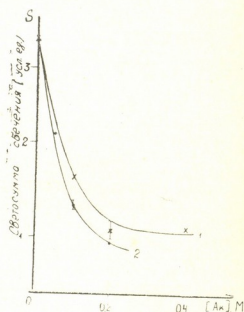


Рис. 2. Изменение светосуммы свечения облученных ($D=10$ кГр) при 77 К 5% водных растворов желатина, содержащих тимин (0,025 М), в зависимости от концентрации акцепторов электронов: цистеина (1) и глутатиона (2)

Если предположить, что введенный в 5% раствор желатина цистеин в концентрации 0,1 М одинаково эффективно конкурирует в захвате электронов как с молекулами белка, так и с ловушками электронов, то из полученных данных можно было бы оценить эффективную константу скорости реакции электронов с сульфгидрильной группой цистеина. Так, исходя из того что при концентрации цистеина 0,1 М светосумма свечения образца снижается более чем в 2 раза по сравнению с раствором, не содержащим цистеина (рис. 2), и полагая, что скорость захвата электронов белком в этих условиях облучения вдвое меньше, чем в растворе без цистеина, можно написать уравнение для скорости:

$$k_{e+\text{цис}} [e] [\text{цис}] = k_{e+\text{жел}} [e] [\text{жел}].$$

Отсюда, используя предельную величину константы скорости реакции электронов с белками, рассчитанную из диффузионных параметров [6] $k \sim 20 \cdot 10^{10} \text{ M}^{-1} \text{ с}^{-1}$, получаем

$$k_{e+цис} = 20 \cdot 10^{10} \cdot 3,3 \cdot 10^{-4}; 0,08 \sim 1 \cdot 10^9 \text{ M}^{-1} \text{ c}^{-1}.$$

Учитывая сравнительно грубое приближение, можно отметить, что полученная величина удовлетворительно согласуется с $k_{e+цис} = 8,710^9 \text{ M}^{-1} \text{ c}^{-1}$, величиной, рассчитанной для случая жидкофазного радиолиза цистеина [6].

Глутатион, введенный в облучаемую систему в таком же количестве, что и цистеин, по сравнению с последним в $\sim 1,5$ раза более эффективен (рис. 2). Этот факт, вероятно, можно объяснить тем, что, наряду с сульфгидрильной группой, в глутатионе в захвате электронов участвуют и две пептидные связи или, точнее, система их сопряжения.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

Академия наук СССР
 Институт химической физики

(Поступило 31.7.1981)

ფიზიკური ქიმია

მ. სვანიძე, ნ. ჯაკატოვა, ნ. ნანობაშვილი, ვ. შარპატი

შელატინის ხსნარების რადიოთერმომლუმინესცენცია ცისტეინის და გლუტათიონის თანაობისას

რეზიუმე

შესწავლილია გამა-დასხივებულ 5—10% ჯელატინის წყალხსნარების რადიოთერმომლუმინესცენცია ცისტეინისა და გლუტათიონის თანაობისას 77—180K. ელექტრონის აქცეპტორების დამატება გამოსავალ ხსნარში არ ცვლის გამონათების მრუდის ფორმას და $105 \pm 2\text{K}$ პიკის ადგილმდებარეობას. ემისიის ინტენსივობა მცირდება აქცეპტორების კონცენტრაციის გადიდებისას. სავარაუდოა, რომ ცისტეინი და გლუტათიონი ეფექტურად კონკურირებენ ჯელატინთან და ჩამჭერებთან ელექტრონების აქცეპტირებაში.

PHYSICAL CHEMISTRY

H. O. SVANIDZE, N. V. ZAKATOVA, H. M. NANOBASHVILI, V. A. SHARPATY

RADIOTHERMOLUMINESCENCE OF GELATIN SOLUTIONS CONTAINING CYSTEINE AND GLUTATHIONE

Summary

The radiothermoluminescence of γ -irradiated 5 and 10 % gelatin aqueous solutions containing cysteine and glutathione has been studied at 77—180 K. The addition of electron scavengers to the initial solution does not change the shape of the curve of emission intensity vs T and the peak position at $T_{\max} = 105 \pm 2 \text{ K}$; emission intensity and light sum are decreased. It is suggested that SH -groups of cysteine and glutathione efficiently compete with gelatin and \bar{e}_{st} traps in electron scavenging processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Шарпатый, М. Т. Налжимиддинова, В. А. Точин, В. Г. Никольский. ХВЭ, т. 3, № 5, 1969, 469—472.
2. М. Н. Султанходжаева, В. А. Шарпатый. ДАН СССР, т. 200, № 5, 1971, 1152—1155.
3. Е. О. Сванидзе, В. А. Шарпатый, Е. М. Нанобашвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981.
4. Н. В. Закатова, А. В. Абрамович, В. А. Шарпатый. Радиобиология, т. 20, № 6, 1980, 815—821.
5. Е. М. Нанобашвили, М. В. Папчвидзе, Е. О. Сванидзе. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980, 625—628.
6. М. И. Амирагова, А. В. Савич. Информ. бюлл. радиобиол., № 22, 1979, 62—67.

Е. С. КЕМОКЛИДЗЕ, Дж. Ф. ГВЕЛЕСИАНИ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗМА РАСТВОРЕНИЯ ХРОМА В СЕРНОЙ КИСЛОТЕ И РОЛЬ ПРИСУТСТВУЮЩЕГО ИОНА АММОНИЯ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 26.12.1981)

Саморастворение металлов играет важную роль в современной технике. Этот процесс, как крайне нежелательное явление, наблюдается при коррозии металлов в агрессивных средах. В некоторых случаях он представляет собой основной технологический процесс, например при гидрометаллургической переработке металлов и сплавов с получением соответствующих солей.

В серии работ Я. М. Колотыркина и сотрудников [1—7] было показано, что ряд переходных металлов (Fe, Cr, Mn) в определенных условиях растворяется в серной кислоте по химическому механизму. Химический механизм растворения этих металлов подтверждается и в работах В. М. Ционского с соавторами [8—10].

В данной работе сделана попытка изучения процесса растворения хрома в серной кислоте и влияния на этот процесс ионов аммония.

В качестве образца хрома использовались хромовые стержни, полученные путем переплавки электролитического рафинированного хрома марки ЭРХ (ТУ-14—5—76—76) в ВЧ индуктивной печи с использованием корундового тигля и насыпания жидкого металла в корундовую трубку. Относительная погрешность определения скорости растворения хрома составляла 10,4%. Применялась предварительная обработка образца в исследуемом растворе в течение 1 часа, так как за первый час наблюдалось постепенное возрастание скорости растворения, связанное с ростом шероховатости поверхности.

Растворение проводилось с использованием перегнанной серной кислоты и дважды перекристаллизованных $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и Na_2SO_4 приготовленных на бидистилляте, в термостатированной ячейке, которая вместе с исследуемым раствором предварительно, в течение 2 часов продувалась гелием. Хромовый стержень был закреплен в тефлоновую муфту мешалки на ртутном затворе. Опыты проводились при вращении хромового стержня со скоростью 300 об/мин. Предварительно было установлено, что в пределах концентрации 1—5 н H_2SO_4 скорость растворения хрома в зависимости от скорости перемешивания не выходит за пределы воспроизводимости опытов.

Скорость растворения хрома определялась по анализу раствора на содержание хрома.

Опыты проводились при температуре 60°C, когда механизм растворения является преимущественно химическим [1].

На рис. 1 представлена логарифмическая зависимость скорости растворения хрома от значения рН раствора в отсутствии и присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Порядок реакции по рН равен единице. Кажущаяся энергия активации, определенная по зависимости $\lg V - 1/T$ (рис. 2), равна 17 ккал/моль.

На рис. 3 показано влияние сульфата аммония на величину потенциала хрома и его изменение во времени. Видно, что присутствие аммониевых ионов сдвигает потенциал хрома в отрицательную сторону.



ну, что указывает на активацию поверхности хрома. Видно также, что активное состояние хрома в присутствии ионов аммония сохраняется долго, в то время как в их отсутствие хром быстро начинает пассивироваться и в ряде случаев его потенциал становится несколько положительнее исходного значения.

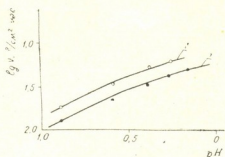


Рис. 1. Логарифмическая зависимость скорости растворения хрома от pH системы: 1—(5-x) н. H_2SO_4 + x н. Na_2SO_4 , $x=0 \div 4$; 2—(4-x) н. H_2SO_4 + x н. Na_2SO_4 + 1N $(NH_4)_2SO_4$, $x=0 \div 3$, $t=60^\circ C$

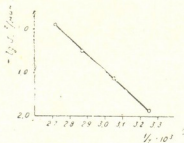


Рис. 2. Зависимость скорости растворения хрома от обратной величины температуры. Система 2н. H_2SO_4 + 3н. Na_2SO_4

Активирующее действие ионов аммония на хром проявляется и в отношении концентрации пассиватора $K_2Cr_2O_7$. Как видно из рис. 4, для пассивации корродирующегося хрома в растворах, содержащих NH_4^+ -ионы, требуется более высокая концентрация пассиватора, чем в растворах, не содержащих эти ионы. Необходимая концентрация пассиватора зависит также от значения pH раствора.

На основе полученного экспериментального материала и литературных данных можно высказать следующее предположение о механизме саморастворения хрома в серной кислоте и влияния ионов аммония на этот процесс.

Хром является типичным переходным металлом с большим сродством к кислороду. Теплота хемосорбции кислорода на хrome на 15 ккал/моль больше теплоты образования фазового окисла аналогичного стехиометрического состава ([12], с. 41). Рентгеноэлектронное исследование поверхности хрома [13] и железа [14] в процессе взаимодействия с кислородом и парами воды показало, что, с одной стороны, как хром, так и железо активнее реагируют с кислородом,

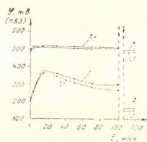


Рис. 3. Зависимость потенциала хрома от времени в отсутствии и в присутствии $(NH_4)_2SO_4$: 1, 2 — раствор H_2SO_4 , pH 2; 3, 4 — раствор H_2SO_4 + 1,5 моль/л $(NH_4)_2SO_4$, pH 2

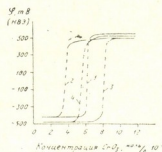
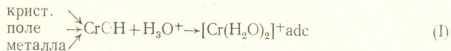


Рис. 4. Влияние концентрации пассиватора — $K_2Cr_2O_7$ на потенциал корродирующегося хрома в отсутствии (1, 2) и в присутствии 0,06 моль/л $(NH_4)_2SO_4$ (3, 4). 1, 3 — pH 1,5; 2, 4 — pH 1,8

чем с парами воды, а с другой, хром в обоих случаях окисляется быстрее, чем железо, на котором при взаимодействии с парами воды зафиксировано образование водорода [15]. На основе этих данных ре-

зонно предположить, что при взаимодействии хрома с парами воды также имеет место выделение водорода. Кроме того, адсорбционная теория пассивности предполагает, что при хемосорбции кислорода поверхностные атомы хрома не покидают кристаллическую решетку металла и находятся под влиянием кристаллического поля металла ([12], с. 55). На основе вышеизложенного можно предположить, что экспериментальное значение кажущейся энергии активации относится к разрушению адсорбированного комплекса, а первый порядок реакции по pH указывает на разрушение поверхностного комплекса адсорбции по реакции



с образованием частично гидратированной промежуточной частицы одновалентного хрома в состоянии аднона.

При внесении $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в раствор прямолинейная зависимость скорости реакции от концентрации ионов гидроксония перемещается параллельно, без изменения наклона (рис. 1). Это указывает на то, что ионы аммония не изменяют механизма реакции. С другой стороны, как видно из рис. 3, внесение $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в слабокислый раствор H_2SO_4 вызывает активацию хрома. Аналогично ведет себя $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и по отношению к марганцу при pH раствора 4 [16]. Кроме того, внесение $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в раствор с различным значением pH увеличивает критическую концентрацию пассиватора, необходимую для пассивации активного хрома (рис. 4). Эти данные являются дополнительным подтверждением известного из литературы явления активации поверхности хрома и марганца при наличии в растворе сульфата аммония [17, 18]. Активирующее действие ионов аммония можно объяснить способностью аммониевых солей затруднять процесс депротонизации образовавшихся аква-ионов хрома и повышать их pH гидратообразования [16—18]. В условиях саморастворения хрома трудно представить образование в объеме раствора аммиакатных комплексов хрома, хотя не исключено, что непосредственно у реакционной поверхности аммиак частично замещает молекулы воды в координационной сфере аква-иона хрома вследствие повышения значения pH за счет реакции (1). В таком случае гидролиз продуктов коррозии хрома уменьшается, что уменьшает блокировку поверхности хрома продуктами гидролиза. Это можно заметить и визуально — поверхность образца хрома после коррозии в растворе, содержащем $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, серая, а в отсутствии $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — темная.

Академия наук Грузинской ССР

Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 8.1.1982)

ელმეგრები

მ. მამოკლიძე, ჯ. ბაქალაძე

ქრომის გახსნის მექანიზმის ზოგიერთი საკითხი გოგირდმჟავაში და
თანამჟოფი ამონიუმის იონის როლი

რეზიუმე

შესწავლილია ქრომის თვითგახსნის პროცესი სხვადასხვა pH-ის მქონე გოგირდმჟავა ხსნარებში. ნაჩვენებია, რომ რეაქცია მიმდინარეობს კინეტიკურ უბანში და H_3O^+ იონების მიმართ აქვს პირველი რიგი. ქრომის ქიმიური გახსნის პროცესში ამონიუმის სულფატის თანყოფნა ზრდის გახსნის სიჩქარეს იმის გამო, რომ იწვევს ლითონის ზედაპირის გააქტიურებას. ამ დროს ქრომის გახსნის მექანიზმი არ იცვლება.

E. S. KEMOKLIDZE, J. F. GVELESIANI

 SOME QUESTIONS OF THE CHROMIUM DISSOLUTION MECHANISM
 IN SULPHURIC ACID AND THE ROLE OF THE PRESENT
 AMMONIUM ION

Summary

The process of chromium dissolution in sulphuric acid solutions under different pH values has been studied. It is shown that the reaction occurs in the kinetic region and is of the first order with respect to the concentration of H_3O^+ ions. The presence of ammonium sulphate in the course of the chemical dissolution of chromium increases the dissolution rate at the expense of activation of the corroding metal surface; the mechanism of the chromium dissolution reaction does not change in these conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Флорианович, Я. М. Колотыркин. ДАН СССР, 157, № 2, 1964, 422.
2. В. М. Княжева, Я. М. Колотыркин, А. А. Кружевская. Защита металлов, 6, № 3, 1970, 265.
3. Я. М. Колотыркин, Г. М. Флорианович. Защита металлов, 1, № 1, 1965, 7.
4. Г. М. Флорианович, Я. М. Колотыркин, Л. А. Соколова. Труды III Международного конгресса по коррозии металлов, I, М., 1968, 190.
5. Я. М. Колотыркин, Т. Р. Агладзе. Защита металлов, 3, № 4, 1967, 411.
6. Т. Р. Агладзе, Я. М. Колотыркин. Защита металлов, 4, № 6, 1968, 721.
7. Я. М. Колотыркин, Г. М. Флорианович, Т. И. Ширинов. ДАН СССР, 238, № 1, 1978, 139.
8. Т. Ш. Коркашвили, В. М. Ционский, Л. И. Кристаллик. Электрохимия, 15, № 9, 1979, 138.
9. Т. Ш. Коркашвили. Автореферат канд. дисс. М., 1980.
10. В. М. Ционский, Т. Ш. Коркашвили. Электрохимия, 16, № 4, 1980, 451.
11. M. Udy. Chromium, v. 1. Reinhold Publishing Corporation. New-York, Chapman and Hall, London, 1956.
12. Окисление металлов, I. Под ред. Ж. Бенара, М., 1968.
13. Р. Х. Корначева, И. А. Бурштейн, И. А. Шурмановская. Электрохимия, 9, № 1, 1973, 81.
14. А. Г. Акимов, И. Л. Розенфельд, Л. П. Казанский, Г. В. Мачавариани. Изв. АН СССР, сер. хим., № 6, 1978, 1243.
15. А. Г. Акимов, И. Л. Розенфельд, Л. П. Казанский, Г. В. Мачавариани. Изв. АН СССР, сер. хим., № 6, 1978, 1239.
16. Р. И. Агладзе, Н. Т. Гофман. Сб. «Электрохимия марганца», I. Тбилиси, 1957, 5.
17. Г. Н. Томашов, А. Т. Ваграмян. Защита металлов, 6, № 2, 1970, 182.
18. Дж. Ф. Гвелесиани, Р. И. Агладзе. Сб. «Гидроэлектрометаллургия хрома». Тбилиси, 1959, 221.



М. А. ГОНГАДЗЕ

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО РЕЛЬЕФА НА ЧИАТУРСКОМ ПЛАТО

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Ф. Асланикашвили 17.11.1981)

Чиатурское структурное плато, к которому приурочено Чиатурское месторождение марганца, характеризуется слаборасчлененной волнистой поверхностью и глубокими (до 200—300 м) каньонообразными долинами р. Квирилы и ее притоков. Они образуют отдельные «нагорья»: Перевиса, Шукрути, Итхвиси, Дарквети, Мгвимеви, Табагеби, Буникаури и Ргани, которые сложены осадочными породами мела и третичного периода. На известняках верхнего мела трансгрессивно залегают отложения олигоцена и миоцена в виде спонголитовых песчаников, гипсоносных глин, конгломератов. Марганцевая толща мощностью 2—14 м залегает в основании олигоценовых отложений на высоте 150—200 м над уровнем р. Квирилы. В Западной части района рудоносные слои лежат на известняках, а на Востоке между марганцем и известняками залегают слои конгломератов и песчанистых пород, которые нередко чередуются с бедными марганценовыми прослоями. На отдельных участках наблюдаются явления пологой складчатости с углом падения до 12° [1].

Марганцевая руда добывается с 1878 г. посредством рудников, а после 1950-х гг. используется также открытый способ разработки. Применение таких методов добычи марганца определено благоприятными природными условиями, горизонтальным и неглубоким залеганием (10—45 м от поверхности земли) довольно мощной рудоносной толщи. Горнодобывающие работы ведутся на территории площадью 1600 га; открытые разработки занимают 800 га, а суммарная длина подземных выработок достигает 160 км. За год здесь перерабатывается 4,5—5 млн. m^3 горной породы, добывается 5,5—6 млн. т марганцевой руды и 500 тыс. m^3 кварцевого песка. В результате вышеуказанных горных работ постепенно появились техногенные формы рельефа: карьерные и дорожные выемки, отвалы пустых пород, провальные воронки над обрушенными подземными выработками. Существенные изменения произошли в ходе экзогенных рельефообразующих процессов и явлений: активизировались старые и появились новые оползни, карьерные уступы и склоны отвалов подвергаются интенсивным процессам денудации, гравитации и эрозии.

Основными факторами формирования техногенного рельефа являются геоморфологические особенности района, условия залегания марганцевой толщи и система ее разработки. Открытым способом марганец добывается на склонах долин, где обнажаются рудоносные слои, а характер их залегания определяет форму карьеров. С разработкой вытянутых залежей марганца горизонтального залегания связано возникновение карьеров с одним или двумя уступами. В таком случае выработывается фронт карьера, который горизонтально перемещается в глубину склона и почти параллельно повторяет его очертание. Размеры таких карьеров зависят от глубины залегания и распространения разрабатываемых пластов марганца. Большая мощность и пологое падение рудоносной толщи вызывают ее разработку на разных вы-



сотных уровнях склонов нагорий, что определяет формирование карьеров в виде ярусов.

Самых внушительных размеров карьеры марганца достигают на нагорьях Дарквети, Итхвиси и Шукрути, занимая 10—15 га каждый. Мощные залежи кварцевого песка определяют образование глубоких, ступенчатых карьеров на нагорьях Дарквети, Итхвиси, Шукрути и Перевиса. Глубина выемок достигает 30—40 м, а занимаемая площадь — 2—8 га.

Перевалка вскрытых пород при открытии карьеров происходит ниже по склону, образуя внешние отвалы, а отработанная пустая порода накапливается на днище карьера в виде внутренних отвалов.

Подземным способом добывается 70% всей продукции Чиатурского месторождения марганца. Подземные горные выработки проводятся в зависимости от глубины залегания марганцевой толщи. Отработанная порода из рудников складывается на поверхности земли во гребневидные и склоновые отвалы, образуя своеобразные шлейфы осыпей. По нашим расчетам, самые крупные из них в ущелье р. Некриса и на нагорье Новый Итхвиси достигают 3,5 млн. м³. После деформации заброшенных подземных выработок в результате смещения грунтов кровли внутри массива появляются трещины, пустоты, грунты разрыхляются (коэффициент разрыхления изменяется от 1,03 до 1,3), образуя мулды проседания и провалы поверхности земли. На нагорьях Дарквети и Мгвимеви провальные формы эродированы, создавая своеобразную провальную-эрозионную сеть.

Подземная и открытая разработка марганца прямо или косвенно вызывает изменения в ходе экзогенных рельефообразующих процессов и явлений. Весьма важными из них являются оползни и эрозия, которые особенно активизировались на нагорьях Ргани, Мгвимеви, Шукрути и Перевиса. Для развития оползневых явлений на нагорьях Чиатурского плато существуют следующие условия: 1) наличие крутых склонов и рыхлых пород; 2) изменения режима грунтовых вод; 3) подрезка склонов для карьерных и дорожных выемок; 4) деформации заброшенных подземных выработок.

На основе динамических признаков оползневых тел в районе выделяются оползни скольжения, пластического смещения и обвального типа. Они приурочены к определенным геолого-генетическим комплексам коренных пород: к песчано-глинистым породам олигоцен-нижнего миоцена, песчаным породам чокрака и глинистым породам нижнего сармата. При горных работах часто нарушается гидрогеологический режим, который определяет водоносность различных отложений. Здесь выделяются 13 водоносных горизонтов, питающихся в основном атмосферными осадками [2]. По этим горизонтам происходят довольно крупные оползни, вредящие эксплуатации месторождения и путям сообщения. Подходящие литологические и морфологические условия, провалы поверхности земли в результате обрушения штолен вызвали развитие крупных оползневых тел в верховьях р. Самаркалис-цкали, в восточной части нагорья Зеда-Ргани, в западной части нагорья Мгвимеви, в верховьях р. Корохнели и в других местах. Площадь оползневых деформаций самая различная и меняется от долей гектара до 8—9 га, а в среднем она составляет 1—3 га.

Эрозионные процессы особенно сильно протекают там, где происходит наложение друг на друга благоприятных для эрозии факторов. Важнейшим из них является деформация склонов под хозяйственным воздействием человека, например в восточной части нагорья Зеда-Ргани. Здесь формирование молодых оврагов, рытвин и промоин часто совпадает с трещинами отседания крупных блоков, осложняясь ответвлениями, совпадающими с уклонами склона. В таких местах, где склоны подвергаются воздействию человека, овраги простираются ди-



агонально и даже поперечно склону, как это отмечается в западной части нагорья Мгвимеви, в окрестностях с. Шукрути, Перевиса и Зеда-Ргани. Эрозия весьма интенсивно протекает на крутых откосах карьеров, на склонах искусственных насыпных террас и терриконов, крутизна откосов которых почти всегда превосходит 40° .

Образование новых очагов осыпей связано с прокладкой дорог и карьерными разработками в комплексе пород олигоценно-чокракского возраста. Осыпи обычно маломощные, но местами переходят в оползни-обвалы, например, северо-западнее с. Шукрути, где марганцевыми карьерами вскрыты горизонтально залегающие слоистые песчаники, разуплотнению которых способствуют выветривание и взрывные работы.

Техническое восстановление нарушенных земель на Чиатурском плато производит горнодобывающее предприятие. В результате часть антропогенных отвалов спланирована на площади 480 га, из них рекультивировано и передано сельскохозяйственным организациям 350 га земли. Таким образом, в районе можно различить две основные группы атропогенных грунтов: 1) антропогенные грунты, уплотненные несколько лет тому назад; 2) современные отвалы и пока нерекультивированные антропогенные грунты.

В результате многолетних стационарных исследований Грузинским НИИ почвоведения, агрохимии и мелиорации установлено, что отвалы открытых разработок Чиатурского месторождения марганца (непригодные для сельскохозяйственных культур) успешно можно использовать для создания лесных культур без применения специальных мероприятий (нанесение почвы, полив, удобрение и др.). На таких отвалах создаются леса хозяйственного, противозерозийного, санитарно-гигиенического и лесопаркового назначения [3].

Проведенные нами геоморфологические исследования на Чиатурском плато дают основание для следующих выводов:

1. Открытая разработка марганца, вызванная неглубоким (15—40 м) залеганием рудоносной толщи, создает карьеры фронтального и глубинного типа с внутренними и внешними склоновыми отвалами.
2. Большая крутизна (выше 40°) откосов карьеров, склонов отвалов и терриконов, а также наличие рыхлых пород способствуют развитию денудационно-эрозийных процессов, а местами селевых явлений.
3. Подземная разработка марганца и связанные с ней обрушения отработанных штолен вызывают провалы поверхности земли и способствуют смещению старых и появлению новых оползневых тел (количество антропогенных оползней достигает 30).
4. Рекультивационные работы имеют ограниченные масштабы и темпы, а сельскому хозяйству района требуется расширенное восстановление нарушенных земель с правильным научным подходом для их полноценного использования.

Академия наук Грузинской ССР

Институт географии
им. Вахушти

(Поступило 20.11.1981)

ფიზიკური გეოგრაფია

მ. ზონბაძე

ტექნოგენური რელიეფის ჩამოყალიბება ჰიატურის კლატოზე

რეზიუმე

მოცემულია ჰიატურის კლატოზე ტექნოგენური რელიეფის განვითარების ანალიზი, ცალკეული ფორმების თვისობრივ-ოდენობრივი დახასიათება და სამთო სამუშაოების შევალენით გააქტიურებული თანამედროვე ეგზო-



გენური რელიეფწარმოშობი პროცესებისა და მოვლენების განვითარებაში არსებითი ცვლილებების წარმოჩენის ცდა. გაშუქებულია სარეკულტივაციო სამუშაოთა მიმდინარეობა და პერსპექტივები.

PHYSICAL GEOGRAPHY

M. A. GONGADZE

THE FORMATION OF THE TECHNOGENIC RELIEF ON THE
CHIATURA PLATEAU

Summary

The author has studied the conditions of technogenic relief formation on the Chiatura structural plateau with which the Chiatura manganese deposit is connected. The mechanism of development of the technogenic forms of relief is analysed and a classification of these forms is presented. The peculiarities of anthropogenic changes in the course of some exodynamic processes and phenomena are revealed. The real picture and prospects of recultivation measures on the Chiatura Plateau are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе и др. Геология СССР, т. 10, Грузинская ССР. М., 1964.
2. Г. А. Авалиани. Природные ресурсы Грузинской ССР, т. I. М., 1958.
3. А. Д. Гогатишвили. Сборник статей к X Международному конгрессу почвоведов. Тбилиси, 1974.



О. Ш. НАДАРЕЙШВИЛИ

ЗНАЧЕНИЕ МЕТАКОНГЛОМЕРАТОВ ДАМХУРЦЕВСКОЙ СВИТЫ ДЛЯ ГЕОЛОГИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ОСНОВАНИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

(Представлено академиком Г. А. Твалчредидзе 19.12.1981)

Метаморфиты кристаллического основания Большого Кавказа, представленные разнообразными кристаллическими сланцами, амфиболитами, гнейсами и мигматитами, возникшие в результате метаморфизма главным образом осадочно-вулканогенных образований, по мнению большинства исследователей, слагают единый ниже-среднепалеозойский структурно-седиментационный комплекс геосинклинального этапа развития герцинид Большого Кавказа. Метаморфическое превращение осадков в кристаллосланцы принято связывать с герцинской складчатостью, проявившейся в конце среднего палеозоя и в позднем палеозое [1—4]. Наиболее полный разрез метаморфического комплекса наблюдается в юго-западной части кристаллического субстрата, где он расчленяется на две постепенно сменяющие друг друга серии, сложенные рядом свит, аналоги которых известны и в других частях региона, Нижняя часть комплекса выделена под названием макерской серии, верхняя — лабинской. Последняя расчленяется на следующие (в восходящей стратиграфической последовательности) свиты: мамхурцевскую, дамхурцевскую и лаштракскую [1, 4].

В метаморфическом комплексе дамхурцевская свита выделяется по двум особенностям: во-первых, лишь она достоверно датируется палеонтологически и, во-вторых, в ней отчетливо проявлен терригенный характер исходных пород.

Рассматриваемая свита была выделена на северо-западе Главного Кавказского хребта, в перевальной его части, где берут начало бассейны рр. Малая Лаба, Большая Лаба и Бзыби [5, 1]. Породы свиты обнажаются и в бассейне р. Белая. В обоих названных районах выходы пород лабинской серии приурочены к единой полосе герцинской складчатости, которая в последующем претерпела альпийскую активизацию [6].

Полный разрез дамхурцевской свиты изучен в лабинском районе, где ее породы принимают участие в строении одноименной синклинали субширотного простирания. Здесь выходы пород дамхурцевской свиты прослеживаются непрерывной полосой в верховьях рр. Цахвоа, Дамхурца, Мамхурца и Лашипсе.

Петрография пород дамхурцевской свиты не особенно сложна. Она освещена главным образом в работах Е. А. Снежко [5], М. Л. Сомина [1] и Т. Г. Чхотуа [7]. Свиту мощностью 500 м слагают преимущественно метаморфические сланцы низкой ступени метаморфизма с прослоями линзовидных пластов мраморизованных известняков. В основании свиты залегает пачка метаморфизованных конгломератов. По фауне криноидей, найденной в известняках верхней части свиты, и палинологическим данным устанавливается девонский возраст свиты [2, 3]. Метаморфизм в значительной степени завуалировал осадочно-вулканогенную природу исходных пород. Сохранилась она лишь в метаморфитах основания свиты благодаря их первоначально-



псефитовому строению. Мощность метаконгломератовой пачки изменчива, не превышая десятков метров, но она всегда занимает один уровень.

Метаконгломератовая пачка была нами изучена в связи с петрографической ревизией терригенных образований палеозоя Кавказа на содержание материала древних гранитоидов. Наши исследования подтвердили вывод М. Л. Сомина о конгломератовой природе исходных пород основания свиты. В метаконгломератовой пачке пудлингообразной текстуры значительную роль играет среднегалечный материал. Количество метагравелитовых образований увеличивается в средней и верхней частях пачки. Преобладающая основная ткань метаконгломерата (преобразованный цемент породы) имеет неравномернозернистое строение, а состав соответствует альбит-хлорит-эпидот-кварцевому сланцу и хлоритовому гнейсу. Морфология, текстурно-структурное строение и минеральный состав галек не нарушены. Среди различного рода галечного материала преобладают гальки и более мелкие камешки плагногранито-гнейсов и плагногранитов. В метагравелитах роль галек кварцевого состава увеличивается. Примечательно отсутствие калишпатового галечного материала.

Наиболее важным итогом петрографической ревизии дамхурцевской свиты явилось установление наличия в метаконгломератовой пачке материала докембрийских плагногранитов типа Главного Кавказского хребта. Окатанные кварцевые зерна и кварцевые выделения в плагногранито-гнейсовых и плагногранитовых гальках метаконгломерат-гравелитов нередко переполнены включениями необычных аксессуаров наимельчайших размеров (волосовидный рутил, циркон и апатит), которые являются маркирующими аксессуарами-индикаторами данного типа гранитоидов (рис. 1). Они не встречаются в гранитоидах

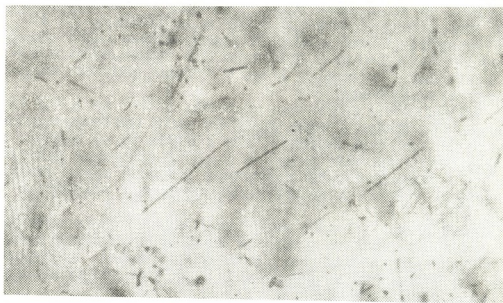


Рис. 1. Волосовидные кристаллы рутила в кварцевой гальке метаконгломерата дамхурцевской свиты. Лашипсе. Ув. 700

герцинской и альпийской эпох [8, 9]. Главными их признаками служат мелкокристалличность, морфологическая специфика, принадлежность к самому позднему продукту кристаллизации гранитного расплава, обильность проявления в региональных масштабах, приуроченность к одной конкретной докембрийской гранитоидной формации и неповторимость в последующей истории магматической геологии Кавказа. Плагнограниты и плагногранито-гнейсы с необычной аксессуарной



спецификой в структуре кристаллического ядра Большого Кавказа и в других выступах древнего фундамента альпийской складчатой области Кавказа представляют собой останцы крупных интрузий и мигматитовых тел, не затронутые герцинскими процессами калиметасоматического превращения в граниты. Галечный материал этих образований с необычной аксессуарной спецификой впервые появляется в кембрийских отложениях урлешской свиты Северного Приэльбурья [10].

Само по себе обнаружение аксессуарсодержащих галек в метаконгломератах лишь подтверждает догерцинский возраст плагиогранитов, и только, но при сопоставлении результатов аксессуарного и формационного анализа, данное обстоятельство приобретает гораздо большую значимость, которая по существу меняет существующие взгляды на геологию и эволюцию метаморфитов Большого Кавказа.

Исследованиями последних лет нами было установлено, что с макерской и лабинской сериями метаморфических пород на Большом Кавказе связаны совершенно различные гранитоидные образования, которые отличаются друг от друга не столь минеральным, сколько аксессуарным составом и оптико-морфологическими особенностями составляющих их минералов. Докембрийские плагиограниты, содержащие необычные аксессуарные минералы наимельчайших размеров, связаны исключительно с более древней макерской серией метаморфитов и с их аналогами в других частях региона¹. Плагиограниты же, связанные с метаморфитами более молодой лабинской серии, точнее с комплексом пород дамхурцевской и лаштракской свит, не характеризуются «необычной аксессуарной спецификой», они стерильны от них. Подстать гранитоидам и мигматитовые образования — необычной аксессуарной спецификой древних плагиогранитовых интрузий характеризуются лишь мигматиты метаморфических толщ типа макерской серии. Мигматизация в них сильно развита. Лабинская серия метаморфитов, за исключением ее нижней части, мигматитов не содержит, по крайней мере в той части региона, где она была выделена. В гнейсовидных образованиях лабинской серии «необычная аксессуарная минерализация» не проявляется.

Изложенный выше материал позволяет сделать следующие заключения:

1. Метаморфические породы кристаллического ядра Большого Кавказа не являются единым седиментационным комплексом. В нем объединены метаморфические серии разных эпох. Данное объединение метаморфитов является полиформационным комплексом, типичным для складчатой области, где древнейшие образования несут следы многократной тектоно-магматической переработки.

2. Метаморфические породы макерской серии и их аналоги (нижняя часть метаморфического комплекса), интродуцированные, мигматизированные и инъецированные докембрийскими плагиогранитовыми интрузиями необычной аксессуарной специфики, являются древнейшими образованиями, скорее всего метаморфитами байкальской эпохи.

3. Метаморфические породы лабинской серии и их аналоги (верхняя часть метаморфического комплекса), среднепалеозойский возраст которых установлен фаунистически, являются сравнительно молодыми метаморфитами герцинской эпохи, за исключением мамхурцевской свиты, самой нижней составляющей данной серии. Породы серии содержат гальки докембрийских плагиогранитов и вмещают интрузии гранитоидов герцинской и альпийской эпох, стерильные на наимельчайшие аксессуарии.

¹ Аксессуарным анализом было установлено, что аналогами пород макерской серии являются, в частности, метаморфиты гвадринской и клычской свит в районах их выделения, а также образования мамхурцевской свиты нижней части лабинской серии.



4. Метаконгломератовая пачка дамхурцевской свиты является базальным конгломератом всей лабинской серии. В метаморфическом комплексе пространственно взаимосвязанных пород данная пачка представляется в виде маркирующего горизонта, разграничивающего серии древних (докембрийских) и сравнительно молодых (среднепалеозойских) образований. Между сериями комплекса устанавливается значительный «седиментационный перерыв», по крайней мере весь нижний палеозой.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.12.1981)

გეოლოგია

მ. ნადარეიშვილი

დამხურცის წყების მებაკონგლომერატების მნიშვნელობა
პავპასიონის კრისტალური სუბსტრატის გეოლოგიისათვის

რეზიუმე

კავკასიონის მეტამორფული ქანების კომპლექსი პოლიფორმაციულია. ამაზე მეტყველებს კომპლექსის ქვედა ნაწილის მაკერის სერიის ქანებში კამბრიულამდელი პლაგიოგრანიტული ინტრუზიების გამოვლინება და მათივე ქვარგვლების აღმოჩენა ამავე კომპლექსის ზედა ნაწილს, შუაპალეოზოურ ლაბის სერიის მეტაკონგლომერატულ დასტაში.

GEOLOGY

O. Sh NADAREISHVILI

THE MEANING OF CONGLOMERATES OF THE DAMKHURTSI SUITE FOR THE GEOLOGY OF CRYSTALLINE SUBSTRATUM OF THE CAUCASUS

Summary

The complex of metamorphic rocks of the Caucasus represents a polyformation complex. This is indicated by the presence of pre-Cambrian plagiogranitic intrusives in the rocks of the Makera series of the complex and the discovery of their pebbles in the metaconglomerates of the upper part of the Middle palaeozoic Laba series.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Л. Сомин. Доюрское основание Главного хребта и южного склона Большого Кавказа. М., 1971.
2. Ю. Я. Потапенко, Г. А. Стукалина. ДАН СССР, 198, № 5, 1972.
3. Ш. А. Адамия, Г. М. Заридзе, М. М. Рубинштейн, Н. Ф. Татришвили, Т. Г. Чхотуа, Д. М. Шенгелия. Изв. вузов, геология и разведка, № 7, 1975.
4. Ш. А. Адамия. Тектоника и геологическая история Абхазии. Тбилиси, 1977.
5. Е. А. Снежко. Тез. докл. II науч.-техн. конф. Новочеркасского политех. ин-та, 1954.
6. О. Ш. Надарейшвили. Изв. АН СССР, сер. геол., № 10, 1977.
7. Т. Г. Чхотуа. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971.
8. О. Ш. Надарейшвили. Труды КИМСа, вып. II (4), 1960.
9. О. Ш. Надарейшвили. Труды КИМСа, вып. IV (6), 1963.
10. О. Ш. Надарейшвили. Сообщения АН ГССР, 104, № 1, 1981.

Т. А. ЧХАРТИШВИЛИ, В. Б. НАУМОВ

ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД КЕЛАСУРСКОГО ИНТРУЗИВА (АБХАЗИЯ)

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 22.4.1982)

Келасурский гранитоидный интрузив расположен в Гагра-Джавской тектонической зоне Большого Кавказа. Основная масса слагающих его пород представлена биотитовыми гранитами. Наиболее молодыми являются дайки гранит-аплитов, аплит-ортотектитов и гранит-порфиров [1].

Генезис Келасурского массива все еще представляет объект полемики. Между тем, обоснованное решение этого вопроса может иметь чисто прикладное значение, поскольку определит степень его рудоносности. В этих целях авторы предприняли термометрические исследования пород массива. Предыдущими работами в этом направлении было показано, что полная гомогенизация для большинства расплавных включений в блоковом кварце аплит-ортотектитов наступает при 740—780°C, для некоторых — при 800°C [2]. Здесь же приводим результаты термометрического исследования расплавных включений в кварце маломощных (20—50 см) гранит-аплитов и гранит-порфиров.

При определении температуры гомогенизации использовались результаты, полученные по сериям-группам включений (не менее 3—5 включений). Как правило, гомогенизация проводилась повторно, так как первая гомогенизация дает несколько завышенные результаты.

Как и в предыдущей работе [2], термометрирование расплавных включений проводилось в печи с платиновым нагревателем [3] с использованием метода закалки. Этот метод дает возможность вести наблюдения над большим количеством включений в течение длительного времени. Точность измерительного прибора $\pm 10^\circ\text{C}$.

Гранит-аплиты широко развиты вдоль всего интрузива, падают на СЗ и ЮЗ под углом 10—80°, в меньшей степени наблюдается северное (0—20°) и южное (150—145°) падение ($\rightarrow 10$ —40°) и еще реже восточное или близкое к нему (75—110°) падение под углом 75—85°.

По минералогическому составу эти породы отвечают существенно-кальцищатым гранитам, аляскитам и кварцевым аляскитам, что, наряду с петрохимическими особенностями (таблица), указывает на их генетическое родство с гранитной магмой.

Характеризуются аплитовой, реже порфировидной и микропегмативной структурами. Местами наблюдаются переходы к гранитовой структуре.

Плагноклаз (олигоклаз) полисинтетически сдвойникован, иногда образует фенокристаллы, содержит мирмекитовые вроски кварца. К—Na полевой шпат (анортотлаз, нерешетчатый микроклин, Na-ортотлаз, ортотлаз) обычно пертитовый. Кварц широко развит в виде мелких, реже крупных (фенокристаллы) зерен. Биотит и роговая обманка наблюдаются в незначительном количестве. Акцессории представлены ортитом, цирконом, магнетитом, апатитом и сфеном. Породы характеризуются резкими контактами (с тонкими зонами закалки) с вме-

Средние химические составы биотитовых гранитов, гранит-аплитов, биотитовых гранит-порфиров (краевая фация и секущие тела)

Породы	Оксиды (вес. %)													Сумма	Примечание
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	P ₂ O ₅	п.п.п.		
Биотитовый гранит	69,60	0,20	15,00	1,70	2,00	0,10	0,95	2,30	3,30	3,15	0,51	0,18	0,85	99,84	Среднее из 18 анализов
Гранит-аплит	75,25	0,10	12,84	0,66	1,05	0,03	0,04	1,04	2,68	4,31	0,33	0,21	0,98	99,52	Среднее из 6 анализов
Биотитовый гранит-порфир (краевая фация)	69,91	0,21	15,13	0,88	2,71	0,10	1,27	2,54	2,92	3,12	0,42	0,11	0,67	99,99	Среднее из 6 анализов
Биотитовый гранит-порфир (секущие тела)	69,57	0,25	14,94	0,89	2,69	0,10	1,08	2,48	3,38	3,54	0,40	0,19	0,60	100,04	Среднее из 4 анализов



щающими породами и гомогенностью, что указывает на их интрузивную природу [4].

