

524

1974/2

ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 73 ტომ

№ 3

მარტი 1974

თბილისი \* TBILISI \* TBILIST



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ემაგბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 73 ტომ

№ 3

მარტი 1974 MART

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

12445

ს ა რ ე დ ა ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ხელმოწერილია დასაბუქდად 20.3.1974; შეკვ. № 361; ანაწილის ზომა 7×12;  
ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საარტიკულო-საგამომცემლო  
ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ. 00855; ტირაჟი 1800

\* \* \*

Подписано к печати 20.3.1974; зак. № 361; размер набора 7×12; размер  
бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный  
лист 22,5; УЭ 00855; тираж 1800

\* \* \*

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

\* \* \*

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

## შ ი ნ ა რ ს ი

### მათემატიკა

*ვ. ტა რ ი ე ლ ა ძ ე.	გაუსის ზომების ეკვივალენტურობა ბანახის სივრცეებში	531
*დ. შუ ლ ა ი ა.	ელემენტარული ამოხსნები ნეიტრონების გადატანის განტოლებისათვის	536
*ხ. ტ ლ ე ხ უ გ ო ვ ი.	ჩიზოტის ფორმულის გამოყენება მიხლოებითი კონფორმული გადასახვევისათვის	540
*გ. ს უ ლ ხ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი.	სამარსკი — ნიკოლაევის სხვაობიანი სქემის თანაბარი კრებადობის შესახებ	544
*ი. მ ა ქ ა ვ ა რ ი ა ნ ი.	განსაკუთრებული ინტეგრალების მიმდევრობის კრებადობის შესახებ	548
*რ. ბ ა ნ ც უ რ ი.	ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი სახის სასაზღვრო ამოცანის შესახებ	552

### დრეკადობის თეორია

*ლ. დ ო ბ ო რ ჯ ი ნ ი ძ ე.	დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ	556
----------------------------	--	-----

### კიბირნეტიკა

*გ. ა რ ა ქ ე ლ ო ვ ი, ლ. გ ა მ ყ რ ე ლ ი ძ ე, ს. ო გ ა ნ ო ვ ი.	დევოდირების ერთი სქემის შესახებ და მისი მოდიფიკაცია გადამწყვეტი უკუკავშირით შეცდომების გასწორებისათვის	560
*გ. ბ ე გ ა ლ ი შ ვ ი ლ ი.	ობტიმალური მართვის არსებობისათვის ერთი არსებითი პირობის შესახებ	562

### ფიზიკა

*ა. უ გ უ ლ ა ვ ა.	ბირთვული ქვესისტემის ზეგავლენა ფონონური ზვავის წარმოქმნაზე ძლიერი კროს-რელაქსაციური ურთიერთქმედებისას	567	
*რ. მ ე გ რ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი, ვ. ქ ა ვ ე ჯ ა ნ ი ძ ე	(საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ტ. ე ბ რ ა ლ ი ძ ე.	პოლოგრაფირება მცირეხერელიანი დიაფრაგმის გავლით	572
*გ. რ ა მ ი შ ვ ი ლ ი.	კონტაქტირებული მყარი სხეულების დატვირთვისას დაახლოების რეგისტრირებისა და გაზომვის ახალი მეთოდი ვაკუუმში	576	
*ჩ ა ნ ხ ა ნ მ ა ი.	სამი სახის სპილენძის შემცველი სისტემის კროს-რელაქსაციის თეორიისათვის	580	

### ასტრონომია

*მ. ი მ ნ ა ძ ე.	ორბიტის ელემენტების დაზუსტება ერთი გამოჩენის საფუძველზე	584
------------------	---	-----

### გეოფიზიკა

*გ. დ ა ვ ლ ი ა ნ ი ძ ე, გ. ს ე ხ ნ ი ა ი ძ ე.	ახალი ცნობები სვანეთის გეოლოგიური სტრუქტურის შესახებ აერომაგნიტური აგეგმვის მონაცემებით	587
*ა. ა მ ი რ ა ნ ა შ ვ ი ლ ი, ა. ნ ო დ ი ა, თ. ხ უ ნ ჯ უ ა.	ატმოსფეროში იონების კონცენტრაციისა და რადონის ინდუქციათა განაწილების ზოგიერთი თავისებურების შესახებ საქართველოს ტერიტორიისათვის	592