Первичные раскристаллизованные включения были обнаружены нами в кварце. Они очень мелкие, обычно 1—5 мкм, иногда 6 мкм. Идентифицировать твердые фазы во включениях не представляется возможным ввиду их небольших размеров, однако в скрещенных николях наблюдается анизотропия большинства фаз. При исследовании около 100 включений было установлено, что при температуре 640°C и выдержке 6 часов гомогенизация включений не наблюдается. Полная гомогенизация наступает для большинства включений при 680—700°C (выдержки в 2 часа).

Гранит-порфиры приурочены к краевым или апикальным частям интрузива и представляют собой составную часть биотитовых гранитов. Их минералогический состав и петрохимические особенности аналогичны биотитовым гранитам (таблица). Характеризуются гломеропорфировой, гранит-порфировой, полнокристаллически-порфировой, иногда эвтектофировой структурами. Фенокристаллы представлены олигоклазом, K—Na полевыми шпатами, кварцем и биотитом.

Плагноклаз обычно крупнокристаллический, идиоморфный, зональный, полисинтетически сдвойникованный, образует три генерации: две во вкрапленниках и одну в основной массе. Фенокристаллы K—Na полевого шпата (Na-ортоклаз) обычно пертитовые; нередко образуют микропегматитовые сростания с кварцем.

Вкрапленники кварца обычно крупные, ксеноморфные, иногда субидиоморфные. Часто образуют пойкилитовые вроски в биотите, K-шпате и плагноклазе. Биотит представлен идиоморфными таблитчатыми кристаллами, корродирующимися основной массой. Последняя характеризуется микроаплитовой, микрогранитовой, микропегматитовой, петрографической, эвтектофировой, бластогранитовой, гранулитовой, паналотриоморфнозернистой структурами. В основной массе, так же как и во вкрапленниках, часто наблюдаются зерна апатита, циркона, ортита, пирита, приуроченные к биотиту и плагноклазу, реже к другим минералам.

Для этих пород полная гомогенизация расплавных включений наступает при 820°C. Выдержки в 30 мин вполне достаточно. Максимальный размер включений до 7 мкм, количество их достигает 300.

Авторы также проанализировали расплавные включения в гранит-порфирах, развитых в виде небольших штокообразных и жильных тел на отдельных участках интрузива. Петрографический состав и структура их идентичны гранит-порфирам краевой части, однако они принадлежат к гранитовой группе по классификации П. Ниггли [5], тогда как гранит-порфиры — к гранодиоритовой группе. Это следует объяснить слабым проявлением гибридности (наличие включений лабрадора, роговой обманки, местами переход гранит-порфилов в гранодиорит-порфиры) [6].

Большинство включений (размером до 10 мкм) из 150 исследованных гомогенизируется при 800—880°C, но в одной пластинке 6 включений сгомогенизировались при 750°C. Выдержки в 1—2 часа здесь достаточны для гомогенизации.

Таким образом, полная гомогенизация расплавных включений в аплит-ортотектитах наступает при 740—780°C, реже при 800°C, в мало-мощных гранит-аплитах — при 680—700°C, в секущих телах гранит-порфилов — при 800°C, в некоторых образцах — при 750°C, в гранит-порфирах краевой фации — при 820°C.

Наличие расплавных включений, а также стекла в этих включениях однозначно указывает на кристаллизацию келасурских гранитов



из истинных расплавов. Полученные температуры гомогенизации следует считать температурами кристаллизации соответствующих пород, а следовательно, и всего Келасурского интрузива.

Кавказский институт
минерального сырья
им. А. А. Твалчрелидзе

Академия наук СССР
Институт геохимии и
аналитической химии
им. В. И. Вернадского

(Поступило 23.4.1982)

პეტროლოგია

თ. ჩხარტიშვილი, ვ. ნაუმოვი

კელასურის ინტრუზივის (აფხაზეთი) გრანიტოიდული ქანების
თერმომეტრიული შესწავლა

რეზიუმე

მდნარის ჩანართების ჰომოგენიზაცია აპლიტ-ორთოტექტიტებისათვის იძლევა 740—780°C ტემპერატურას, იშვიათად 800°C, გრანიტ-აპლიტებისათვის 680—700°, ზოგჯერ 750°, გრანიტ-პორფირებისათვის (გამკვეთი სხეულები) 800—880°, ხოლო ენდოკონტაქტური გრანიტპორფირებისათვის 820°.

ეს ტემპერატურები უნდა ჩაითვალოს კელასურის ინტრუზივის კრისტალიზაციის ტემპერატურებად.

PETROLOGY

T. A. CHKHARTISHVILI, V. B. NAUMOV

THERMOMETRIC STUDIES OF GRANITOID ROCKS OF THE KELASURI INTRUSIVE MASSIF (ABKHAZIA)

Summary

Homogenization of melt inclusions for aplite-orthotectites has yielded the temperature 740-780°C, seldom 800°C; for granite-aplites 680-700°C, seldom 750°C; for discordant granite-porphyrines 800-880°C, and for granite-porphyrines of the endocontact zone 820°C. These values should be regarded as real crystallization temperatures of the Kelasuri intrusive massif.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе. Петрография магматических и метаморфических пород Грузии. М., 1961.
2. Т. А. Чхартишвили, В. Б. Наумов. Сообщения АН СССР, 85, № 1, 1977.
3. В. Б. Наумов. Геохимия, № 4, 1969.
4. Н. А. Солодов. Сб. «Редкие элементы в пегматитах». М., 1962.
5. С. Д. Четвериков. Руководство к петрохимическим пересчетам. М., 1956.
6. Т. А. Чхартишвили. Сообщения АН СССР, 78, № 1, 1975.

Н. С. ВАРДЗЕЛАШВИЛИ, Г. Г. АРЕШИДЗЕ, А. Л. ХУЦАИДЗЕ

МИГРАЦИЯ УРАНА И СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ ДИГОМИ- САБУРТАЛИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 16.6.1982)

В зоне гипергенеза геохимическое поведение урана в основном определяется окислительно-восстановительными процессами, приводящими к его миграции в подземных водах, часто с образованием эпигенетических рудных месторождений [1]. Для изучения закономерностей распределения, миграции и осаждения урана и его элементов-спутников в стратиграфическом разрезе Дигоми-Сабурталинской депрессии были исследованы образцы пород из разных глубин и подземные термальные воды скважины.

На основании результатов наших исследований установлено отсутствие корреляции между содержанием исследуемых элементов и глубиной залегания пород (рисунок) и их гранулометрическим и вещественным составом [2]. Коэффициенты концентрации по всему разрезу для элементов Pb, Co, Cr больше единицы, для Ni, Mn, Ga, Ti, Zn, U, Th меньше единицы, а для Cu, Zn, Mo, V, Sn в пределах единицы. Как следует из рисунка, урансодержащими являются немногие горизонты, а максимумы концентрации элементов-спутников приходятся на большие пределы разных глубин. В разрезе наиболее распространенным элементом является медь, за которой следуют Ni, Zn, Th, Pb, Ga и др. Более насыщенными являются песчаник (2310—2312 м), который, наряду с ураном, содержит Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Zr, Th, и аргиллиты (487—489 м), содержащие Ni, Mo, Zr, Ga, Th. Следует отметить, что в исследованном разрезе урану всегда сопутствует торий. Низкотемпературный метаморфизм (серитизация, хлоритизация, пелитизация, карбонатизация и окварцевание) терригенных осадков, видимо, несущественно влияет на перераспределение элементов в процессе эпигенетического преобразования пород.

В связи с различными миграционными свойствами U и Th в зоне гипергенеза по Th/U-отношениям можно предположить, что уран выносился одновременно с гидрофильными элементами в процессе седиментации. Поэтому в процессе эпигенеза принимала участие оставшаяся часть элементов, находящихся в немиграционноспособном состоянии в терригенных осадках. В зоне эпигенеза метаморфизм осадков выразился в их уплотнении с постепенным формированием однотипных песчаных пород, перекрытых на разных глубинах пеллитолитами и аргиллитами. Восстановительная сероводородная обстановка ограничила миграцию не только урана, но и его элементов-спутников Pb, Co, Ga, Mo, V, Mn, Zr, Cu, Zn, Cr, Ni, Th, концентрация которых по всему разрезу порядка кларка.

Наиболее значительная геохимическая специализация (выше кларка) наблюдается для хрома в микробрекчиях (326—328 и 438—439 м) — 50 раз, ванадия в пеллитолите (845—848 м) — 20 раз, молибдена в аргиллите (487—489 м) и в слабобассланцованных песчаниках (548—550 и 650—652 м) — 10 раз.

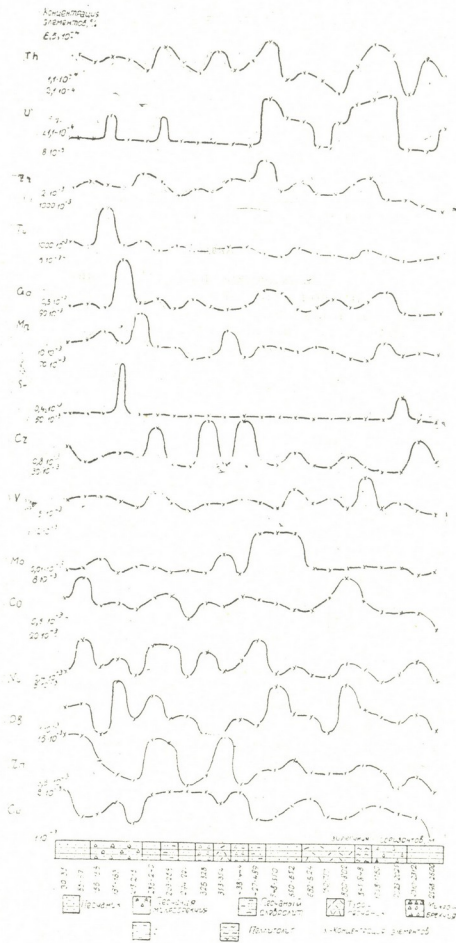


Рис. 1. Распределение урана и сопутствующих элементов в стратиграфическом разрезе осадочных пород Дигоми-Сабурталинской депрессии

Водоносный комплекс термальных вод залегает на глубине 1200—3100 м; он представлен песчаниками, аргиллитами и туфитами среднего эоцена, сцементированными хлоритизированным, пелитизированным и окварцованным вулканическим стеклом. Можно предполагать, что миграция урана и его элементов-спутников произошла в результате просачивания вод через породы указанного комплекса.

Термальные воды представляют собой слабоминерализованные, щелочно-сероводородные (бескислородные) воды с низким коэффициентом водной миграции урана (0,001), в которых отсутствуют (находятся ниже чувствительности метода) элементы-спутники [3]. Существующая геохимическая обстановка указывает на то, что не происходило привноса в породы урана и его элементов-спутников термальными водами.

Закономерности миграции урана и его элементов-спутников в стратиграфическом разрезе осадочных пород Дигоми--Сабурталоинской депрессии можно представить следующим образом. В условиях перехода от затрудненной циркуляции метеорных вод к активной циркуляции происходит смена окислительных свойств восстановительными, что, видимо, приводит к концентрации урана и его элементов-спутников в виде ореола минерализации. Однако, в связи с тем что уран и элементы-спутники в исследованных комплексах пород находятся в микроконцентрациях и сильнощелочно-сероводородные термальные воды инертны к окислению омываемых пород, щелочно-сероводородный геохимический барьер термальных вод не может иметь существенного значения в образовании ореола накопления изученных нами элементов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 17.6.1982)

ბეჭდვა

ბ. ვარძელაშვილი, გ. არეშიძე, ა. ხუტაიძე

ურანის და მისი თანამგზავრი ელემენტების მიგრაცია დილომი-საბურთალოს დეპრესიის სტრატობრავიულ ჭრილში

რეზიუმე

მოცემულია ურანის და მისი თანამგზავრი ელემენტების განაწილებისა და მიგრაციის გეოქიმიური კანონზომიერება დილომი-საბურთალოს დეპრესიის სტრატობრავიულ ჭრილში.

ნაჩვენებია, რომ თერმული წყლების ტუტე-გოგირდწყალბადიანი გეოქიმიური ბარიერი ზღუდავს შესწავლილი ელემენტების მინერალიზაციის ეფექტს.

GEOCHEMISTRY

N. S. VARDZELASHVILI, G. G. ARESHIDZE, A. L. KHUTSAIDZE

MIGRATION OF URANIUM AND ASSOCIATED ELEMENTS WITHIN
 THE STRATIGRAPHIC SECTION OF THE DIGOMI-SABURTALO
 DEPRESSION

Summary

Geochemical regularities of the distribution and migration of uranium and associated elements within the stratigraphic section of the Digomi-Saburtalo depression are presented.



It is deduced that the alkaline hydrogen sulphide geochemical barrier of thermal waters restricts the emergence of the accumulation effect of the elements under study.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Евсеева, А. И. Перельман. Геохимия урана в зоне гипергенеза. М., 1961.
2. Н. С. Вардзелашвили, А. Л. Хуцаидзе, Г. Г. Арешидзе. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980.
3. Н. С. Вардзелашвили, Г. Г. Арешидзе, М. Ш. Кавиладзе. Сб. «Изотопные и радиометрические методы поиска и разведки подземных вод». Киев, 1981.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Ш. Г. НАПЕТВАРИДZE (член-корреспондент АН ГССР),
 Д. К. УКЛЕБА, Г. В. ЖОРЖОЛИАНИ

УЧЕТ НЕЛИНЕЙНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ
 ВЕРОЯТНОСТНОМ РАСЧЕТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ
 КОНСТРУКЦИЙ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

Уровень надежности k -го элемента конструкции определяется по формуле, уже использованной в статье [1], в учете работы [2]:

$$P_k^{(j)} = 1 - \int_0^{\infty} f_a^{(j)}(a) G_{a_k^*}(a) da, \quad (1)$$

где I — интенсивность проявления землетрясения на земной поверхности в баллах (сейсмичность данной строительной площадки); a — максимальное по времени сейсмическое ускорение основания здания или сооружения, представляющее случайную величину с плотностью распределения $f_a^{(j)}(a)$; a_k^* — ускорение основания, отвечающее критерию предельного состояния k -го элемента конструкции, имеющее распределение $G_{a_k^*}(a_k^*)$, причем критерием предельного состояния может служить напряжение или относительное перемещение, при расчете элемента конструкции в пределах или за пределами упругости соответственно.

Будем считать, что располагаем набором достаточного числа акселерограмм сильных землетрясений 4—5 и более баллов, т. е. таких, очаги которых не слишком удалены от данной строительной площадки. Разделением ординат каждой такой акселерограммы на максимальную ординату получим набор, состоящий из нормированных акселерограмм, которые будут отличаться друг от друга только спектральным составом колебаний почвы. Далее, путем умножения ординат каждой нормированной акселерограммы на последовательность возрастающих дискретных значений ускорения получим частный набор расчетных акселерограмм для каждого землетрясения.

Пусть с использованием i -го частного набора акселерограмм при применении расчетно-теоретического или экспериментального метода нам удалось установить линейную или нелинейную функциональную зависимость

$$a_{k,i}^* = \Phi_{k,i}(R_k^*), \quad (2)$$

которую удобно аппроксимировать так:

$$a_{k,i}^* = a_{k,i}^{(0)} + \alpha_{k,i} (R_k^*)^{\beta_{k,i}}. \quad (3)$$

Здесь $a_{k,i}^{(0)}$, $\alpha_{k,i}$, $\beta_{k,i}$ представляют собой, вообще говоря, случайные величины.

Учитывая относительно малый разброс значений прочностных характеристик строительных материалов, изготавливаемых заводским способом по правильной технологии, для практических целей можно



считать, что параметр предельного состояния R_k^* является фиксированной величиной.

Как показывают примеры расчетов, малым разбросом характеризуются и величины $a_k^{(0)}$ и β_k и поэтому можно удовлетвориться использованием только их средних значений $\bar{a}_k^{(0)}$ и $\bar{\beta}_k$.

С учетом изложенного вместо частных будем иметь следующее одно общее соотношение:

$$a_k^* = a_k^{(0)} + \alpha_k (R_k^*)^{\bar{\beta}_k} \quad (4)$$

На рис. 1 показано семейство графиков поэтажного (относительного) горизонтального остаточного перемещения R_k . Графики эти будут отвечать различным фиксированным значениям α_k , где теперь k означает номер этажа железобетонного каркасного жилого здания со стеновым заполнением из бетонных блоков. Графики получены в результате расчетов здания с использованием упомянутых частных наборов акселерограмм землетрясений, имевших место как в Советском Союзе, так и за рубежом. Для наглядности жирными линиями выделены графики землетрясений трех характерных типов: Порт-Хьюмен (Калифорния, 1940 г.), Газли (СССР, 1976 г.) и Ранча (Румыния, 1977 г.), обуславливающих колебания почвы с малым, средним и большим преобладающим периодом соответственно. Интересно заметить, что чем больше преобладающий период, тем меньше параметр α_k .

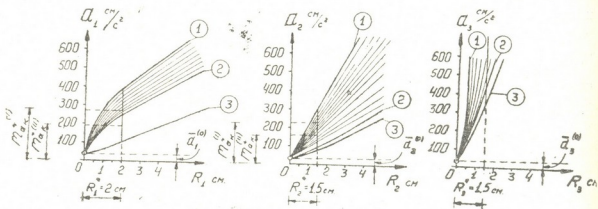


Рис. 1. Семейство кривых зависимости поэтажных остаточных деформаций от сейсмического ускорения основания здания; № 1 — Порт-Хьюмен; № 2 — Газли; № 3 — Карпаты

Функция (4) монотонна, и поэтому, согласно теории вероятностей [2], плотность распределения случайной величины a_k^* будет

$$g_{a_k^*}(a_k^*) = \frac{1}{(R_k^*)^{\bar{\beta}_k}} f_{\alpha_k} \left(\alpha_k = \frac{a_k^* - \bar{a}_k^{(0)}}{(R_k^*)^{\bar{\beta}_k}} \right) \quad (5)$$

и интегральное распределение

$$G_{a_k^*}(a_k^*) = F_{\alpha_k} \left(\alpha_k = \frac{a_k^* - \bar{a}_k^{(0)}}{(R_k^*)^{\bar{\beta}_k}} \right).$$

Поскольку данные о плотности распределения сейсмического ускорения почвы $f_a(a)$ и, следовательно, о функции распределения $F_a(a)$ уже приведены в литературе [3], то решить поставленную задачу с помощью формул (1) и (5) не представляет трудности, если бу-



Из таблицы видно, что для здания представляет наибольшую опасность карпатское землетрясение. Для условий кавказского региона обладают достаточной надежностью ($P \geq 0,95$) конструкции всех этажей здания при сейсмичности строительной площадки 7 баллов, но они недостаточно надежны при сейсмичности 8 и 9 баллов как для кавказского, так и для карпатского регионов. Конструкции надежны начиная с третьего этажа и выше независимо от сейсмичности площадки, так как они будут колебаться лишь в пределах упругости.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
им. К. С. Завриева

(Поступило 27.5.1982)

საშუალო მექანიკა

შ. ნაპეტვარიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
დ. უკლება, ბ. ჯორჯოლიანი

არაწრფივი დეფორმირების ბათვალისწინება საშუალო
კონსტრუქციების სინსომიდეგობაზე ალბათური ანგარიშის დროს
რეზიუმე

შენიშვნების და ნაგებობების საიმედოობის შეფასება სეისმურ ზემოქმედებაზე სრულდება ფუძის აჩქარებასა და სამშენებლო კონსტრუქციის ზღვრული მდგომარეობის პარამეტრებს შორის დეტერმინისტული ფუნქციონალური დამოკიდებულების გამოყენებით. არაწრფივი დეფორმირების მხედველობაში მიღების შემთხვევაში ამ დამოკიდებულებათა დადგენის მიზნით ნაგებობის ანგარიში წარმოებს დეტერმინისტული მეთოდით მიწისძვრის საკმაო რაოდენობის ინსტრუმენტული ჩანაწერების გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

Sh. G. NAPETVARIDZE, D. K. UKLEBA, G. V. ZHORZHOLIANI

PROBABILISTIC ANALYSIS OF STRUCTURAL DESIGNS FOR SEISMIC RESISTANCE IN NONLINEAR STATE

Summary

Deterministic dependences between the parameters of seismic acceleration of the foundation and the limiting state of the structural element under design are used in assessing the reliability of buildings under seismic impact. These dependences are derived by design-theoretical or experimental methods, with the use of a fairly large number of accelerograms of various earthquakes. In determining the level of reliability account is taken of the scatter of the indicated functional dependences in the area of the identified value of the parameter of the limiting state of the structural element.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Г. Напетваридзе. Сб. «Сейсмостойкое строительство», вып. 6. М., 1981, 7—12.
2. В. В. Болотин. Статистические методы в строительной механике. М., 1965.
3. Е.С. Вентцель. Теория вероятностей. М., 1969.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Л. И. КАВЛАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕНТА АРМИРОВАНИЯ, УРОВНЯ НАГРУЗКИ
И ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИММЕТРИИ ЦИКЛА НА
КОЭФФИЦИЕНТ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА
В ПРОЦЕССЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.5.1982)

Для расчета жесткости железобетонных конструкций в СНиП II-21-75 [1] приводится коэффициент ν , учитывающий изменение упруго-пластического состояния бетона сжатой зоны при кратковременном и длительном действии статической нагрузки. Коэффициент ν равен отношению упругой части деформации к полной деформации бетона сжатой зоны, т. е.

$$\nu = \frac{\epsilon_{уп.}}{\epsilon_{полное}}$$

Нормами не предусмотрен учет динамических (вибрационных) нагрузок и вызванных ими пластических деформаций. В настоящей работе поставлена задача восполнить этот пробел и определить влияние процента армирования, уровня нагрузки, коэффициента асимметрии цикла и количество циклов нагружения на коэффициент ν для железобетонных элементов, работающих за пределами упругости в стадии наличия трещин.

Для установления закономерности изменения коэффициента упруго-пластических свойств бетона от вышеперечисленных факторов был применен метод планирования эксперимента.

В качестве матрицы планирования была применена полуреплика полного факторного эксперимента 2^4 [2]. Матрица была задана генерирующим соотношением $x_4 = x_1 x_2 x_3$, определяющим контрастом является $1 = x_1 x_2 x_3 x_4$. Средние величины отклика $\bar{\nu}$ определялись по данным двух параллельных наблюдений, проведенных в каждой точке плана.

Неизвестная функция отклика описывалась линейной моделью полиномом первой степени

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3, \quad (1)$$

где y — искомый параметр; $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_{12}, b_{13}, b_{23}$ — коэффициенты, определяемые из матрицы планирования эксперимента по формуле

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^M x_{iu} \cdot y_u}{M}. \quad (2)$$

Здесь M — количество опытов; i — номер опыта.

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась методом наименьших квадратов. Проверка значимости каждого коэффициента проводилась по критерию Стьюдента. В табл. 1 приведены исследуемые факторы и уровни варьирования их значений.

Таблица 1

Исследуемые факторы и уровни варьирования их значений					
Факторы	X	+	—	Основной уровень	Интервал варьирования
Процент армирования, μ	X_1	2	1	1,5	0,5
Уровень нагрузки, K	X_2	0,55	0,45	0,5	0,05
Коэффициент асимметрии цикла, ρ	X_3	0,3	0	0,15	0,15
Количество циклов, $\ln N \times 10^{-5}$	X_4	3,9	0,99	1,995	1,905

Было получено уравнение регрессии:

$$y = 0,685 - 0,08 x_1 - 0,047 x_3 + 0,027 x_4 - 0,01 x_1 x_2 + 0,022 x_1 x_3. \quad (3)$$

В результате замены кодированных значений факторов на натуральные получили:

$$v = 0,709 - 0,0035 \mu + 0,6 K - 0,745 \rho + 0,014 \ln N \times 10^{-5} - 0,4 \mu K + 0,29 \mu \rho. \quad (4)$$

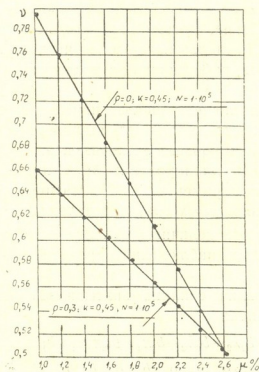


Рис. 1. График зависимости коэффициента v от процента армирования

Уравнение (4) описывает зависимость коэффициента v от исследуемых величин: процента армирования, уровня нагрузки, характеристики асимметрии цикла и числа циклов нагружения.



Адекватность уравнения (4) для натуральных переменных проверялась с помощью критерия Фишера. Оказалось, что $F=1,9 < F_{\text{табл.}} = 5,3$ при уровне значимости, находящихся в пределах $0,05 \div 0,01$, что вполне приемлемо, т. е. уравнение (4) адекватно описывает эксперимент.

Методом регрессионного анализа определялись сводный и частные коэффициенты корреляции (3). Сводный коэффициент корреляции $R=0,933$, а частные коэффициенты корреляции составляли $r_{01}=0,912$, $r_{02}=0,947$, $r_{03}=0,8$. Следовательно, зависимость между исследуемыми факторами и коэффициентом ν близка к линейной. На рис. 1 приведены графики зависимости рассматриваемого коэффициента ν от процента армирования; в табл. 2 даются средние опытные значения коэффициента упругой пластичности $\nu_{\text{оп.}}^{\text{ср.}}$ и значения $\nu_{\text{теор.}}^{\text{ср.}}$, вычисленные по формуле (4).

Таблица 2
Сравнение средних опытных величин коэффициента $\nu_{\text{оп.}}^{\text{ср.}}$ с вычисленными по формуле (4) $\nu_{\text{теор.}}^{\text{ср.}}$

μ	K	ρ	$N \cdot 10^6$	$\nu_{\text{оп.}}^{\text{ср.}}$	$\nu_{\text{теор.}}^{\text{ср.}}$	$\frac{\nu_{\text{оп.}}^{\text{ср.}}}{\nu_{\text{теор.}}^{\text{ср.}}}$
2	0,45	0,3	4,856	0,565	0,664	0,85
2	0,55	0,3	4,751	0,604	0,676	0,89
2	0,45	0	4,951	0,665	0,741	0,9
2	0,55	0	4,9	0,602	0,722	0,85
1	0,45	0,3	4,897	0,714	0,788	0,91
1	0,55	0,3	4,78	0,676	0,774	0,87
1	0,45	0	4,97	0,795	0,925	0,86
1	0,55	0	5,01	0,881	0,948	0,93

Как видно из табл. 2, получилось хорошее соответствие сравниваемых величин.

Формула (4) может быть применена при расчете железобетонных изгибаемых элементов с процентом армирования $\mu=1 \div 2\%$, при уровне нагрузки с диапазоном $(0,45 \div 0,55) \frac{P_{\text{длн.}}}{P_{\text{разр. ст.}}}$, при характеристике асимметрии цикла $\rho=0 \div 0,3$ и количества циклов нагружения $N > 1 \cdot 10^5$.

Согласно формуле (4) на величину коэффициента ν , при длительных динамических испытаниях за пределами упругости, наибольшее влияние оказывает коэффициент асимметрии цикла, уменьшение которого с 0,3 до нуля приводит к увеличению значения ν .

Вторым по силе влияния фактором на величину коэффициента ν представляется уровень нагрузки; увеличение уровня нагрузки, т. е. ухудшение условия работы конструкции во второй стадии, вызывает возрастание значений коэффициента ν .

Следующим по силе влияния фактором является число циклов нагружения; с возрастанием последнего значения коэффициента ν увеличиваются.

Наименьшее влияние из рассматриваемых факторов на величину ν оказывает процент армирования; увеличение μ , вызывающего увеличение жесткости конструкции, приводит к уменьшению значений рассматриваемой величины.

Грузинский НИИ энергетики
и гидротехнических сооружений

ლ. კავლადე

ბეტონის დრეკად-პლასტიკური თვისებების კოეფიციენტზე არმირების პროცენტის, დატვირთვის დონისა და ციკლის ასიმეტრიულობის მახასიათებლის გავლენა არასწორხაზოვანი რხევების პროცესში

რეზიუმე

რეინაბეტონის კოჭების გამოცდის შედეგების საფუძველზე, დრეკადობის ზღვრების გარეთ, შემუშავებულია შეკუმშული ზონის ბეტონის დრეკად-პლასტიკური თვისებების მახასიათებელი კოეფიციენტის განსასაზღვრავი ფორმულა არმირების პროცენტზე, დატვირთვის დონეზე, ციკლის ასიმეტრიულობის მახასიათებელსა და დატვირთვის ციკლთა რიცხვზე დამოკიდებულებით.

თეორიული ფორმულა კარგად შეესაბამება ცდის შედეგებს, რაც შესაძლებელს ხდის მის პრაქტიკულ გამოყენებას.

STRUCTURAL MECHANICS

L. I. KAVLADZE

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF REINFORCEMENT PERCENTAGE, LEVEL OF LOADING AND CYCLE ASYMMETRY CHARACTERISTICS ON THE COEFFICIENT OF THE CONCRETE ELASTO-PLASTIC PROPERTIES IN THE PROCESS OF NONLINEAR VIBRATIONS

Summary

Using reinforced concrete beams test data, a formula has been derived—without the elasticity limits—for determining the coefficient characterizing the elasto-plastic properties of the compressed zone concrete, with due account of the reinforcement percentage, load level, cycle asymmetry characteristic, and the number of loading cycles. The theoretical formula is in good agreement with the test results, permitting its use in practice.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Строительные нормы и правила. М., 1976.
2. Ю. Н. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1972.
3. Л. М. Батунер, М. Е. Позин. Математические методы в химической технике. М., 1971.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

М. В. НОНИКАШВИЛИ, Ш. И. ОНИАНИ

К ВОПРОСУ ПРОФИЛАКТИКИ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА
ШАХТАХ ТКИБУЛИ-ШАОРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 15.6.1981)

В настоящее время разработка мощных, самовозгорающихся угольных пластов Ткибули-Шаорского месторождения производится наклонными слоями, делением угольной толщи по простиранию на отдельные выемочные поля. Такая система разработки является наиболее приемлемой. Она облегчает проведение противопожарных профилактических мероприятий и тушение пожаров. Для предупреждения возникновения эндогенного пожара после отработки участка его изолируют перемычками, установленными в подэтажных квершлагах.

На мощных пластах перемычки не могут обеспечить надежную изоляцию. У перемычек возникает перепад давления воздуха за счет работы вентиляторов главного проветривания и окисления углей в угольном скоплении в погашенных выработках. Такой перепад давления может вызвать просос воздуха не только через тело перемычки, но и в обход ее через массив, на контакте с перемычкой по ее периметру, что нередко вызывает самовозгорание угольного целика около перемычки.

Предварительное увлажнение угольного массива с целью снижения его химической активности путем блокировки пор угля от проникновения воздуха значительно снижает прососы вокруг перемычки и тем самым уменьшает возможность возникновения эндогенных пожаров за перемычкой.

Результаты исследования влияния влаги на химическую активность ткибульских углей в лабораторных условиях показали, что при малой степени увлажнения (<15%) с увеличением влажности химическая активность углей не изменяется; она имеет тенденцию к возрастанию только для углей, характеризующихся повышенной генетической окисленностью. При достаточном увлажнении пробах (>15%) с дальнейшим увеличением влажности химическая активность углей уменьшается [1].

Для проверки этого положения в шахте были отобраны одновременно пробы одних и тех же угольных прослоев на различных участках. На одном из них разработка велась с предварительным нагнетанием в пласт воды, а на другом — без него. Результаты исследования химической активности этих прослоев приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химическая активность углей \bar{u}_{30} мл/г·час

№ проб	Не увлажненных	№ проб	Предварительно увлажненных
1	0,0879	1	0,0663
2	0,0535	2	0,0422
3	0,0559	3	0,0466



Из приведенных данных следует, что химическая активность углей, отобранных из увлажненного пласта, значительно занижена по сравнению с углями этих же прослоев, отобранных на участке без нагнетания в пласт воды. Чем обильнее нагнетание воды в шпурах, тем больше снижается химическая активность углей. При этом вода смачивает поверхность угля и заполняет не только крупные поры, но и пустоты между зернами угля.

Из вышесказанного следует предположить, что предварительное увлажнение пластов должно положительно влиять на пожарную безопасность. Однако это предположение не совсем приемлемо, так как вода в дальнейшем углей восстанавливается. Чтобы сохранить блокировку поверхности окисления угля на более длительное время, в качестве увлажнителя следует применять не воду, а растворы антипирогенов. Для ткибульских углей нами был испытан раствор антипирогена, состоящий из 2,5% жидкого стекла и 5% хлористого кальция.

Результаты этих испытаний приведены на рисунке, из которого следует, что обработанные антипирогеном угли имеют значительно пониженную химическую активность (кривая 2) по сравнению с исходным (кривая 1).

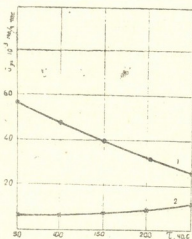


Рис. 1. Сорбционные кривые: 1 — исходного образца, 2 — образца, обработанного антипирогеном.

При применении раствора жидкого стекла длительная блокировка поверхности куска и крупных пор угля обуславливается образованием в них коллоидного геля двуокси кремния. К раствору жидкого стекла добавляется кальций хлористый, который является гигроскопичным веществом и способствует сохранению пластичного состояния покрывающегося слоя.

Предварительная обработка угольного массива антипирогенами в шахтах Ткибули не практикуется. В условиях месторождения широко применяется заилровка погашенных выработок глинистой пульпой. Для подготовки и подачи в выемочные участки глинистой пульпы на шахтах месторождения созданы специальные заилочные хозяйства. Если взять, к примеру, шахту им. Ленина, то подаваемый в выемочное пространство 1 м³ заилочного материала обходится 2,87 руб.

В настоящее время при отсутствии данных о категориях пожароопасности выемочных участков объем заиливания для всех участков выемочного пространства. Расходы на заилочные работы — 0,27 руб./т

В лаборатории горной теплофизики ИГМ АН ГССР разработана методика прогноза эндогенной пожароопасности. По этому методу все выемочные участки следует разбить на три категории: особоопасные, опасные и малоопасные в отношении пожара [2]. Например, разработанные на шахте им. Ленина с 1961 по 1976 гг. выемочные участки по



пожароопасности характеризуются следующим образом: к особоопасным в пожарном отношении относятся 120 выемочных участков (I категория), к опасным — 311 выемочных участков (II категория) и к малоопасным — 73 выемочных участка (III категория).

Среднестатистическая годовая добыча угля по шахте им. Ленина в 1961—1976 г. составила 595 500 т. На профилактическое заилвание всех отработанных участков в среднем затрачивалось 160 785 руб. Время отработки каждого выемочного участка в зависимости от его размеров меняется в широких пределах от 2 до 11 месяцев.

Расчеты показали, что среднестатистическая суточная добыча на всех участках шахты, независимо от времени отработки, варьирует в небольшом диапазоне и ее можно считать постоянной. Это дает возможность по данным продолжительности отработки участков судить о проценте добычи угля и стоимости заилвки (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность отработки и стоимость заилвки выемочных участков по отдельным категориям пожароопасности

Категория выемочных участков по пожароопасности	Число отработанных выемочных участков	Общая продолжительность отработки выемочных участков для каждой категории пожароопасности		Затраты на заилвочные работы, руб.
		Месяц	%	
I	120	502	24,83	39 924
II	311	1266	62,64	100 716
III	73	253	12,53	20 135
Всего	504	2021	100,00	160 785

По статистике на каждые три участка I категории пожароопасности приходится один пожарный участок. На участках II категории пожарные участки составляют 4,8%, а на участках III категории не обнаружено ни одного пожара. По-видимому, на выемочных участках II и III категории без ущерба можно существенно снизить объем заилвки или полностью отказаться от нее. Поэтому необходимо провести специальные исследования для установления обоснованных норм заилвания.

Если предположить, что для ткибульских шахт окажется приемлемым распределение объема заилвки по примеру Кузбасса, то заилвке должны подвергаться только участки I категории. При отработке других участков заилвание не должно производиться. Такое перераспределение объема заилвки даст среднестатистическую годовую экономию по заилванию 116 332 руб.

Наиболее эффективным противопожарным профилактическим мероприятием является разработка выемочных участков с управлением гидравлической закладкой кровлей. Но вследствие того что в ткибульских условиях доля выемки угля с мокрой закладкой выработанного пространства в общей добыче незначительна, ее преимущество по сравнению с обрушением кровли сильно снижено.

По анализу статистических данных число эндогенных пожаров на шахте им. Ленина вследствие применения гидравлической закладки снизилось не более чем в 2 раза, тогда как на других месторождениях это мероприятие вызывает его снижение в 4—5 раз.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 19.6.1981)



მ. ნონიკაშვილი, შ. ონიანი

ენდოგენური ხანძრების პროფილაქტიკის საკითხისათვის
ტყიბულ-შაორის მკვანახშირის საბადოს უახტებში

რეზიუმე

განხილულია ენდოგენური ხანძრების შემცირების ზოგიერთი პროფილაქტიკური ღონისძიება და დადგენილია გამომუშავებული სივრცის დალამვის მოცულობის გადანაწილების მიზანშეწონილობა ამოსაღები ჭებნების ხანძარსა-შიწროებასთან დაკავშირებით.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

M. V. NONIKASHVILI, Sh. I. ONIANI

CONCERNING THE PREVENTION OF ENDOGENOUS FIRES AT THE
TKIBULI-SHAORI COALFIELD MINES

Summary

Some preventive measures designed to decrease endogenous fire risk are discussed, and the advisability of redistributing the silting volume of exhausted space, depending on the degree of fire hazard of the extraction districts, is demonstrated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. ი. ონიანი, მ. ვ. ნონიკაშვილი. Сб. «Горная электромеханика и рудничная аэрология». Тбилиси, 1974.
2. М. В. Ноникашвили. Сообщения АН ГССР, 94, № 3, 1979.

И. И. БЛЕХМАН, О. Г. ПИРЦХАЛАИШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИНХРОНИЗАЦИИ
 ДЕБАЛАНСНЫХ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвигия 25.12.1981)

Явление самосинхронизации механических дебалансных вибро-возбудителей все более широко используется в вибрационных машинах и устройствах; начинают применяться также различные способы принудительной синхронизации. Современное состояние вопроса изложено в книге [1], где перечислен ряд закономерностей самосинхронизации механических вибровозбудителей.

В настоящем сообщении обращается внимание на еще одну своеобразную закономерность, состоящую в том, что условия устойчивости синхронных вращений роторов, обеспечивающих определенный закон колебаний тела, на котором они установлены, существенно зависят от взаимных направлений вращения роторов.

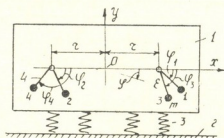


Рис. 1. Динамическая схема системы

Данная закономерность обнаруживается, в частности, в относительно простой системе, представленной на рис. 1. Твердое тело 1, которое может совершать плоско-параллельное движение, связано с неподвижным основанием 2 симметричной системой упругих элементов 3. Колебания телу сообщаются четырьмя одинаковыми механическими вибровозбудителями — неуравновешенными роторами 4, расположенными попарно и симметрично на расстояниях r от центра тяжести тела. Направления вращения каждого ротора могут быть приняты любыми, так что закон вращения роторов в первом приближении определяется равенствами

$$\varphi_s = \sigma_s (\omega t + \alpha_s) \quad (s = 1, \dots, 4), \quad (1)$$

где $\omega > 0$ — угловая скорость синхронного вращения; σ_s — число, равное 1 при вращении s -го ротора по ходу часовой стрелки и равное -1 при его вращении в противоположном направлении; α_s — начальная фаза. Предполагается, что синхронность и требуемые начальные фазы



вращения роторов α_s обеспечиваются либо использованием синхронных нереактивных электродвигателей, либо вследствие эффекта самосинхронизации; в последнем случае двигатели являются асинхронными.

Обычно в вибрационных машинах и устройствах, идеализируемых посредством описанной системы, необходимо обеспечить прямолинейные, круговые или эллиптические поступательные, а иногда поворотные колебания тела (рабочего органа). Нетрудно заметить, что в ряде случаев определенный закон колебаний тела обеспечивается при различных сочетаниях направлений и начальных фаз вращения роторов, определяемых величинами σ_s и α_s в формулах (1). Это видно из таблицы, где во второй и третьей колонке указаны две комбинации величин σ_s и α_s , при которых имеют место прямолинейные поступательные колебания тела вдоль оси Oy ; две комбинации, при которых происходят чисто поворотные колебания, и, наконец, три комбинации, при которых колебания тела отсутствуют вследствие взаимного уравновешивания центробежных сил, развиваемых роторами (в последнем случае говорят так называемых компенсирующих фазировках, представляющих особый интерес при проектировании групповых фундаментов под неуравновешенные машины).

Таблица условий устойчивости синхронных вращений роторов вибрационных машин

Характер колебаний тела	Комбинация значений величин	Характер вращения роторов	Условия устойчивости	
			В случае использования синхронных двигателей	В случае самосинхронизации
Прямолинейные поступательные колебания вдоль оси	$\sigma_1 = \sigma_2 = 1, \sigma_3 = \sigma_4 = 1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > 4W_0 \text{Sup}[-(C, AV^2 + B - C)]$	$C > 0, AV^2 + B - C < 0$
	$\sigma_1 = \sigma_2 = -1, \sigma_3 = \sigma_4 = 1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > 4W_0 \text{Sup}[-(C, B - C, AV^2 - C)]$	$C > 0, B - C < 0, AV^2 - C < 0$
Чисто поворотные	$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 = 1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > 4W_0 \text{Sup}\{AV^2 - [AV^2 + (B - C)]\}$	$A > 0, AV^2 - (B - C) > 0$
	$\sigma_1 = \sigma_2 = -1, \sigma_3 = \sigma_4 = 1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > W_0 \text{Sup}\{(2AV^2 - C) - [AV^2 + (B - C)]\}$	$2AV^2 - C > 0, 4AV^2 - (B - C) < 0$
Отсутствие колебаний ("компенсирующие фазировки")	$\sigma_1 = \sigma_2 = 1, \sigma_3 = \sigma_4 = -1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > 4W_0 \text{Sup}(AV^2 + B, C)$	$A < 0, B < 0, C < 0$
	$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 = 1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > 4W_0 \text{Sup}(AV^2 + B, C)$	$A < 0, B + C < 0$
	$\sigma_1 = \sigma_2 = 1, \sigma_3 = \sigma_4 = -1$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0, \alpha_3 = \alpha_4 = 0$		$C^* > 4W_0 \text{Sup}(C, AV^2 + B)$	$AV^2 + B < 0, C < 0$

Обсуждаемая закономерность состоит в том, что условия устойчивости синхронных вращений роторов для различных комбинаций величин σ_s и α_s , обеспечивающих определенный характер колебаний тела, оказываются различными для различных таких комбинаций. Указанные условия устойчивости, полученные путем использования методики, подробно изложенной в книгах [1, 2], представлены для каждой из рассматриваемых комбинаций σ_s и α_s в двух последних колонках таблицы. При этом предпоследняя колонка соответствует слу-



чаю принудительной синхронизации, когда роторы приводятся во вращение от синхронных не реактивных электродвигателей, а последняя колонка — случаю самосинхронизации, когда привод осуществляется от двигателей асинхронного тела. Через $c^* > 0$ в таблице обозначена «жесткость» характеристики синхронизирующего момента двигателя

$$W_0 = \frac{m^2 \varepsilon^2 \omega^2}{2M}, \quad A = \frac{1}{\lambda_x^2 - 1}, \quad B = \frac{1}{\lambda_y^2 - 1}, \quad C = \frac{1}{\lambda_\varphi^2 - 1},$$

$$v = r/\rho, \quad \rho = \sqrt{I/M},$$

$$\lambda_x^2 = c_\varphi/I\omega^2, \quad \lambda_x^2 = c_x/M\omega^2, \quad \lambda_y^2 = c_y/M\omega^2, \quad (2)$$

причем M и I есть соответственно масса и момент инерции твердого тела с учетом масс роторов, условно сосредоточенных на осях их вращения; m и ε — соответственно массы и эксцентриситеты роторов; r — расстояние от осей вращения роторов до центра тяжести тела \emptyset ; ρ — радиус инерции тела; c_x , c_y и c_φ — жесткости при смещениях тела и при его повороте; λ_x , λ_y и λ_φ — соответствующие безразмерные частоты свободных колебаний тела. При выводе условий устойчивости предполагалось, что движение происходит вдали от резонанса, т. е. что величины λ_x , λ_y и λ_φ в достаточной мере отличаются от единицы.

Как это и должно быть (см. [1, 2]), условия последней колонки формально получаются из требований отрицательности каждой из величин, стоящих в предпоследней колонке под знаком Sup. Естественно также, что условия предпоследней колонки автоматически выполняются при выполнении условий последней колонки (напомним, что $c^* > 0$). Отметим далее, что условия устойчивости компенсирующих фазировок при самосинхронизации заведомо выполняются в послерезонансной области $\lambda_x < 1$, $\lambda_y < 1$, $\lambda_\varphi < 1$ ($A < 0$, $B < 0$, $C < 0$, что согласуется с так называемым обобщенным принципом Лаваля [1]).

Наконец, заметим, что в случаях $\sigma_1 = \sigma_4 = -1$, $\sigma_2 = \sigma_3 = 1$, $\alpha_1 = -\alpha_4 = \pi$, $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ и $\sigma_1 = \sigma_4 = 1$, $\sigma_2 = \sigma_3 = -1$, $\alpha_1 = \alpha_3 = 0$, $\alpha_2 = \alpha_4 = \pi$ приведенные условия устойчивости движений при самосинхронизации являются необходимыми и достаточными, а во всех прочих случаях — лишь необходимыми, ибо соответствующие характеристические уравнения имеют в этих случаях, наряду с отрицательными корнями, также и по одному нулевому корню. Для получения необходимых и достаточных условий в указанных случаях требуется дополнительное исследование.

Изложенные результаты существенны при проектировании вибрационных машин с несколькими механическими возбудителями и групповых фундаментов под неуравновешенные машины. Они показывают, что путем удачного выбора комбинаций параметров σ_s и α_s (или только σ_s — в случае самосинхронизации) из числа обеспечивающих требуемый характер колебаний системы можно значительно облегчить выполнение соответствующих условий устойчивости.

Всесоюзный научно-исследовательский
и проектный институт
механической обработки
полезных ископаемых
г. Ленинград

Грузинский сельскохозяйственный
институт

ი. ბლახმანი, ო. ფირცხალაიშვილი

დებალანსური ვიბროალმგზნების სინქრონიზაციის ერთი
კანონზომიერების შესახებ

რეზიუმე

გამახვილებულია ყურადღება თავისებურ კანონზომიერებაზე, რომელიც ახასიათებს დებალანსური ვიბროალმგზნების სინქრონიზაციას. ეს კანონზომიერება მდგომარეობს იმაში, რომ ვიბროალმგზნების მუშა ლილვის სინქრონული ბრუნვის მდგრადობის პირობები არსებითად დამოკიდებულია მუშა ლილვების ურთიერთმიმართულებაზე და ბრუნვაზე მათი სინქრონული მოძრაობისას. ეს კანონზომიერება ილუსტრირებულია მყარ ტანზე სიმეტრიულად განლაგებულ ოთხი ერთნაირ ვიბროალმგზნებზე, რომელიც ასრულებს ბრტყელ პარალელურ მოძრაობას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

I. I. BLEKHMAN, O. G. PIRTSKHALAISHVILI

SPECIFIC BEHAVIOUR OF SYNCHRONIZED MECHANICAL
VIBRATION EXCITERS

Summary

Special attention is paid to the peculiar behaviour of synchronized mechanical out-of-balance weight vibration exciters. This peculiarity lies in the fact that stable conditions for vibration exciter rotors performing synchronous rotations which provide for a predetermined oscillation pattern of a solid body whereon the said exciters are mounted significantly depend on correlative directions of the rotors' synchronous rotation. A case of a symmetrical system including four identical vibration exciters elastically mounted on an immovable foundation and performing a plane-parallel motion is cited as an example of such behaviour.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Блехман. Синхронизация в природе и технике. М., 1981.
2. И. И. Блехман. Синхронизация динамических систем. М., 1971.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. В. ГИНЗБУРГ, Г. Г. МУРДЖИКНЕЛИ

ЛИНЕЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИ
 СТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 25.6.1982)

При решении многих радиотехнических задач, особенно связанных с передачей дискретной информации по каналам связи, наиболее адекватной моделью сигнала является периодически стационарный случайный процесс (ПСП), у которого плотность вероятности выборочных значений инвариантна к изменению всех выборочных моментов на одинаковую величину, кратную периоду стационарности (длительности посылки) [1—4].

Рассмотрим прохождение ПСП через линейную цепь с постоянными параметрами (выходной процесс также периодически стационарен в установившемся режиме) и некоторые возможности описания сигналов систем передачи дискретной информации как для многомерных моментных функций, так и для многомерных корреляционных функций.

Пусть $x(t)$ и $y(t)$ — входной и выходной ПСП, а

$$M_x^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) = \langle x(t)x(t+\tau_1) \cdot \dots \cdot x(t+\tau_n) \rangle, \quad (1)$$

$$M_y^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) = \langle y(t)y(t+\tau_1) \cdot \dots \cdot y(t+\tau_n) \rangle \quad (2)$$

— их $n+1$ -мерные моментные функции, которые вследствие периодической стационарности процессов можно представить комплексными рядами Фурье [4]

$$M_x^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \beta_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) \exp\{ik\omega_T t\}, \quad (3)$$

$$M_y^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) \exp\{ik\omega_T t\}, \quad (4)$$

где $\omega_T = 2\pi/T$; T — период стационарности,

$$\beta_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) = \frac{1}{T} \int_0^T M_x^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) \exp\{-ik\omega_T t\} dt, \quad (5)$$

$$\gamma_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) = \frac{1}{T} \int_0^T M_y^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) \exp\{-ik\omega_T t\} dt. \quad (6)$$

Установим связь между моментными функциями ПСП на входе и выходе линейной цепи с импульсной реакцией $g(t)$ и передаточной функцией



$$G(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \exp\{-i\omega t\} dt. \quad (7)$$

Подставим (2) в (6) и, пользуясь для выборочных траекторий интегралом Дюамеля, получим, поменяв порядок операций интегрирования и математического ожидания

$$\begin{aligned} \gamma_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) &= \frac{1}{T} \int_0^T \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} M_x^{(n)}(t-s, \tau_1+s-s_1, \dots, \tau_n+s-s_n) g(s) \cdot \\ &\cdot g(s_1) \dots g(s_n) \cdot \exp\{-ik\omega_T t\} ds \cdot ds_1 \dots ds_n dt, \end{aligned}$$

откуда после замены переменных s_e на $\sigma_e = s_e - s$ с учетом (3) и (5) имеем

$$\begin{aligned} \gamma_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) &= \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \beta_k^{(n)}(\tau_1 - \sigma_1, \dots, \tau_n - \sigma_n) \tilde{g}_k(\sigma_1, \dots, \sigma_n) \cdot \\ &\cdot d\sigma_1 \dots d\sigma_n, \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$\tilde{g}_k(\sigma_1, \dots, \sigma_n) = \int_{-\infty}^{\infty} g(s) g(s + \sigma_1) \dots g(s + \sigma_n) \exp\{-ik\omega_T s\} ds.$$

Таким образом, k -й коэффициент ряда (4) зависит только от k -го коэффициента ряда (3) и не зависит от других коэффициентов.

Получим аналогичные соотношения в спектральной форме. С этой целью введем многомерные преобразования Фурье $B_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n)$ и $\Gamma_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n)$ коэффициентов $\beta_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n)$ и $\gamma_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n)$, которые, например, для входного процесса имеют вид

$$\begin{aligned} B_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n) &= \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \beta_k^{(n)}(\tau_1, \dots, \tau_n) \exp\{-i\omega_1 \tau_1 - \dots - i\omega_n \tau_n\} \cdot \\ &\cdot d\tau_1 \dots d\tau_n, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \Gamma_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n) &= \frac{1}{(2\pi)^n} \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} B_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n) \exp\{i\omega_1 \tau_1 + \dots + i\omega_n \tau_n\} \cdot \\ &\cdot d\omega_1 \dots d\omega_n. \end{aligned} \quad (10)$$

Подставив в (9) выражение (8), с учетом (10) получим для моментной или связанной с ней функцией следующее соотношение:

$$\Gamma_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n) = B_k^{(n)}(\omega_1, \dots, \omega_n) G(k\omega_T - \omega_1 - \dots - \omega_n) G(\omega_1) \dots G(\omega_n). \quad (11)$$

Наряду с моментными используют также квазимоментные, корреляционные и другие, связанные с моментными, функции [1]. Для них справедливы все записанные выше соотношения (кроме (1) и (2)). Наиболее удобными являются корреляционные функции. Это вызвано тем, что корреляционные функции суммы слагаемых равны суммам соответствующих корреляционных функций. Кроме того, они равны



нулю, если хотя бы одно выборочное значение не зависит от других. Поэтому для коэффициентов ряда Фурье корреляционной функции реального процесса, у которого вероятностные связи ослабевают с ростом задержек между выборочными моментами, всегда (в отличие от моментной функции) можно определить прямое и обратное преобразование Фурье (9) и (10).

Сигнал в системе передачи дискретных сообщений можно рассматривать как результат линейного преобразования ПСП, в качестве которого можно принять стандартный двоичный процесс (СДП), который принимает на послылке равновероятные значения ± 1 , причем соседние послылки независимы. Найдем корреляционную функцию СДП.

Для нахождения коэффициентов ряда Фурье корреляционной функции

$$K_x^{(n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_n) = \frac{1}{i^{n+1}} \frac{d^{n+1}(u, u_1, \dots, u_n; t, \tau_1, \dots, \tau_n)}{du \cdot du_1 \cdot du_2 \cdot \dots \cdot du_n} \Big|_{u=u_1=\dots=u_n=0} \quad (12)$$

где $\Psi = \ln \Theta$ — кумулянтная функция, Θ — характеристическая функция. Достаточно знать поведение СДП, например, при $0 \leq t < T$. С другой стороны, корреляционная функция не равна нулю только при попадании всех выборочных моментов в одну и ту же послылку. Поэтому найдем значения корреляционной функции для области $0 \leq t, t + \tau_1, \dots, t + \tau_n < T$, где выборочные значения равны $+1$ или -1 с вероятностями $1/2$. Поэтому характеристическая функция

$$\Theta(u, u_1, \dots, u_n; t, \tau_1, \dots, \tau_n) = (\exp\{iux(t) + iu_1x(t + \tau_1) + \dots + iu_nx(t + \tau_n)\}) = \cos(u + u_1 + \dots + u_n).$$

Логарифмируя $\cos(u + u_1 + \dots + u_n)$ и подставляя результат в (12), видим, что корреляционная функция неизменна в данной области и равна:

$$K_x^{(2n)}(t, \tau_1, \dots, \tau_{2n}) = 0, \\ K_x^{(2n-1)}(t, \tau_1, \dots, \tau_{2n-1}) = \frac{2^{2n}(2^{2n} - 1)}{2n} (-1)^{n+1} B_n,$$

где B_n — числа Бернулли [6] ($B_1 = \frac{1}{2}$; $B_2 = \frac{1}{30}$; $B_3 = \frac{1}{42} \dots$).

Подставив это выражение в (5) (вместо моментной) и приняв во внимание систему неравенств, которым должно удовлетворять t , чтобы корреляционная функция могла отличаться от нуля, получим

$$\beta_k^{(2n-1)}(\tau_1, \dots, \tau_{2n-1}) = \begin{cases} \frac{\exp\{-ik\omega_\tau \tau'\} - \exp\{ik\omega_\tau \tau''\}}{2\pi ki} \frac{2^{2n}(2^{2n} - 1)}{2n} (-1)^n B_n, & \text{при } \max\{|\tau_1|, \dots, |\tau_{2n-1}|\} < T, \\ 0 & \text{при } \max\{|\tau_1|, \dots, |\tau_{2n-1}|\} > T, \end{cases}$$

где

$$\tau' = \max(0, -\tau_1, \dots, -\tau_{2n-1}), \quad \tau'' = \min(\tau, T - \tau_1, \dots, T - \tau_{2n-1}).$$

При $n=1$ из этих выражений следуют полученные в [3].

Преобразования Фурье $B_k^{(2n-1)}(\omega_1, \dots, \omega_{2n-1})$ коэффициентов $\beta_k^{(2n-1)}(\tau_1, \dots, \tau_{2n-1})$ комплексного ряда Фурье корреляционной функции можно найти, подставив (14) в (9). Проще, однако в (9) подставить (5). После подстановки имеем

$$B_k^{(2^n-1)}(\omega_1, \dots, \omega_{2^n-1}) = \frac{2^{2^n}(2^{2^n}-1)}{2nT} (-1)^{n+1} B_n \int \exp(-i\omega_r kt - i\omega_1 \tau_1 - \dots - i\omega_{2^n-1} \tau_{2^n-1}) dt \cdot d\tau_1 \dots d\tau_{2^n-1},$$

где область интегрирования равна $0 < t, t + \tau_1, \dots, t + \tau_{2^n-1} < T$.

Заменим в этом интеграле переменные τ_e на $t_e = t + \tau_e$, после чего область интегрирования по всем переменным делается одинаковой и равной $(0, T)$. В результате интегрирования получаем искомое соотношение:

$$B_k^{(2^n-1)}(\omega_1, \dots, \omega_{2^n-1}) = \frac{(-1)^{n+1} 2^{2^n} (2^{2^n} - 1) B_n}{2} \times \\ \times \frac{1 - \exp\{-iT(k\omega_T + \omega_1 + \dots + \omega_{2^n-1})\}}{iT(k\omega_T + \omega_1 + \dots + \omega_{2^n-1})} \prod_{i=1}^{2^n-1} \frac{1 - \exp\{-i\omega_e T\}}{i\omega_e}. \quad (15)$$

Подставляя это выражение в (11), можно с учетом (10) найти корреляционные, а через них и моментные функции, например, фазоманипулированного сигнала на выходе детектора. В ряде случаев всю необходимую для решения конкретной задачи информацию о ПСП несут один—два первых ряда (4) или преобразование Фурье этих коэффициентов [7].

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 25.6.1982)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

3. გინზბურგი, გ. მურჯიკნელი

პერიოდულად სტაციონარული პროცესების წარმოცობის გარდაქმნები
 რ ე ხ ი უ მ ე

გამოკვლეულია პერიოდულად სტაციონარული შემთხვევითი პროცესების გავლა მუდმივი პარამეტრების მქონე წრფივ წრედებში. მიღებულია თანფარდობანი წრფივი წრედების შესასვლელზე და გამოსასვლელზე არსებულ პერიოდულად სტაციონარულ შემთხვევით პროცესებს შორის.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. V. GINZBURG, G. G. MURJIKNELI

LINEAR CHANGES OF PERIODICALLY STATIONARY PROCESSES

Summary

The passage of periodically stationary random processes through linear circuits with stable characteristics is analysed. The relations are obtained between periodically stationary processes at the input and the output of the linear circuits.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Л. Стратонович. Избранные вопросы теории флуктуаций в радиотехнике. М., 1961, 558.
2. Л. Е. Френкс. Теория сигналов. М., 1974, 344.
3. А. А. Каяцкас. Радиотехника, № 8, 1968.
4. В. В. Гинзбург. Труды учебных институтов связи, вып. 64, 1974, 201—207.
5. Б. Р. Левин. Теоретические основы статистической радиотехники. М., 1964, 728.
6. И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. Справочник по математике. М., 1964, 608.
7. В. В. Гинзбург, А. А. Каяцкас. Теория синхронизации демодуляторов. М., 1974, 216.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Р. К. КУКАВА

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОДНОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ
КОМБИНИРОВАННОМ МЕТОДЕ КОНТРОЛЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ

(Представлено академиком И. И. Джорджадзе 22.3.1982)

Имеется целый ряд систем, в которых характеристики контроля работоспособности отличаются от идеальных. Основными причинами неидеальности системы контроля являются неполнота и недостоверность контроля [1]. Ясно, что достоверность выходной продукции такой системы будет неудовлетворительно. В связи с этим, чтобы иметь уверенность в правильности решения задания, вполне естественно использование периодического контроля, т. е. осуществление комбинации нескольких видов контроля [2]. В системах с комбинированным контролем можно различить отказы двух видов: отказы первого вида, которые обнаруживаются в момент их возникновения, и отказы второго вида, которые обнаруживаются во время периодического контроля. Для уменьшения непроизводительных работ задание разбивается и выполняется поэтапно. Очевидно, что реальное время выполнения задания зависит от частоты периодического контроля. В работе [3] рассмотрен случай, когда периодический контроль осуществляется в конце выполнения задания. В настоящей работе рассматривается случай, когда периодический контроль происходит в конце каждого этапа задания.

Рассмотрим одноканальную восстанавливаемую систему, предназначенную для выполнения задания длительностью t_m , которое может быть величиной случайной или неслучайной. Через t_m обозначено минимальное время выполнения задания при абсолютной надежности системы. Рассмотрим случай $t_m = \text{const}$. Переход к случайной величине t_m не представляет труда, если воспользоваться формулой (4) из [4]. Анализ будем проводить при следующих допущениях. Задание разбивается на n этапов с одинаковым минимальным временем выполнения — τ , т. е. $\tau = \frac{t_m}{n}$. Этапы выполняются последовательно и результаты каждого этапа запоминаются. В системе имеются два независимых рекуррентных потока отказов с функциями распределения интервалов между отказами $B_1(t)$ и $B_2(t)$, соответственно. Периодический контроль осуществляется в конце каждого этапа и после каждого отказа первого вида. При отказе первого вида на i -м этапе, после периодического контроля и восстановления, выполнение задания продолжается с начала i -го этапа. При отказе второго вида, после восстановления, выполнение задания продолжается с последнего правильно решенного этапа. Время восстановления является случайной



величиной с функцией распределения $G(t)$. После ремонта первоначальное состояние системы полностью восстанавливается. Периодический контроль занимает постоянное время — τ_k . Во время восстановления и периодического контроля отказы не возникают.

При этих условиях функционирования системы требуется найти $\Phi_j(t, x)$ — вероятность того, что выполнение задания, начиная с j -го этапа, закончится за время, меньшее t , при условии, что в момент $t=0$ система работоспособна и к этому моменту с последнего восстановления прошло время, равное x . Для вывода уравнений относительно $\Phi_j(t, x)$ воспользуемся интегральным методом. Используя теорему сложения вероятностей несовместимых событий, получаем

$$\begin{aligned} \Phi_j(t, x) = & \prod_{i=1}^2 \frac{[1 - B_i(x + \tau)]}{[1 - B_i(x)]} \Phi_{j+1}(t - \tau - \tau_k, x + \tau + \tau_k) + \\ & + \frac{[1 - B_1(x + \tau)] [B_2(x + \tau) - B_2(x)]}{2 \prod_{i=1} [1 - B_i(x)]} \int_0^{t - \tau - \tau_k} dG(y) \Phi_j(t - \tau - \tau_k - y, 0) + \\ & + \int_0^{\tau} \frac{d_u B_1(x + u)}{2 \prod_{i=1} [1 - B_i(x)]} \int_0^{t - \tau_k - u} dG(y) \Phi_j(t - \tau_k - y - u, 0), \quad j = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (1)$$

Применив преобразование Лапласа—Стилтьеса к (1) и теоремы запаздывания и свертки, получим систему алгебраических уравнений относительно

$$\begin{aligned} \varphi_j(s, x) = & \prod_{i=1}^2 \frac{[1 - B_i(x + \tau)]}{[1 - B_i(x)]} e^{-s(\tau + \tau_k)} \varphi_{j+1}(s, x + \tau + \tau_k) + \\ & + g(s) \frac{[1 - B_1(x + \tau)] [B_2(x + \tau) - B_2(x)]}{2 \prod_{i=1} [1 - B_i(x)]} \varphi_j(s, 0) + \\ & + \frac{e^{-s\tau_k} g(s)}{2 \prod_{i=1} [1 - B_i(x)]} \int_0^{\tau} e^{-su} dB_1(x + u) \varphi_j(s, 0), \quad j = \overline{1, n}, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\varphi_j(s, x) = \int_0^{\infty} e^{-st} \Phi_j(t, x) dt; \quad g(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dG(t).$$

Система уравнений (2) решается методом последовательных подстановок, начиная с $j=n$. Например, когда $j=n$ и $x=0$, из (2) находим

$$\varphi_n(s, 0) = \prod_{i=1}^2 [1 - B_i(\tau)] e^{-s(\tau + \tau_k)} / s \times$$



$$\times \left\{ 1 - g(s) \left[e^{-s\tau_k} \int_0^{\tau} e^{-su} dB_1(u) + (1 - B_1(\tau)) B_2(\tau) \right] \right\}.$$

Подставляя это значение $\varphi_n(s, 0)$ обратно в (2) при $x \neq 0$, находим $\varphi_n(s, x)$ и т. д.

Таким образом, методом математической индукции можно доказать, что решение системы (2) можно представить в следующем рекуррентном виде:

$$\varphi_m(s, x) = A_x^m + \sum_{j=0}^{n-m} C_{x+j(\tau+\tau_k)}^{j,m} Q_{x+j(\tau+\tau_k)}^m, \quad m = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где

$$Q_x = \frac{e^{-s\tau_k} g(s)}{\prod_{i=1}^2 [1 - B_i(x)]} \int_0^{\tau} e^{-su} dB_1(x+u) + g(s) \frac{[1 - B_1(x+\tau)][B_0(x+\tau) - B_2(x)]}{\prod_{i=1}^2 [1 - B_i(x)]},$$

$$A_x^m = \prod_{j=0}^{n-m} \left\{ \prod_{i=1}^2 \frac{[1 - B_i(x+\tau+j(\tau+\tau_k))]}{[1 - B_i(x+j(\tau+\tau_k))]} \right\} e^{-s(n-m)(\tau+\tau_k)} s^{-1}, \quad m = \overline{1, n},$$

$$C_{x+j(\tau+\tau_k)}^{j,m} = \prod_{i=1}^2 \frac{[1 - B_i(x+\tau)]}{[1 - B_i(x)]} e^{-s(\tau+\tau_k)} C_{x+j(\tau+\tau_k)}^{j-1, m+1}, \quad j = \overline{1, n-m},$$

$$C_x^{0,m} = \prod_{i=1}^2 \frac{[1 - B_i(\tau)]}{[1 - B_i(0)]} e^{-s(\tau+\tau_k)} \left[A_{\tau+\tau_k}^{m+1} + \sum_{j=0}^{n-m-1} C_{(j+1)(\tau+\tau_k)}^{j, m+1} Q_{(j+1)(\tau+\tau_k)} \right] \frac{1}{1 - Q_0};$$

$$A_x^{n+1} = s^{-1}, \quad C_x^{i, n+1} = 0.$$

Зная $\varphi_j(s, x)$, ($j = \overline{1, n}$), можно найти все моменты случайных величин. Обратное преобразование можно произвести по известным приближенным методам.

Ниже приведем выражение только для математического ожидания времени решения n -этапной задачи.

Используя соотношения

$$|s\varphi_j(s, x)|'_{s=0} = -T_j(x), \quad |g(s)|'_{s=0} = -\tau_B.$$

легко переходим от (2) к системе уравнений относительно средних значений $T_j(x)$

$$\prod_{i=1}^2 [1 - B_i(x)] \cdot T_j(x) = \prod_{i=1}^2 [1 - B_i(x+\tau)] T_{j+1}(x+\tau+\tau_k) + T_j(0) Q_x^1 + Q_x^2, \quad (4)$$

где

$$Q_x^1 = B_1(x + \tau) - B_1(x) + [1 - B_1(x + \tau)] [B_2(x + \tau) - B_2(x)],$$

$$Q_x^2 = \int_0^\tau [1 - B_1(x + u)] du + \tau_B Q_x^1 + \tau_A [1 - B_1(x) + B_2(x + \tau) (B_1(x + \tau) - 1)] +$$

$$+ \tau B_2(x + \tau) [B_1(x + \tau) - 1].$$

Система уравнения (4) решается аналогично системе (2)

Тбилисский НИИ приборостроения
и средств автоматизации

(Поступило 26.3.1982)

ავტომატური მართვა და ბამოთვლითი ტექნიკა

რ. კუკავა

ერთარხიანი სისტემის წარმადობა კომბინირებული მეთოდით
შრომისუნარიანობის კონტროლის დროს

რეზიუმე

განხილულია ტექნიკური სისტემის საშუალებით ამოცანის შესრულების დროის განაწილების ფუნქციის განსაზღვრის მეთოდი, როცა ადგილი აქვს ორი სახის მტყუნებას და ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი ხდება კომბინირებული მეთოდით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

R. K. KUKAVA

SINGLE-CHANNEL SYSTEM EFFICIENCY UNDER A
COMBINED METHOD OF CHECKING ITS WORKING CAPACITY

Summary

The task solution time distribution function under a combined method of checking the working capacity with respect to two kinds of system failure is determined in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. П. Креденцер. Прогнозирование надежности систем с временной избыточностью. Киев, 1978.
2. В. А. Гуляев. Контроль ЭВМ. Киев, 1977.
3. И. С. Микадзе, Р. К. Кукава. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980.
4. Р. В. Какубава, Р. К. Кукава, М. Ш. Курцер, И. С. Микадзе. Автоматика и телемеханика, № 7, 1981.



И. М. САКВАРЕЛИДZE

СНЯТИЕ НЕОБХОДИМОСТИ В ЯРОВИЗАЦИИ У ОЗИМЫХ ПШЕНИЦ СИНИМ И КРАСНЫМ СВЕТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Санадзе 19.12.1981)

Мнение исследователей сходится на том, что основным условием для яровизации семян или растений озимой пшеницы является пониженная температура и никакие другие факторы среды не могут заменить этот фактор [1—4].

С 1974 г. нами исследовались рост и развитие 8 форм грузинских пшениц в условиях различного спектрального состава естественной солнечной радиации путем ее экранирования через соответствующие фильтры-пленки. Опыты проводились в условиях Бакурианского выскогорного ботанического сада (1760 м н. у. м.).

В данной статье приводятся результаты исследования пшениц с хорошо выраженной потребностью в яровизации: *Triticum macha* v. *letschchumicum*—озимая, необходимость в яровизации 40—50 дней, *Tr. palaecoldicum*—необходимость в яровизации 28—30 дней, *Tr. m. v. colchicum*—необходимость в яровизации 25—30 дней.

Опытные растения высевались в поздневесенние сроки, в разные годы от 10 до 18 мая. Варианты опыта: 1) открытый грунт; 2) контроль, растения помещались под пленку, пропускающую по всем участкам спектра 60—70% света от естественной солнечной радиации; 3) вариант опыта, где пленка поглощала практически всю ультрафиолетовую радиацию (УФ), пропуская все остальные области солнечного спектра; 4) вариант с пленкой, пропускающей в основном синие лучи (Син.); 5) вариант опыта с пленкой пропускающей в основном красные лучи (Кр.) (рис. 1, 2).

Температурные условия во всех вариантах были одинаковыми ($\pm 0,5^\circ$). Одинаковые температурные условия поддерживались благодаря конструкции вегетационных домиков (рис. 3), которые представляют собой металлический каркас, обтянутый соответствующей пленкой. От поверхности земли до начала пленочного покрытия оставлен просвет в 20—25 см. Под крышей находится «окно» высотой 40—50 см. Над окном, во избежание попадания прямых солнечных лучей, крыша заканчивается прикрытым пленкой выступом, загнутым книзу. Просветы у основания и под крышей вегетационных домиков обеспечивают вентиляцию, способствующую созданию температурного режима, подобного естественному.

При поздних посевах, как и следовало ожидать, в открытом грунте развитие опытных растений приостанавливалось в фазе кущения и к осени растения погибали. Некоторые из них перезимовывали и заканчивали полный цикл индивидуального развития лишь на следующий год (Ф. 1, 2, 3, вазон № 1). В варианте 2 у растений, выращиваемых под контрольной пленкой, наблюдалась почти такая же картина, как и в открытом грунте. В редких случаях у *Tr. m. v. colchicum* отдельные побеги достигали выхода в трубку (Ф. 3, вазон № 2), но колошение не имело места. В варианте 3 у растений, выращиваемых под пленкой, срезающей УФ, наблюдалась различная реакция. У *Tr. m. v. letschchumicum* в отсутствии УФ отмечалась депрессия в процессах развития и увеличения вегетативной массы. Кусты были маленькие и скоро погибали (Ф. 1, № 3). В случае *Tr. palaecoldicum* растения не достигали фазы выхода в трубку, однако рост стимулировался. Длин-



ные, многочисленные листья, стеблевание и стоячая форма куста указывают на положительную реакцию данной формы на исключение из

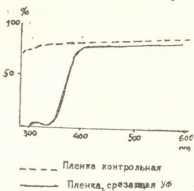


Рис. 1. Кривые пропускания пленок-фильтров: контрольной — — — — — и срезающей УФ — — — — —

естественной радиации УФ-лучей (Ф. 2, № 3). То же самое стимулирование процессов роста, но несколько сильнее и даже выход в трубку

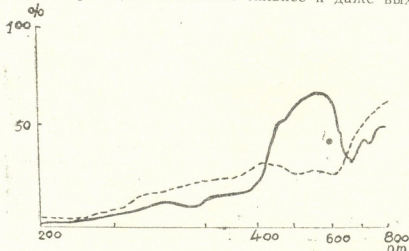


Рис. 2. Кривые пропускания пленок-фильтров: синей — — — — — и красной — — — — —

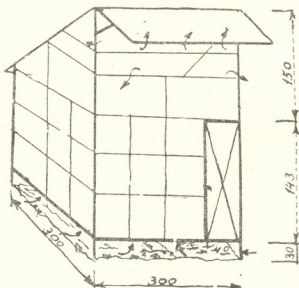


Рис. 3. Схема конструкции вегетационного домика

наблюдались при исключении УФ у *Tg. macha v. colchicum*. Из приведенных примеров видно, что реакция различных форм растений на исключение из естественной солнечной радиации УФ-участка была выражена различно, но колошение в этом варианте не наблюдалось.



При выращивании растений под синей и красной пленками, несмотря на сильное ослабление суммарной естественной радиации (до 70%) и выделение ограниченного спектрального участка, у всех опытных растений отмечалось ускорение развития, в подавляющем большинстве случаев заканчивающееся колошением (Ф. 1, 2, 3, № 4, 5).



Ф. 1—Пшеница *Tr. aestivum* v. *leutschicum* (5/IX—1974),



Ф. 2—*Tr. palaeocolchicum* (5/IX—1974),



Ф. 3—*Tr. aestivum* v. *colchicum* (5/IX—1974).

Вазоны: № 1 — вариант с открытым грунтом, № 2 — контроль, № 3 — вариант с пленкой, срезающей УФ, № 4 — вариант с синим светом, № 5 — вариант с красным светом

С самого начала более мощная вегетативная масса, более темно-зеленый цвет листьев, а иногда и более ускоренное наступление фазы выхода в трубку имели место в варианте с синим освещением. Однако на завершающих этапах онтогенеза разница в развитии опытных растений постепенно сглаживалась и колошение почти одновременно наступало как в условиях синего, так и красного света. Реакция различных форм пшеницы на действие синего и красного света была несколько различной. Растения *Tr. m. v. leutschicum* лучше росли и развивались на синем свете, нежели на красном; у растений *Tr. palaeocolchicum* и *Tr. m. v. colchicum* колошение наступало на несколько дней раньше на красном свете.



Таким образом, было установлено снятие депрессии у растений, требующих яровизацию, при их выращивании в условиях синего или красного света. Однако возникает вопрос, чем же можно объяснить депрессию, наблюдаемую при освещении полным спектром естественной солнечной радиации, где и синие и красные лучи в достаточной мере присутствуют одновременно. Чтобы ответить на поставленный вопрос, согласно теории Жакоба и Моно [5], следует допустить наличие двух категорий генов-регуляторов, ответственных за торможение развития неярковизированных озимых растений. По-видимому, одни гены-регуляторы активизируются в условиях синего света (REbl), другие же — в условиях красного (REred). Одновременная активация генов-регуляторов обеих категорий вызывает двойное торможение. Удаление же синего или красного участка света, видимо, ослабляет степень торможения процессов развития из-за выключения одного из репрессивных факторов, и растения оказываются способными завершить полный цикл развития.

Исходя из этого объяснения, торможение развития неярковизированных растений при наличии света и вегетирующих частей обусловлено генами-регуляторами REbl+REred. Низкую, положительную температуру же надо рассматривать как условие, обеспечивающее пониженную активность всех жизненных процессов как на свету, так и в темноте и таким образом дополняющее систему REbl+REred.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило 25.12.1981)

გენეტიკის ფიზიოლოგია

ი. საკვარელიძე

საშემოდგომო ხორბლებში იაროვიზაციის აუცილებლობის მოხსნა ლურჯი და წითელი სინათლით

რეზიუმე

სტატიაში აღწერილია საშემოდგომო არაიაროვიზებული ხორბლების დერესის მოხსნის შესაძლებლობა წითელსა და ლურჯ სინათლებზე.

PLANT PHYSIOLOGY

I. M. SAKVARELIDZE

REMOVAL OF THE NECESSITY OF JAROVIZATION IN WINTER WHEATS BY BLUE AND RED LIGHT

Summary

The paper presents experimental material attesting to the removal of the blocking of development of non-jarovized winter wheats in conditions of red and blue light screened from natural solar radiation filter-films.

The experimental data allow the author to suggest the presence of regulator genes (REbl+REred) exerting an inhibitory influence on growth and development, functioning in winter wheats in the early stages of ontogeny.

A low, positive temperature is viewed as a condition ensuring—in the absence of light—a lowered activity of all physiological and biochemical processes, and also as being supplementary to the REbl+REred regulation system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. Purvis. Ann. Bot., № 48, 1934.
2. В. И. Разумов, Т. В. Олейникова. Агробиология, № 5, 1962.
3. М. Х. Чайлахян. ДАН СССР, № 5, 1933.
4. И. М. Сакварелидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1965.
5. F. Jacob, J. Monod. Mol. Biol., № 3, 1961.



ძ. ტარასუხილი, ნ. ლვაშიაშვილი, თ. კეზელი, ა. ბერიძე

ასკორბინ-გლუტათიონის სისტემის მინერალოგია ვაზის
 ყინვაგამძლეობაში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 23.12.1981)

ლიტერატურაში არსებობს მონაცემები გლუტათიონისა და ასკორბინის მექანიზმებისა და ცინვაგამძლეობის შორის არსებული კავშირის შესახებ [1—7]. ცინვაგამძლე ჯიშები გამოირჩევა ასკორბინის მექანიზმების მაღალი შემცველობით [1]. ამ ნაერთით მდიდარია აგრეთვე ჩრდილოეთის განედზე და ალპურ სარტყელში მოზარდი მცენარეები [8], რაც სხვა არახელსაყრელ პირობებთან ერთად გამოწვეულია დაბალი ტემპერატურის გავლენით.

აქედან გამომდინარე, ცინვაგამძლეობის ფიზიოლოგიური საფუძვლების შესწავლის პროცესში მიზანშეწონილად ვცანით გამოგვეკვლია ასკორბინის მექანიზმებისა და გლუტათიონის შემცველობა და მათი ურთიერთდამოკიდებულება ვაზის განვითარების სხვადასხვა ფაზაში — დინამიკაში, რისთვისაც შევარჩიეთ სხვადასხვა ცინვაგამძლეობის მქონე საწარმოო ჯიშები: რქაწითელი, ჩინური, საფერავი და გორული მწვანე. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად (ცხრილი 1) აღმოჩნდა, რომ ასკორბინის მექანიზმების მაღალი შემცველობა აღინიშნება

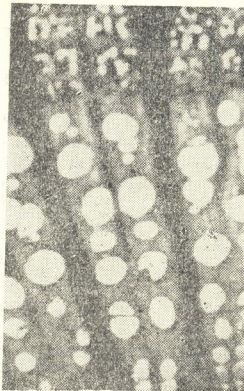
ცხრილი 1

ასკორბინის მექანიზმების დინამიკა ვაზის ღეროში (მგ% მშრალ წონაზე)

ჯიშები	აქტიური ვეგეტაცია	ორგანული სვენება	ძულეებითი სვენება	წვეთა მოძრაობის დასაწყისი
რქაწითელი	145	49	56	62
ჩინური	189	46	68	69
საფერავი	128	45	50	62
გორული მწვანე	118	49	49	63

აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (ივნისი—ივლისი), შემდეგ თანდათანობით კლებულობს და სექტემბერ—ოქტომბერში მინიმუმს აღწევს, რაც ორგანული სვენების პერიოდს ემთხვევა. იძულებითი სვენების ფაზაში (დეკემბერი—იანვარი) კი მისი რაოდენობა საგრძნობლად მატულობს შედარებით ცინვაგამძლე ჯიშებში და წვეთა მოძრაობის დაწყებისთანავე ეს ზრდა უფრო თვალსაჩინოა. ამასთან, საინტერესოა, რომ შედარებით ცინვაგამძლე ჯიშები (რქაწითელი და ჩინური) უფრო დიდი რაოდენობით შეიცავს ამ ვიტამინს, ვიდრე ნაკლებად ცინვაგამძლე ჯიშები (საფერავი, გორული მწვანე). ასეთი ჯიშობრივი სხვაობა განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული აქტიური ვეგეტაციისა და იძულებითი სვენების პერიოდში. აქვე უნდა აღინიშნოს ასკორბინის მექანიზმების მაღალი ვაზის ქსოვილებში, რაც ჰისტოქიმიური ანალიზით იყო დადგენილი. აღმოჩნდა, რომ ორგანული სვენების პერიოდში ყველა ჩვენს მიერ შესწავლილ ჯიშში ასკორბინის მექანიზმების მაღალი რაოდენობით გროვდება ლაფინის

სხივებსა და პარენქიმაში. იძულებითი სვენების პერიოდში კი უკვე მკვეთრად დაა გამოსახული ჯიშობრივი სხვაობა. ყინვაგამძლე ჯიშებში მისი რაოდენობა შედარებით მაღალია და ის ლოკალიზებულია ლაფნისა და გულგულის სხივებში, ლაფნის პარენქიმაში და პერიმედულარულ ზონაში (სურ. 1), მაშინ როდესაც ნაკლებად ყინვაგამძლე ჯიშებში მისი შემცველობა საგრძნობლად დაბალია და გვხვდება ძირითადად ლაფნის რადიალურ სხივებში (სურ. -2).