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- \*ე. თავართქილაძე, ნ. გვასალია. ატმოსფეროს გამჭვირვალობა და მისი მოკიდებულება ქართან თბილისის პირობებისათვის 596
- ზოგადი და არარგბანული ძივნი**
- \*გ. ჯიშკარიანი, ბ. ზახცვევი, ვ. აკიმოვი, ი. ვშელიანოვა. როდნო-გჯუფის კოორდინაცია პირაზოლონის წარმოებულთა მეტალორდანიდულ კომპლექსებში 599
- ორგანული ძივნი**
- \*აქად. კ. ანდრიანოვი, ა. ნოლაიდელი, რ. ტყეშელაშვილი, ნ. ლეკი-შვილი, თ. ჯაშიაშვილი. ბის(დეეთილამინო)ალკილ(არილ)სილანების რეაქცია პოლიციკლურ ბისფენოლთან 603
- \*ა. ნოლაიდელი, რ. გახოკიძე, ნ. სიღამონიძე. პოლოვინილანებთან აცეტილირებული თიოშაქრების მოქმედების შესახებ 608
- \*ი. გვერდწითელი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ბარამიძე, მ. ჯელია, მ. ნადირაშვილი. ამინოსილანების ურთიერთქმედება ქანგბადმშეცველ აცეტილენურ ნაერთებთან 612
- ფიზიკური ძივნი**
- \*ს. ჩხეიძე, გ. ეპიშინა, ზ. გრიანოვა, ა. კრუპენიკოვა. ნიკელისა და როდიუმის ცეოლითების რენტგენოგრაფიული კვლევა 616
- \*ა. ბიჭიაშვილი, ნ. ცომაია, ე. ნანოზაშვილი. დასხივებული მყარი დეკალინის მპრ სპექტრის შესახებ 619
- ელემენტარული ძივნი**
- \*რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ს. ბასმანოვა, ჯ. მეტრეველი. მანგანუმის სულფატის ელექტროლიზი კონტროლირებული პოტენციისას 623
- \*ნ. ფირცხალავა, ვ. ცენტოვსკი, ზ. მახაიძე. ტუტე მეტალების პოლოვინიდების ელექტროგამტარობა პროპანოლში 627
- ფიზიკური გეოგრაფია**
- \*ლ. შარუაშვილი. საშუალო და დაბალი თანრიცის სპელეომორფოგენეტული ციკლების კლასიფიკაციის შესახებ 631
- გეოლოგია**
- \*გ. ჭელიძე. დასავლეთ საქართველოს პონტური ნალექების დანაწილების ახალი სქემა 636
- ჰიდროგეოლოგია**
- \*ბ. ზაუტაშვილი. მდ. რიონის შესართავის რაიონში მარგანეცის აკუმულაციის საკითხისათვის 640
- ბიოქიმია**
- \*გ. სუბატაშვილი, ნ. კარსანიძე. ზედაპირულ წყლებში ზოგიერთი მიკროელემენტის ფორმების შესახებ 644
- სამშენებლო მშენებლობა**
- \*რ. სულაძე. მყიდუ-პლასტიკური ანიზოტროპული ცილინდრული კამარა ვარსის განგარიშება 648
- ატმოსფერული მართვა და ზამთრული ძივნი**
- \*ნ. გოლდბაუმი. სამარი-149 რადიოაქტიური გამოწვის ამოცანა მაღალნაკადიანი რეაქტორის შეჩერებისას, როდესაც არათანაბრად განაწილებულია ნეიტრონების ნაკადი 652

ნიდაგთმომცემობა

მ. ჯიკაევა. მღელოს ყავისფერი ნიდაგების მიკრომორფოლოგიური აგებულება მათ გაკულტურებასთან დაკავშირებით 653

აბრძიმობა

\*ტ. დოლიძე. საქართველოს რუხი-ყავისფერი და შავიფისებრი ნიდაგების მინერალური ფოსფატების ჭგუფური შედგენილობა 659

მეტყვეობა

\*რ. ჩხუბიანიშვილი. ქლოროფილის შემცველობა აღმოსავლეთის წიფელის სინათლისა და ჩრდილის ტიპის ფოთლებში (*Fagus orientalis* Lipski) ნაირსხოვან და რთული ფორმის წიფლნარ კორომებში 663

მცენარეთა ფიზიოლოგია

\*თ. ფურცელაძე, მ. დოლიძე, შ. ჭანიშვილი. ასიმილაციების და ბმპ-ის განაწილებათა შორის დამოკიდებულება ვაზის ღეროში 668