სურ. 1. რქაწითელი. იძულებითი სვენება



სურ. 2. გორული მწვანე. იძულებითი სვენება

გლუტათიონის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მისი საერთო რაოდენობა ასკორბინის მქავეს მსგავსი დინამიკით ხასიათდება და მაღალია ყინვაგამძლე ჯიშებში აქტიური ვეგეტაციისა და იძულებითი სვენების ფაზებში. ამასთანავე იძულებით სვენებაში ნაკლებად ყინვაგამძლე ჯიშები საფერავი და გორული მწვანე უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავენ მას, ვიდრე შედარებით ყინვაგამძლე რქაწითელი და ჩინური (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

გლუტათიონის შემცველობის დინამიკა ვაზის ღეროში (მგ % მშრალ წონაზე)

ჯიშები	აქტიური ვეგეტაცია			ორგანული სვენება			იძულებითი სვენება		
	საერთო	ალდე-ნილი	დაქან-გული	საერთო	ალდე-ნილი	დაქან-გული	საერთო	ალდენილი	დაქანგული
რქაწითელი	105	98	7	26	0	26	26	23	3
ჩინური	104	83	22	22	5	17	29	14	15
საფერავი	88	83	4	10	10	0	35	28	6
გორული მწვანე	58	36	22	17	17	0	34	22	12

ამგვარად, როგორც 2 ცხრილში მოყვანილი მასალა გვიჩვენებს, წლიური დინამიკის მხრივ გლუტათიონის შემცველობა ასკორბინის მქავეს მსგავსია. კერძოდ, მაქსიმალურია აქტიური ვეგეტაციის ფაზაში, შემდეგ კლებულობს

და მინიმუმს აღწევს ორგანული სვენებისას, ხოლო იძულებით სვენებაში კვლავ მატულობს. ამასთან საყურადღებოა, რომ ორგანული სვენების პერიოდში შედარებით ყინვაგამძლე ჯიშებში გლუტათიონი მთლიანად დაქანგული ფორმითაა წარმოდგენილი, მაშინ როდესაც ნაკლებად ყინვაგამძლე ჯიშებში აღდგენილი ფორმა ჭარბობს. იძულებითი სვენების პერიოდში კი ყველა შემთხვევაში მატულობს აღდგენილი გლუტათიონი. ეს მატება განსაკუთრებით თვალსაჩინოა რქაწითელსა და ჩინურში, რაც უდავოდ გარკვეულ როლს ასრულებს ყინვაგამძლეობის გაძლიერებაში.

ლ ე ვ ი ტ ი ს ჰიპოთეზის თანახმად [2], ყინვაგამძლეობა დამოკიდებულია ცილის მოლეკულაში სულფჰიდრილის ჯგუფის რეზისტენტობაზე. გლუტათიონი კი წარმოადგენს დაბალმოლეკულურ ნერთს, რომლის SH-ჯგუფი საწყისი მასალაა ცილის მოლეკულისათვის. მცენარის ორგანიზმში აღდგენილი გლუტათიონის დიდი რაოდენობით დაგროვება, როგორც ჩანს, ხელს უწყობს ცილების სინთეზს. ამით უნდა აიხსნას მისი დიდი შემცველობა აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში. ორგანულ სვენებაში გლუტათიონი გადადის დაქანგულ ფორმაში, რაც ხელს უწყობს ზრდის შენელებას. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ორგანულ სვენებაში გლუტათიონის ინტენსიური დაქანგვა, რაც განსაკუთრებით ყინვაგამძლე ჯიშებში შეინიშნება, განაპირობებს მცენარის მომზადებას ზამთრის არახელსაყრელი პირობებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 25.12.1981)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

К. М. ТАРАСАШВИЛИ, Н. Э. ГВАМИЧАВА, Т. А. КЕЗЕЛИ, А. Г. БЕРИДЗЕ

ЗНАЧЕНИЕ АСКОРБИН-ГЛЮТАТИОНОВОЙ СИСТЕМЫ В МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

В однолетних побегах промышленных сортов виноградной лозы (Ркацители, Чинури, Саперави, Горули мцване) изучалась динамика содержания аскорбиновой кислоты и глутатиона. Оказалось, что морозоустойчивые сорта (Ркацители, Чинури) содержат их в большем количестве, чем менее устойчивые (Саперави, Горули мцване). При этом эти вещества в максимальном количестве накапливаются в период активной вегетации.

Гистохимическим анализом установлено, что в период вынужденного покоя у морозоустойчивых сортов лозы аскорбиновая кислота содержится в большем количестве в радиальных лучах, паренхиме луба и перимедулярной зоне побега, тогда как у менее устойчивых сортов она содержится гораздо в меньшем количестве и локализована только в радиальных лучах, расположенных в лубе.



K. M. TARASASHVILI, N. E. GVAMICHAVA, T. A. KEZELI, A. G. BERIDZE
SIGNIFICANCE OF THE ASCORBIC ACID GLUTATHIONE SYSTEM
IN THE FROST RESISTANCE OF GRAPEVINE

Summary

The dynamics of ascorbic acid and glutathione has been studied in Rkatsiteli, Chinuri and Goruli Mtsvane varieties of grapevine. Frost-resistant varieties (Rkatsiteli, Chinuri) proved to contain a greater quantity of these substances than do less resistant ones (Saperavi, Goruli Mtsvane). The substances accumulated in shoots during the active vegetation period. In the phase of deep dormancy, their quantity decreases, increasing again in the period of exogenous dormancy. The correlation of different forms of glutathione also changes according to the phase development of grapevine. The reduced form predominates in the period of active vegetation and exogenous dormancy as well. In the phase of deep dormancy, glutathione is mainly represented by the oxidized form. Histochemical analysis has demonstrated that in exogenous dormancy, resistant varieties contain greater quantity of ascorbic acid in radial rays, phloem parenchyma and perimedial zone, while in less-resistant varieties a smaller quantity of ascorbic acid is localized in phloem radial rays.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Е. Овчаров. Роль витаминов в жизни растений. М., 1958.
2. Д. Ж. Левит. Сб. «Клетка и температура среды». М.—Л., 1964.
3. Е. А. Рубанюк. Автореф. канд. дисс. Киев, 1966.
4. Т. С. Сулакадзе. Физиологические основы морозостойчивости цитрусовых растений. Тбилиси, 1967.
5. Д. Ф. Проценко, Е. В. Белецкая. Сб. «Рост и устойчивость растений», вып. 3. Киев, 1968.
6. Г. Рангелов. Физиология виноградной лозы. София, 1977.
7. Н. В. Агафонов, В. Н. Пономарев. Зимостойкость плодовых и ягодных культур. М., 1973.
8. Т. А. Кезели. Витамины в растениях Грузии. Тбилиси, 1966.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. А. ЖГЕНТИ

КОРКОВЫЕ РЕАКЦИИ ПОВТОРНЫХ РАЗДРАЖЕНИЙ ОГРАДЫ И ХВОСТАТОГО ЯДРА ГОЛОВНОГО МОЗГА КОШКИ

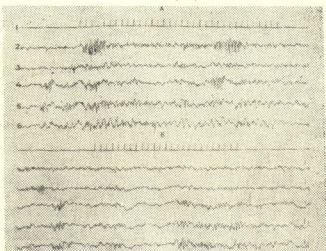
(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 30.4.1982)

Несмотря на сравнительно подробное морфологическое [1, 2], а также электрофизиологическое [3, 4] изучение ограды, вопрос о происхождении и функциональной роли ее все еще не решен. Одни исследователи рассматривают ее как структуру коркового происхождения [5], другие — как производное ганглиев переднего мозга [6], третьи считают ее межучасточным образованием [7].

С целью обнаружения возможного сходства и различий между хвостатым ядром (ХЯ) и оградой в предыдущей работе [8] мы сравнивали неокортикальные и подкорковые эффекты одиночного раздражения этих ядер. При одиночной стимуляции обеих структур в новой коре возникает ритмический разряд последодействия (РРП), но, в отличие от ХЯ, при раздражении ограды РРП наблюдается в более широкой области коры и при более низких порогах.

В связи с тем что в опытах Габора и др. [9] стимуляцией оград (при разной частоте) получались разные поведенческие реакции, мы решили подробно изучить корковые эффекты раздражения оград и ХЯ при разной частоте повторных стимулов, рассчитывая уловить какие-либо характерные особенности протекания электрической активности в одном и другом случае.

Рис. 1. Коровые эффекты повторного (3/сек) раздражения (3 в, 0,3 мсек) оград (А) и ХЯ (Б). На всех рисунках: 1 — отметка раздражения, 2 — активность передней сигмовидной извилины, 3 — передней части супрасильвиевой извилины, 4 — средней части супрасильвиевой извилины, 5 — передней части эктосильвиевой извилины, 6 — задней латеральной извилины. Калибровка здесь и на последующих рисунках: амплитуды — 100 мкв, времени — 1 сек



Опыты проводили на кураризованных кошках при внутривенном введении малых доз нембутала (2 мг/кг). ХЯ и ограду раздражали биполярными электродами (из константанового провода с фабричной изоляцией), вживленными в головной мозг стереотаксически [10]. Электрическую активность корковых структур регистрировали монополярно на пятнадцатиканальном электроэнцефалографе фирмы «Альвар». После завершения опытов мозг фиксировали в 10%-ном растворе

ре формалина и на фронтальных срезах определяли местонахождение кончиков раздражающих электродов.

На рис. 1 показаны корковые эффекты повторного (3/сек) раздражения ограды (А) и ХЯ (Б) после внутривенного введения малой дозы нембутала (2 мг/кг). На рисунке видно, что раздражение (А1) ограды при частоте 3/сек (3 в, 0,3 мсек) вызывает вспышку веретен (частота волн 10—12/сек) в сенсомоторной области коры (А2), а также в средней части супрасильвиевой извилины (А4). В это время в других областях новой коры она не возникает (А3) или плохо выражена (А5,6). Стимуляция ХЯ (Б) теми же параметрами раздражения такую реакцию в новой коре не вызывает.

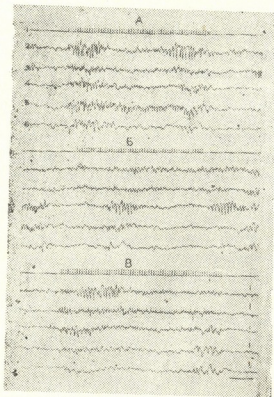


Рис. 2. Кортиковые эффекты повторного (10/сек) раздражения ограды (А) и ХЯ (Б, В). Раздражения в случае А,Б—3 в (0,3 мсек); В—4 в (0,3 мсек)

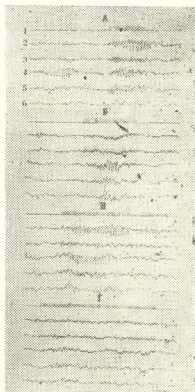


Рис. 3. Влияние сравнительно частого раздражения ограды (А—14/сек, В—18/сек) и ХЯ (Б—14/сек, Г—18/сек) на электрическую активность новой коры. Раздражения в случае А,Б—4 в (0,3 мсек); В, Г—3 в (0,3 мсек)

При увеличении частоты раздражения ограды ответная реакция захватывает почти все области новой коры (рис. 2, А). Так, при частоте 10/сек (3 в, 0,3 мсек) возникает реакция вовлечения (РВ) почти во всех регистрируемых областях коры (лучше всего она выражена в передней сигмовидной извилине—2). Стимуляция ХЯ (Б) при той же силе и частоте не вызывает такую реакцию в коре, в частности в передней сигмовидной извилине. (Повторные вспышки веретен на нижних кривых—Б4,5—представляют собой спонтанные вспышки, на которые наше раздражение не оказывает влияния). При увеличении силы раздражения (4 в, 0,3 мсек) ХЯ (В) РВ возникает уже в сенсомоторной области (В2) и средней части супрасильвиевой извилины (В4), но она выражена слабее, чем при раздражении ограды (А).

Дальнейшее увеличение частоты раздражения ограды (рис. 3, А—14/сек. В—18/сек) вызывает хорошо выраженную РВ (А2, 4, 5;



B2, 4), тогда как стимуляция ХЯ при тех же параметрах (Б и Г) такую реакцию в коре (в частности, в передних частях сигмовидной и супрасильвиевой извилин) не вызывает.

Таким образом, ограда и ХЯ при их повторных раздражениях вызывают в новой коре синхронную активность в виде вспышек веретен или РВ преимущественно в разных областях коры. Отличаются эффекты раздражения ограда и ХЯ также следующим:

1. На нембутализированных препаратах веретена и РВ в коре возникают при более низких порогах в случае раздражения ограда.

2. Хорошо выраженная РВ в случае раздражения ХЯ возникает при частоте 6—12/сек [11, 12], при стимуляции же ограда пределы частоты для вызова РВ более широкие.

3. При повторных стимуляциях ограда РВ возникает в более широких областях коры, чем при раздражении ХЯ.

Однако все это не является еще достаточным основанием для решения вопроса о происхождении и функции ограда. Требуется дальнейшее исследование в других направлениях.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 30.4.1982)

აღმნიშნისა და ცნობელთა ფიზიოლოგია

ბ. ჟღენტო

კატის ტარვის ტვინის ზღუდისა და კუდიანი ბირთვის ხშირი
გაღიზიანებით გამოწვეული ქერქული რეაქციები

რეზიუმე

ზრდასრულ, მიორელაქსანტით იმობილიზებულ კატებზე ნემბუტალის მცირე დოზების ვენაში შეყვანის შემდეგ შევისწავლეთ ზღუდისა და კუდიანი ბირთვის სხვადასხვა სიხშირის გაღიზიანებით ახალ ქერქში აღძრული რეაქციები. როგორც ზღუდის, ისე კუდიანი ბირთვის გაღიზიანება ახალ ქერქში იწვევდა თითისტარებს და ჩართვის რეაქციას, რომელთა გამოწვევის ზღურბლი უფრო დაბალი იყო ზღუდის გაღიზიანებისას, ვიდრე კუდიანი ბირთვისა. კარგად გამოხატული ჩართვის რეაქციის გამოწვევი სიხშირეთა დიაპაზონი ზღუდის გაღიზიანების შემთხვევაში უფრო ფართო იყო, ვიდრე კუდიანი ბირთვის გაღიზიანებისას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. A. ZHENTI

CORTICAL RESPONSES TO REPETITIVE STIMULATION OF
THE CLAUSTRUM AND CAUDATE NUCLEUS IN CATS

Summary

Following intravenous injection [of small doses of nembutal, responses arising in the neocortex at repetitive stimulation (varying frequency) of the claustrum and the caudate nucleus were studied in mature cats immobilized

by a myorelaxant. This stimulation was shown to evoke in the neocortex spindle bursts and a recruiting response, the stimulation thresholds being lower for the claustrum than for the caudate nucleus. The frequency range for the evocation of a pronounced recruiting response was wider at stimulation of the claustrum than the caudate nucleus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. S. L. Rae. *Confin. neurol.*, Basel, 14, № 4, 1954, 211—219.
2. R. Druga. *Folia morph.*, Praha, 14, № 1, 1966, 7—16.
3. I. Spector, J. Hassmanova, D. Albe-Fessard. *Exp. Neurol.*, 29, № 1, 1970, 31—51.
4. I. Spector, J. Hassmannova, D. Albe-Fessard. *Brain Res.*, 66, № 1, 1974, 39—65.
5. K. Brodmann. *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde*. J. A. Barth, Leipzig, 1909.
6. E. Landaw. *J. Anat.* 53, № 3, 1919, 351—360.
7. I. N. Fillimonoff. *J. Hirnforsch.*, 8, № 5/6, 1966, 503—528.
8. Н. А. Жгенти, З. И. Нанобашвили, Э. Л. Мегедь. *Сообщения АН ГССР*, 107, № 2, 1982, 389—392.
9. A. J. Gabor, L. P. Talmage. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 17, № 5, 1964, 513—519.
10. F. Reinoso-Suarez. *Topografischer Hirnatlas der Katze für experimental-physiologische Untersuchungen*. E. Merck. A. G. Darmstadt, 1961.
11. T. Shimamoto, M. Verzeano. *J. Neurophysiol.*, 17, № 3, 1954, 278—288.
12. С. М. Бутхузи. *Электрофизиологическое исследование функций хвостатого ядра*. Тбилиси, 1971.



Г. К. ГОКСАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ цАМФ ФОСФОДИЭСТЕРАЗНОЙ АКТИВНОСТИ В МОЗГОВОЙ ТКАНИ ПРИ ОБЩЕМ И ЛОКАЛЬНОМ ОБЛУЧЕНИИ ГОЛОВЫ И ТУЛОВИЩА ВЗРОСЛЫХ ЖИВОТНЫХ И ЭМБРИОНОВ

Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джогадзе 8.4.1982)

В литературе накапливается все больше данных, подтверждающих высокую эффективность эндогенных моноаминов в повышении радиостойчивости организма [1]. Вместе с тем, известно, что биогенные амины своей радиозащитный эффект проявляют путем стимулирования фермента аденилциклазы и образования циклического 3'5'-АМФ (цАМФ) из АТФ [2]. Было показано, что радиозащитные дозы катехоламинов повышают уровень цАМФ [3], а другие стимуляторы биосинтеза цАМФ одновременно значительно увеличивают радиорезистентность [4]. Интерес к аденилциклазной системе особенно возрос после установления стимулирования биосинтеза цАМФ некоторыми синтетическими радиопротекторами — мексамином, АМТ, ПАПФ и др. [5]. Значительно меньше внимания было уделено ферменту цАМФ-фосфодиэстеразе, разрушающей цАМФ. В немногочисленных исследованиях в этом направлении были получены неоднозначные данные, и поэтому трудно судить о роли этого фермента в механизме радиостойчивости организма. Перед нами встала задача выяснить воздействие радиации на фосфодиэстеразную активность в нервной ткани при общем облучении и при локальном облучении головы и туловища взрослых кроликов и их эмбрионов.

В опыт брали кроликов породы шиншилла. Локальное облучение головы проводили в условиях фиксации животного и покрытия остальной части тела специально отлитой свинцовой формой, толщина которой составляла 10 мм. Тотальное облучение и облучение туловища проводили в аналогичных условиях дозой 800 Р с использованием фильтра. С толщиной 0,5 см на рентгеновской установке РУМ-11, 200, 15 мА. Также были проведены опыты на новорожденных крольчатах, которых облучали внутриутробно на 15-й день беременности животного дозой 400 Р. Фосфодиэстеразную активность определяли методом Батчлера и Сазерланда [6]. Кроликов обезглавливали через 5 мин после облучения, а эмбрионов — сразу после рождения.

Проведенные исследования показали, что при однократном общем облучении кроликов дозой 800 Р в исследуемых участках мозга — мозжечке, продолговатом мозге, коре и таламусе цАМФ-фосфодиэстеразная активность подавляется в разной степени (табл. 1). Самое сильное уменьшение активности фермента наблюдается в мозжечке и продолговатом мозге (на 35,33 и 33,34% соответственно). Сравнительно меньше ингибируется фермент в таламусе (23,85%), а в коре мозга отмечается лишь тенденция снижения.

При облучении туловища животного той же дозой в условиях экранирования головы активность фосфодиэстеразы больше всего снижается опять-таки в мозжечке и продолговатом мозге (на 35,08 и 47,74% соответственно). В коре мозга отмечается тенденция снижения



активности фермента, а в таламусе его активность практически не меняется.

При облучении головы и экранировании туловища активность фермента, так же как и в предыдущих условиях, подавлена в мозжечке и продолговатом мозге на 27,53 и 18,34% соответственно, тогда как в таламусе отмечается активирование фосфодиэстеразы, а в коре увеличение активности на 27,37%.

Таблица 1

Изменение фосфодиэстеразной активности мозговой ткани после облучения кролика дозой 800 Р

Участки мозга	Общее облучение				Облучение головы			Облучение туловища		
	Фосфор, М±m	Фосфор, М±m	P	Измене- ния, %	Фосфор, М±m	P	Измене- ния, %	Фосфор, М±m	P	Измене- ния, %
Мозжечок	47,3 ±1,8	31 ±2,2	0,01	-35,33	34,3 ±2,3	0,05	-27,53	31,4 ±1,9	0,01	-35,08
Продолговатый мозг	15,0 ±1,1	10,2 ±1,8	0,05	-33,34	12,2 ±1,4	0,2	-18,34	7,8 ±1,5	0,01	-47,74
Таламус	56,7 ±2,1	43,2 ±1,8	0,05	-23,85	62,8 ±3,2	0,1	+10,67	60,4 ±2,4	0,2	+6,22
Кора	93,5 ±4,2	84,7 ±3,7	0,2	-9,94	119,1 ±4,4	0,05	+27,37	105,3 ±3,6	0,2	+12,29
Гомогенат головного мозга	118,8 ±4,3	99,9 ±2,9	0,1	-15,84	89,9 ±2,5	0,05	-26,03	71,4 ±2,6	0,05	-39,85

Фосфодиэстеразная активность выражается количеством неорганического фосфора (мкг), образовавшего 1 мг белка в течение 5 мин.

Аналогичные исследования по определению активности фосфодиэстеразы в цельном гомогенате головного мозга кролика, подверженного общему облучению, облучению только головы или туловища, показали, что во всех случаях активность фермента заметно уменьшается.

При анализе полученных экспериментальных данных выясняется, что наиболее резкие сдвиги в активности фосфодиэстеразы наблюдаются при общем облучении животного. Эффект менее выражен при облучении туловища, а при облучении только головы и экранировании туловища изменения не являются статистически достоверными. Эти данные позволяют заключить, что угнетение фосфодиэстеразной активности происходит не только от непосредственного лучевого воздействия на мозг, но и от опосредованного воздействия. Повидимому, эти вторичные воздействия являются гуморальными и должны играть существенную роль в активности фермента фосфодиэстеразы. Одновременно нужно отметить тот факт, что в отдельных исследуемых участках мозга в разной степени повреждается фермент. Возможно, это явление связано с физико-химическим характером самого фермента, что может отразиться на степени повреждения. Например, известно, что в интактной коре мозга фермент фосфодиэстераза проявляет самую высокую активность, а в мозжечке — самую низкую. По нашим же данным, после радиационного воздействия в мозжечке фермент повреждается значительно сильнее, чем в коре мозга.

В следующей серии экспериментов изучалось изменение активности фосфодиэстеразы в тех же участках головного мозга эмбриона после экстракорпорального облучения матки кролика на 15-й день беременности дозой 400 Р. Результаты опытов показали, что активность фосфодиэстеразы в исследованных участках мозга у новорож-



денных предварительно облученных крольчат подвергается разнонаправленным изменениям (рис. 2). Активность фермента в таламусе ингибируется на 24,21% а в продолговатом мозге активируется на 18,15%, тогда как в мозжечке и коре мозга она практически не изменяется.

Таблица 2

Изменение фосфодиэстеразной активности в мозговой ткани эмбрионов при облучении кролика-матки дозой 400 Р

Участки мозга	Норма	О п ы т		
	Фосфор, М±m	Фосфор, М±m	P <	Изменения, %
Мозжечок	51,5±2,1	55,2±2,6	0,2	+ 7,01
Продолговатый мозг	40,0±1,9	47,1±1,8	0,1	+18,16
Таламус	76,9±3,3	58,3±2,7	0,05	-24,21
Кора	92,2±4,2	87,0±3,6	0,1	+ 5,62

Трудно найти причину таких разнонаправленных изменений активности фосфодиэстеразы. Нам кажется, что определенную роль в регуляции активности фермента должны играть эндогенные противолучевые компенсаторные механизмы, которые также подвергаются лучевым воздействиям. Общие метаболические изменения в мозговой ткани, вызванные лучевым воздействием, должны своеобразно отражаться и на активности фосфодиэстеразы. Со своей стороны, изменение активности фермента фосфодиэстеразы должно оказывать значительное влияние на уровень цАМФ в мозговой ткани. Поскольку лучевое воздействие должно изменять и активность аденилциклазы, нужно думать, что уровень цАМФ в разных отделах головного мозга должен определяться изменением активности обоих ферментов — аденилциклазы и фосфодиэстеразы. Если это так, то нужно считать, что фермент фосфодиэстераза должен играть существенную роль в радиопротекторном механизме цАМФ.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 15.4.1982)

ბიოქიმიკა

ბ. გომსაძე

მოზრდილი ცხოველების და ემბრიონების თავის ტვინში
 ფოსფოდიესტერაზული აქტივობის შესწავლა თავისა და სხეულის
 ზოგადი და ლოკალური დასხივების დროს

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ბოცვერის ერთჯერადი ზოგადი დასხივება 800 რენტგენით იწვევს ციკლური ამფ ფოსფოდიესტერაზის აქტივობის სხვადასხვა ხარისხით დათრგუნვას თავის ტვინის ქერქში, მოგრძო ტვინში, ნათხემში და თალამუსში. ცხოველის თავისა და სხეულის ლოკალური დასხივებისას თავის

ტვინის შესწავლილ უბნებში აღინიშნება ფოსფოდიესტერაზული აქტივობის სხვადასხვა მიმართულებითი ცვლილებები.

ანალოგიური ცვლილებები აღინიშნება ახალდაბადებული ბაჭის თავის ტვინში დედა კურდღლის ზოგადი დასხივების დროს.

BIOCHEMISTRY

G. K. GOKSADZE

STUDY OF cAMP PHOSPHODIESTERASE ACTIVITY IN THE BRAIN
 AT LOCAL AND GENERAL IRRADIATION OF THE HEAD AND
 BODY OF ADULT RABBITS AND EMBRYOS

Summary

A single general irradiation of rabbits at the dose of 800 P causes varying degrees of inhibition of the cAMP phosphodiesterase activity in the cortex, medulla oblongata, cerebellum and thalamus. Local irradiation of the animal's body and head leads to marked changes in the enzymatic activity in different brain areas. Analogous changes were detected in the brain of newborn rabbits after preliminary irradiation of the female.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Н. Гончаренко, Б. В. Кудряшов. Радиационная биохимия, т. 4. М., 1975, 269.
2. П. А. Кометиани. О механизмах действия циклической аденозинмонофосфорной кислоты. Тбилиси, 1974.
3. S. Lipski. Internat. J. Biol., 29, 4, 1976, 359.
4. Н. И. Живатова, И. В. Филипович, Е. Ф. Романцев. Вопр. мед. химии, 22, № 4, 1976, 533.
5. В. Г. Владимиров, Д. А. Голубенцев, И. В. Гусев, Н. И. Либикина. Радиобиология, 19, № 1, 1979, 114.
6. R. W. Bucher, E. W. Sutherland. J. Biol. Chem., 237, 4, 1962, 1244.



А. Г. ЧОГОШВИЛИ

ДЕГРАДАЦИЯ ФОСФОЛИПИДОВ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ МЕМБРАН МИТОХОНДРИИ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 11.6.1982)

При низкотемпературном воздействии на митохондрии наблюдается значительная деградация фосфолипидов митохондриальных мембран в результате их фосфолипазного гидролиза [1—3]. В данной работе исследовали криповреждения внешних и внутренних мембран митохондрий в различных условиях охлаждения-отогрева органелл. Степень криповреждения оценивали по содержанию в мембранах продуктов фосфолипазного гидролиза — свободных жирных кислот.

Выделение митохондрий из печени кроликов и получение фракций их внешних и внутренних мембран проводили по Парсонсу и др. [4]. Суспензии органелл в 0,25 или 0,12 М растворе сахарозы охлаждали до -196°C жидким азотом быстро (1000°C в мин) или медленно ($0,1^{\circ}\text{C}$ в мин). Отогревали быстро (650°C в мин) или медленно (3°C в мин). После отогрева митохондрии инкубировали при $+30^{\circ}\text{C}$ в течение 45 мин. Контролем служили неохлажденные митохондрии, инкубированные в этих же условиях. Содержание свободных жирных кислот в мембранах определяли методом газовой хроматографии [1] на приборе «Янако Ж8». Содержание свободных жирных кислот в пробе получали суммированием количеств пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и арахидоновой кислот.

В таблице приведены результаты исследований содержания свободных жирных кислот во внешних и внутренних мембранах митохондрий после охлаждения и отогрева органелл с различной скоростью. Содержание свободных жирных кислот в мембранах неохлажденных и неинкубированных органелл принято за 100%.

Как видно из таблицы, содержание свободных жирных кислот в мембранах значительно возрастало при медленном охлаждении и медленном отогреве митохондрий по сравнению с контролем, что вызвано длительным воздействием гипертонических электролитных растворов, образующихся при вымерзании воды, и действием других факторов, объединяемых под общим названием «эффекты раствора» и приводящих к сильным повреждениям биомембран при столь низкой скорости охлаждения. Быстрый отогрев митохондрий после медленного охлаждения приводил к таким же изменениям, что хорошо согласуется с результатами других работ, указывающими на незначительное влияние скорости отогрева на степень повреждения при субоптимальной скорости охлаждения [5, 6]. По-видимому, более заметное повышение



содержания свободных жирных кислот во внешних мембранах ловлено в основном тем, что, как известно [7], большая часть фосфолипазной активности сосредоточена во внешних мембранах митохондрий.

Быстрое охлаждение митохондрий с быстрым отогревом вызывало незначительное увеличение содержания свободных жирных кислот по сравнению с контролем как во внешних, так и во внутренних мембранах. При этом режиме скорость охлаждения превышала оптимальную, которая в 0,25 М растворе сахарозы для митохондрий составляет 800°C в мин [8], однако это превышение невелико и в сочетании с быстрым отогревом вызывает небольшие криповреждения, т. к. при супраоптимальных скоростях охлаждения причиной повреждения мембран считается [5, 9] образование внутриклеточного, в данном случае внутримитохондриального, льда и его рекристаллизация при отогреве,

Режим воздействия на органеллы	Среда	Содержание свободных жирных кислот в мембранах, %	
		Внешние мембраны	Внутренние мембраны
Контроль	0,25 М сахароза	198 ± 19,3	124 ± 17,8
Медленное охлаждение, 0,1°C в мин; медленный отогрев, 3°C в мин	0,25 М сахароза	994 ± 47,1	271 ± 14,4
Медленное охлаждение, 0,1°C в мин; быстрый отогрев, 650°C в мин	0,25 М сахароза	990 ± 45,2	269 ± 17,8
Быстрое охлаждение, 1000°C в мин; быстрый отогрев, 650°C в мин	0,25 М сахароза	215 ± 17,9	133 ± 15,4
Быстрое охлаждение, 1000°C в мин; медленный отогрев, 3°C в мин	0,25 М сахароза	301 ± 11,4	286 ± 9,1
Быстрое охлаждение, 1000°C в мин; медленный отогрев, 3°C в мин	0,12 М сахароза	417 ± 16,7	421 ± 12,9
Медленное охлаждение, 0,1°C в мин; медленный отогрев, 3°C в мин	0,12 М сахароза	986 ± 20,3	264 ± 18,8

что в значительной степени устраняется сокращением времени рекристаллизации, т. е. быстрым отогревом. Как видно из таблицы, при быстром охлаждении с медленным отогревом, особенно в гипотонической среде, способствующей образованию внутримитохондриального льда, отмечался значительный рост содержания свободных жирных кислот во внутренних мембранах и менее заметное, чем при медленном охлаждении, повышение этих продуктов во внешних мембранах. Наблюдаемый в указанных условиях рост содержания свободных жирных кислот во внутренних мембранах свидетельствует о значительном повреждении, учитывая сравнительно невысокую фосфолипазную активность во внутренних мембранах [7]. При медленном охлаждении в гипотонической среде изменения были близки к наблюдаемым в условиях медленного охлаждения в изотонической среде.



Исходя из соображений о том, что криповреждения мембран в условиях супраоптимальной скорости охлаждения вызваны непосредственным воздействием на мембраны внутриклеточного льда, резким движением воды через мембрану при изменении температуры или осмотическими эффектами при оттаивании [5, 8, 9] и учитывая наши результаты, указывающие на значительное повреждение внутренних мембран митохондрий при супраоптимальной скорости охлаждения, можно предположить, что наблюдаемые изменения вызваны в основном повреждающим воздействием внутримитохондриального льда.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.6.1982)

ბიოქიმია

ა. აოლოშვილი

მიტოქონდრიების გარე და შიდა მემბრანების ფოსფოლიპიდთა დეგრადაცია დაბალი ტემპირატურით მოქმედებისას

რეზიუმე

მიტოქონდრიების სუბოპტიმალური სიჩქარით გაყინვისას ნაჩვენებია თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობის მნიშვნელოვანი ზრდა უპირატესად გარე მემბრანებში როგორც ნელი, ისე სწრაფი გაღობის პირობებში. სუპრაოპტიმალური სიჩქარით გაყინვისას თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობის ზრდა უმნიშვნელოა სწრაფი გაღობის შემთხვევაში, მაგრამ ნელი გაღობის შემთხვევაში კარგად შეიმჩნევა არა მხოლოდ გარე, არამედ შიდა მემბრანებშიც, განსაკუთრებით მიტოქონდრიების ჰიპოტონურ ხსნარში გაყინვისას. როგორც ჩანს, ეს ეფექტი გამოწვეულია მიტოქონდრიებში წარმოქმნილი ყინულის დამაზიანებელი მოქმედებით მემბრანებზე.

BIOCHEMISTRY

A. G. CHOGOSHVILI

DEGRADATION OF THE PHOSPHOLIPIDS OF THE OUTER AND INNER MEMBRANES OF MITOCHONDRIA UNDER EXPOSURE TO LOW TEMPERATURE

Summary

The cooling of mitochondria at suboptimal rate caused a substantial increase of the content of free fatty acids, predominantly in the outer membranes in conditions of both slow and rapid rewarming. When cooled at supraoptimal rate, the increase of the content of free fatty acids is slight at rapid rewarming, but is pronounced at slow rewarming not only in the outer but in the inner membranes as well, in particular when mitochondria are cooled in a hypotonic solution; this rise is apparently caused by the detrimental effect on the membranes of the intramitochondrial ice formed under these conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. Araki. *Cryobiology*, 14, 1977, 151.
2. А. М. Белоус, В. А. Бондаренко, Т. П. Бондаренко. Итоги науки и техники, сер. «Биофизика», 9, 1978, 80.
3. Е. В. Бурлакова, А. И. Джафаров, А. Г. Чогошвили, О. Р. Кольс, С. В. Киладзе. Сообщения АН ГССР, 62, № 1, 1971, 193.
4. D. F. Parsons, G. R. Williams, B. Chance. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 137, 2, 1966, 643.
5. P. Mazur. *Cryobiology*, 14, 1977, 251.
6. Н. С. Пушкарь, Ю. П. Тимошенко, Г. С. Лобынцева, Г. В. Щербак. Итоги науки и техники, сер. «Биофизика», 9, 1978, 8.
7. В. И. Сороковой, Ю. А. Владимиров. Итоги науки и техники, сер. «Биофизика», 5, 1975, 11.
8. T. Araki. *Cryobiology*, 14, 1977, 144.
9. J. Farrant, C. A. Walter, Heather Lee, L. E. McGann. *Cryobiology*, 14, 1977, 273.



И. Е. МОРГИЛЕВСКАЯ Д. Г. ЦКИПУРИШВИЛИ, В. Н. ДЖИХВАШВИЛИ

К ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛЕСНОЙ МЫШИ (*SYLVIMUS SYLVATICUS* L.) В ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 23.11.1981)

О морфологической изменчивости лесной мыши в Грузии уже отмечалось в литературе [1—4]. Однако большой интерес вызывает характер изменчивости. С этой целью предпринимаются попытки изучения ряда морфологических черт разных популяций, чтобы выявить характерные сочетания их, присущие отдельным популяциям. Последние могут оказаться полезными в изучении внутривидовой изменчивости.

Сравнивались две популяции сходных биотопов горнолесной зоны, разобщенные географически. Одна приурочена к южным склонам Большого Кавказа (урочище Авадхара, 1700—1900 м н. у. м.), вторая — к Месхетскому хребту (Малый Кавказ, окрестности Бахмаро, 1900—2000 м н. у. м.). Районы исследования характеризуются горным климатом с продолжительной зимой и устойчивым снежным покровом. В этих условиях произрастают хвойные и лиственно-хвойные леса из пихты с примесью ели, бука, клена и др., из кустарников — рододендрон, черника, орешник и т. д. Субальпийские леса составляют криволесье из граба, рябины, березы и др. Луговая растительность представлена разнотравьем.

Комплекс сопутствующих видов грызунов почти одинаков и различается лишь специфическими для каждого региона видами: на Большом Кавказе присутствием кавказской мышовки (*Sicista caucasica* Vinogr.), на Малом — рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreb.).

Местообитания лесной мыши обеих популяций весьма сходны. Кормовая база обеспечена семенами и плодами древесных и кустарниковых пород, а также различными частями лугового разнотравья.

Окраска мышей варьирует, но в обоих случаях доминирует типичная — бурая спина, светлые брюшко и лапки [1]. Следует заметить, что популяция из Бахмаро имеет более насыщенную окраску. Здесь отмечается восемь типов, при этом с бурой спиной 94% особей и среди них одна треть имеет темное брюшко и, частично, лапки; ржаво-бурое пятно на груди имеют 25% особей. Для популяции из Авадхары характерно шесть типов окраски, однако здесь второстепенные типы представлены серо-бурыми тонами на спине — 20%. Особи с темным брюшком относительно редки — около 7%.

Наряду с окраской, различия между популяциями отмечены и в структурных особенностях черепов. Так, венечный (лобно-теменной) шов в популяции Бахмаро представлен двумя формами — угла (59%) и дуги (41%); у авадхарских форму угла имеют 92% особей, дуги — только 8%. Также различаются структура лобно-носового шва. У особей из Бахмаро этот шов, соединяющий лобные и носовые кости, достигает уровня длинных зубов межчелюстных костей; у авадхарских он этого предела не достигает; межтеменная кость у тех и других заметно расширена посредине.

Изменчивость и достоверность различий морфологических признаков в двух популяциях лесной мыши (*Sylvivmus sylvaticus* L.) в Грузии

Признаки	Авадхарская популяция					Бахмаройская популяция					t	t < t _{q,k} * t > t _{q,k}
	n	M ± m	σ	C	I _q	n	M ± m	σ	C	I _q		
Длина тела	56	98,91 ± 1,07	8,04	8,13	96,81; 101,01	30	91,40 ± 1,15	6,31	6,90	89,14; 93,66	4,384	—
Длина хвоста	50	96,58 ± 1,15	8,10	8,39	94,33; 98,83	27	95,15 ± 1,26	6,56	6,89	92,68; 97,62	0,777	+
Длина уха	56	16,32 ± 0,18	1,36	8,33	15,97; 16,67	30	15,47 ± 0,18	1,00	6,52	15,11; 15,83	2,979	—
Длина задней ступни	55	21,52 ± 0,13	0,95	4,41	21,27; 21,77	30	21,33 ± 0,17	0,92	4,32	21,00; 21,66	0,880	+
Вес тела	56	23,41 ± 0,76	5,67	24,22	21,92; 24,90	30	19,77 ± 0,80	4,39	22,22	18,19; 21,34	3,023	—
Длина черепа наибольшая	51	25,64 ± 0,13	0,92	3,57	25,39; 25,89	16	24,43 ± 0,29	1,15	4,70	23,86; 24,99	4,244	—
Длина черепа кондло-базальная	50	24,07 ± 0,14	0,99	4,13	23,79; 24,35	17	22,46 ± 0,24	1,00	4,45	21,99; 22,94	5,690	—
Ширина скуловая	49	12,47 ± 0,07	0,49	3,95	12,33; 13,61	4	11,85 ± 0,28	0,56	4,69	11,30; 12,39	2,359	—
Ширина затылочная	50	9,73 ± 0,04	0,25	2,56	9,66; 9,80	18	10,37 ± 0,11	0,49	4,68	10,14; 10,59	6,931	—
Ширина межглазничная	55	4,18 ± 0,02	0,13	3,13	4,14; 4,22	20	4,17 ± 0,06	0,27	6,44	4,05; 4,28	0,211	+
Ширина носовая	56	4,16 ± 0,02	0,18	4,34	4,11; 4,21	18	4,28 ± 0,07	0,28	6,52	4,15; 4,41	2,092	—
Длина носовых костей	56	9,38 ± 0,06	0,43	4,56	9,27; 9,49	18	8,36 ± 0,13	0,55	6,57	8,11; 8,61	8,036	—
Длина диастемы	56	7,58 ± 0,05	0,37	4,94	7,48; 7,68	21	6,95 ± 0,11	0,51	7,40	6,73; 7,17	5,884	—
Длина резцовых отверстий	56	5,22 ± 0,04	0,31	5,90	5,14; 5,30	21	4,78 ± 0,09	0,45	9,50	4,58; 4,97	4,797	—
Длина верхних коренных	56	3,66 ± 0,02	0,13	3,58	3,62; 3,70	21	3,85 ± 0,06	0,29	7,59	3,73; 3,98	3,904	—
Длина слуховых камер	53	4,57 ± 0,03	0,24	5,20	4,50; 4,64	19	4,48 ± 0,07	0,32	7,04	4,34; 4,62	1,259	+
Высота затылочная	48	6,94 ± 0,03	0,23	3,33	6,88; 7,00	17	6,48 ± 0,07	0,29	4,40	6,34; 6,62	6,493	—

* t_{q,k} = 1,960

Помимо рассмотренных особенностей, изучено 17 промеров наружных и краниологических признаков, приведенных в таблице, в которой даются статистические характеристики их значений: n — объем выборки, M — средняя арифметическая, m — ошибка средней арифметической, σ — среднее квадратическое отклонение, C — коэффициент вариации, I_q — доверительный интервал при q , равном 5%-ному уровню значимости, что соответствует 95% надежности. В последней графе таблицы даны результаты проверки гипотезы о равенстве средних значений исследуемых признаков. Знаком плюс (+) обозначается случай, когда гипотеза о равенстве средних принимается ($|t| \leq t_{q, k}$), а знаком минус (—) — случай, когда гипотеза отвергается ($|t| > t_{q, k}$). Принятие гипотезы интерпретируется как совпадение средних значений, а отвержение — как несовпадение. Заметим, что

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{n_1 \sigma_1^2 + n_2 \sigma_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$t_{q, k} = 1,960$ для всех сравнений, так как число степеней свободы $k = n_1 + n_2 - 2 > 30$, а $q = 5\%$ [5].

Как видно из таблицы, авадхарская популяция по средним значениям признаков сильно отличается от бахмаройской. Из 17 изученных признаков только для четырех имеет место совпадение средних значений. Согласно таблице, особи авадхарской популяции больше бахмаройской как по весу, так и по длине тела. Из наружных признаков одинаковыми оказались длина хвоста и задней ступни. Последняя, как показали ранние исследования, является одним из самых стабильных признаков лесной мыши [1—3]. Из 12 краниологических признаков, только два — ширина межглазничная и длина слуховых камер имеют одинаковые средние значения; у остальных признаков средние значения не совпадают.

Значения коэффициентов вариации C обеих популяций невысокие — не более 8%, за исключением веса тела, который постоянно высок и достигает 24,22% у особей авадхарской популяции и 22,22% у особей Бахмаро. Интересно отметить при этом, что коэффициент вариации наружных признаков (1—5) у особей авадхарской популяции выше, чем у особей бахмаройской, тогда как коэффициент вариации всех краниологических признаков (6—17) ниже, чем у последних.

Варьирование окраски, формы венечного шва и других структурных особенностей черепа у лесных мышей относится к обычной внутривидовой изменчивости широко распространенного и весьма пластичного вида. Однако, по частоте встречаемости различных значений отдельных признаков в той или иной популяции, можно судить, в известной степени о влиянии среды обитания. Так, большой процент темнотелых особей в Бахмаро и общая яркость окраски могут быть показателем более высокой влажности среды обитания. Эти признаки более пластичны и быстрее отражают влияние среды. Однако, тот факт, что в сходных биотопах горнолесной зоны у популяций авадхарской и бахмаройской имеется несовпадение средних значений большого числа промеров краниологических признаков (таблица) позволяет допустить, что имеющиеся различия между исследуемыми популяциями более глубокие. Видимо, эти изменения носят географический характер и поэтому представляющие их популяции относятся к разным подвидам.

ი. მორგილევსკაია, დ. ციკურიშვილი, ვ. ჯიხვაშვილი

საპართველოში გავრცელებული ტყის თაგვის (SYLVIMUS SYLVATICUS L.) მორფოლოგიურ ნიშანთა ცვალებადობის შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია დიდი და მცირე კავკასიონის მთიან ტყეებში (ავადხარა, ბახმარო) გავრცელებული ტყის თაგვის ორი პოპულაციის დახასიათება და შედარება 17 მორფოლოგიური ნიშნის მიხედვით. ნაჩვენებია, რომ მიუხედავად ბიოტოპების მსგავსებისა შერჩეული პოპულაციები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან (13 ნიშნით). ნიშანთა ეს განსხვავება გეოგრაფიული ხასიათისა და შესწავლილი პოპულაციები სხვადასხვა ქვესახეობას მიეკუთვნება.

ZOOLOGY

I. E. MORGILEVSKAYA, D. G. TSKIPURISHVILI, V. N. JIKHVASHVILI

ON THE VARIABILITY OF THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE WOOD MOUSE (*SYLVIMUS SYLVATICUS* L.) IN GEORGIA

Summary

The morphological characteristics of two wood mouse populations in the Greater and Lesser Caucasus (Avadkhara, Bakhinaro) have been compared. It is shown that in spite of the similarity of their environment the given populations differ from each other in 13 features (out of 17). These differences are of geographical nature and the populations under study belong to different subspecies.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Е. Моргилевская. Материалы к фауне Грузии, вып. IV. Тбилиси, 1974.
2. И. Е. Моргилевская. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1975.
3. И. Е. Моргилевская, В. Н. Джихвашвили. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973.
4. И. Е. Моргилевская, Д. Г. Цкипуришвили. Сообщения АН ГССР, 69, № 2, 1973.
5. Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. Курс теории вероятностей и математической статистики. М., 1965.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Л. Ш. КАРКАРАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ
ПОВРЕЖДЕННОГО МИОКАРДА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 19.11.1981)

Вопрос взаимосвязи ишемической болезни сердца с физической активностью является одним из наиболее противоречивых и сложных в проблеме факторов риска этого заболевания. Ряд авторов сообщает о меньшем показателе летальности от ишемической болезни сердца у тренирующихся больных [1, 2].

Изменениям, возникающим в мышце сердца под влиянием физических нагрузок различной частоты и интенсивности, в последнее время придается огромное значение. Известно, что при однократной умеренной физической нагрузке отмечены незначительные изменения ультраструктуры миокарда, выражающиеся в просветлении саркоплазмы поверхностных участков клеток, умеренном набухании митохондрий. При более продолжительной физической нагрузке эти изменения резко выражены.

При часто повторяющейся многократной физической нагрузке в здоровом сердце, по данным П. Я. Мульдьярова [3], возникают значительные изменения ультраструктур миокарда, которые выражаются в сильном набухании митохондрий, разрушении их крист, очаговом расширении канальцев саркоплазматической сети, отеке мышечных клеток, уменьшении числа гранул гликогена и свободных рибосом, а также локальном разрыхлении базальной мембраны капилляров.

Со временем мышца сердца адаптируется к таким нагрузкам и спустя 1,5—2 месяца при наличии такой же нагрузки отмеченные изменения уже не наблюдаются, более того развивается гипертрофия миокарда, обусловленная гиперплазией специфических внутриклеточных ультраструктур.

Целью настоящей работы является изучение влияния физической нагрузки на ультраструктуру поврежденного сердца.

Опыты проведены на крысах-самцах со средней массой тела от 100 до 250 г. До физической нагрузки у всех подопытных животных воспроизвели новодриновую кардиодистрофию.

Новодрин вводили крысам двукратно из расчета 75—80 мг/кг внутримышечно через день.

У крыс, забитых спустя 2 недели, на гистологических препаратах отмечался диффузный мелкоочаговый кардиосклероз.

Животные были подразделены на следующие группы: I — подвергшиеся однократной физической нагрузке (плавание в течение 6 часов), II — подвергшиеся умеренной физической нагрузке (плавание по 2 часа 2 раза в неделю в течение 1,5 месяца).

Контрольную группу составили крысы с новодриновой кардиодистрофией.

Животных забивали декапитацией: I группы — сразу после окончания опыта, а II — спустя 1,5 месяца с начала опыта. Материал для электронно-микроскопического анализа забирали из различных участков миокарда левого желудочка, проводили по общепринятой методике. Срезы окрашивали методом двойного контрастирования и изучали в электронном микроскопе «Tesla BS-500».

Анализ электронных микрофотографий показал, что новодриновое повреждение сердца складывается из следующих изменений: со стороны миоцитов, в частности сарколеммы, наблюдаются хорошо выраженные «арки», появление которых многими исследователями расценивается как результат гипоксии миоцитов. Отмечаются набухание и отек митохондрий, склеивание и сливание органелл, в некоторых из них наружные мембраны разрушены.

Особенно характерно появление пересокращенных участков саркомеров с полным отсутствием дисков — J.

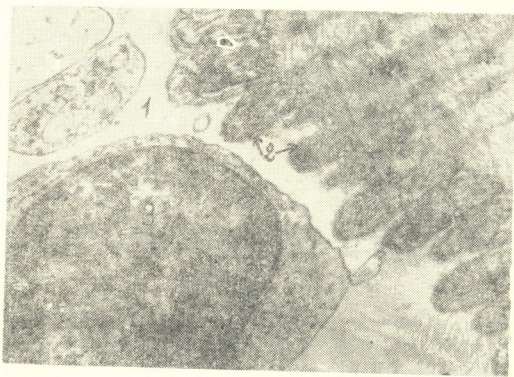


Рис. 1. Межклеточный отек (1), выраженные «арки» сарколеммы (2), появление активированных фибробластов (3) в миокарде левого желудочка крысы при новодриновой дистрофии ($\times 9000$)

После однократной острой предельно переносимой физической нагрузки (плавание в течение 6 часов) при электронно-микроскопическом исследовании отмечаются изменения как в стенке капилляров, так и в миоцитах. В кровеносных капиллярах развивается вакуолярная, вплоть до «балонной» дистрофия эндотелиоцитов с вымыванием матрикса цитоплазмы. Почти совершенно отсутствуют пиноцитозные пузырьки. Наличие дегранулированных разрушенных тромбоцитов в просвете капилляров позволяет судить о формировании стресс-реакции организма и, как следствие этого, о выбросе большого количества серотонина в кровяное русло [4]. Проницаемость стенки сосуда повышена, о чем свидетельствует наличие в межклеточном пространстве остатков форменных элементов крови (эритроцитов), вышедших путем диапедеза. Непрерывность сарколеммы нарушена.

Встречаются участки миокарда и с крайней степенью повреждения стенки кровеносных капилляров. В просвете таких сосудов имеются дегемоглобинизированные эритроциты. В межклеточном пространстве также отмечаются измененные форменные элементы крови. В кардиомиоцитах наблюдаются резкий внутриклеточный отек, дезинтеграция митохондрий, расслаивание отдельных пучков миофибрилл.

Спустя 1,5 месяца после длительной умеренной физической нагрузки при электронно-микроскопическом исследовании миокарда крыс, наряду с альтеративными изменениями, обнаруживаются и преобладают

сдвиги компенсаторно-адаптивного характера: межклеточное пространство чаще свободно от отечной жидкости. Отмечается тесный контакт стенки капилляров с миоцитами.

При детальном изучении стенки кровеносного капилляра отчетливо видна повышенная пиноцитозная активность плазмалеммы эндотелия и сарколеммы. Межэндотелиальные контакты уплотнены, что, вероятно, препятствует выходу форменных элементов крови за пределы сосудистой стенки.

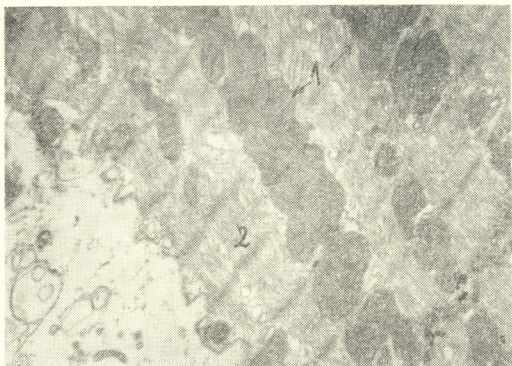


Рис. 2. «Мега»-митохондрии (1) с плотным матриксом, утолщены и уплотнены миофибриллы (2) в миокарде левого желудочка крысы спустя 1,5 месяца после умеренной физической нагрузки при новодриновой дистрофии ($\times 9000$)

В большинстве просмотренных участков миокарда левого желудочка встречаются крупные, так называемые «мега»-митохондрии с плотным матриксом и большим количеством крист. Плотность миофибрилл, связь с Z-мембранами полностью сохранена. Отдельные миофиламенты утолщены.

На основании проведенных экспериментов можно заключить, что однократная острая физическая нагрузка усугубляет патологические изменения миокарда, вызванные новодрином, повышает проницаемость сосудистой стенки, что способствует диapedезу эритроцитов и межклеточному отеку.

Умеренная физическая нагрузка — плавание в течение 1,5 месяца стимулирует компенсаторно-адаптивную перестройку стенки кровеносных капилляров и органелл миоцитов, что позволяет считать данный режим физической нагрузки способствующим развитию адаптации миокарда к новодриновому повреждению.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт экспериментальной
 морфологии
 им. А. И. Натишвили

(Поступило 20.11.1981)



ლ. შარკარაშვილი

 ფიზიკური დატვირთვის გავლენა დაზიანებული გულის კუნთის
 ულტრასტრუქტურაზე

რეზიუმე

შესწავლილია წინასწარ დაზიანებული ცელის ულტრასტრუქტურა სხვადასხვა სიხშირისა და ინტენსივობის ფიზიკური დატვირთვის პირობებში. გულის კუნთის დაზიანება ხდებოდა ნოვოდრინის შეყვანით კუნთებში ორჯერადად, 75—80 მგ/კგ წონაზე.

ელექტრონულმიკროსკოპულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ერთჯერადი მწვევე ფიზიკური დატვირთვა აღრმავებს ნოვოდრინით გამოწვეულ პათოლოგიურ ცვლილებებს, აძლიერებს სისხლძარღვთა კედლის განვლადობას.

ზომიერი ფიზიკური დატვირთვა კი (ცურვა 1,5 თვის განმავლობაში კვირაში ორჯერ ორი საათის ხანგრძლივობაში) ასტიმულირებს კაპილარების კედლის და მიოციტების ორგანულების კომპენსატორულ ადაპტაციას აღნიშნული დაზიანებისადმი.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

L. Sh. KARKARASHVILI

 THE INFLUENCE OF PHYSICAL EXERCISE ON THE
 ULTRASTRUCTURE OF THE DAMAGED MYOCARDIUM

Summary

The ultrastructure of the heart preliminarily damaged as a result of various frequent and intensive physical exercises was studied. The damage of the heart was caused by a double injection of novodrin at the dose of 75-80 mg/kg.

An electron-microscopic study showed that a single acute physical training increases the pathological changes caused by the injection of novodrin and increases the permeability of the vessel wall. But a moderate physical exercise (swimming for 2 hours twice a week for 1.5 months) stimulates the compensatory-adaptive mechanism in the capillary wall and myocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. З. Меерсон. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. М., 1975.
2. И. К. Шхвацабая, Д. М. Аронов и др. Реабилитация больных ишемической болезнью сердца. М., 1978.
3. П. Я. Мульдияров. Автореферат канд. дисс., М., 1967.
4. Физиология гисто-гематических барьеров. Под ред. А. Я. Росина. М., 1977.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

А. И. ГОГЕЛИЯ

**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПСИХОТРОПНЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА СТРУКТУРУ И ОБМЕН В ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ
БЕЛОЙ КРОВИ БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Р. Нанейшвили 10.12.1981)

Изучение форменных элементов белой крови больных с параноидной формой шизофрении в хроническом периоде заболевания с помощью различных морфологических и гистохимических методов показало, что, в отличие от крови доноров, в нейтрофилах и лимфоцитах больных имеют место определенные изменения структурного и обменного характера. Так, в клетках наблюдается нарушение ЯПО (ядерно-плазменного отношения). Из литературных данных известно, что ЯПС является одной из важнейших характеристик жизнедеятельности клетки. Изменение соотношения частей клетки, т. е. ядра и цитоплазмы, связано с нарушением ее функции. Разовое введение терапевтической дозы психотропных препаратов — метамизила, октоклотепина, фенибуты и анафранила приводит к еще большему изменению соотношения между ядром и цитоплазмой, т. е. к еще большему изменению индекса Гертвига.

По данным Е. Трумэн [1], изменение величины клетки, а также ее составных частей указывает на сдвиги, происходящие в метаболизме. Сказанное подтверждается при изучении материала гистохимическими методами. Так, у больных шизофренией полисахаридный обмен снижен. Введение различных психотропных препаратов приводит к еще большему снижению ГПС гликогена. Ослабление полисахаридного обмена связано с изменением энергетических возможностей клетки.

По данным Т. И. Деканосидзе [2], возрастание количества гликогена указывает не только на снижение общего обмена в целом, но и на повышение количества свободного гликогена, играющего весьма важную роль в защитных функциях клетки. Он создает сложные, комплексные соединения с белками, предохраняя этим клетки от разрушающего действия ядов. Одновременно снижение обмена гликогена свидетельствует об ослаблении окислительно-восстановительных процессов.

При изучении ГПС ДНК выявилось его повышение. Наименее интенсивно он представлен при разовом введении терапевтической дозы метамизила и наиболее четко при введении фенибуты. В контрольных исследованиях величина ГПС ДНК значительно ниже. Изменение обмена ДНК, в частности его снижение, говорит о сдвигах в обмене

ядер форменных элементов белой крови больных шизофренией до и после введения психотропных препаратов. По данным ряда авторов, снижение обмена связано с перераспределением хроматина, т. е. с передислокацией молекулы ДНК. Передислокация несет в своей основе раннюю дегенерацию молекулы ДНК. Подтверждением сказанного является изменение соотношения между полимеризованной и деполимеризованной нуклеиновой кислотой. Изменение полимеризации указывает не только на сдвиги качественных свойств нуклеиновой кислоты, но и на снижение энергетических возможностей клетки. Существует определенная связь между полимеризацией ДНК, с одной стороны, и активностью щелочной фосфатазы с другой. С ростом полимеризации активность щелочной фосфатазы падает. Одновременно существует связь между обменом нуклеиновых кислот и обменом белков.

Изменение обмена ядра приводит к снижению снабжения клеток нуклеотидами, играющими важную роль в процессах, связанных с окислительным фосфорилированием.

Изучение обмена РНК показало, что он также снижен у больных шизофренией, особенно после применения ими психотропных препаратов.

По данным Ф. Б. Штрауб [3], синтез РНК связан с изменением массы цитоплазмы. Отмеченное положение подтверждается с помощью различных морфологических и гистохимических показателей. Снижение обмена РНК, как и ДНК, указывает на снижение синтеза белков. Введение психотропных препаратов приводит не только к большому ослаблению аэробного обмена, но и к переводу клетки на более выгодный — анаэробный путь, не требующий целостности мембранных структур.

Нуклеиновые кислоты контролируют активность цитоплазматических систем в генерации макроэргов. Таким образом, существует прямая зависимость между обменом нуклеиновых кислот и окислительным фосфорилированием, которая особенно интенсивно снижается после применения психотропных препаратов. Психотропные препараты не только переводят клетку на анаэробный путь обмена, но и способствуют использованию ею дополнительного пентозофосфатного (гексозомонофосфатного) обмена. Именно этим путем клетки могут поставлять пентозы, основные составные части цитомембран.

Многоядрышkovость, а также изменение соотношения между эу- и гетерохроматином, изменение величины и формы ядра и цитоплазмы подтверждает высказанное выше положение о снижении общих энергетических возможностей клетки и переходе ее на более медленный путь обмена (анаэробный и пентозный) для пополнения энергетических затрат, что, с одной стороны, способствует восстановлению ее жизнедеятельности, а с другой, усилению защитной функции — клазматозу.



ядер форменных элементов белой крови больных шизофренией до и после введения психотропных препаратов. По данным ряда авторов, снижение обмена связано с перераспределением хроматина, т. е. с передислокацией молекулы ДНК. Передислокация несет в своей основе раннюю дегенерацию молекулы ДНК. Подтверждением сказанного является изменение соотношения между полимеризованной и деполимеризованной нуклеиновой кислотой. Изменение полимеризации указывает не только на сдвиги качественных свойств нуклеиновой кислоты, но и на снижение энергетических возможностей клетки. Существует определенная связь между полимеризацией ДНК, с одной стороны, и активностью щелочной фосфатазы, с другой. С ростом полимеризации активность щелочной фосфатазы падает. Одновременно существует связь между обменом нуклеиновых кислот и обменом белков.

Изменение обмена ядра приводит к снижению снабжения клеток нуклеотидами, играющими важную роль в процессах, связанных с окислительным фосфорилированием.

Изучение обмена РНК показало, что он также снижен у больных шизофренией, особенно после применения ими психотропных препаратов.

По данным Ф. Б. Штрауб [3], синтез РНК связан с изменением массы цитоплазмы. Отмеченное положение подтверждается с помощью различных морфологических и гистохимических показателей. Снижение обмена РНК, как и ДНК, указывает на снижение синтеза белков. Введение психотропных препаратов приводит не только к большему ослаблению аэробного обмена, но и к переводу клетки на более выгодный — анаэробный путь, не требующий целостности мембранных структур.

Нуклеиновые кислоты контролируют активность цитоплазматических систем в генерации макроэргов. Таким образом, существует прямая зависимость между обменом нуклеиновых кислот и окислительным фосфорилированием, которая особенно интенсивно снижается после применения психотропных препаратов. Психотропные препараты не только переводят клетку на анаэробный путь обмена, но и способствуют использованию ею дополнительного пентозофосфатного (гексозомонофосфатного) обмена. Именно этим путем клетки могут поставлять пентозы, основные составные части цитомембран.

Многоядрышkovость, а также изменение соотношения между эу- и гетерохроматином, изменение величины и формы ядра и цитоплазмы подтверждает высказанное выше положение о снижении общих энергетических возможностей клетки и переходе ее на более медленный путь обмена (анаэробный и пентозный) для пополнения энергетических затрат, что, с одной стороны, способствует восстановлению ее жизнедеятельности, а с другой, усилению защитной функции — клазматозу.

ა. გოგელია

ზოგიერთი ფსიქოტროპული პრეპარატის გავლენა შიზოფრენიით
 დაავადებულთა თეთრი სისხლის ფორმირებაზე ელემენტარული
 სტრუქტურასა და ნივთიერებათა ცვლაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ფსიქოტროპული პრეპარატების: მეტამიზილის, ოქტოკლოტეპინის, ანაფრანილის და ფენიბუტის გავლენა ქრონიკული შიზოფრენიით დაავადებულთა თეთრი სისხლის ფორმირებაზე ელემენტარული სტრუქტურასა და ნივთიერებათა ცვლაზე. დადგენილია, რომ ამ პრეპარატების ერთჯერადი შეყვანა იწვევს ბირთვსა და ციტოპლაზმის შორის ურთიერთდამოკიდებულების შეცვლას, გლიკოგენის, ნუკლეინის მჟავების (რნმ, დნმ) ცვლის დაქვეითებას, აერობული ცვლის შესუსტებას და უჯრედების გადაყვანას ნივთიერებათა ცვლის უფრო ხელსაყრელ—ანაერობულ—პირობებში. ეს უკანასკნელი არ საჭიროებს მემბრანული სტრუქტურების მთლიანობას. ნივთიერებათა ცვლის ეს გზა საჭიროა უჯრედისათვის ენერგეტიკული ზარების შესავსებად, რაც განაპირობებს, ერთის მხრივ, მისი ცხოველყოფილობის აღდგენას და, მეორეს მხრივ, დამცველობითი ფუნქციის — კლაშატოზის გაძლიერებას.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

A. I. GOGELIA

THE EFFECT OF SOME PSYCHOTROPIC DRUGS ON THE
 STRUCTURE AND METABOLISM IN THE WHITE BLOOD
 CELLS OF SCHIZOPHRENIC PATIENTS

Summary

The effect of psychotropic drugs—metamyzil, octoklothepin, anaphranil and phenibut—on the structure and metabolism occurring in the white blood cells of schizophrenic patients during the chronic period of the disease has been studied. A single injection of the cited drugs was found to cause a change in the relationship between nucleus and cytoplasm, a reduction of glycogen and nuclear acid metabolism (RNA and DNA), weakening of anaerobic metabolism, and the transfer of the cells to the anaerobic way, not requiring the integrity of membrane structure. This way of metabolism is

needed for the cell to compensate energy expenditure, which, on the one hand, helps to restore its vital activity and, on the other, to strengthen its protective function, i. e., clasmatosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Трумен. Биохимия клеточной дифференцировки. М., 1976.
2. Т. Д. Деканосидзе. Труды Тблягосмединститута, XVIII, ч. I, 1958.
3. Ф. Б. Штрауб. Вопр. мед. химии, VI, 1960.

needed for the cell to compensate energy expenditure, which, on the one hand, helps to restore its vital activity and, on the other, to strengthen its protective function, i. e., clasmatosis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Трумен. Биохимия клеточной дифференцировки. М., 1976.
2. Т. Д. Деканосидзе. Труды Тбилисского института, XVIII, ч. I, 1958.
3. Ф. Б. Штрауб. Вопр. мед. химии, VI, 1960.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

З. А. ЧИЛАДЗЕ, Р. А. СИХАРУЛИДЗЕ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ
МЕНСТРУАЛЬНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
ВНУТРИМАТОЧНОГО КОНТРАЦЕПТИВА «ЗОНТИК»
С ПОМОЩЬЮ ИММУНОХИМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ ФИБРИНОЛИТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 10.12.1981)

В настоящее время широкое распространение приобрели немедикаментозные внутриматочные средства (ВМС) как безопасный и эффективный метод контроля рождаемости [1, 2]. Однако одним из характерных осложнений при ношении ВМС являются различные патологические нарушения менструальных кровотечений, которые наблюдаются весьма часто [3, 4]. Чаще всего причина этих осложнений — активация фибринолитической системы крови при назначении ВМС. Как правило, эти осложнения заранее не диагностируются при обычном клинико-лабораторном обследовании до назначения ВМС и в раннем периоде применения контрацептива.

В этом плане все большее внимание привлекают новейшие диагностические методы, в частности иммунохимические, позволяющие быстро и на ранних этапах прогнозировать вероятность развития ряда осложнений.

В данной работе была поставлена задача провести анализ состояния фибринолитической системы крови у женщин до назначения ВМС «Зонтик», созданного и успешно используемого нами уже в течение ряда лет [5], и через месяц после его применения с помощью иммунохимического определения ряда основных компонентов фибринолитической системы, когда обычное клинико-лабораторное обследование не выявило существенных нарушений менструальной функции.

Исследование было выполнено у 469 женщин, находившихся под наблюдением в кабинете профилактики беременности при родильном доме № 1 г. Тбилиси в 1979—1981 гг. В обследование были включены женщины, у которых в ближайшем анамнезе (3—4 месяца) не было родов или искусственного прерывания беременности, а обычное клинико-лабораторное обследование не выявило признаков, являющихся противопоказанием к назначению ВМС.

Иммунологические тесты ставили за 2—3 дня до предполагаемого срока наступления менструации. Реакции выполняли до применения ВМС и через 3—4 недели после назначения контрацептива. Методика применения «Зонтика» подробно описана ранее [5].

Количественный иммунохимический анализ фибринолитической системы проводили по методу Манчини с использованием М-партигенов («Behringwerke», ФРГ), содержащих антисыворотки к следующим компонентам фибринолитической системы: антитромбину III, плазминогену и фибриногену. Методически реакции ставили следующим образом: в чашки, содержащие соответствующие антисыворотки, в каждую лунку добавляли по 5 мкл исследуемой сыворотки, кроме того, в три лунки каждой чашки помещали стандартную сыворотку в соответствующих разведениях; плотно закрытые чашки оставляли при



комнатной температуре на 48 часов; по окончании времени диффузии измеряли диаметр кольца преципитации и подсчитывали площадь диаметров (мм^2), после чего строили калибровочную кривую и подсчитывали концентрацию белка в г/л.

Все данные обрабатывали статистически по методу Стьюдента. Характер менструальной функции у пациенток до применения ВМС «Зонтик» приведен в таблице.

Характер менструальной функции и уровень компонентов фибринолитической системы периферической крови у пациенток до применения ВМС «Зонтик»

Характер функции	менструальной	Кол-во женщин	%	Показатель фибринолитической активности, г/л		
				Антитромбин III	Плазминоген	Фибриноген
Начало менструации	раньше 16 лет	351	74,9	$0,28 \pm 0,06$	$0,14 \pm 0,02$	$1,24 \pm 0,25$
	позже 16 лет	118	25,1	$0,36 \pm 0,07$	$0,12 \pm 0,02$	$1,09 \pm 0,29$
Менструации установились	сразу	435	92,9	$0,35 \pm 0,09$	$0,16 \pm 0,03$	$1,01 \pm 0,18$
	не сразу	34	7,1	$0,47 \pm 0,08$	$0,22 \pm 0,06$	$0,92 \pm 0,21$
Длительность менструации	менее 5 дней	397	84,6	$0,22 \pm 0,05^*$	$0,17 \pm 0,04^*$	$0,98 \pm 0,13^*$
	более 5 дней	72	15,4	$0,68 \pm 0,08^*$	$0,31 \pm 0,07$	$0,49 \pm 0,08$
Болезненность менструации	безболезненные	414	90,4	$0,31 \pm 0,06$	$0,14 \pm 0,03$	$1,15 \pm 0,19$
	болезненные	45	9,6	$0,35 \pm 0,08$	$0,14 \pm 0,02$	$1,26 \pm 0,31$

* $p < 0,05$

По наиболее характерным признакам, определяющим особенности менструального цикла, обследуемые нами пациентки были разделены на подгруппы по времени начала и стабильности установления менструаций, их длительности и болезненности, что позволило сравнить показатели фибринолитической системы внутри каждой из этих групп в целях выявления возможных контингентов с повышенным риском развития патологических кровотечений.

При иммунохимическом анализе компонентов фибринолитической системы периферической крови получены следующие данные. Изменение показателей фибринолитической активности крови, главным образом в сторону ее усиления, обнаружено у 165 женщин (34,9%), но в большинстве случаев оно было незначительно выражено и не коррелировало с описанными выше особенностями менструаций. По большинству критериев, приведенных в таблице, разницы между показателями отдельных компонентов в каждой подгруппе не было. В то же время по одному признаку — длительности менструации установлены достоверные различия активности фибринолитической системы. Так, если у пациенток с длительностью менструации менее 5 дней содержание антитромбина III составляло $2,2 \pm 0,23$ г/л, то у женщин, менструирующих более 5 дней, — $6,8 \pm 0,81$ г/л; также достоверны между этими подгруппами различия в содержании в крови плазминогена и фибриногена. Эти же закономерности выявлялись и при анализе относительного числа нарушений в каждой из подгрупп, где достоверные отличия имели место только в зависимости от длительности менструации. Если при ее продолжительности менее 5 дней усиление фибринолитической системы, причем главным образом незначительное, отмечено у 30,4% пациенток, то среди женщин с длительностью менструации более 5 дней — в 61,1% случаев (у 44 из 72 пациенток) при одновременном снижении содержания фибриногена. Всего же существенные изменения изученных авторов фибринолитической системы и фибриногена установлены у 53 из 469 женщин (11,3%) до назначения



«Зонтика», т. е. абсолютное большинство из них составили пациентки с длительностью менструации более 5 дней.

Таким образом, учитывая, что введение внутриматочных средств способствует еще большему усилению фибринолитической активности крови, мы вправе рассматривать пациенток с длительными менструациями как группу относительного риска при применении ВМС и уделяем им основное внимание после назначения контрацептива.

Если у большинства женщин, которым применили «Зонтик», при повторном исследовании значительных изменений фибринолитической системы не было и характер менструаций существенно не различался, то среди пациенток с диагностированной до назначения ВМС выраженной стимулирующей фибринолитических факторов и снижением уровня фибриногена еще более значительное изменение этих показателей до начала менструации было установлено у 29 женщин (6,1%), причем патологические менструации в виде циклических и ациклических кровотечений развились у 21 (79,3% от числа пациенток с выявленными нарушениями противосвертывающей системы). Благодаря своевременной диагностике и установлению причины патологических кровотечений нам удалось своевременно начать лечение ингибиторами фибринолитической системы (ε-аминокапроновой кислотой), антигистаминными препаратами, хлористым кальцием и викасолом, что в большинстве случаев способствовало снижению кровопотери и соответствует данным других авторов об эффективности их комплексного применения [6, 7]. У семи женщин (1,4%) справиться с развившимися метроррагиями нам не удалось и контрацептив был удален.

Таким образом, с помощью иммунологической диагностики показателей фибринолитической системы периферической крови еще до применения ВМС в значительном проценте случаев удается прогнозировать вероятность развития патологических менструальных кровотечений после назначения «Зонтика», а среди пациенток с длительностью менструации более 5 дней она просто необходима, так как, по существу, выявляет группу повышенного риска. Так, в обследованной нами группе у 18 из 21 женщины с развившимися патологическими кровотечениями длительность нормальной менструации превышала 5 дней. В результате своевременной диагностики и назначения соответствующего лечения нам удалось снизить процент удаления «Зонтика» в связи с кровотечениями с 3,2—3,4 в группе женщин, где не были использованы иммунохимические методы, до 1,4%, что в условиях его широкого применения является, с нашей точки зрения, весьма значительным показателем.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей
МЗ СССР

(Поступило 25.12.1981)

მასკრიმენტული მედიცინა

ზ. შილაქა, რ. სინარულიძე

პათოლოგიური მენსტრუალური სისხლის დენის პროგნოზირება
საჰვილოსნოსშიდა ჩასახვის საწინააღმდეგო „ჰოლგის“
ხმარების დროს, ფიბრინოლიტიური სისტემის ზომიერით
კომპონენტის იმუნოქიმიური განსაზღვრის დახმარებით

რეზიუმე

ფიბრინოლიტიური სისტემის იმუნოქიმიური გამოკვლევის ჩატარება, სა-
ჰვილოსნოსშიდა ჩასახვის საწინააღმდეგო „ჰოლგის“ ხმარების წინ, 79%-ში
იძლევა პათოლოგიური მენსტრუალური სისხლის დენის პროგნოზირების სა-
შუალებას.

Z. A. CHILADZE, R. A. SIKHARULIDZE

PROGNOSIS OF PATHOLOGICAL MENSTRUAL BLEEDING CAUSED
BY THE USE OF THE INTRAUTERINE DEVICE "UMBRELLA"
BY IMMUNOCHEMICAL DETERMINATION OF SOME
COMPONENTS OF THE FIBRINOLYTIC SYSTEM

Summary

Immunochemical investigation of the fibrinolytic system prior to the use of the intrauterine device "Umbrella" permits to predict pathological menstrual bleeding in 79 per cent of cases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Слепцова. Акуш. и гинекол., № 10, 1980, 5—8.
2. Н. М. Нассон. J. Reprod. Med., v. 21, 1978, 137-145.
3. Ю. И. Новиков, Е. С. Коновалов. Акуш. и гинекол., № 7, 1979, 46—47.
4. Р. Ф. Таубер. Med. Welt., Bd. 30, 1979, 1547-1553.
5. З. А. Чиладзе, Р. А. Сихарулидзе. Труды Тбилисского ГИУВа, т. 13, 1975, 137—140.
6. В. П. Скипетров. Акуш. и гинекол., № 10, 1974, 1—6.
7. R. R. Chaudhury. Obstet. Gynecol. Surv., v. 35, 1980, 333-338.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. Д. ИОСЕЛИАНИ, Н. К. БОХУА, М. Г. ХУНДАДЗЕ,
К. А. МАРКОИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ПЕЧЕНИ ПОСЛЕ ПОРТОКАВАЛЬНОГО
АНАСТОМОЗИРОВАНИЯ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 8.6.1982)

Хирургия портальной гипертензии ориентируется исключительно на симптоме высокого давления в портальном бассейне и предупреждение гастроэзофагеального кровотечения. Прямой портокавальный ангиоанастомоз является наиболее эффективным и радикальным методом портальной декомпрессии. Однако с накоплением опыта по созданию прямого портокавального анастомоза выявились теневые стороны этой операции. Лимитирующим фактором применения портокавальных ангиоанастомозов при лечении портальной гипертензии, вызванной циррозом печени, является резкое уменьшение или полное прекращение портальной печеночной перфузии. В этой связи, реваскуляризация печени артериальной кровью в комбинации с эффективной декомпрессией портальной системы не вызывает сомнений.

Экспериментальные и клинические данные свидетельствуют о том, что высокое давление во внутривенном портальном русле и пульсирующий кровоток после создания артерио-портальных анастомозов являются основными факторами, ведущими к тяжелым повреждениям паренхимы печени. Учитывая взаимосвязь портального печеночного кровообращения со структурой и функцией этого органа, целью многих исследований в последние годы являлась разработка таких способов тотальной артериализации печени, которые обеспечивали бы редукцию давления в культе воротной вены [1—3]. Однако, в литературе не освещен ряд вопросов, ответы на которые помогли бы предупредить нежелательные сдвиги в гемодинамике при применении указанной операции в клинике. Этим в значительной степени и объясняется сдержанное отношение к артериализации портальной системы печени и незначительный клинический опыт применения этой операции у больных циррозом печени.

Настоящая работа посвящена изучению двух основных способов реваскуляризации печени после портокавального анастомозирования и оценке его воздействия на центральную и регионарную гемодинамику. Материалом работы послужили результаты 36 опытов на беспородных собаках с экспериментальной моделью аортопортального шунта, создаваемого между инфраренальной частью брюшной аорты и проксимальной культей воротной вены (21 эксперимент) и моделью сплено-портального анастомоза (15 экспериментов). В качестве аортопортального шунта использовалась обработанная пупочная вена новорожденного. Гемодинамика оценивалась с помощью электромагнитной флоуметрии и электроманометрии с расчетом параметров кровотока, кровяного давления и сосудистого сопротивления.

Включение аортопортального шунта в общий кровоток сопровождалось мгновенным увеличением ударного объема (УО) сердца в среднем на 20,5%. Одновременно отмечалось падение левожелудочкового

давления (ЛЖД) на 8,9% (рис. 1). Соответственно уменьшалось и общее сосудистое сопротивление в корне аорты на 21,2%. Как показали исследования, увеличение производительности сердца происходит исключительно за счет увеличения УО. Вышеописанная реакция центральной гемодинамики на выходе из сердца объясняется параллельным подключением к артериальной сети пассивного и емкого сосудистого ложа печени, со значительно меньшим сосудистым сопротивлением (по сравнению с периферическим артериальным руслом), и характерна для обычной артерио-венозной фистулы. Однако данные электроманометрии правого предсердия исключили такую аналогию, поскольку давление на входе сердца не претерпевало достоверных сдвигов ($P > 0,5$). Последнее косвенно указывает на стабильность оттока крови из печеночных вен, что, по-видимому, обусловлено демпфированием и депонированием крови портальным руслом и паренхимой печени.

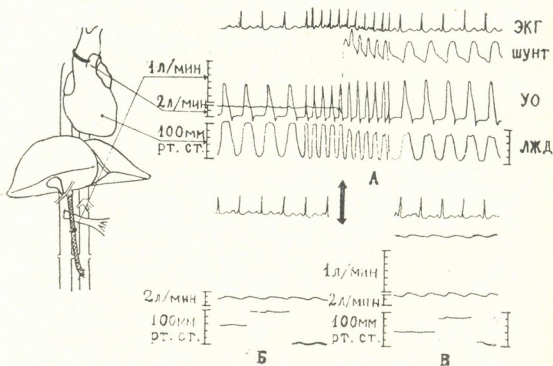


Рис. *1. Влияние включения аортопортального шунта в кровоток (указано стрелкой) на гемодинамику. А — кривые мгновенного значения. Усредненные кривые до (Б) и после (В) включения шунта

Начало функционирования аортопортального шунта сопровождалось и значительной регионарной реакцией гемодинамики, в частности, уменьшалось сопротивление аортальному кровотоку, что сопровождалось увеличением в несколько раз объемной скорости кровотока по брюшной аорте и падением среднего аортального давления.

Анализ проведенных исследований показал, что прирост производительности сердца обеспечивал в среднем 35,2% адекватной гемодинамической нагрузки аортопортального шунта. Остальная же часть дебита шунта поступала за счет регионарного механизма, а точнее феномена «заимствования» крови из смежных с брюшной аортой артерий.

Применение шунтов разного диаметра (5—12 мм) и разной длины (11—38 см) обеспечивало перфузию внутрипеченочного воротного русла разной гемодинамической нагрузкой. Исследованиями установлено, что параметры центральной и регионарной гемодинамики после включения аортопортального шунта колеблются в больших пределах и находятся в прямой зависимости от дебитных возможностей шунта.

Однако, при дебите аортопортального шунта, в пределах общего печеночного исходного кровотока, обеспечение шунта адекватной гемодинамической нагрузкой происходило за счет вышеупомянутого регионарного механизма, без участия центральной гемодинамической реакции.

Измерение давления на разных уровнях аортопортального шунта выявило ее редукцию в средней части шунта по сравнению с аортальным концом в среднем на 30%, а у печеночного конца шунта в среднем на 70%. Исследованиями выявлена зависимость падения давления от увеличения длины шунта. Вместе с редукцией давления отмечалось и соответственное уменьшение амплитуды пульсовой волны и сопротивления току крови.

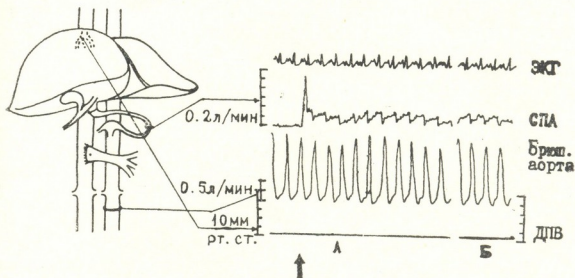


Рис. 2. Влияние включения спленопортального анастомоза (СПА) на кровотоки в брюшной аорте и давление в печеночной вене (ДПВ) в момент включения (А) и спустя 30 мин (Б)

Анализ параметров центральной и регионарной гемодинамики не выявил каких-либо статистически достоверных сдвигов в связи с началом функционирования спленопортального анастомоза (рис. 2). Только в некоторых случаях, когда средний кровоток по анастомозу несколько превышал исходный общий печеночный кровоток, включение спленопортального анастомоза вызывало незначительное регионарное увеличение кровотока по брюшной аорте без прироста УО сердца.

На основании вышеизложенного можно заключить, что спленопортальный анастомоз не вызывает гиперперфузии внутрипеченочного воротного русла и не чреват теми нежелательными реакциями со стороны центральной и регионарной гемодинамики, которые могли бы ограничить широкое внедрение указанной операции в клинику.

Сравнение особенностей гемодинамики при двух исследованных способах тотальной артериализации печени отчетливо выявило своеобразие, характерные для каждого из них. Обработка и анализ систем количественных показателей, характеризующих разные стороны изучаемого процесса, дает возможность выявить корреляцию показателей гемодинамики и на основании этих данных прогнозировать характеристику аортопортального шунта с учетом желаемого гемодинамического эффекта.

ბ. იოსელიანი, ნ. კ. ბოხუა, მ. ხუნდაძე, კ. მარკოიშვილი

ღვიძლის რევასკულარიზაციის ზოგიერთი ჰემოდინამიკური
 ასპექტი პორტოკავალური ანასტომოზის შემდეგ

რეზიუმე

შესწავლილია ღვიძლის ტოტალური არტერიალიზაციის ორი ძირითადი მეთოდი (აორტოპორტალური შუნტი და სპლენოპორტალური ანასტომოზი). შეფასებულია მათი გავლენა ცენტრალური და რეგიონალური ჰემოდინამიკის ცვლილებებზე. დადგენილია ამ ცვლილებების პირდაპირი დამოკიდებულება აორტოპორტალური შუნტის დებიტზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. D. IOSELIANI, N. K. BOKHUA, M. G. KHUNDADZE, K. A. MARKOISHVILI

SOME HEMODYNAMIC ASPECTS OF REVASCULARIZATION OF THE
 LIVER AFTER PORTA-CAVAL ANASTOMOSIS

Summary

Two main methods of arterialization of the liver (aorto-portal bypass and spleno-portal anastomosis) have been studied and their influence on the changes of central and regional hemodynamics evaluated. A direct dependence of these changes on the flow of the arterio-portal bypass was established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. U. Matzander. Langenbecks Arch. Klin. Chir., 1963, 304, 786-790.
2. H. Tatassaura, R. Baird. J. Arch. Surg., 1972, 104, 6, 696-701.
3. R. J. Adamson *et al.* Surg. Gynec. Obst., 1975, 140, 4, 594-600.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. М. ГАГУА, Л. Л. ГУГУШВИЛИ, В. П. ДЕМИХОВ, В. М. ГОРЯЙНОВ

НАШ МЕТОД ОРТОТОПИЧЕСКОЙ ПЕРЕСАДКИ ПЕЧЕНИ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 12.11.1981)

В связи с малой эффективностью лечения острой печеночной недостаточности (ОПН) в последнее время нашли применение различные хирургические способы, в частности ортотопическая аллогенная пересадка печени [1—5]. Нужда в подобных вмешательствах огромна. Так, например, в 1964 г. в Великобритании среди 990 умерших больных с поражением печени 500 нуждались в пересадке им здоровой печени [6]. Однако проблема пересадки печени остается нерешенной и до настоящего времени. При данной операции возникает много трудностей.