ბენეფიკა და სელეფიკა

მ. გიკაშვილი. მურა ჟანგას გავრცელება ხორბლის ზოგიერთ გეოგრაფიულად დაშორებულ ნაჭვარ და სახეობათაშორისო ჰიბრიდზე 669

ალამიანისა და ცხიკველთა ფიზიოლოგია

\*ნ. ბაკურაძე, თ. სიმონიშვილი. ვირთავის მიერ შესმული წყლის ტემპერატურის როლი წყლის მოთხოვნილების რეგულაციაში 675

\*ხ. ხანაძე. მხედველობითი ტრაქტის ვალიზიანებით გამოწვეული ოთხგორაკის წინა ბორცვების პასუხების წარმოშობის საკითხისათვის 680

ბიოფიზიკა

\*ჭ. ონიანი, ლ. ვორობიოვი, ა. კუდრინი. ადრენალინისა და იზადრინის გავლენა *Nitella*-ს ჟვრედის პროტოპლაზმის ძვრადობაზე 683

ბიომიმია

\*ვ. ეკიზაშვილი, ნ. კორობოვა. ხლაყუნას ჩანასახების ბირთვებში აღრეული ემბრიოგენეზის დროს ავტორადიოგრაფიული მეთოდით რნმ-ს მასინფორმირებელი აქტივობის შესწავლა 687

\*ა. ანთელავა, ზ. ქირიკაშვილი. თირეოიდული პროტეინაზების გამოყოფა და მისი ზოგიერთი თვისება დიფუზური ტოქსიკური ჩიყვის დროს 691

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

\*ზ. ორჯონიკიძე, ვ. ყურაშვილი, რ. სალაყაია. ნაღვლის მიკროფლორა ნაღვლის ბუშტისა და სანაღვე გზების ქრონიკული დაავადების დროს 695

\*დ. ტარყაშვილი, მ. მაჭავარიანი, თ. დათაშვილი, ვ. კანდელაკი. ლობოს სხედასხვა ჯიშისა და პოპულაციის ინოკულაციის საკითხისათვის 699

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

\*ნ. ბალათურია, გ. სოლოვიოვა. *Paratylenchus paramonovi* sp. n. (Nematoda: Criconematidae) — ნემატოდის ახალი სახეობა კომპოსტის ფესვებიდან (აღმოსავლეთი საქართველო) 703

ენტომოლოგია

\*ე. ორჯონიკიძე. ალუბლის ნაყოფებში ფოსფორორგანული ინსექტიციდების ლოდინის პერიოდის განსაზღვრა საქართველოს ზოგიერთი რაიონისათვის 706

- \*ნ. ა ვ ი ძ ბ ა, ე. ნ ა დ ა რ ა ი ა, პრეპარატ TK-I A-ს ციტრუსების უმთავრესი მავნებლების წინააღმდეგ გამოყენების შედეგები 712
- \*გ. ი ა ს ნ ო შ ი. ახალი სახეობა *Eretmocerus Haldeman (Hymenoptera, Aphelinidae)* საქართველოდან 716

## ჰისტოლოგია

- \*მ. ც ხ ა დ ა ძ ე. ულტრასტრუქტურული ცვლილებების შესახებ ექსპერიმენტულ ცხოველთა ცნს დასხივების დროს 719

## ციტოლოგია

- \*ზ. ც ა გ ა რ ე ლ ი, პ. ს ი გ უ ა, კ. ო თ ზ მ ე ზ უ რ ი, ზ. ს ვ ა ნ ი ძ ე, ვ. ო ქ რ ო შ ი ძ ე, ე. ჩ ე რ ტ კ ო ვ ა. სისხლის ფორმიანი ელემენტების ულტრასტრუქტურა ნეფრიტის დროს ბავშვთა ასაკში 723
- \*ნ. ა ნ დ რ ე ს ი. სუქცინატ- და ლაქტატდეჰიდროგენაზის სინთეზის თავისებურებანი ქათმის ჩანასახის გულის და ჩონჩხის კუნთებში 728
- \*გ. ბ ა ხ ტ ა ძ ე. ამფიბიათა ორი სახეობის *Rana ridibunda* და *Rana macrocnemis* ღნმ-ის რაოდენობის შედარებითი ციტოფოტომეტრიული გამოკვლევა 731

## მასპირიმიენტული მორფოლოგია

- \*მ. მ შ ე ი დ ო ბ ა ძ ე. მორეგნირე მყვის გოლჯის აპარატის სუბმიკროსკოპული სტრუქტურის დახასიათება 735