Первая трудность пересадки печени у реципиента — техническое выполнение операции. Вмешательство сопряжено с удалением печени у реципиента, что ведет к расстройствам гемодинамики из-за прекращения кровотока по воротной и нижней полой венам и резких метаболических нарушений. Это вызывает необходимость быстрого проведения операции. Сокращение времени операции необходимо также и потому, что нагревание донорской печени во время подшивания ее реципиенту приводит к т. н. вторичной теплой ишемии органа, что ведет к резкому нарушению ее жизнеспособности и функции.

Вторая трудность пересадки печени у реципиента — необходимость адекватной венозной декомпенсации на протяжении т. н. «беспеченочного» периода. Удаление печени связано с пересечением воротной и нижней полой вен, а следовательно, с застоем крови в органах брюшной полости и нижней половине тела. Это приводит к снижению минутного объема сердца, падению артериального давления и тахикардии, а также к резким нарушениям метаболических процессов в тканях, изменению показателей кислотно-щелочного равновесия. Для предупреждения таких нарушений необходимо искусственное дренирование венозной крови из областей застоя. С этой целью применяются различные способы венозной декомпрессии с помощью наложения наружных шунтов, которыми соединяется система нижней полой и воротной вен с яремными венами и таким образом обеспечивается отток венозной крови из нижней половины тела и от внутренних брюшных органов в правое сердце.

Третья трудность пересадки печени — гемодинамические и метаболические нарушения, возникающие в беспеченочный период и в первое время после восстановления кровотока по донорской печени, когда из нее в общий кровоток поступают кислые продукты метаболизма. Таким образом, практически все известные методы ортотопической пересадки печени обладают существенными недостатками.

С целью решения вышеперечисленных задач мы провели три серии экспериментов по ортотопической трансплантации печени: 1) трансплантация без шунтов — соединение сосудов сосудосшивающими аппаратами Гудова (10 пар собак); 2) трансплантация с при-



менением экстракорпоральных венозных шунтов (10 пар собак).
3) трансплантация с применением экстра- и интракорпорального шунтирования сосудов и бесшовного метода их соединения (10 пар собак).

В первых двух сериях экспериментов не было достигнуто оптимальной жизнеспособности трансплантата, что проявлялось в длительном переходящем торможении функции пересаженного органа, сопровождающемся значительным нарушением метаболизма с резким выбросом в кровотоки недоокисленных продуктов обмена, резко снижающим функциональную способность печени.

Все это побудило нас приступить к разработке новой методики ортотопической трансплантации (полной замены) печени. В третьей серии опытов по новой методике трансплантат переносили к реципиенту без серьезных нарушений кровообращения пересаживаемого органа. В результате этих опытов была разработана новая методика ортотопической пересадки печени с экстра- и интракорпоральным шунтированием сосудов. Свободные концы шунта (длинной 60 см), составленного из трех силиконовых трубок (диаметром 0,5 см), соединенных двумя тройниками, вводили в центральные концы подключичной и подвздошной артерий. К одному тройнику подключали артерию донорской печени, к другому — ртутный манометр для измерения артериального давления. По такой же схеме создавали вено-венозный шунт между подключичной и подвздошной венами. К одному тройнику подключали вену донорской печени, к другому — аппарат Вальдмана для измерения венозного давления. Затем начинали операцию забора печени у донора. При управляемом дыхании срединным разрезом вскрывали грудную и брюшную полости, затем выделяли печеночную артерию, наддиафрагмальный и подпеченочный отделы нижней полой вены. После пересечения воротной вены донора ее центральный конец через тройник подключали к вено-венозному шунту реципиента, чревную артерию после перевязки желудочных и селезеночных ветвей тоже пересекали и через тройник соединяли с артерио-артериальным шунтом реципиента. Благодаря подключению к артериальному и венозному шунтам реципиента донорская печень включалась в его кровообращение как вторая, дополнительная печень еще до полного удаления собственной печени.

На последующем этапе у реципиента вскрывали брюшную и грудную полости и орган удаляли со всеми диафрагмально-печеночными связками. Общий желчный проток выделяли из стенки двенадцатиперстной кишки вместе с фатеровым сосочком. Пересекали наддиафрагмальную и подпеченочную части нижней полой вены, печеночную артерию и воротную вену. Донорскую печень переносили реципиенту на место удаленной и соединяли сосуды сосудосшивающими (сосудосоединяющими) канюлями. Сначала анастомозировали подпеченочные части, а затем наддиафрагмальные отделы нижней полой вены трансплантата и реципиента. После восстановления ретроградного притока крови к органу через печеночные вены снимали тройник с воротной вены реципиента. Таким же способом восстанавливали артериальный кровоток. Желчный проток вшивали в двенадцатиперстную кишку реципиента.

В результате ортотопической трансплантации по нашей методике были получены параметры, указывающие на сохранение оптимальной жизнеспособности трансплантата. Так, после пересадки печени трансплантат сразу же равномерно наполнялся кровью, увеличивался в объеме, становился блестящим, а орган — мягким и эластичным. Через 30 мин объемная скорость составляла $1,05 \pm 0,06$ мл/г ткани печени в 1 мин (исходная $0,7 \pm 0,07$, $p < 0,02$), артерио-венозная разница по кислороду — $27,3 \pm 1,7$, температура печени $36,5 \pm 0,5$, выделенная органом желчь — $0,9 \pm 0,3$ мл. Парциальное давление кислорода и pH в его ткани колебались в пределах нормы и составляли соответствен-



но $66,5 \pm 1,83$ мм рт. ст. (исходное $37,5 \pm 3,14$, $p < 0,001$) и $7,38 \pm 0,01$ ед. (исходный $7,33 \pm 0,02$, $p < 0,05$).

Параметры были стабильными в течение 2 часов после пересадки печени, затем в связи с отказом от реанимационных мероприятий постепенно снижались, и через 3 часа объемная скорость кровотока равнялась $0,61 \pm 0,04$ мг/л ткани по кислороду — $22,1 \pm 0,01$ ед. и $64,4 \pm 2,2$ мм рт. ст. ($p < 0,005$); желчи выделялось в среднем в 1 час $2,1 \pm 0,37$ мл. Концентрация сахара в крови, несмотря на постоянное введение глюкозы в порталное русло реципиента, снижалась к концу наблюдений со $139 \pm 5,9$ до $106,3 \pm 5,3$ мг% ($p < 0,05$).

Учитывая незначительное изменение концентрации гликогена в ткани печени (с $3,98 \pm 0,61$ г% исходной до $3,3 \pm 0,48$ г% через 3 часа), можно предположить, что снижение содержания сахара было обусловлено утилизацией глюкозы тканью печени. Об этом свидетельствовала артерио-венозная разница по содержанию сахара, которая иногда достигала 34 мг%.

После трансплантации печени в первые часы мало изменялись аммиакообезвреживающая и мочевинообезвреживающая функции печени; концентрация мочевины в течение 3 часов повышалась с $15,6 \pm 2,1$ до $96,5 \pm 3,7$ мг% ($p < 0,001$). Концентрация холестерина в первые часы была сравнительно высокой, в последующие сроки значительно колебалась ($212,3 \pm 3,98$ мг%). Концентрация ионов водорода, молочной и пировиноградной кислот и оттекающей из трансплантата крови в течение 2 часов оставалась относительно стабильной. Так, рН крови практически не менялся ($7,4 \pm 7,39$), а возрастание содержания молочной и пировиноградной кислот было незначительным. В более поздние сроки в печени активировался анаэробный гликолиз, вследствие чего через 3 часа значительно возрастало содержание молочной кислоты и резко сдвигался рН в кислую сторону. Концентрация ионов калия в течение 2 часов повышалась также незначительно, в последующем повышение ее продолжалось, и через 3 часа она составляла $5,3 \pm 0,5$ мэкв/л ($p < 0,001$).

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что самым перспективным методом пересадки печени, по результатам наших исследований и данным литературы, является ортотопическая трансплантация. Однако существующие методы этой операции технически очень сложны, что препятствует широкому внедрению ее в клиническую практику. По разработанному нами методу ортотопической пересадки печени трансплантат от донора к реципиенту можно переместить без нарушения кровообращения в органе до момента полного включения его в систему кровообращения реципиента. В результате сохраняется функциональная полноценность трансплантата и упрощается техническая сторона операции.

НИИ экспериментальной
и клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 19.11.1981)

მეცნიერებათა აკადემია

ა. ბაბუა, ლ. ზუზუმიანი, ვ. დამიხოვი, ვ. გორიანიძე

ღვიძლის ორთოტოპიული გადაწერვის ჩვენი მეთოდი

რეზიუმე

ავტორების მიერ ექსპერიმენტში 30 წყვილ ძალზე დამუშავებულია ღვიძლის ორთოტოპიული გადაწერვის (სრული გამოცვლის) ახალი ოპერაცია, რომლის უპირატესობა შემდეგში მდგომარეობს: ტრანსპლანტატის სიცოცხ-

ნლისუნარიანობის შენარჩუნება ოპერაციის დროს, მისი ტროფიკის დარღვევის კორეგირება, ტრანსპლანტატის დღემდე მოწოდებული ნაკლებ ეფექტური კონსერვატიული საშუალებების გამოყენების თავიდან აცილება, რთული ოპერაციის ტექნიკის გამარტივება და სხვა (საავტორო მოწმობა № 706070).

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. M. GAGUA, L. L. GUGUSHVILI, V. P. DEMIKHOV, V. M. GORYAINOV

OUR METHOD OF ORTHOTOPIC LIVER TRANSPLANTATION

Summary

The available techniques of orthotopic transplantation of the liver are very complex. This is due to the considerable difficulties involved in the temporary conservation of the transplant (before grafting), which hinders its wide implementation in clinical practice.

The authors have developed a method of orthotopic transplantation involving the use of extra- and intracorporal shunts, which permits the transfer of the graft from donor to recipient without disturbance of circulation in the organ until its complete inclusion in the recipient's circulation system. As a result the functional viability of the transplant is preserved and the technical side of the operation is simplified.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Демихов, Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа, В. М. Горайнов. Булл. откр., изобр., промышленных обр. и тов. зн., 48, 1979, 11—11.
2. В. П. Демихов, Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа, В. М. Горайнов. Сообщения АН ГССР, 97, № 1, 1980, 201—204.
3. А. М. Гагуа. Сб. «Трансплантация органов и тканей». Тбилиси, 1979, 212—212.
4. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 97, № 2, 1980, 201—204.
5. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 102, № 1, 1981, 415—417.
6. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981, 469—472.
7. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 102, № 3, 1981, 441—443.
8. А. М. Гагуа. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 7, 3, 1981, 197—202.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. В. КЛДИАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ГИДРОКОРТИЗОНА НА СТРУКТУРУ КРОВЕНОСНЫХ КАПИЛЛЯРОВ АДЕНОГИПОФИЗА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 5.11.1981)

Длительное применение гидрокортизона сопровождается рядом побочных явлений, в том числе нарушениями со стороны эндокринной системы. Гормональные проявления побочного действия кортикостероидов поставили перед исследователями вопрос о необходимости изучения их влияния на эндокринную систему, в частности на гипофиз, регулирующий действие остальных эндокринных желез. Цель данной работы — изучить в эксперименте действие гидрокортизона на перикапиллярное пространство кровеносных капилляров аденогипофиза. Функциональное значение перикапиллярного пространства — один из наименее изученных вопросов в проблеме сосудисто-тканевых взаимоотношений [1].

Ультраструктура кровеносных капилляров аденогипофиза изучена в недостаточной степени [1—4]. Разные по калибру кровеносные капилляры имеют однотипное строение. Высота эндотелиальных клеток по периметру сосуда значительно варьирует. По мере удаления от ядра эндотелиальная выстилка сильно истончается и утрачивает органоиды. Ядра эндотелиоцитов разного размера и формы. Обязательным компонентом безъядерных участков цитоплазмы эндотелиальных клеток являются фенестры, которые образуются в результате локальной редукции наружной и внутренней цитомембран. Такие фенестрированные капилляры, кроме аденогипофиза, встречаются в эндокринных железах и других органах [1—3].

Работа проведена на 12 половозрелых собаках-самцах. Животные были разбиты на 2 группы: I — контрольная, собакам II группы в течение 30 дней вводился гидрокортизон в количестве 3,5 мг/кг, в последние 10 дней доза постепенно снижалась до 2,5 мг/кг, через 24 часа после окончания введения гидрокортизона животные забивались. Материал фиксировался в 2,5% глутар-альдегиде на фосфатном буфере, постфиксировался в 2% забуференном растворе четырехоксида осмия, обезвоживался и заключался в эпон. Ультратонкие срезы контрастировались цитратом свинца по Рейнольдсу [5] и исследовались в трансмиссионном электронном микроскопе «Tesla BS-500».

В аденогипофизе подопытных животных привлекает внимание выраженный отек перикапиллярного пространства (рис. 1), который часто разобщает и клетки паренхимы железы. Нередко интерстициальный отек сильно выражен и в отечной жидкости обнаруживаются изолированные постлизосомальные тела, являющиеся, по-видимому, продуктом экзоцитоза. Однако фенестрация эндотелия не нарушается. Основная масса внутриклеточных органелл расположена в околядерной области. Базальная мембрана на некоторых кровеносных капиллярах сильно истончена, в других же в значительной степени разрыхлена, вследствие чего увеличивается ее толщина.

На поверхности эндотелиальных клеток довольно часто выявляются крупные вакуоли, которые, по-видимому, являются следствием микроклазматоза. Следует отметить, что, в отличие от контрольных



животных, в группе подопытных в просвете кровеносного капилляра часто обнаруживаются продукты экзоцитоза. Описанные ультраструктурные изменения стенок кровеносных капилляров аденогипофиза выражены в большей или меньшей степени, однако некоторые капилляры практически не изменены.

Микроворсинки, как и в норме, у подопытных животных не выявляются. Следовательно, увеличение поверхности соприкосновения эндотелия с кровью у подопытных собак может в незначительной степени возрастать за счет того, что ядра с околядерной цитоплазмой вдаются в просвет кровеносного капилляра в несколько большей степени, чем у контрольных животных. В просвете некоторых капилляров в большом количестве обнаруживаются форменные элементы крови, что может указывать на некоторый стаз крови.

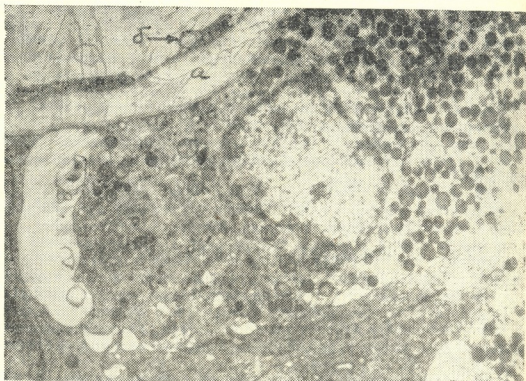


Рис. 1. Аденогипофиз собаки после 30-дневного введения гидрокортизона. Перикапиллярное пространство расширено (а), на люминарной поверхности эндотелиальной клетки видно постлизосомальное тело — микроплазматоз (б). Ув. 7000.

Особое внимание привлекает отек периваскулярного пространства. Это пространство может создавать дополнительные ответвления, глубоко проникающие между клетками паренхимы. В работе [6] представлены убедительные доказательства значения перикапиллярного пространства в сосудисто-клеточном взаимоотношении. У крыс в период лактации описаны чрезвычайно расширенные перикапиллярные пространства, глубоко проникающие в паренхиму нейрогипофиза. Авторы предполагают, что периваскулярное пространство является зоной вокруг капилляра, через которую происходит проникновение гормонов в кровь.

Описанное в [6] увеличение перикапиллярного пространства можно объяснить тем, что лактация сопровождается гиперсекрецией лактогенного рилинг-фактора, вырабатываемого гипоталамусом. Видимо, увеличение перикапиллярного пространства обеспечивает увеличение площади соприкосновения с терминалями, содержащими даи-

ный релизинг-фактор, обеспечивая тем самым его облегченное поступление в кровь.

В проведенных же опытах в результате синдрома отмены гормона или просто привыкания к повышенной концентрации гормона в крови организм испытывает недостаток в продукции кортизона. Аденогипофиз по принципу положительной обратной связи должен увеличить продукцию АКТГ, который, со своей стороны, стимулирует гормонорез в надпочечниках. Для ускоренного выделения аденокортикотропного гормона происходит расширение периваскулярного пространства, оно становится отечным, создает дополнительные ответвления, вследствие чего увеличивается площадь контакта кровеносных капилляров с секреторными клетками (рис. 2) и тем самым осуществляется поступление большого количества АКТГ в кровь.



Рис. 2. Аденогипофиз собаки после 30-дневного введения гидрокортизона. Перикапиллярное пространство резко расширено (а) и образует дополнительные ответвления (б). Ув. 3000

30-дневное введение гидрокортизона не вызвало заметных ультраструктурных изменений эндотелиальной выстилки и увеличения внутренней поверхности кровеносных капилляров. В основном изменения наблюдались в периваскулярном пространстве, которое расширилось благодаря отеку и создавало дополнительные ответвления, вследствие чего увеличивалась площадь контакта кровеносного капилляра с секреторными клетками. Эта реакция перикапиллярного пространства аденогипофиза, по-видимому, носит адаптивный характер.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт экспериментальной морфологии
 им. А. Н. Нативили

(Поступило 20.11.1981)

თ. კლდიაშვილი

ჰიდროკორტიზონის გავლენა ადენოჰიპოფიზის სისხლძარღვოვანი
 კაპილარების სტრუქტურაზე

რეზიუმე

შესწავლილია სქესობრივად მომწიფებული მამრობითი სქესის ძაღლების ადენოჰიპოფიზის სისხლძარღვოვანი კაპილარებზე ჰიდროკორტიზონის გავლენა ულტრასტრუქტურულ დონეზე. დადგინდა, რომ ჰიდროკორტიზონის 30 დღის განმავლობაში შეყვანა საცდელ ცხოველებში არ იწვევს შესამჩნევ ულტრასტრუქტურულ ცვლილებებს ადენოჰიპოფიზის სისხლძარღვოვანი კაპილარების სტრუქტურაში, იზრდება სისხლძარღვოვანი კაპილარებისა და სეკრეტორული უჯრედების შეხების ფართი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. V. KLDIASHVILI

ACTION OF HYDROCORTISONE ON THE STRUCTURE OF
 ADENOHYPHYSIS BLOOD CAPILLARIES

Summary

The ultrastructure of blood capillaries in adenohiphysis of male dogs was studied in the course of 30 day treatment with hydrocortisone. It was ascertained that in these conditions endothelial cells do not reveal noticeable ultrastructural changes. The inner surface of blood capillaries practically does not increase. Changes develop mainly in the perivascular space, which became swollen and enlarged. It is suggested that such reaction of the subendothelial space of the blood capillaries of adenohiphysis is of adaptive character.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Шахламов. Капилляры. М., 1971.
2. А. А. Войткевич, И. И. Дедов. ДАН СССР, 176, № 4, 1967, 935.
3. А. А. Войткевич, И. И. Дедов. Архив АГЭ, 55, № 12, 1968, 25.
4. M. G. Farquhart. Angiology, № 12, 1961, 270.
5. E. S. Reynolds. J. Cell Biol., № 17, 1963, 208.
6. B. G. Monroe, D. E. Scott. J. Ultrastruct. Res., № 14, 1966, 497.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. М. ЛАБАДЗЕ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ
НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПЫЛЬЦЫ В ВОЗДУХЕ
г. ТБИЛИСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 24.6.1982)

Решение конкретных задач клинической медицины, в частности аллергологии, связано с необходимостью анализа значительной информации, требующей применения математических методов исследования, однако трудоемкость ручной обработки материалов не всегда дает возможность привлекать для этих целей сложные статистические приемы. Очевидно, вследствие этого в настоящее время в медико-биологических исследованиях нашел достаточно широкое распространение корреляционный многофакторный анализ с помощью электро-вычислительных машин [1].

В течение ряда лет в аллергологическом центре республики нами проводятся работы по изучению краевой поллинологии, которые широко вмещают материалы по этиологии аэрополлинологии и клинике поллинозов по Восточной Грузии, в частности в регионе г. Тбилиси.

В данной статье представлен опыт использования ЭВМ для изучения характера влияния некоторых природных факторов на распространение аллергенной растительной пыльцы в воздухе г. Тбилиси. Наблюдения проведены на протяжении 2 лет (1969—1970). Расчеты осуществлены на ЭВМ ЕС 1022. Исходные данные закодированы на перфоленду, подобран алгоритм, составлена программа ЭВМ.

Объектом изучения являлись концентрация пыльцы в воздухе, сила ветра, наличие осадков, относительная влажность, облачность. Содержание пыльцы определялось на 1 см^2 площади предметного стекла, улавливающего при помощи ловушек на четырех метеостанциях города [2]. Идентификация пыльцы проводилась в аналитической лаборатории споры пыльцы растений Института ботаники Академии наук ГССР. Метеорологические данные получены от Главного управления гидрометслужбы при Совете Министров ГССР. Материалы разработаны совместно с Институтом метеорологии при СМ ГССР. В результате обработки имеющегося материала на ЭВМ установлены средние величины указанных показателей за период наблюдения, их среднеквадратные отклонения, коэффициент вариации, а также характер их взаимосвязи по коэффициентам корреляции. Сравнение средних проведено по Т-критериям Стьюдента [3].

В результате исследований установлены закономерности, отражающие взаимосвязи между отдельными метеорологическими факторами, и влияние этих факторов на распространение растительной пыльцы в воздухе г. Тбилиси.

Исследования показали, что некоторые дни марта характеризовались повышением температуры воздуха, осадками, однако метеорологические факторы все же не создали благоприятных условий для начала вегетации растений. Отмечались единичные пылевые зерна лещины и вяза на метеостанциях, но в таком малом количестве, что



на ЭВМ мы не смогли произвести статистическую обработку. Эти растения статистически в прогнозировании опыления воздуха не принимали участия.

Апрель характеризовался теплой сухой погодой. Суточные колебания осадков составляли $1,0 \pm 0,4$ $0,4 \pm 2,0$, господствовал северо-восточный умеренный ветер $3,0 \pm 3,3$ балла. Повышение температуры воздуха обусловило понижение влажности, и между ними установилась обратная корреляция $r > -0,53$ (N $r > 0,36$). Сухая солнечная погода и резкое изменение осадков в течение месяца (CV 258—214%) обусловили ускорение вегетации растений и установление прямых значительных коррелятивных связей между температурой и количеством пыльцы растений: клена $r > 0,48$, платана $r > 0,62$, злаковых $r > 0,60$, тутовых $r > 0,47$ и т. д. Здесь заметим, что на метеостанции Института ботаники, которая принадлежит горной зоне, по сравнению с другими метеостанциями, упомянутые растения вегетацию начинали поздно, коррелятивные связи были незначительные и не превышали 0,37 или равнялись 0,36. Кроме того, метеостанция Института ботаники находится в южной части города, поэтому господствующие ветры в этот регион почти не проникают. Это обусловило резкое различие количества пыльцы растений между вышеуказанной метеостанцией и другими, что выявилось статистически: $T_{\phi} > T_{таб}$. Для других метеостанций разница между средними количествами пыльцы растений была незначительной и $T_{\phi} \leq T_{таб}$. В этом периоде выявлена пыльца особенно продуцированных древесных растений — платана, туты, клена, вяза, лещины, ясеня, среднеарифметические которых отличались высокими показателями и варианты близко стояли со среднеарифметическими. Они характеризовались большой стабильностью, и для прогнозирования опыления воздуха города им придается особое значение.

Май, июнь, июль характеризовались необыкновенной сухостью, безоблачным небом ($2,4 \pm 0,4$), резким месячным колебанием осадков (CV 190—282%). На метеостанциях древесные растения закончили вегетацию, если не принимать во внимание данные метеостанции Института ботаники, где еще существовали прямые коррелятивные связи между температурой воздуха и количеством пыльцы растений, например с платана $r > 0,40$, клена $r > 0,46$ и т. д. Начинали сильную вегетацию злаковые, подорожник, спарциум, лебедовые и др. Анализ средних показал, что в эти месяцы частотой опыления отличались злаковые, подорожник, крапива, лебеда, которые заняли ведущее место в прогнозировании опыления г. Тбилиси.

В августе распределение количества пыльцы злаковых на всех метеостанциях было одинаковым. Большая разница между средними арифметическими не отмечалась, и $T_{cp} \leq T_{таб}$. В этот период высокими средними арифметическими отличались лебеда, крапива, полынь, им же принадлежала значительная роль в прогнозировании опыления города.

Длительная сухость в последующие месяцы обусловила усиление испарения, повышение влажности, которая особенно выявилась в октябре 1969 г. Установилась прямая коррелятивная связь между температурой и влажностью $r > 0,62$ и осадками $r > 0,49$, а сильные осадки смыли пыльцу растений, и уменьшилось их количество на метеостанциях. Между ними установилась обратная коррелятивная связь $r > -0,56$. Методом статистической обработки не выявился особо пыляющий таксон, и прогнозирование опыления было незначительным.

Таким образом, настоящая работа является примером для разработки алгоритма и программы ЭВМ с целью изучения динамики между отдельными метеофакторами и пылью аллергенных таксонов и прогнозирования возможного опыления воздуха данной местности.

Республиканская центральная
 клиническая больница
 им. Н. А. Кипшидзе

(Поступило 25.6.1982)

მაკაბრიმენტული მედიცინა

რ. ლაბაძე

ელექტრონული გამოთვლელი მანქანის გამოყენების
 გამოცდილება ზოგიერთი მებოროლოგიური ფაქტორის
 ზემოქმედების ანალიზისათვის მცენარეული მტვრის გავრცელებაზე
 ქ. თბილისის ატმოსფეროში

რეზიუმე

აღნიშნული შრომა წარმოადგენს ელექტრონული გამოთვლელი მანქანის გამოყენების გამოცდილებას, ამინდის სხვადასხვა ფაქტორის გავლენის შესწავლის შესახებ აღერგიული მცენარეების მტვრის გავრცელებაზე. გამოყენებული იყო ე. გ. მ. ს-1022. შერჩეული იყო ალგორითმი და პროგრამა მანქანისათვის. შევისწავლეთ მტვრის კონცენტრაცია ჰაერში, ქარის სიძლიერე, ჰაერის ტემპერატურა, ნალექების რაოდენობა, შედარებითი ტენიანობა, ღრუბლიანობა. დადგინდა აღნიშნული სიდიდეების საშუალო არითმეტიკული, მათი საშუალო კვადრატული ცდომილებით, ვარიაციის კოეფიციენტი და საშუალოების შედარება T კრიტერიუმით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

R. M. LABADZE

THE EXPERIENCE OF THE USE OF DIGITAL COMPUTER IN THE
 ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SOME METEOROLOGIC
 FACTORS ON THE SPREAD OF VEGETABLE POLLEN IN
 THE AIR OF TBILISI

Summary

The paper reports on the experience of the use of a digital computer in the study of the character of the effect of some natural factors on the spread of allergenic vegetable pollen in the air of Tbilisi.

Investigations carried out have revealed a direct and significant correlation between the temperature and the quantities of plant pollens, $r \geq 0.36$; being pronounced in the April-August period, when the difference between the mean quantities of plant pollen was rather small and $T_a \leq T_t$. In the following months prolonged dryness caused an intensification of eva-

poration and an increase of moisture, showing a direct correlation between temperature and moisture, $r > 0.62$ and precipitation, $r > 0.49$. Heavy precipitation washed away the plant pollen, decreasing its quantity in the air and resulting in an inverse correlation, $r > 0.56$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. С. Райкис, В. П. Полушкин и др. Сб. «Поллинозы». Краснодар, 1973, 51.
2. И. Лишка, Ф. Ф. Лукманова, В. А. Скорик, Б. А. Самов. Современная практическая аллергия. М., 1963, 359.
3. Т. Ф. Лакин. Биометрия. М., 1973.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н. Д. АЛНИЯ

КОНЦЕНТРАЦИЯ ГАСТРИНА, ГЛЮКАГОНА И ИНСУЛИНА
В СЫВОРОТКЕ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ПОСТРЕЗЕКЦИОННЫМИ
ПЕПТИЧЕСКИМИ ЯЗВАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. В. Асатиани 25.6.1982)

В последние годы, наряду с гастрином (гормон пилорических желез желудка), большой интерес исследователей вызывает роль гормонов поджелудочной железы при язвенной болезни. Большое значение в указанной патологии, помимо инсулина, имеет глюкагон, который является физиологическим антагонистом инсулина, а также стимулятором его секреции [1—5].

Задачей настоящего исследования явилось изучение базальных уровней гастрина, глюкагона и инсулина в сыворотке крови больных пострезекционными пептическими язвами до и после хирургического вмешательства.

Содержание гастрина, глюкагона и инсулина в сыворотке крови определяли методом радиоиммунологического анализа с помощью стандартных наборов фирм „Sea-Ire-Sorin“, „Corning“, „DRL“.

В статье приводятся результаты определения гастрина, глюкагона и инсулина в сыворотке крови 34 больных (все мужчины) пострезекционными пептическими язвами до и после оперативного вмешательства. Помимо этого, были изучены 37 практически здоровых людей для установления нормальных величин исследуемых гормонов.

При анализе данных установлено, что средняя концентрация гастрина и глюкагона в сыворотке крови при пострезекционных пептических язвах повышена, а содержание инсулина понижено по сравнению с уровнем этих гормонов в сыворотке крови у лиц контрольной группы.

По нашему мнению, высокий уровень концентрации гастрина в сыворотке крови при пострезекционной пептической язве обуславливается следующими причинами: оставлением пилорического отдела во время первичной резекции желудка, экономной резекцией желудка и индивидуальностью топографического расположения веточек блуждающего нерва на малой кривизне желудка.

Высокая концентрация глюкагона в сыворотке крови при пострезекционной пептической язве может быть объяснена гипертонусом блуждающего нерва, и не исключено содействие повышенного высвобождения энтероглюкагона, который является весьма сходным по иммунологическим характеристикам с панкреатическим глюкагоном.

Низкий уровень инсулина в сыворотке крови при пострезекционной пептической язве, по-видимому, связан с наличием гиперглюкагонемии. Как известно, эта пара гормонов — физиологические антагонисты.

Здесь же следует отметить, что наличие колебаний уровня глюкагона и инсулина в сыворотке крови, видимо, является результатом функционального нарушения синтеза гормонов в поджелудочной железе, которое может возникнуть после резекции желудка, а особенно при наличии пострезекционной пептической язвы.



В табл. 1 и 2 приводятся результаты исследования гастрина, глюкагона и инсулина в сыворотке крови до и после оперативного вмешательства в тех конкретных группах больных с пострезекционными пептическими язвами, которым были произведены резекция желудка (19 больных) и тункулярная ваготомия (13 больных).

В группе больных с пострезекционными пептическими язвами после резекции желудка (табл. 1) отмечаются снижение гастрин и некоторое снижение глюкагона и инсулина в сыворотке крови по сравнению с результатами, полученными в дооперационном периоде.

Таблица 1
Концентрация гастрин, глюкагона и инсулина в сыворотке крови до и после резекции желудка

Статистические показатели	До операции			После операции		
	n=19			n=16		
	Гастрин	Глюкагон	Инсулин	Гастрин	Глюкагон	Инсулин
$M \pm m$	42,5±3,25	186±14,0	18,2±1,21	30,0±1,76	174±14,7	16,7±0,67
σ	14,2	59,3	5,28	7,05	58,6	2,70
$\sigma\%$	33%	32%	29%	23%	33%	16%
γ	36,1—48,9	158,5—213,3	15,8—20,6	22,8—37,2	145—203	15,4—18,0
p	—	—	—	<0,005	<0,25	<0,25

P — достоверность между показателями до и после оперативного вмешательства.

Примечание: разница в количестве больных до и после хирургического вмешательства обусловлена тремя летальными исходами в послеоперационном периоде.

Таблица 2
Концентрация гастрин, глюкагона и инсулина в сыворотке крови до и после тункулярной ваготомии

Статистические показатели	До операции			После операции		
	n=13			n=13		
	Гастрин	Глюкагон	Инсулин	Гастрин	Глюкагон	Инсулин
$M \pm m$	33,4±5,79	185±9,10	17,8±1,09	27,5±2,85	156±13,0	22,7±1,77
σ	20,8	32,7	3,92	10,3	50,2	6,37
$\sigma\%$	62%	18%	22%	37%	32%	28%
γ	22,1—44,7	167—202	15,7—19,9	21,9—33,1	129—183	19,2—26,2
p	—	—	—	<0,25	<0,05	<0,025

Снижение гастрин в сыворотке крови после резекции желудка по сравнению с показателями, которые имелись в дооперационном периоде, мы объясняем дополнительным удалением той части желудка и перерезкой неперерезанных ветвей вагуса, которые способствовали повышенному выделению гастрин после первой операции. Уровень глюкагона и инсулин в сыворотке крови после резекции желудка не соответствует данным контрольной группы. Следовательно, функциональное нарушение в поджелудочной железе, наблюдающееся в дооперационном периоде, по-видимому, после оперативного вмешательства не устраняется.

В группе больных с пострезекционными пептическими язвами после тункулярной ваготомии отмечаются некоторое снижение гастрин



на и выраженное уменьшение глюкагона в сыворотке крови. Помимо этого, констатировано повышение уровня инсулина в сыворотке крови по сравнению с результатами, полученными в дооперационном периоде.

Невыраженное снижение уровня гастрина в сыворотке крови после трункулярной ваготомии по сравнению с результатами дооперационного периода мы объясняем выпадением, стимулирующей функции блуждающего нерва на выделяющие клетки гастрина после его полной перерезки. Здесь же надо подчеркнуть, что у этого контингента больных в недавнем прошлом была произведена резекция желудка и, вероятно, тогда имело место некоторое снижение гастрина в сыворотке крови. Вышесказанное, по нашему мнению, обусловило не столь выраженное падение гастрина в сыворотке крови после трункулярной ваготомии, так как после первой операции, т. е. резекции желудка, в той или иной степени, видимо, была подавлена секреция гастрина. Снижение глюкагона в сыворотке крови после трункулярной ваготомии по сравнению с результатами дооперационного вмешательства обусловлено денервацией поджелудочной железы, а повышение уровня инсулина в сыворотке крови — антагонистическим действием этой пары гормонов. В данном случае понижение концентрации глюкагона могло вызвать повышение содержания инсулина в сыворотке крови.

Помимо резекции желудка и трункулярной ваготомии, нами в двух случаях при пострезекционных пептических язвах была произведена пилорэктомиа. В этих наблюдениях отмечались гипергастринемия и нормальные уровни глюкагона и инсулина в сыворотке крови. В послеоперационном периоде, т. е. после пилорэктомии, уровень гастрина в сыворотке крови снизился и не отличался от соответствующего показателя в норме, а концентрация глюкагона и инсулина в сыворотке крови оставалась на прежнем уровне.

Снижение уровня гастрина в сыворотке крови объясняется удалением пилоруса, который, как известно, является основным источником гастрина.

Исходя из полученных данных выбор метода операции основывался на патогенезе пострезекционной пептической язвы, т. е. во всех случаях оперативное вмешательство было патогенетическим.

Полученные результаты исследований, посвященные главным образом изучению вопроса о состоянии секреции комплекса гормонов в сыворотке крови (гастрин, глюкагон и инсулин) при пострезекционной пептической язве, могут помочь в уточнении в каждом отдельном случае причин неудач оперативных вмешательств при язвенной болезни и правильно определить рациональные методы повторных операций.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 25.6.1982)

მასპარეზობს მდივანი

ბ. ალანია

ბასტრინის, გლუკაგონის და ინსულინის კონცენტრაცია სისხლში
პოსტრეზექციური პეპტიკური წყლულები დროს

რეზიუმე

ავადყოფის პოსტრეზექციური პეპტიკური წყლულით აღნიშნულით ბასტრინის და გლუკაგონის კონცენტრაციის მომატება სისხლში, ხოლო ინსულინის დონე ავლენს ტენდენციას დაკლებისაკენ საკონტროლო ჯგუფის შესაბამის მაჩვენებლებთან შედარებით.



კუჭის რერეზექციის შემდეგ დადგენილ იქნა, რომ გასტრინის კონცენტრაცია სისხლში ქვეითდება, ხოლო გლუკაგონისა და ინსულინის დონე იჩენს ტენდენციას დაკლებისაკენ, იმ შესაბამის მაჩვენებლებთან შედარებით, რომლებიც აღინიშნებოდა ოპერაციულ მკურნალობამდე.

გლუკაგონის კონცენტრაციის დაქვეითება, გასტრინის დონის ტენდენცია დაკლებისაკენ და ინსულინის რაოდენობის მომატება სისხლში აღინიშნება ტრუნკულარული ვაგოტომიის შემდეგ, იმ შესაბამის მაჩვენებლებთან შედარებით, რომლებიც კონსტანტირებულ იქნა ოპერაციულ მკურნალობამდე.

პილორექტომიის შემდეგ აღინიშნება გასტრინის კონცენტრაციის დაკლება ოპერაციამდე მიღებულ დონესთან შედარებით, ხოლო გლუკაგონისა და ინსულინის მაჩვენებლები სისხლში არ განსხვავდება საკონტროლო ჯგუფისაგან როგორც ოპერაციამდე, ისე მის შემდეგ.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დადგენილ იქნეს ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში განმეორებითი ოპერაციის ოპტიმალური ვარიანტი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. D. ALANIA

GASTRIN, GLUCAGON AND INSULIN LEVELS IN BLOOD SERUM IN POSTRESECTION PEPTIC ULCERS

Summary

The author investigated gastrin, glucagon and insulin levels in 34 patients with postresection peptic ulcers before and after surgical intervention, using the radiologic method. Besides, the normal levels of the indicated hormones were studied in 37 practically healthy persons.

The patients with postresection peptic ulcers reveal an increased level of gastrin and glucagon in blood serum, while that of insulin shows a tendency to decrease as compared to the control group indices.

After stomach resection (19 patients) a decrease is observed in gastrin concentration in blood serum, while the glucagon and insulin levels tend to decrease as compared to corresponding indices of presurgical treatment.

Following truncal vagotomy (13 patients), glucagon concentration decreases as does the level of gastrin, while the insulin level in blood serum increases as compared to corresponding indices of presurgical treatment.

Pylorctomy (2 patients) leads to a decrease of gastrin concentration in blood serum as compared to the presurgical level, while the glucagon and insulin levels do not differ from the control indices both before and after surgery.

The obtained data permit to determine in each case the optimal variant of repeated surgery.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Булгаков, Матер. конф. молодых ученых. М., 1976, 30—31.
2. Э. Н. Ванцян, Д. Д. Бершаденко, Л. И. Винницкий, Н. Д. Юдаева. Хирургия, № 2, 1980, 24—28.
3. J. H. Walsh, M. I. Grossman. New Engl. J. Med., 292, № 25, 1975, 1324-1334.
4. S. O. Waife. J. Michig. State Med. Soc., 59, № 10, 1960, 1519-1523.
5. S. A. Berson, R. S. Yalow. New Engl. J. Med., 284, № 8, 1971, 445-446.

Г. Ш. ЦЕРЕТЕЛИ

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

(Представлено академиком А. Л. Гуния 24.12.1981)

Наряду с такими мероприятиями роста урожайности сельскохозяйственной продукции, как механизация, ирригация, передовая агротехника, селекция, большое значение имеет химизация сельского хозяйства, являющаяся важным фактором повышения эффективности сельскохозяйственной отрасли.

В сфере химизации сельского хозяйства важное место занимает применение пестицидов против заболеваний вредителей и сорных растений. Это вызвано тем, что проведение подобных мероприятий является одним из важнейших условий увеличения объема урожая и улучшения его качества. Высокий экономический эффект таких мероприятий в настоящее время общепризнан. Так, в нашей стране на защиту растений ежегодно затрачивается 1,2—1,3 млрд. руб., что позволяет сберечь продукцию стоимостью 7 млрд. руб., т. е. выходит, что 1 руб. затрат на применение пестицидов в качестве химических средств защиты растений приносит добавочную продукцию на 5,3 руб.

Наряду с достоинствами интенсивной химизации сельского хозяйства, нельзя не учесть некоторые негативные последствия действия химических веществ на окружающую природную среду. Так, например, 1/3 всех используемых в сельском хозяйстве химикатов вымывается из почвы и попадает в водоемы, реки и озера, в результате чего резко нарушаются условия развития водных организмов, может усилиться развитие водорослей и высших водных растений, создаются неблагоприятные условия для многих видов рыб и т. д.

Отрицательные воздействия пестицидов на окружающую природную среду усугубляются возможностью их движения от одних элементов окружающей среды к другим, например, возможны такие чередования миграции пестицидов: воздух-растения-человек или почва-вода-растения-человек. Кроме того, их вредность для человечества усиливается тем, что при миграции они могут изменяться как в количестве (увеличение объема), так и в качестве (увеличение токсичности)

Следовательно, необоснованное применение пестицидов в сельском хозяйстве в конечном счете может приводить к уменьшению продуктивности в этой же отрасли (к ухудшению качества продукции, сокращению рыбопродуктивности, снижению рекреационной ценности ресурсов, к дополнительным затратам на водоподготовку в промышленности, для коммунально-бытовых нужд и т. д.).



Исходя из вышесказанного следует отметить, что при планировании функционирования сельскохозяйственного производства, на наш взгляд, необходимо учитывать не только положительные, но и отрицательные последствия химизации.

Одним из важных путей успешного решения этой задачи является оптимизация использования пестицидов в сельскохозяйственном производстве с предсмотрением экологических требований, чему и посвящается настоящая работа.

В качестве модели такой оптимизации нами предлагается двухцелевая модель, которая существенно отличается от моделей, существующих в специальных публикациях [1—3]. Она имеет следующий вид: найти такой вектор (x_j^r, \bar{x}_s^r) , который удовлетворит условиям:

$$\sum_{j \in I_2, r \in I_3} a_{ij}^r x_j^r - \sum_{s \in I_4, r \in I_3} b_{is}^r \bar{x}_s^r \leq 0, \quad (i \in I_1), \quad (1.1)$$

$$\sum_{r \in I_3} \bar{x}_s^r = p_s, \quad (s \in I_4), \quad (1.2)$$

$$x_j^r \geq q_j^r, \quad (j \in I_2, r \in I_3), \quad (1.3)$$

$$x_j^r \leq Q_j^r, \quad (j \in I_2, r \in I_3), \quad (1.4)$$

$$\bar{x}_s^r \geq 0, \quad (r \in I_3, s \in I_4), \quad (1.5)$$

и для которого целевые функции

$$f_1(x) = \sum_{s \in I_4, r \in I_3} d_s^r \bar{x}_s^r = \min, \quad (2.1)$$

$$f_2(x) = \sum_{j \in I_2, r \in I_3} m_j^r x_j^r - \sum_{s \in I_4, r \in I_3} z_s^r \bar{x}_s^r = \max, \quad (2.2)$$

где i — индекс, обозначающий вид отдельного необходимого элемента, содержащегося в пестицидах; j — индекс, обозначающий вид сельскохозяйственной продукции; r — индекс сельскохозяйственной зоны; S — индекс, обозначающий вид пестицида; I_1 — множество элементов, содержащихся в пестицидах; I_2 — множество сельскохозяйственной продукции; I_3 — множество сельскохозяйственных зон; I_4 — множество пестицидов; x_j^r — объем прибавки урожая j -й продукции в r -й зоне, получаемой за счет применения пестицидов; \bar{x}_s^r — количество пестицидов S -го вида, применяемых в r -й зоне, кг; d_s^r — величина экономического ущерба, вызванного от загрязнения окружающей среды r -й зоны токсичными элементами единицы пестицидов S -го вида; a_{ij}^r — необходимое количество i -го элемента пестицидов для получения единицы прибавки урожая j -й продукции в r -й зоне; b_{is}^r — количество i -го элемента в единице S -го вида пестицида; p_s — общее количество пестицидов S -го вида; Q_j^r — максимальное количество прибавки урожая j -й продукции в r -й зоне, получаемой за счет применения пестицидов; q_j^r — минимальное количество прибавки урожая j -й продукции в r -й зоне, получаемой за счет применения пестицидов; m_j^r — цена единицы j -й продукции r -й зоны; z_s^r — затраты на приобретение единицы пестицидов S -го вида для r -й зоны, руб.

Задача (1.1)—(2.2) является задачей векторной оптимизации с двумя целевыми функциями.



Для ее решения, наряду с другими методами можно успешно применить метод, суть которого состоит в следующем. На первом этапе решаем задачу для каждой целевой функции в отдельности. Таким образом, находим

$$\text{ext } f_m(x) = b_m, \quad (m = 1, 2).$$

После этого до перехода на второй этап вводим следующие дополнительные условия:

$$\frac{f_1(x) - |b_1|}{|b_1|} = \frac{|b_2| - f_2(x)}{|b_2|}. \quad (3.1)$$

На втором этапе ищем такой вектор, который удовлетворил бы условиям (1.1)—(1.5), (3.1) и для которого целевая функция

$$f_2(x) = \text{max}. \quad (3.2)$$

Следовательно, вышеизложенная модель (1.1)—(2.2) на последнем этапе ее решения примет такой вид:

Найти вектор (x_j^r, \bar{x}_s^r) , который удовлетворит условиям (1.1)—(1.5), дополнительному условию

$$\sum_{s \in I_4, r \in I_3} (|b_2| d_s^r - |b_1| c_s^r) \bar{x}_s^r + \sum_{j \in I_2, r \in I_3} |b_1| m_j^r x_j^r = 2 |b_1 \cdot b_2| \quad (4.1)$$

и для которого целевая функция

$$f_2(x) = \sum_{j \in I_2, r \in I_3} m_j^r x_j^r - \sum_{s \in I_4, r \in I_3} c_s^r \bar{x}_s^r = \text{max}. \quad (4.2)$$

Решение задачи (1.1)—(2.2) в конечном результате дает необходимую информацию для оптимального использования пестицидов в сельскохозяйственном производстве с учетом экологических факторов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 25.12.1981)

გაქონილია

ბ. წამათელი

სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში პესტიციდების გამოყენების
ოპტიმიზაციის ერთი მოდელის შესახებ ეკონომიკური
მოთხოვნების გათვალისწინებით

რეზიუმე

დასმულია სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში პესტიციდების გამოყენების ამოცანა ეკონომიკური მოთხოვნების გათვალისწინებით და აგებულია მისი გადაწყვეტისათვის საჭირო ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელი.

G. Sh. TSERETELI

CONCERNING A MODEL OF THE UTILIZATION OF PESTICIDES
IN AGRICULTURAL PRODUCTION WITH ACCOUNT OF THE
ECOLOGICAL REQUIREMENTS

Summary

The title problem has been studied and a special model is proposed for optimized use of pesticides in agricultural production, with account of the ecological requirements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Математические методы в планировании отраслей и предприятий. М., 1981.
2. Охрана окружающей среды. М., 1977.
3. Охрана окружающей среды. М., 1982.



М. А. НАРСИЯ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ УЧЕТА РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ФОНДА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

(Представлено академиком А. Л. Гуния 24.12.1981)

В разработках и предложениях по планированию фонда заработной платы (ФЗП), как правило, игнорируются факторы регионального характера. Между тем, эти факторы существенно влияют на показатели производственно-хозяйственной деятельности строительных организаций, в том числе и на ФЗП. При планировании размера ФЗП учитываются районные поправочные коэффициенты к заработной плате работников. Однако такой метод далеко не в полной мере учитывает влияние на размер ФЗП всех региональных особенностей деятельности конкретной строительной организации. К региональным факторам в условиях Грузинской ССР относятся: строительство в условиях высокогорья, сейсмичность территории, возведение зданий в отдельных районах на просадочных грунтах и ряд других.

При исследовании влияния региональных факторов на расходование ФЗП в строительно-монтажных организациях проанализируем соотношение между изменением нормативных затрат труда и изменением сметной стоимости работ, вызванным влиянием региональных факторов. Такой подход к анализу влияния региональных особенностей на ФЗП отвечает задаче разработки нормативного метода его планирования.

При планировании ФЗП для учета условий производства строительно-монтажных работ в различных горных условиях нами предлагается применить корректирующий коэффициент K_h , который можно определить следующим образом:

$$K_h = \frac{1,0 \cdot \vartheta_1 + 1,2 \cdot \vartheta_2 + 1,3 \cdot \vartheta_3}{100}, \quad (1)$$

где 1,0; 1,2; 1,3 — коэффициенты к заработной плате при производстве СМР на высоте соответственно 1500—2000 м, 2000—3000 м и более 3000 м н. у. м.; ϑ_1 , ϑ_2 , ϑ_3 — удельные веса СМР, производимые на высоте соответственно 1500—2000 м, 2000—3000 м и более 3000 м н. у. м.

Влияние выполнения строительно-монтажных работ с антисейсмическими мероприятиями на расходование ФЗП нами предлагается учитывать посредством корректирующего коэффициента

$$K_c = \frac{P_0 \vartheta_0 + P_1 \vartheta_1 + P_2 \vartheta_2 + P_3 \vartheta_3}{100}, \quad (2)$$



где $\vartheta_0, \vartheta_1, \vartheta_2$ и ϑ_3 — удельные веса СМР, производимых в районах соответственно с сейсмичностью 6, 7, 8 и 9 баллов; p_0, p_1, p_2 и p_3 — нормативный индекс увеличения ФЗП в связи с производством работ по антисейсмическим мероприятиям, относящимся соответственно к 6, 7, 8 и 9 баллам сейсмичности.

Нормативный индекс увеличения ФЗП в связи с производством работ в сейсмической зоне для всех баллов сейсмичности предлагается определить по формуле

$$P = \frac{I_{з.с}}{I_{с.с}}, \quad (3)$$

где $I_{з.с}$ — индекс увеличения затрат труда в связи с выполнением работ по антисейсмическим мероприятиям; $I_{с.с}$ — индекс увеличения сметной стоимости СМР в связи с антисейсмическими мероприятиями.

Значительное увеличение затрат труда вызывает строительство объектов на просадочных грунтах. Коэффициент, учитывающий увеличение расхода заработной платы в связи со строительством на просадочных грунтах, можно рассчитывать по формуле

$$K_{пр} = \frac{\vartheta_0 + N_1\vartheta_1 + N_2\vartheta_2}{100}, \quad (4)$$

где N_1 и N_2 — индексы увеличения ФЗП при строительстве на грунтах с просадочностью I и II типов соответственно; ϑ_0, ϑ_1 и ϑ_2 — удельный вес объема СМР, производимых соответственно на непросадочных и просадочных грунтах I и II типов.

Коэффициент, учитывающий увеличение ФЗП вследствие разницы в продолжительности зимнего периода, можно определить по формуле

$$K_{зим} = 1 + K_n \cdot \frac{\vartheta_0}{100}, \quad (5)$$

где K_n — средневзвешенный коэффициент увеличения ФЗП в зимний период, ϑ_0 — удельный вес дней зимнего периода в общем количестве дней годового фонда рабочего времени.

Учет совокупности влияния вышеуказанных региональных факторов на расходование ФЗП в строительско-монтажных организациях на основе предлагаемых корректирующих коэффициентов $K_h, K_c, K_{пр}$ и $K_{зим}$ можно осуществить посредством сводного регионального коэффициента K_p :

$$K_p = \left(\frac{K_c - 1}{K_c} + \frac{K_{пр} - 1}{K_{пр}} + 1 \right) \cdot K_h \cdot K_{зим}. \quad (6)$$

Ниже в таблице дается расчет сводного регионального коэффициента K_p по некоторым общестроительным трестам Минстроя СССР на 1980 год.

Разработанная нами формула для определения норматива ФЗП записывается следующим образом:

$$H^n = H^{\delta} \cdot \frac{c^n \cdot \Delta B + B^{\delta}}{B^n}, \quad (7)$$

где H^n и H^{δ} — плановое и базисное значения норматива ФЗП; B^n и B^{δ} — плановая и базисная величины среднегодовой выработки одно-



Расчет сводного регионального коэффициента по некоторым трестам
Министрия ГССР за 1980 г.

Тресты	Регионы строитель- ства	Величина параметров регионального коэффициента					Величина сводного регионального коэффициента $K_p = \frac{K_p^n}{K_p^0}$	
		$K_{зм}$	K_d	K_c	$K_{пр}$	K_p^n		K_p^0
№ 1	г. Рустави	1,0013	1,0	1,0023	1,0212	1,02438	1,02317	1,00118
№ 3	г. Тбилиси	1,0013	1,0	1,0026	1,010	1,0138	1,0141	0,9997
№ 4	г. Кутаиси	1,0005	1,0	1,0025	1,011	1,0139	1,0137	1,00019
№ 5	г. Батуми	1,0	1,0	1,0026	1,0	1,0026	1,00245	1,00015
№ 6	г. Сухуми	1,0	1,0	1,0026	1,0026	1,00264	1,00263	0,99997
№ 8	г. Гори	1,0021	1,0	0,99	1,0058	1,0061	1,0060	1,00009

го работающего, руб./чел.; ΔB — плановый прирост среднегодовой выработки, руб./чел.; c^n — коэффициент, характеризующий плановое соотношение темпов роста производительности труда и заработной платы.

Формулу (7) с учетом региональных особенностей можно записать в виде

$$H^n = H^0 \cdot \frac{K_p^n}{K_p^0} \cdot \frac{c^n \cdot \Delta B + B^0}{B^n}, \quad (8)$$

где K_p^n и K_p^0 — плановая и базисная величины регионального коэффициента.

В целях оценки правомерности применения предложенного коэффициента K_p для учета влияния региональных особенностей на ФЗП нами проведен корреляционный анализ удельного расхода ФЗП на единицу СМР, скорректированного на коэффициент K_p от тех же факторов-аргументов, влияние которых на ФЗП исследовалось в прямом варианте. Теснота связи между новым скорректированным показателем удельного расхода ФЗП и факторами-аргументами, характеризующими достигнутый технический уровень строительного производства в организациях и объективные условия их хозяйственной деятельности, оказалась выше. Коэффициент множественной корреляции оказался равным 0,93. Значение, равное разности коэффициентов детерминации $d_p = d_1 - d_0 = (0,93)^2 - (0,91)^2 = 0,0368$, свидетельствует о том, что в общем влиянии всех факторов влияние региональных составляет 3,7%. Из этого мы делаем вывод, что влияние рассмотренных региональных факторов на ФЗП достаточно существенно и их необходимо учитывать при планировании этого показателя.

Учет всего вышеуказанного при планировании ФЗП обеспечит обоснованность планов этого показателя и «привязку» его к местным условиям. Поэтому экономия за счет учета природно-климатических факторов при планировании ФЗП должна стать одним из главных путей сбережения финансовых и трудовых ресурсов строительства.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.12.1981)

მ. ნარსია

შემთავაზებულია ხელფასის ფონდის დაგეგმვისას რეგიონალური ფაქტორების გათვალისწინების ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

შემთავაზებულია ხელფასის ფონდის მაკორექტირებელი რეგიონალური კოეფიციენტის განსაზღვრის მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს სეისმურობას, გრუნტების ჯდომადობას, მთაგორიანობასა და ზამთრის პირობებს.

ECONOMICS

M. A. NARSIA

ON ONE METHOD OF CONSIDERING THE REGIONAL FACTORS
IN PLANNING THE SALARY FUND IN BUILDING

Summary

The paper proposes a method for the calculation of the correction factor—involving seismicity, mountainousness, subsidence of grounds and winter conditions—in planning the salary fund for building organizations.



მ. გოცირიძე

სიტყვათწარმოების ძირითადი ტიპები „ვეფხისტყაოსნის“
ებრაულ თარგმანში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. წერეთელმა 21.11.1981)

წინამდებარე ნაშრომის მიზანია გაარკვიოს მორფოლოგიური სიტყვათწარმოების თავისებურებანი „ვეფხისტყაოსნის“ ბ. გაპონოვისეულ ებრაულ თარგმანში. განხილულია მხოლოდ ის ლექსიკური ერთეულები (სახელები და ზმნები), რომლებიც ბ. გაპონოვის მიერ ჩანს შექმნილი.

ლექსიკური სიტყვათწარმოება თარგმანის ენაში მოიცავს ნასახელარ ზმნებს, აგრეთვე ნაზმნარ სახელებსა და სახელური ფუძეებისაგან ნაწარმოებ სახელებს. ვიდრე უშუალოდ ამ ჯგუფების განხილვას შევეუდგებოდეთ, მოკლედ შევჩერდებით სახელური სიტყვათწარმოების საკითხზე სემიტურ ენებში.

ათას წელიწადზე მეტია, რაც არაბი და ებრაელი გრამატიკოსები, და მათ კვალდაკვალ ევროპელი სემიტოლოგები სარგებლობენ ფორმულებით სიტყვის ამა თუ იმ ლექსიკური კატეგორიის სტრუქტურის აღსანიშნავად. არაბულად ამ ფორმულებს ეწოდება *wazn*, მრ. *awzān* „წონა, საწონი“. როგორც საწონით განსაზღვრავდნენ საქონლის წონას და შემდეგ მის ღირებულებას, ასევე *awzan*-ის მეშვეობით ადგენდნენ სიტყვის სტრუქტურას და აქედან — მნიშვნელობას. ებრაული *mišqālōt* ამავე კომერციული და ლინგვისტური მნიშვნელობით უნდა წარმოადგენდეს არაბ. *awzān*-ის კალკს [1].

აღნიშნული სტრუქტურულ-სემანტიკური ფორმულები წარმოადგენენ არსებულ სიტყვათაგან ახალი სიტყვების წარმოქმნის მოდელებს, სქემებს. მოდელი ემყარება ძირითადი ფონდის სიტყვების სიტყვათწარმოებით სტრუქტურას. მოდელი → ანალოგიის მოქმედება → ახალი სიტყვა — ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ სიტყვათწარმოების გზა [2].

ამათვისვე აღვნიშნავთ, რომ ებრაულში ნაწარმოები სახელების უმრავლესობა ზმნურ ძირებს უკავშირდება, სახელებისაგან წარმოქმნილი სახელები (*nomina denominativa*) ძალზე მცირე პროცენტს შეადგენს [3].

ასეთივე ვითარებაა „ვეფხისტყაოსნის“ ებრაულ თარგმანში.

პირველად შევჩვენებთ ნაზმნარ სახელებს (*nomina deverbalia*). მოდელების ჩვენებისას ვსარგებლობთ *p'l* ძირით.

სახელური ფუძეების მოდელებიდან თარგმანში განსაკუთრებული პროდუქტიულობით გამოირჩევა ე. წ. სელოლატები (ლ. აქ ისინი ჩვეულებრივ მოქმედებისა და აბსტრაქტულ სახელებს აწარმოებენ, იშვიათად კონკრეტულ სახელებს. მაგალითად:

- zēleg* (493; 1355) „ღვრა“;
- kēper* (1613) „პატიება, შენდობა“;

(1) წარმოშობით ერთმარცვლიანი სახელები *pa'l*, *pi'l*, *pu'l* ტიპისა მახვილით პირველ ხმოვანზე და უმახვილო დამხმარე სელოლით (*e* ხმოვნით) მეორე მარცვალში.
(2) სტროფების ნუმერაციას ვუთითებთ თარგმანის მიხედვით.

sóreh (459) „უარი, უარის თქმა“;

hēheṣ (1578) „ღო“.

ჩვენს დაკვირვებით, სელოლატების სიმრავლე იმითაა გამოწვეული, რომ მთარგმნელს ხშირად გადააქვს მახვილი ულტრინადან პენულტიმაზე (ჩვეულებრივ მაღალ შაირში), ეს კი ძალზე მარტივად ხორციელდება სელოლატების მოხმობით.

სელოლატების გარდა, გაუვრცობელ სახელურ ფუძეთა მოდელეზიდან თარგმანის ტექსტში გვხვდება:

pā'el: gāḥēah (387) „მაღალი“;

pā'il: nāqia' (1242) „კისრის მოსატეხი, უვალი“;

p'ālā: r'ḏāpā (270) „დევნა“;

p'īlā: C'gīmā (1102) „სევდა, ღარდი“;

p'āl: d'ḡōr (1045) „გროვა“.

შინაგანი ფლექსიით გავრცობილ ფუძეთაგან გამოვყოფთ ტიპებს, რომელთაც ახასიათებთ მეორე ძბრეულის გემინაცია.

pi'ul: higgūr (999) „ერთი ადგილიდან მეორეზე გადასვლა, ხეტიალი“ და pa'āl, რომელიც ჩვეულებრივ პროფესიის სახელებს აწარმოებს. ასეთია ჩვენს ტექსტში makkār (1069) „ვაჭარი“ ზმნიდან mākar „ყიდლა“⁽³⁾.

აფიქსალური (პრეფიქსალურ-სუფიქსალური) სიტყვათწარმოება წარმოდგენილია მოდელეზით:

miḥ'lelet: mirṣeḡeṡ (1147) „ფილა, ფენილი“;

mō'lelet: mō'ceṣeṡ (384, 1398) „ბრძნულნი აზრი, რჩევა“;

tiḡ'lelet: tiṣḡahaṡ (485) „ქება“;

tiḡ'olelet: ta'ṣomeṡ [2] „ძალა, ძლევა“;

pi'alōn: kiṣṣārōn (1191) „უნარი, შესაძლებლობანი“.

სახელური ფუძეებიდან წარმოქმნილი სახელები ორიოდ შემთხვევას ითვლის. ასეთებია, მაგ.: gaṣ'rīr (312) „პატარა ხიდი“ < geṣ'er „ხიდი“ (მოდელი pa'liil — მესამე ძირეულის რედუბლიკაციით და გრძელი ხმოვნით) და saḡ'rūt (1257) „ვაჭრული იერი“ < saḡ'ar „ვაჭრობა“ (მოდელი pa'liūt).

„ვეფხისტყაოსნის“ ებრაული თარგმანის ენაში წარმოდგენილ სიტყვაწარმოების ტიპებს შორის დომინირებული ადგილი უჭირავს სინტაქსურ დერევიაციას, ე. ი. მწარმოებელი და ნაწარმოები სიტყვები სხვადასხვა მეტყველების ნაწილებია, ლექსიკური მნიშვნელობა კი ერთი აქვთ. სინტაქსური დერევიაციის სფეროს ეკუთვნის და შესაბამისად, ტრანსპოზიციურია ზმნური წარმოშობის მოქმედებისა და აბსტრაქტული სახელები, ზედსართავები და სხვ. [4].

დაბოლოს შევხებით პოემის თარგმანში ფიქსირებულ რამდენიმე ნასახელარ ზმნასა და მიმღეობას.

სახელებისაგან ზმნების წარმოება ფართოდაა გავრცელებული ებრაულში. ნასახელარი ზმნები ჩვეულებრივ Pi'el-ისა და Hiḡ'il-ის თემებში გვხვდება. ამავე წესს მისდევნებ. გაპონოვისეულნი ფორმებიც.

⁽³⁾ ვაჭებს მეორე makkār „ნაცნობა“, რომლისთვისაც ამოსავალია nkr ძირი: hikkir „იცი“.



hip̄c. hinḫil (1660) „აქცევდა, ღვრიდა“. ნაწარმოებია არსებითი სახე-
ლისაგან nahal „მდინარე, წყარო“ (*).

pīc. cikkēs (224, 545) „უკბინა, დაგესლა (გველმა)“.

ამ ზმნაშიც ადვილად აღდგება „ცოცხალნი სახე“ — არსებითი სახელი
ḥekes „ერთგვარი შხამიანი გველი, რომელიც იხსენიება თალმულში“ (შდრ.
ბერძნ. echis).

საინტერესოა, რომ ბიბლიურ ებრაულში იყო ზუსტად ასევე მბგერო
ზმნა cikkēs „აწკარუნებდა, აქლარუნებდა“, რომლისთვისაც ამოსავალი ყო-
ფილა მეორე, დღეს უკვე არქაიზმად ქცეული ḥekes „ფეხის სამაჯური“ (ძვე-
ლებური სამკაული).

pīc. timmēn (639) „რვაჯერ გაიმეორა, გაარვაკეცა“.

ნაწარმოებია არამეული წარმომავლობის რიცხვითი სახელისაგან tamnē
(t^hmanjā) „რვა“ (შდრ. ებრ. šmōnē) (5).

ცალკე უნდა გამოიყოს ოთხთანხმოვნიანი ნასახლარი ზმნის ყაიდაზე შე-
ქმნილი „საავტორო ნეოლოგიზმი“ tintēn (51) „თინათინობდა“ საკუთარი
სახელიდან tinātin „თინათინი“. ეს ფორმა პუნქტუალური სიზუსტით გადმოს-
ცემს დედნის „თინათინებდა“-ს.

მთარგმნელი ზოგჯერ არ ერიდება აწარმოოს სახელებისაგან „ხელოვნუ-
რი“ ფორმა ვნებითი გვარის მიმღეობებისა, რომლებსაც ზედსართავის ფუნ-
ქციას აკისრებს.

მაგალითად, m^hšuššār (943) „წითელი, წითლად შეღებილი“. ფორმით
Puḥal-ის მიმღეობაა არსებითი სახელისაგან šāšar (აქად. šaršaru) „წითე-
ლი საღებავი, რომელსაც ძველად კედლების შესაღებად ხმარობდნენ“.

Puḥal-ის ყაიდაზევება აგებული ოთხთანხმოვნიანი ნასახლარი მნმლეო-
ბები:

m^huṭlās (474) „ატლასისა“ <āṭlas „ატლასი“.

m^hmurgāl (1555) „მარგალიტისა“ <margālit (margāl) „მარგალიტი“ და
სხვ.

მოტანილი მაგალითებიდან ჩანს, რომ ბ. გაპონოვისეული ლექსემები,
როგორც წესი, ბიბლიისა და მიშნის ებრაულში ცნობილი სიტყვათწარმოები-
თი მოდელების მიხედვითაა აგებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. გ. წერეთლის სახელობის

აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 25.12.1981)

(* ლექსიკონებში ფიქსირებულია ზმნა nahal, რომელიც სულ სხვა მნიშვნელობას გვიჩ-
ვენებს „შეიძინა, შეძენა, შეძენის მიხედვით მიიღო“; hip̄c. hinḫil „გადასცა, შემკვიდრებოთ დაუ-
ტოვა“. ჩვენს შემთხვევაში დამოუკიდებელ სახელურ ძირზე უნდა ვისაუბროთ.

(5 ასეთი წარმოება უცხო არ არის ებრაულისათვის. შდრ. მაგალითად, იმავე 639-ე სტროფ-
ში ნახმარი šibbēc „შეიდჯერ გაიმეორა, გააშეიძეცა“ <šebac — „შეიდი“.



М. А. ГОЦИРИДZE

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СЛОВООБРАЗОВАНИЯ В ЕВРЕЙСКОМ
 ПЕРЕВОДЕ «ВИТЯЗЯ В БАРСОВОЙ ШКУРЕ»

Резюме

В статье дан словообразовательный анализ лексических единиц (имен и глаголов), созданных автором еврейского перевода «Витязя в барсовой шкуре» Б. Гапоновым по моделям, известным в языке Библии и Мишны.

LINGUISTICS

M. A. GOTSIRIDZE

THE MAIN TYPES OF WORD-FORMATION IN THE HEBREW
 TRANSLATION OF "THE KNIGHT IN THE PANTHER'S SKIN"

Summary

The new lexical units (nouns and verbs) coined by B. Gaponov in his Hebrew translation of Sh. Rustaveli's "The Knight in the Panther's Skin" are analysed from the viewpoint of word-formation. The translator formed new lexemes largely on the basis of Biblical and Mishnaic word-formation patterns.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Старнин. Структура семитского слова. М., 1963, 20.
2. Эр. Ханпира. Автореферат канд. дисс. М., 1966, 2.
3. В. Гезениус. Еврейская грамматика. СПб, 1874, 312.
4. Е. А. Земская. Современный русский язык. Словообразование. М., 1973, 185—191.



Ц. В. БИБИЛЕИШВИЛИ

О ЯВЛЕНИИ ЭЛЛИПСИСА В СОМАТИЧЕСКИХ ФРАЗЕОЛОГИЗМАХ ФРАНЦУЗСКОГО И ГРУЗИНСКОГО ЯЗЫКОВ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 16.4.1982)

Одним из основных признаков фразеологической единицы считается полное или частичное семантическое преобразование компонентов. Одной из форм семантического преобразования является эллипсис. Как справедливо отмечает Ш. Балли [1], «эллипсис становится фактом речи и экспрессивным средством лишь в том случае, когда сознание говорящего и слушающего не стремится более восстановить исчезнувшие элементы, а сам эллипсис безотчетно воспринимается как символ определенной экспрессии».

Явления эллипсиса мы изучили на материале соматических фразеологизмов французского и грузинского языков. Выявилось, что это весьма распространенное явление как во французских, так и в грузинских соматических фразеологизмах.

А. Г. Назарян [2], рассматривая эллиптические фразеологизмы французского языка, делит их на две группы — собственно эллиптические и относительно эллиптические фразеологические единицы. Например:

Avoir le nez (fin)	иметь тонкий нюх
Y laisser bras et jambes	сломать себе шею
Si le coeur vous en dit	если вам хочется

Поскольку многие относительно эллиптические фразеологизмы претерпели значительные семантические изменения, то не всегда удается восстановить замещенные в них слова.

Что касается грузинских соматических фразеологизмов, в них широко наблюдается собственно эллиптическая форма, а относительно эллиптическая вовсе отсутствует. Например:

გულთან (ახლოს) მიტანა	поднести (близко) к сердцу
ზურგზე (ტვირთად) დაწოლა	(грузом) лечь на спину к.-л.



Выпадение лексических единиц в фразеологизмах не нарушает целостность образа.

В грузинских фразеологизмах, в отличие от французских, наблюдаются случаи выпадения глагола. Тогда фразеологизм теряет глагольную форму и с помощью глагола უფნა «быть» приобретает функцию именного сказуемого. Например: დიდი გული მეცა — დიდ გულზეა (букв.) «получить большое сердце — быть с большим сердцем». Именная часть фразеологизма приобретает грамматические функции глагола и по-прежнему передает идею фразеологизма.

При наличии двухвершинных фразеологизмов выпадение одного компонента переводит фразеологизм в ряд метафорических слов. Например:

(ბირში) ეცა (букв.) бросился (в рот)
(пер.) не дал сказать ч.-л.

Наличие большого количества метафорических слов в грузинском языке свидетельствует о широком применении этого явления в языке.

Как видно из вышесказанного, общей формой эллипсиса для сопоставляемых языков является собственно эллиптическая форма. Каждый из сопоставляемых языков образует эллипсис согласно собственным языковым нормам.

Академия наук Грузинской ССР
Кафедра иностранных языков

(Поступило 23.4.1982)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ც. ვიბილეიშვილი

ელიფსისის უმსახებ ფრანგულ-ქართულ სომატურ
ფრაზეოლოგიზმებში

რეზიუმე

შესწავლილია ელიფსისის მოვლენა ქართულ-ფრანგულ სომატურ ფრაზეოლოგიაში. გამოვლინდა, რომ საკუთრივ ელიფსური ფორმა დამახასიათებელია ორივე ენისათვის, მიმართებით ელიფსური კი მხოლოდ ფრანგული ფრაზეოლოგიზმებისათვის. ქართულ სომატურ ფრაზეოლოგიზმებში ხშირად შეიმჩნევა ზმნის ამოვარდნის შემთხვევა. მაშინ, ზმნა „ყოფნას“ საშუალებით ფრაზეოლოგიზმის სახელად ნაწილი იქნეს ზმნის ფუნქციას და გადმოგვეცემს ფრაზეოლოგიზმის მნიშვნელობას. ორწევროვანი ფრაზეოლოგიზმების შემთხვევაში ერთი კომპონენტის ამოვარდნა ფრაზეოლოგიზმს აქცევს მეტაფორულ სიტყვად.

Ts. V. BIBILEISHVILI

ON THE ELLIPSE PHENOMENON IN FRENCH AND GEORGIAN
SOMATIC PHRASEOLOGISMS

Summary

A study of the phenomenon of ellipse in somatic phraseologisms of the French and Georgian languages has shown that the elliptic proper form is characteristic of both languages, whereas relative ellipse is peculiar only to the French language. The verb is often omitted in Georgian somatic phraseologisms; when this is the case, the nominal part of the phraseologism acquires—with the aid of the verb "to be"—the grammatical function of the omitted verb, thereby retaining the idea of phraseologism. In the case of double-apex phraseologisms the dropping out of one component transfers the phraseologism to the rank of metaphoric words.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Балли. Французская стилистика. М., 1961.
2. А. Г. Назарян. Фразеология современного французского языка. М., 1976.



ლ. აპირიკაშვილი

„სტრიქონი“ მწირობასა და ხუროთმოძღვრებაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ყაუხჩიშვილმა 31.5.1982)

მწერლობასა და ხუროთმოძღვრებაში ამა თუ იმ ეპოქისათვის ნიშნული საერთო ტენდენციების ძიებას თავისი ისტორია აქვს. ამ მხრივ ქართველ-მეტყველება უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში განსაკუთრებით დაწინაურდა. დასამოწმებლად ის ფაქტიც საკმარისია, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ მეტრში გ. წერეთლის მიერ მიგნებულ იქნა „ოქროს კვეთი“, ანუ „ღვთაებრივი პროპორცია“, როგორც ქართული რენესანსული სულისკვეთების გამოვლენა. როდესაც ადამიანმა პირველი ბომონი ააგო, იმავდროულად მას სიტყვის მსხვერპლშეწირვაც უნდა ესწავლა; ეს იყო საკრალური პოეტური სიტყვა. ტაციტუსი და სტრაბონი გადმოგვცემენ უძველეს სალაშქრო ლოცვითს ჰიმნებსა (carmina) [1] და ექვსი ათასი წლის ხნოვანების კანონებზე, რომლებიც პოეტური ფორმით ყოფილა თხზული (νῆμοις ἐμμέτρως) [2]. თავდაპირველად ხელოვნების დარგები, მათ შორის პოეზია და ხუროთმოძღვრება, აგრეთვე ხელობანი ერთ განუყოფელ მთელს შეადგენდნენ, ტერმინებიც ზიარი უნდა ჰქონოდათ, რაც რელიქტურად დადასტურებულია „იკოსის“ მსგავსი მაგალითებით (ბერძ. ὀϊχοί = სახლი, საყუდელი, ტაძარი; ლექსის სახე. სემიტ. bjt = სახლი; ლექსის ნაწევარი).

საგანგებოდ შევჩერდებით „სტრიქონზე“, რომელიც ბერძნულ ὀϊχοί-ს ეფარდება. ὀϊχοί განიმარტება როგორც 1) რიგი, მწკრივი, ხაზი (ქსენოფონთან, პლატონთან); 2) სალექსო სტრიქონი, პწკარი (არისტოფანესთან, პლატონთან) [3]. ლიდელ-სკოტის „ბერძნულ-ინგლისურ ლექსიკონში“ მნიშვნელობანი უფრო დანაწევრებულია; „რიგის“ სემანტიკაში ავტორები ცალკე გამოყოფენ „ქვის ან აგურის წყობის პორიზონტალურ რიგს (course of masonry)“ (საღმშენებლო საქმეში). მეორე მნიშვნელობად მოცემულია „ლექსის პწკარი“, მაგ. ἦρα ὀϊχοί, ან „შერთმული მრჩობლედი“; „პროზის სტრიქონი, საშუალოდ ჰექსამეტრული ლექსის მოცულობისა“; „წიგნის თავი“ [4].

ბიბლიის „სიმფონიის“ მიხედვით ჩვენ დავკებნეთ ὀϊχοί ლექსემის ყველა ქართული შესატყვისი. ესენია: (ს)ტრიქონი, რიგი, კარგი. მოვიტანთ ნიმუშებს: „καὶ τῶν ῥίθων διακοσμοὶ ὀϊχοί: κῆκλῃ ἐπὶ τῆς κερφαλῖδος τῆς δευτέρως“ — „და ვაშლთა ორასთა ტრიქონად მეორესა ზედა თავსა“ (III მეფ. 7, 9. ქართ. 22); „καὶ ἠκαθῆμῃσεν τῆν ἀσλῆν τῆν ἔσωτάτην, τρεῖς ὀϊχοὺς ἀπελεχῆσαν. καὶ ὀϊχοὺς κατεργασμένης κῆρῶν κηκλῆμεν“ — „და აღუმენა ეზო შინაგანი: სამ რიგი განთლილი, და რიგი გათლილისა ვარემო კედლისა“ (III მეფ. 6, 36); „καὶ ὁ ὀϊχοὺς ὁ τρίτος λυγύριον, ἀχάτης καὶ ἀμῆμιστος“ — „და სტრიქონი (ფულგატა: კარგი) მესამე—ლიგური და აქატი და ამეთსოს“ (გამოსლ. 28, 19). „ძველ აღქმაში“ ὀϊχοί-ის ხმარების ოციოდე მაგალითიდან არ დასტურდება არც ერთი ისეთი შემთხვევა, რომ მას



(σείχος-ს) აზრობრივად „ლექსი“ ან „პუკარი“ ეფარდებოდეს; მეტბრძოლურად არის შემოწერილი „სტრიქონის“ სემანტიკა. ბიბლიაში σείχος, და შესაბამისად ქართული „სტრიქონი“, არსებითად ხუროთმოძღვრული ტერმინია. ამასთან, „ძველი აღთქმის“ მუხლედ წიგნთა ექსცერპტებს ტრადიციულად σείχοι-ს უწოდებენ. სიმ. ყუბხიშვილის „ბიზანტიურ-ქართული დოკუმენტირებული ლექსიკონის“ მასალებში s. v. σείχος იკითხება „მუკლი“ (ამარტოლი); σείχολογία. σείχολογία „ფსალმუნების“ ძალისაა.

ძველ ქართულ მწერლობაში არაიშვიათად ვხვდებით „(ს)ტრიქონს“ პუკარის, ლექსის მნიშვნელობით. ეს ჩანს „ვეფხისტყაოსნის“ აკადემიური ტექსტის დამდგენი კომისიის სალექსიკონო მასალებიდანაც. ერთ მაგალითს მოვიტანთ ვრცელი კონტექსტით: „წამებაჲ წმიდისა პროკოპისი“ თხზულებაში, რომელიც, კ. კეკელიძის აზრით, უნდა ეთარგმნათ არა უგვიანეს მეშვიდე საუკუნისა, სწერია შემდეგი: როცა პროკოპის, პალესტინელ მოწამეს, მოსთხოვეს, ეზორა თთხი მეფისათვის, იგი „პირველთა მათ უმეროსისთა წარმოიღებდა სტრიქონთა, რომელ იგი მათ ყოველთა მიერ სიტყუს-მოქმედთა განსაკვრებელ იყო, და თქუა ესრით: «არა კეთილ არს მრავალუფლებაჲ, ერთ უფალ იყავნ და ერთ მეუფე!»» (უძველესი ლათინური თარგმანით, „Homeri inquit versum, dicens“) [5]. კ. კეკელიძე შენიშნავს: „თხზულება საყურადღებოა ქართული ლიტერატურის ისტორიის თვალსაზრისით იმ მხრივაც, რომ იმაში მოხსენებულია დიდი ჰომიროსი და მოყვანილია მთელი „სტრიქონი“ ან „სტიქონი“, ესე იგი ტაეპი მისი“ [5]. სხვადასხვა დროის ლიტერატურულ ძეგლებზე დაკვირვების შედეგად ვასკვნით, რომ σείχος — სტრიქონი თანდათან ხუროთმოძღვრული ტერმინის შინაარსს კარგავს და მოგვიანებით, როგორც საბა აღნიშნავს, სტრიქონი მხოლოდ „წერილის ნაწერთ რიგია“ [6].

ბერძნული ენის ეტიმოლოგიურ ლექსიკონთა შემდგენელნი σείχ ძირს ინდოევროპულ ენებში „აყოლებას“, „წყობას“ უკავშირებენ [7]. შდრ. ქართული „გავლა“ ლეიბის დალიანდაგებისას ან „გვირისტის გავლა“ და სხვ., აგრეთვე „წყობილი სიტყვა“. σείχος — „სტრიქონს“ საერთო ძირი აქვს „სტიქონთან“ (στίχαιον), ანუ ამ უკანასკნელის გადმოსაცემად იოვანე პეტრიწის მიერ შემოტანილ „კავშირთან“ [8]. ეს გარემოება ფრიალ საგულისხმოა. რას ქმნის პოეტი, როდესაც თხზავს; ან რას ქმნის ხუროთმოძღვარი, ტაძარს რომ აგებს. ისინი სამყაროს შესაქმეს იმეორებენ. სტრიქონი საცნაურდება როგორც ამ სამყაროს ელემენტი, ასო. აქ ვუახლოვდებით მითოსს, რომლის ძალითაც, ერთი მხრივ, „პირველითგან იყო სიტყუაჲ“, ხოლო, მეორე მხრივ, ღმერთის სამყოფელი მელოდიებისაგან შეითხზა (უპანიშადები).

ადამიანის, როგორც მიკროკოსმოსის, მაკროკოსმოსთან მიმართებაზე ბევრი დაწერილა. გრიგოლ ნოსელის „კაცისა აგებულებისათჳს“ გადმოგვიცემს: „კაცი სოფელი არს მცირეჲ, დიდსა შინა, რამეთუ სტყჳსინა იგი ყოვლითურთ პოვნილ არიან მას შინა“ [9]. ამჯერად ჩვენი ინტერესის საგანია ლექსი (σείχος) როგორც ადამიანის სხეულის „კავშირი“. ლექსს „მუკლი“ ეწოდება და ბერძნული μέλος ასევე ადამიანის სხეულის ნაწევარს აღნიშნავს. ცნობილია, რომ ამგვარი გაადამიანურება „დაუნაწევრებელი პირველყოფილი აზროვნების“ ხანას ეკუთვნის [10]. სამყაროს თავისი „მუხლი“ აქვს (პინოგრაფი იტყვის: „ყოველი მუკლი ზეცისა და ქუეყანისაჲ“ [11]. მუხლი —



ლექსი ამავე დროს არის „ასოჲ მსოფლებრივი“ (იოვანე პეტრიწის გამოთქმით). ასევე შეიძლება ვიმსჯელოთ სტრიქონზე (საჩიჯ) როგორც კოსმიურ სიდიდეზე. ამ თვალსაზრისით საყურადღებოა, რომ ჰიმნოგრაფიული კანონის ცხრა გალობა ცხრა ცას აღბეჭდავს და ტაძარსაც გუმბათის სახით ცარგვალი ადგას.

ამრიგად, ირკვევა, რომ სტრიქონი (საჩიჯ), რომელიც დღემდის მხოლოდ სიტყვიერი, წერილობითი ძეგლის ელემენტად იყო ცნობილი, ხუროთმოძღვრებაშიც იხმარებოდა ჰორიზონტალურად წყობილი ქვის ან აგურის მწყობრის აღსანიშნავად, რაც ლექსემის სიძველის უცილობელი დასტურია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. გ. წერეთლის სახ. აღმოსავლეთმცოდნეობის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 3.6.1982)

ФИЛОЛОГИЯ

Л. С. КВИРИКАШВИЛИ

“strikonī” (СТРОКА) В ЛИТЕРАТУРЕ И ЗОДЧЕСТВЕ

Резюме

Грузинское слово «strikonī» (строка) до настоящего времени было известно как имеющее смысл лишь элемента письменного памятника. В статье выясняется, что оно употреблялось также в зодчестве для обозначения ряда горизонтально складываемых камней или кирпичей. Явление это, видимо, идет с древней эпохи единения искусства. „strikonī“ (საჩიჯ), имеющее общий корень с *στοιχείον*, возводится в космическую величину, мировую стихию. В этой связи рассмотрено слово *muxli* (колена) = стих.

PHILOLOGY

L. S. KVIRIKASHVILI

“strikonī” (LINE) IN LITERATURE AND ARCHITECTURE

Summary

The Georgian word “strikonī” (line) has up to the present been known to signify an element of a written monument. In the present article the author traces it back as being also used in architecture to describe a horizontal course of bricks or stones in masonry. This phenomenon apparently originates from the ancient epoch of fusion of arts. “Sṭrikonī” (საჩიჯ) has a common root with *στοιχείον* and is, by virtue of this, elevated in meaning to cosmic scale, to an ecumenical element. The Georgian word “muxli” (knee) = verse, is also analyzed in this light.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Cornelii Taciti. De situ, moribus et populis Germaniae, c. 3, Londini, 1812, 11-12.
2. Strabonis. *Regum geographicarum libri XVII*, (lib. III, 6) Oxonii, 1807, 182.
3. И. Х. Дворецкий. Древнегреческо-русский словарь. М., 1958.
4. H. G. Liddell, R. Scott. *A Greek-English Lexicon*, Oxford, 1968.
5. ქართული აგიოგრაფიული ძეგლები, ნაწ. 1, ტ. II. თბილისი, 1946, 113.
6. სულხან-საბა ორბელიანი. თხზულებანი, IV₂. თბილისი, 1966.
7. об. G. Curtius. *Grundzüge der griechischen Etymologie*, 2. Aufl., Leipzig, 1866, 178. H. Frisk, *Griechisches etymologisches Wörterbuch*, Heidelberg, 1966. P. Chantraine, *Dictionnaire étymologique de la langue grecque*, Paris, 1977.
8. დ. მელიქიშვილი. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მაცნე, № 1, 1968, 159.
9. უძველესი რედაქციები ბასილი კესარიელის „ექუსთა დღეთაჲსა“ და გრიგოლ ნოსელის თარგმანებისა „ქაცისა აგებულებისათჳს“ (X—XIII სს. ხელნაწერთა მიხედვით). თბილისი, 1964, 177.
10. Мифы народов мира (энциклопедия). М., 1980, 12.
11. საგალობელი ბართლომე მოციქულისადმი, იელის იადგარი, ფ. 208v.

УДК 784.4(47.922)

თეორეტიკა

6. მაისურაძე

ქართულ ხალხურ სიმღერებში კომპლექსური მრავალხმიანობის
წარმოშობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩიტაიამ 26.3.1982)

სვანურ სიმღერებში მრავალხმიანობის კომპლექსური ფორმა შეისწავლა შ. ასლანიშვილმა [1]. საყურადღებოა მისი შემდეგი დაკვირვებანი: კომპლექსურ სამხმიანობაში, რომელიც წარმოიქმნა ორხმიანი სიმღერის ბანის თითოეულ ბგერაზე წმინდა კვინტის დაშენების შედეგად, სრულიად არ ჩანს ბანის ოქტავური გაორმაგება პირველი ხმით; კომპლექსური მრავალხმიანობის უძველეს ფორმებში არ გვხვდება სექტაკორდი და სექტოქტავაკორდი. ორხმიანი წყობის მელოდიური საქცევები და ბანის ბგერებზე წმინდა კვინტის დაშენების ხერხი სამხმიან წყობაში გადასვლისას ძირეულად ეწინააღმდეგება ამ სახის არატერციული აკორდების წარმოქმნას. ეს აკორდები წარმოიქმნება ბანის ბგერების ოქტავური გაორმაგების პირობებში (ბურღონულ მრავალხმიანობაში); სვანური სიმღერების ორხმიან ფრაგმენტებში, რომლებიც სამხმიანობაში ნაშთის სახითაა შემორჩენილი, კვარტების და კვინტების პარალელური მოძრაობა არ გვხვდება. პარალელური კვინტებით მოძარობა დამახასიათებელია სვანური სამხმიანი სიმღერების კიდური ხმებისათვის [1].

სვანური სიმღერების ინტონაციური საფუძველი კვარტის დიაპაზონის მქონე მელოდიური ფორმულაა, რომელსაც ახასიათებს მინორული ჟღერადობა და ბგერათა დაღმავალი მოძრაობა, მეტ-ნაკლებად განსხვავებული ბგერითი და რიტმული გამომსახველობით. საილუსტრაციოდ მოვიტანთ სვანური სიმღერის რამდენიმე ნიმუშს. აღნიშნული მელოდიური ფორმულა, რომელიც



სამხმიანი სიმღერის შუა ხმამ შემოგვინახა, საერთო ქართული მუსიკალური ენის, ფუძე-ენის ამსახველია [2]. მელოდიის განვითარების იმ უძველეს ეტაპზე, როდესაც ზემოთ აღნიშნული მელოდიური ფორმულა წარმოადგენდა ძი-
42. „მოამბე“, ტ. 107, № 3, 1982



რითად ინტონაციურ მარაგს, სავარაუდოა ტონიკური ბგერის გააზრება, როგორც მელოდიის ჰარმონიული საყრდენისა, რომელიც ბანის ფუნქციას იძენს. ის ვარემოება, რომ სვანურ სიმღერებში ხმათა პარალელური მოძრაობა დაკავშირებულია სამხმიანობის წარმოქმნასთან, კერძოდ ბანის ბგერებზე კვინტების დაშენებასთან, რომლებიც ბანთან ერთად შუა ხმის მიმართ კვინტურ ჩარჩოს ქმნიან და პარალელურად მოძრაობენ, გვაფიქრებინებს, რომ სვანურ სიმღერებში, მსგავსად აღმოსავლურქართული სიმღერებისა, ოდესღაც ორხმიანობა წარმოდგენილი იყო მელოდიით (ივარაუდება ზემოხსენებული მელოდიური ფორმულა) და ბანით. ჩვენს ამ ვარაუდს მხარს უჭერს შ. ასლანიშვილის აზრი იმის შესახებ, რომ სვანური სიმღერების ორხმიან ფრაგმენტებში, რომლებიც სამხმიანობაში ნაშთის სახითა შემორჩენილი, კვარტების და კვინტების პარალელური მოძრაობა არ გვხვდება. ზემოხსენებული ნიმუშებისა და საერთოდ, სვანური სიმღერების ანალიზის საფუძველზე ვფიქრობთ, რომ სამხმიანობა ჩნდება მელოდიის განვითარების იმ ეტაპზე, როდესაც იგი ძირითადად კვარტის დიაპაზონით შემოიფარგლებოდა, რაც მიგვანიშნებს ქართულ ხალხურ სიმღერებში სამხმიანობის ხნიერებაზე. შემთხვევითი როდია, რომ კვარტკონტაკორდი წარმოიშვა წმინდა კვარტაზე კვინტის (ბანის ბგერიდან) დაშენების გზით [1].

ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ სვანურ სიმღერებში სამხმიანობა წარმოიქმნა ბანის ბგერებზე წმინდა კვინტების დაშენებით. საილუსტრაციო მასალიდან ჩანს, რომ კომპლექსური მრავალხმიანობის (სამხმიანობის) განვითარების ადრეულ ეტაპზე, შუა ხმის (მელოდიის) დიაპაზონი, რომელიც კვარტით შემოიფარგლებოდა, ბანისა და პირველი ხმის სახით კვინტის ჩარჩოში მოექცა და შემდგომი გაფართოების თვალსაზრისით შეიზღუდა. თავის მხრივ, მელოდიის სიმარტივისა და დიაპაზონის სიმცირის გამო, ბანის ბგერები (VII, VI საფეხურები) ვერ ფართოვდებოდნენ. ისინი დანარჩენ ორ ხმასთან (შუა და პირველი) ერთად პარალელურად მოძრაობენ და ამგვარად, საფუძველი ეყრება მრავალხმიანობის კომპლექსურ ფორმას. აღმოსავლურქართულ სიმღერებში, მაგალითად, ხევსურულ და ფშაურ ორხმიან ნიმუშებში, მელოდია, რომელიც ბანში ტონიკურ ბგერას ემყარება, თავისუფლად ფართოვდება. მისი დიაპაზონ-



ნი სექტიმას და ოქტავას აღწევს. მელოდიის დიაპაზონის სიფართოვემ აღმოსავლურქართულ სიმღერებში იმავეითვე განაპირობა, ერთის მხრივ, ბანის საფეხურების (VII, VI) გაფართოება, ხოლო მეორეს მხრივ — სამხმიანობის პირველად ფორმაში ბანის ოქტავით ზევით გაორმაგება.

მუსიკალური მასალის ანალიზიდან გამომდინარე ვფიქრობთ, რომ კომპლექსური მრავალხმიანობის (სამხმიანობის) ჩასახვა სავარაუდოა ქართული ხალხური სიმღერების ინტონაციურ-ჰარმონიული განვითარების იმ უძველეს ეტაპზე, როდესაც ძირითად ინტონაციურ მარაგს კვარტის დიაპაზონის მქონე

პანგი შეადგენდა. როგორც ჩანს, ქართველი ხალხის მუსიკალური აზროვნების განვითარებაში აღნიშნული ეტაპი ხანგრძლივ ისტორიულ პერიოდს მოიცავდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და
ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 26.3.1982)

ЭТНОГРАФИЯ

Н. М. МАЙСУРАДЗЕ

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ КОМПЛЕКСНОГО
МНОГОГОЛОСЬЯ В ГРУЗИНСКИХ НАРОДНЫХ ПЕСНЯХ

Резюме

Исходя из итогов анализа сванских песен, автором предполагается зарождение комплексного многоголосья (трехголосья) на том древнейшем этапе интонационно-гармонического развития грузинских народных песен, когда основным интонационным фондом являлся напев с квартовым диапазоном. Думается, что вышеотмеченный этап в развитии музыкального мышления грузинского народа охватывает длительный исторический период.

ETHNOGRAPHY

N. M. MAISURADZE

CONCERNING THE ORIGIN OF COMPLEX POLYPHONY IN
GEORGIAN FOLK SONGS

Summary

Proceeding from the results of an analysis of Svan songs, the author suggests the origin of complex polyphony (three-part songs) at the earliest stage of intonational-harmonic development of Georgian folk songs, when a melody with a fourth diapason was the fundamental intonational stock. This stage in the development of the musical thinking of the Georgian people must have continued for a long historical period.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. ასლანიშვილი. ნარკვევები ქართული ხალხური სიმღერების შესახებ, I. თბილისი, 1954.
2. ნ. მაისურაძე. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, 106, № 1, 1982.

107-ე ტომის სპიობრთა სპიობებელი

აბესაძე თ. 495
 აგლაძე ი. 103
 აგლაძე რ. 316
 აზატიაძე ვ. 80
 ალანია ნ. 635
 ანდრეევი ა. 44
 ანდრეიშვილი ვ. 335
 არეშიძე გ. 555
 არობელიძე ვ. 96
 ასტახოვი გ. 335

ბაბიაძე ს. 68
 ბაგრატიონი გ. 76
 ბაღრაძე ი. 414
 ბაიაშვილი ე. 141
 ბალუაძე ვ. 171
 ბარათაშვილი თ. 159,
 411
 ბარამიძე გ. 307
 ბარძიმაშვილი ნ. 108,
 364
 ბასილაძე ც. 531
 ბაქრაძე დ. 116
 ბახანაშვილი თ. 155
 ბახტაძე ი. 303, 520
 ბეგიაშვილი დ. 167
 ბედიანიშვილი გ. 427
 ბერეჟიანი ზ. 272
 ბერესტევა გ. 528
 ბიბლიევიშვილი დ. 528
 ბიბლიევიშვილი ც. 650
 ბერიძე ა. 585
 ბილიცი მ. 432
 ბლუხმანი ი. 572
 ბოხუა ნ. 620
 ბუზიაშვილი ბ. 372
 ბუტი ე. 148
 ბუღაძე ე. 22

გაბდულონი ვ. 283
 გაბისონია ა. 367
 გაგუა ა. 173, 623
 გამცემლიძე გ. 283
 გეგიაძე გ. 303
 გერასიმოვი ე. 148
 გვარჯალაძე ვ. 192, 436
 გველესიანი ჯ. 539

გვერდწითელი ლ. 187
 გვინიძე გ. 201
 გზირიშვილი თ. 51
 გინზბურგი ვ. 576
 გიორგობიანი თ. 87
 გიაშვილი მ. 404
 გლაზნევი ვ. 287
 გოგელია ა. 611
 გოგიბერიშვილი ვ. 531
 გოგიშვილი გ. 259
 გოგიჩაიშვილი ლ. 383
 გონაძე მ. 543
 გონჯილაშვილი ნ. 367
 გორიანიშვილი ვ. 623
 გოქსაძე გ. 595
 გოციბიძე მ. 645
 გრიგინი ა. 283
 გრიგოლია გ. 332
 გუბელაძე ნ. 520
 გუგუშვილი ლ. 623
 გუდაბაძე დ. 492
 გუნია ვ. 199
 გუნიავა ვ. 335
 გურგენიშვილი ლ. 515

დადეშვილი ვ. 40
 დანელია ე. 119
 დგებუაძე თ. 352
 დეგეარიანი თ. 63
 დეკანოზიშვილი ი. 292
 დემიხოვი ვ. 623
 დომორგენიძე ლ. 36
 დომუხოვესი ვ. 367

ენჯიაშვილი ნ. 108, 364
 ერისთავი ვ. 320
 ესაიაშვილი გ. 100

ვალაჟკორია გ. 128
 ვალუკო გ. 404
 ვანიაძე ა. 268
 ვარძელაშვილი ნ. 91, 555
 ვანნაძე ე. 515
 ვირონოვა ნ. 407

ზაალიშვილი მ. 148
 ზაკატოვა ნ. 535
 ზაქარაია დ. 87
 ზიბლიცი ვ. 171
 ზუბოვა ნ. 520

თამაზაშვილი ნ. 335
 თევზაძე თ. 116
 თორდია ვ. 335
 თოფურია შ. 355
 თუთბერიძე ბ. 339
 თუშინიშვილი მ. 40
 თუშურაშვილი რ. 71

იაშვილი ბ. 171
 ივანიცი თ. 91
 ილინი ბ. 283
 ილურაძე ვ. 355
 იოსელიანი გ. 620
 ისმაილ-ზაადე ი. 520

კაბისოვი რ. 495
 კახანაძე რ. 264
 კაჭარავა ნ. 419
 კაჭახიძე მ. 296, 511
 კეხელი თ. 136, 585
 კერესელიძე ზ. 81
 კვიციანიშვილი ლ. 653
 კიქნაძე დ. 332
 კინწურაშვილი ლ. 56
 კირიკოვი ბ. 344
 კლიაშვილი თ. 628
 კოხტელსკია ლ. 171
 კოკოჩაშვილი თ. 80
 კობალინიშვილი თ. 492
 კორტაძე ლ. 311
 კორშაკი ვ. 528
 კოსტანდინი მ. 68
 კოჩეტკოვი მ. 44, 268
 კობრიძე მ. 511
 კრავჩენკო თ. 528
 კუკავა რ. 580
 კურკოვსკია ლ. 56
 კუტუბიძე ლ. 81
 კუჭავა ნ. 503



- ლაბაძე რ. 631
 ლაზარევი ლ. 279
 ლანჩავა თ. 375
 ლაფერაშვილი ლ. 68
 ლედენკოვა ტ. 404
 ლომსაძე ბ. 151
 ლუკიანოვა ტ. 171
- მაისურაძე ნ. 205, 657
 მანია გ. 244
 მარგევი ბ. 367
 მარკოიშვილი კ. 620
 მაქაცარია გ. 475
 მალრაძე გ. 51
 მალრაძე ბ. 499
 მაჩაიძე ზ. 40
 მაჩხოშვილი რ. 515
 მაქუავარიანი ა. 492
 მაქარაძე გ. 71
 მახონინა-ვაბისონია ლ. 299
 მდიენიშვილი გ. 155
 მეგედი ე. 391
 მეგრელიშვილი ი. 148
 მელაძე მ. 151
 მელიქაძე ლ. 307, 311
 მორგილეცკაია ი. 604
 მოსულიშვილი ლ. 503
 მურჯინელი გ. 576
 მუსერძე მ. 80
 მუსხელიშვილი მ. 480
- ნადარეიშვილი თ. 548
 ნამგალაძე დ. 116
 ნანობაშვილი ე. 71, 299, 303, 520, 531, 535
 ნანობაშვილი ზ. 391
 ნარსია მ. 644
 ნაუმოვი ე. 552
 ნაფეტვარიძე შ. 560
 ნგუენ ზიუ დინი 59
 ნოზაძე ა. 372
 ნოზაძე გ. 488
 ნონიკაშვილი მ. 348, 568
 ნუცუბიძე ნ. 399
- ოდიშარია მ. 112
 ოზიაშვილი თ. 471
 ონიანი შ. 348, 375
- პეტრინი ნ. 283
 პეტროვსკი პ. 528
 პოლოტაი ე. 352
- ქაბინი ა. 335
 ქორეოლიანი გ. 560
 ქორეოლიანი დ. 184
 ქურული ნ. 439
 ქლენტი ნ. 391, 591
- რაბიშვილი ა. 247
 რაევსკი ა. 287
 რამიშვილი ვ. 372
 რამიშვილი ნ. 44, 268
 რატიანი კ. 151
 რეხვიანიშვილი თ. 139
 როველიაშვილი ნ. 327
 რიგვაია ს. 419
 რუბინშტეინი გ. 395
 რცხილაძე ვ. 103
- საბინ-გუსტი ი. 515
 სავინი ვ. 139
 სამსონია შ. 59
 სარალიძე ზ. 275
 საყვარელიძე ი. 584
 საყვარელიძე ნ. 419
 სევანიძე ე. 535
 სიღამონიძე შ. 63
 სიხარულიძე რ. 424, 615
 სომოტოვიჩი ე. 91
 სოსხაძე ზ. 48
 სტეფანოვა ც. 155
 სტრახოვი ე. 511
 სუეოროვი ნ. 56, 59
 სუქნიძე ც. 387
 სხირტლაძე ნ. 307
- ტარასაშვილი ქ. 136, 585
 ტიმოფეევა გ. 528
 ტყეშელაშვილი ე. 81
 ტყეშელაშვილი თ. 155
- უკლება დ. 560
 უფლასაშვილი ქ. 360
 უშარაული ნ. 311
 უშვერიძე ე. 508
- ფაჩუაშვილი ბ. 347
 ფედორჩენკო ი. 352
 ფელკერი ე. 244
 ფირანიშვილი ნ. 136
 ფირცხალავა ნ. 515
 ფირცხალიაშვილი თ. 572
- ქაჯაია დ. 81
 ქევიშვილი ნ. 124
 ქემოკიძე ე. 539
 ქსოველი ი. 375
- ლვამიჩავა ნ. 136, 585
 ლუღუშაური თ. 419
- ყავლაძე ლ. 564
 ყაზახაშვილი მ. 407
 ყარყარაშვილი ლ. 608
 ყიფშიძე მ. 124
- შავგულიძე შ. 116
 შალიაკინა ნ. 316
 შარპატი ე. 535
 შენგელია ი. 367
 შენგელია ქ. 316
 შოლაშვილი ზ. 76
 შონია გ. 283
 შონია ნ. 503
- ჩაგელიშვილი გ. 48
 ჩიკვაძე ე. 81, 299
 ჩიჩუა გ. 320
 ჩხარტიშვილი თ. 552
- ცაავა ქ. 283
 ცაგარელი დ. 103
 ცანავა ა. 193
 ცანავა ე. 399
 ცისკარიძე კ. 40
 ციციშვილი გ. 63
 ცუხიშვილი ი. 441
 ცქვიფურიშვილი დ. 604
 ცხოძე გ. 399
- ძოწენიძე ზ. 80
 წერეთელი გ. 644

წულუკიძე ნ. 108, 364

ჭკადუა ო. 252
ჭოლოშვილი ა. 599ხმალაძე ე. 244
ხომტარია თ. 56
ხუნდაძე მ. 620
ხუცაიძე ა. 555

ჭავჭავაძე ვ. 44, 268

ჭავჭავაძე ზ. 324

ჭანიშვილი თ. 419

ჭანკვეტაძე ო. 31

ჭანტურია ზ. 467

ჭილაძე ა. 163

ჭილაძე ზ. 424, 615

ხეთასი ჯ. 81

ხანანაშვილი ლ. 524

ხარაზიშვილი ა. 20

ხასიძე ჯ. 524

ხვედელიძე ც. 180

ჯვარშიშვილი ა. 116, 255

ჯიბლაძე მ. 279

ჯიშიაშვილი დ. 76

ჯიხვაშვილი ვ. 604

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 107-го ТОМА

Абесадзе Т. Ш. 493

Агладзе И. И. 101

Агладзе Р. И. 313

Азатян В. В. 77

Алания Н. Д. 633

Андреев А. М. 41

Андрейчев В. А. 333

Арешидзе Г. Г. 553

Аробелидзе В. И. 93

Астахов Г. Н. 333

Бабаян С. Г. 65

Багратишвили Г. Д. 73

Бадридзе Я. К. 413

Баиашвили Е. И. 143

Бакрадзе Д. В. 113

Балуда В. П. 169

Барабадзе Ш. Ш. 305

Бараташвили Т. К. 157,
409Бардимашвили Н. Г.
105, 361

Баханашвили Т. А. 153

Басиладзе Ц. М. 529

Бахтадзе И. Г. 301, 517

Бегишвили Д. Г. 165

Бедианашвили Г. В. 425

Бержинани З. Г. 269

Берестнева Г. Л. 525

Беридзе А. Г. 587

Бибилеишвили Д. В. 525

Бибилеишвили Ц. В. 649

Бильк М. С. 429

Блехмен И. И. 569

Боуха Н. К. 617

Бугадзе В. М. 21

Бузиашвили Б. И. 369

Бут Е. В. 145

Вадачкория Г. В. 125

Валуйко Г. Г. 401

Ванян А. Р. 265

Вардзелашвили Н. С. 89,
553

Вачнадзе Е. С. 513

Воронова Н. В. 405

Габдулин В. З. 281

Габисиანი А. Г. 365

Гагуა А. М. 175, 621

Гамქემლიძე Г. А. 281

Гвамичава Н. Э. 133, 587

Гварджалაძე В. Ф. 189,
433

Гвелესიანი Дж. Ф. 537

Гвердцители Л. В. 185

Гвинчидзе Г. О. 203

Гегиадзе Г. Г. 301

Герасимов В. В. 145

Гзиршвили Т. Г. 49

Гнашвили М. Д. 401

Гинзбург В. В. 573

Гиоргбиანი Т. В. 85

Глазнев В. Н. 285

Гогелия А. И. 609

Гогичайшвили Л. К. 381

Гогошвили Г. П. 257

Гогсбершвили В. П. 529

Гоксадзе Г. К. 593

Гонгадзе М. А. 541

Гонджилашвили Н. Д.
365

Горайнов В. М. 621

Годиридзе М. А. 648

Григин А. П. 281

Григолия Г. Л. 329

Губеладзе Н. Я. 301, 517

Гугушвили Л. Л. 621

Гудавадзе П. И. 489

Гудушаури О. Н. 417

Гуния В. А. 197

Гуниава В. В. 333

Гургеншвили Л. В. 513

Даленидзе В. В. 37

Данелия А. И. 117

Дгебуадзе Т. Т. 349

Девдариანი О. Г. 61

Деканозишвили И. В.
289Джваршеишвили А. Г.
113, 253

Джибладзе М. И. 277

Джихвашвили В. Н. 601

Джишиашвили Д. А. 73

Дзоценидзе З. Г. 77

Доборджгинидзе Л. Г.
33

Домуховский В. П. 365

Езикашвили Н. О. 105,
361

Жабин А. Г. 333

Жгенти Н. А. 389, 589

Жоржолнани Г. В. 557

Жоржолнани Д. А. 181

Журули Н. В. 437

Заалишвили М. М. 145

Закарая Д. П. 85

Закатова Н. В. 533

Зюбова Н. Ш. 517

Зяблицкий В. М. 169

Иашвили Б. П. 169

Иваницкий Т. В. 89

Илуридзе К. Г. 353



- Ильин Б. И. 281
Иоселиани Г. Д. 617
Исмаил-заде И. Г. 517
- Кабисов Р. С. 493
Кавладзе Л. И. 561
Каджая Д. Д. 83
Казахишвили М. Р. 405
Капанадзе Р. В. 261
Каркаршвили Л. Ш. 605
- Качарава Н. Н. 417
Качахидзе М. К. 293, 509
Квирикашвили Л. С. 655
Кевхишвили Н. А. 121
Кезели Т. А. 133, 587
Кемоклидзе Е. С. 537
Кереселидзе З. М. 83
Кикнадзе Д. Г. 329
Кинцурашвили Л. А. 53
Кипшидзе М. Е. 121
Кириков Б. А. 341
Клдиашвили Т. В. 625
Козельская Л. В. 169
Кокочашвили Т. В. 77
Копалеишвили Т. И. 489
Кортава Л. М. 309
Коршак В. В. 525
Костандян М. Н. 65
Кохреидзе М. К. 513
Кочетков М. Н. 41, 265
Кравченко Т. В. 525
Ксворели Ю. Р. 373
Кукава Р. К. 577
Курковская Л. Н. 53
Кутубидзе Л. Е. 83
Кучава Н. Е. 501
- Лабадзе Р. М. 629
Лазарев Л. Е. 277
Ланчава О. А. 373
Лаперашвили Л. Я. 65
Леденкова Т. П. 401
Ломсадзе Б. А. 149
Лукоянова Т. И. 169
Маградзе Б. А. 497
Маградзе Г. Д. 49
Майсурадзе Н. М. 208, 659
- Макацария Г. Т. 473
Маня Г. М. 341
Маргиев Б. Г. 365
Маркошвили К. А. 617
Махонина-Габисония Л. В. 297
Мачавариани А. И. 489
- Мачаидзе З. А. 37
Мачарадзе Г. П. 69
Мачошвили Р. И. 513
Мдивнишвили М. Г. 153
Мегедь Э. Л. 389
Мегрелишвили И. Ш. 145
- Меладзе М. Г. 149
Меликадзе Л. Д. 305, 309
- Моргилевская И. Е. 601
Мосулишвили Л. М. 501
Мурджиквели Г. Г. 573
Мусеридзе М. Д. 77
Муслишвили М. Г. 477
- Надарейшвили О. Ш. 545
- Намгаладзе Д. П. 113
Нанобашвили Е. М. 69, 297, 301, 517, 529, 533
Нанобашвили З. И. 389
Испетваридзе Ш. Г. 557
Нарсия М. А. 641
Наутов В. Б. 549
Нгуен Хыу Динь 57
Нозадзе А. Д. 369
Нозадзе Г. Т. 485
Ноикашвили М. В. 345, 565
- Нуцубидзе Н. Н. 397
- Одишария М. Г. 109
Озиашвили Т. С. 469
Ониани Ш. И. 345, 373, 565
- Патарая А. Д. 45
Пачуашвили В. А. 25
Перельман М. Е. 393
Петровский П. В. 525
Петькин Н. В. 281
Пираншвили Н. С. 133
Пирцхалава Н. И. 513
Пирцхалаишвили О. Г. 569
- Полотай В. В. 349
- Рабимов А. С. 245
Раевский А. Б. 285
Рамишвили В. Н. 369
Рамишвили Н. М. 41, 265
- Ратиани К. Н. 149
Рехвиашвили Т. М. 137
Ригвава С. А. 417
Ртвелишвили Н. И. 325
Рубинштейн Г. М. 393
Рихладзе Р. Г. 101
- Сабин-Гусс И. А. 513
Савин В. Н. 137
Сакварелидзе И. М. 581
Сакварелидзе М. В. 417
Самсония Ш. А. 57
Саралидзе З. К. 273
Сванидзе Е. О. 533
Сидамонидзе Ш. И. 61
Сихарулидзе Р. А. 421
Соботович Э. В. 89
Сохадзе З. А. 45
Степанова Ц. Н. 153
Страхов В. Н. 509
Суворов Н. Н. 53, 57
Сукнидзе Ц. Г. 385
Схиртладзе Н. Н. 305
- Тамазашвили Н. А. 335
Тарасашвили К. М. 133, 587
- Тевзадзе Т. Ш. 113
Тимофеева Г. И. 525
Ткешелашвили В. Г. 83
Ткешелашвили Т. В. 153
Тедрия В. А. 333
Толурия Ш. Д. 353
Тутберидзе Б. Д. 337
Тучке В. 461
Тушишвили М. А. 37
Тушурашвили Р. Г. 69
- Уклеба Д. К. 557
Уплисашвили Дж. М. 357
- Ушараули Э. А. 309
Ушверидзе А. Г. 505
- Федорченко Н. М. 349
Фелькер В. М. 241
- Хавтаси Д. Д. 83
Хачанашвили Л. М. 521
Харაзишвили А. Б. 17
Хасиева Д. С. 521

- Хведелидзе Ц. Д. 177
 Хмаладзе Э. В. 241
 Хоштария Т. Е. 53
 Хундадзе М. Г. 617
 Хуцаидзе А. Л. 553
- Цава Д. К. 281
 Цагареншвили Д. Ж. 101
 Цанава А. В. 196
 Цанава В. П. 397
 Церстели Г. Ш. 637
 Цискаридзе К. Ш. 37
 Цицишвили Г. В. 61
 Цкипуришвили Д. Г. 601
 Цулукидзе Н. П. 105, 361
- Цухишвили И. А. 443
 Цхондзе Г. Д. 397
- Чумбуридзе Т. З. 129, 377
 Чхартишвили Т. А. 549
- Шавгулидзе Ш. В. 113
 Шалякина Н. В. 313
 Шарпатый В. А. 533
 Шенгелия Дж. Г. 313
 Шенгелия И. Б. 365
 Шиолашвили З. Н. 73
 Шония Г. К. 281
 Шония Н. И. 501
- Элизбарашвили Э. Ш. 321
 Эристави В. Д. 317
 Эсавашвили Г. В. 97
- Чавчанидзе В. В. 41, 265
 Чавчанидзе З. Б. 321
 Чегачишвили Г. Д. 45
 Чанишвили Т. Г. 417
 Чанкветадзе О. Е. 29
 Чантурия З. А. 465
 Чикваидзе Н. М. 297
 Чикваидзе Н. Н. 83
 Чиладзе А. З. 161
 Чиладзе З. А. 421, 613
 Чичуа Г. П. 317
 Чкадуа О. О. 249
 Чогошвили А. Г. 597

AUTHOR INDEX TO VOLUME 107

- Abesadze T. Sh. 495
 Agladze I. I. 103
 Agladze R. I. 310
 Alania N. D. 636
 Andreev A. M. 44
 Andreichev V. A. 335
 Areshidze G. G. 555
 Arobelidze V. I. 96
 Astakhov G. N. 335
 Azatyan V. V. 80
- Babayan S. G. 68
 Badridze J. K. 415
 Bagratishvili G. D. 76
 Baisashvili E. I. 144
 Bakharashvili T. A. 155
 Bakhtadze I. G. 304
 Bakradze D. V. 116
 Baluda V. P. 172
 Barabadze Sh. Sh. 308
 Baratashvili T. K. 160, 412
 Bardzimashvili N. G. 108, 364
 Basiladze Ts. M. 532
 Bediarashvili G. V. 427
 Begishvili D. G. 167
 Berestneva G. I. 528
 Bereziani Z. G. 272
 Beridze A. G. 588
 Bibileishvili D. V. 528
 Bibileishvili Ts. V. 651
 Bilyk M. S. 432
 Blekhman I. I. 572
 Bokhua N. K. 620
- Boot E. V. 148
 Bugadze V. M. 23
 Buziashvili B. I. 372
- Chagelishvili G. D. 48
 Chanishvili T. G. 419
 Chankvetadze O. E. 31
 Chanturia Z. A. 467
 Chavchanidze V. V. 44, 268
 Chavchanidze Z. B. 324
 Chkadua O. O. 252
 Chkhartishvili T. A. 552
 Chichua G. P. 320
 Chikvaidze N. M. 300
 Chikvaidze N. N. 84
 Chiladze A. Z. 163
 Chiladze Z. A. 424, 616
 Chogoshvili A. G. 599
 Chumburidze T. Z. 132, 379
- Dadeshidze V. V. 40
 Danelia A. I. 119
 Dekarozishvili I. V. 282
 Demikhov V. P. 624
 Devdariani O. G. 64
 Dgebuadze T. T. 352
 Djibladze M. I. 280
 Doborjginidze L. G. 36
 Domukhovskiy V. P. 367
 Dzotsenidze Z. G. 80
- Esaiashvili G. V. 100
 Ezikashvili N. O. 108, 364
- Fedorchenko I. M. 352
 Felker V. M. 244
- Gabdulin V. Z. 283
 Gabisiani A. G. 367
 Gagua A. M. 176, 624
 Gamtsemidze G. A. 283
 Gegiadze G. G. 304
 Gerasimov V. V. 148
 Giashvili M. D. 404
 Ginzburg V. V. 576
 Giorgobiani T. V. 88
 Glaznev V. N. 287
 Gogelia A. I. 611
 Gogoberishvili V. P. 532
 Gogichashvili L. K. 384
 Gogishvili G. P. 260
 Goksadze G. K. 596
 Gongadze M. A. 544
 Gonjilashvili N. D. 367
 Goryainov V. M. 624
 Gotsiridze M. A. 648
 Grigin A. P. 283
 Grigolia G. L. 332
 Gvamichava N. E. 136, 588
 Gvarjaladze V. F. 192, 436
 Gvelesiani J. F. 540
 Gverdtseteli L. V. 187
 Gvinchidze G. O. 204
 Gubeladze N. I. 304, 520



- Gudavadze P. I. 492
 Gudushauri O. N. 419
 Gugushvili L. L. 624
 Gunia V. A. 200
 Guniava V. D. 335
 Gurgenshvili L. V. 516
 Gzirishvili T. G. 52
- Iashvili B. P. 172
 Iluridze K. G. 356
 Ilyn B. I. 283
 Ioseliani G. D. 620
 Ismail-Zade I. G. 520
 Ivanitsky T. V. 92
- Jikhvashvili V. N. 604
 Jishiashvili D. A. 76
 Jvarsheishvili A. G. 116, 255
- Kabisov R. S. 495
 Kachakhidze M. K. 296, 512
- Kacharava N. N. 419
 Kajaia D. D. 84
 Kapanadze R. V. 264
 Karkarashvili L. Sh. 608
 Kavladze L. I. 564
 Kazakhshvili M. R. 408
 Kemoklidze E. S. 540
 Kereslidze Z. M. 84
 Kevkhishvili N. A. 124
 Kezeli T. A. 136, 588
 Khananashvili L. M. 524
 Kharazishvili A. B. 20
 Khasieva D. S. 524
 Khavtasi D. D. 84
 Khmaladze E. V. 244
 Khoshitaria T. E. 56
 Khundadze M. G. 620
 Khutsaidze A. L. 555
 Khvedelidze Ts. D. 180
 Kiknadze D. G. 332
 Kintsurashvili L. A. 56
 Kipshidze M. E. 124
 Kirikov B. A. 344
 Kldiashvili T. V. 628
 Kochetkov M. N. 44, 268
 Kokhrejidze M. K. 516
 Kokochashvili T. V. 80
 Kopaleishvili T. I. 492
 Korshak V. V. 528
 Kortava L. M. 312
 Kostandyan M. N. 68
 Kozelskaya L. V. 172
- Kravchenko T. V. 528
 Ksovveli I. R. 376
 Kuchava N. E. 503
 Kukava R. K. 580
 Kurkovskaya L. N. 56
 Kutubidze L. E. 84
 Kvirikashvili L. S. 655
- Labadze R. M. 631
 Larchava O. A. 376
 Laperashvili L. I. 68
 Lazarev L. E. 280
 Lederkova T. P. 404
 Lomsadze B. A. 151
 Lukoyanova T. I. 172
- Machaidze Z. A. 40
 Macharadze G. P. 71
 Machavariani A. I. 492
 Machkhoshvili R. I. 516
 Magradze B. A. 499
 Magradze G. D. 52
 Maisuradze N. M. 208, 659
 Makatsaria G. T. 476
 Makhcnina-Gabisonia L. V. 300
- Mania G. M. 244
 Margiev B. G. 367
 Markoishvili K. A. 620
 Mdivr-ishvili M. G. 155
 Meged E. L. 381
 Megrelishvili J. Sh. 148
 Me adze M. G. 151
 Melikadze L. D. 308, 312
 Morgilevskaya I. E. 604
 Mosulishvili L. M. 503
 Murjikneli G. G. 576
 Museridze M. D. 80
 Muskhelishvili M. G. 480
- Nadareishvili O. Sh. 548
 Namgaladze D. P. 116
 Nanobashvili H. M. 71, 300, 304, 520, 532, 535
 Nanobashvili Z. I. 391
 Napetvaridze Sh. G. 560
 Narsia M. A. 644
 Naumov V. B. 552
 Nguyen Hin Dinh 59
 Nonikashvili M. V. 348, 568
- Nozadze A. D. 372
 Nozadze G. T. 488
 Nutsubidze N. N. 399
- Odisharia M. G. 112
 Oniani Sh. I. 348, 376, 568
- Oziashvili T. S. 472
- Pachuashvili B. A. 27
 Pataraya A. D. 48
 Perel'man M. E. 396
 Petkin N. V. 283
 Petrovski P. V. 528
 Piranishvili N. S. 136
 Pirtskhalava N. I. 516
 Pirtskhalashvili O. G. 572
 Polotai V. V. 352
- Rabimov A. S. 248
 Raevsky A. B. 287
 Ramishvili N. M. 44, 268
 Ramishvili V. N. 372
 Ratiani K. N. 151
 Rekhviashvili T. M. 140
 Rigvava S. A. 419
 Rtskhlidze V. G. 103
 Rtveliashvili N. I. 327
 Rubinshtein G. M. 396
- Sabin-Huss I. A. 516
 Sakvarelidze I. M. 584
 Sakvarelidze M. V. 419
 Samsonia Sh. A. 59
 Saralidze Z. K. 276
 Savin V. N. 140
 Shalyakina N. V. 316
 Sharpaty V. A. 535
 Shavgulidze Sh. V. 116
 Shengelaia I. B. 367
 Shengelia J. G. 316
 Shiolashvili Z. N. 76
 Shonia G. K. 283
 Shonia N. I. 503
 Sidamonidze Sh. I. 64
 Sikharulidze R. A. 424, 616
- Skhirtladze N. N. 308
 Sobotovich E. V. 92
 Sokhadze Z. A. 48
 Stepanova Ts. N. 155
 Strakhov V. N. 512
 Svanidze H. O. 535
 Suknidze Ts. G. 387
 Suvorov N. N. 56, 59
- Tamazashvili N. A. 335
 Tarasashvili K. M. 136, 588

- | | | |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| Tevzadze T. Sh. 116 | Tushishvili M. A. 40 | Vardzelashvili N. S. 92, |
| Timofeeva G. I. 528 | Tushurashvili R. G. 71 | 555 |
| Tkeshelashvili T. V. 155 | Tutberidze B. D. 340 | Vorobova N. V. 408 |
| Tkeshelashvili V. G. 84 | Tutchke V. 484 | |
| Todria V. A. 335 | | |
| Topuria Sh. D. 356 | | |
| Tsaava G. N. 283 | Ukleba D. K. 564 | Zaalishvili M. M. 148 |
| Tsagareishvili D. Sh. 103 | Uplisashvili D. M. 360 | Zakaraia D. P. 88 |
| Tsanava A. V. 196 | Usharauli E. A. 312 | Zakatova N. V. 535 |
| Tsanava V. P. 399 | Ushveridze A. G. 508 | Zhabin A. G. 335 |
| Tsereteli G. Sh. 640 | | Zhgenti N. A. 391, 591 |
| Tsiskaridze K. Sh. 40 | | Zhorzholiani D. A. 184 |
| Tsitsishvili G. V. 64 | | Zhorzholiani G. V. 560 |
| Tskhoidze G. D. 399 | Vachnadze E. S. 516 | Zhuruli N. V. 439 |
| Tskipurishvili D. G. 604 | Vadachkoria G. V. 128 | Zubova N. Sh. 520 |
| Tskhishvili I. A. 443 | Valuiko G. G. 404 | Zyablitski V. M. 172 |
| Tsulukidze N. P. 108, 364 | Vanyan A. R. 268 | |



К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющей статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-

ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თვისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სახეებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მიოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვას, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სისტემა ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულეზიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უახსებებს ამ წიგნების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადავაზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარჯვენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფულად და ისეთი ზომისა, რომ შემეცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდვეთიანქართო უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკ-



6/33

ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველა
გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორი პატარა
რა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი
ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარის-
ხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წე-
რილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საქირაო და ცულ
იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურანალო
შრომა, ვუჩვენოთ ყურანალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი.
თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის
ადგილი და წელი. თუ ავტორი საქირაოდ მიიჩნევის, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერა-
ციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ
დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში
კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენებია უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა.
არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც
ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებული შრომის დამოწმება.
დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშა-
ობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერა-
ტულ ყურანაში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს
მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებელ შეკრული კორექტურა მკაც-
რად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექ-
ტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან
დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტყიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუბტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.



№ 1 805. 90 333.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.