## მასპირიმიენტული მემიციანი

- \*ლ. ფ ო ჩ ი ა ნ ი. გულის მოქმედების ფაზური სტრუქტურის დინამიკა ასფიქსიის დროს 740
- \*ა. ს ა გ რ ა დ ი ა ნ ი. სარეზერვო ტუტიაზობის შედგენილობის ცვლილება სანერწყვე ჭირკვლების სეკრეტში ვირუსული ჰეპატიტის დროს 743

## პალიოგიოლოგია

- \*ი. შ ა ტ ი ლ ო ვ ა. დასავლეთ საქართველოს მეოთხეული ნალექების პალიოლოგიური შესწავლის შედეგები 747

## ენათმეცნიერება

- \*ზ. ს ა რ ჯ ვ ე ლ ა ძ ე. ქართული კუარცხ- ძირის სვანური შესატყვისისათვის 749

## ფილოლოგია

- \*შ. ჩ ი ჯ ა ვ ა ძ ე. „ხელი“ და „ბინდ-ბანდი“ ვეფხისტყაოსანში 753

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- В. И. Тариеладзе. Эквивалентность гауссовских мер в банаховых пространствах 529
- Д. А. Шулая. Элементарные решения уравнения переноса нейтронов 533
- Х. Т. Тлехугов. Применение формулы Чизотти к приближенному конформному отображению 537
- Г. И. Сулханишвили. О равномерной сходимости разностной схемы Самарского—Николаева 541
- И. Д. Мачавариани. О сходимости последовательности особых интегралов 545
- Р. Д. Баицური. Об одной граничной задаче теории аналитических функций 549

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- Л. Г. Доборджгнндзе. Об одной граничной задаче нелинейной теории упругости 553

### КИБЕРНЕТИКА

- В. А. Аракелов, Л. И. Гамкрелидзе, С. С. Оганов. Об одной схеме декодирования и ее модификации для исправления ошибок с решающей обратной связью 557
- Г. М. Бегалишвили. Об одном существенном условии существования оптимального управления 561

### ФИЗИКА

- А. И. Угулава. Влияние ядерной подсистемы на возникновение фоновой лавины при сильном кросс-релаксационном взаимодействии 565
- Р. Ш. Мегрелишвили, В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН ГССР), Т. Д. Эбралидзе. Голографирование через диафрагмы с малым отверстием 569
- Г. Я. Рамишвили. Новый метод измерения и регистрации сближения контактирующих твердых тел при сжатии в вакууме 573
- Чан Хань Май. К теории кросс-релаксации в системе, содержащей три сорта спинов 577

### АСТРОНОМИЯ

- М. П. Имнадзе. Уточнение элементов орбиты на основе одного появления 581

### ГЕОФИЗИКА

- Г. К. Давлианидзе, Г. А. Сехниаидзе. Новые сведения о геологической структуре Сванетии по данным аэромагнитной съемки 585
- А. Г. Амирашвили, А. Г. Нодия, Т. Г. Хунджуа. Некоторые характеристики распределения ионной концентрации и активности короткоживущих индукций радона над территорией Грузии 589

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



К. А. Таварткиладзе, Н. В. Гвасалия. Прозрачность атмосферы и ее зависимость от ветра в условиях Тбилиси

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. И. Джишкариани, Б. Е. Зайцев, В. К. Акимов, И. А. Емельянова. Координация роданогруппы в металлороданидных комплексах с производными паразолона 597

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Академик К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели, Р. Ш. Ткешелашвили, Н. Г. Лекишвили, Т. К. Джашиашвили. О реакции бис(диэтиламино)алкил(арил) силанов с полициклическим бисфенолом 601

А. И. Ногайдели, Р. А. Гахокидзе, Н. Н. Сидамонидзе. О реакции ацетилованных тиосахаров с галогенсиланами 605

И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Л. В. Барамидзе, М. И. Джелия, М. Д. Надирашвили. Взаимодействие аминосиланов с кислородсодержащими ацетиленовыми соединениями 609

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. С. Чхендзе, Г. П. Епишина, З. В. Грязнова, А. Ю. Крупенникова. Рентгенографическое исследование никелевых и родиевых цеолитов 613

А. Д. Бичиашвили, Н. Н. Цома, Е. М. Нанобашвили. О спектре ЭПР облученного твердого декалина 617

### ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), С. Н. Басманова, Дж. А. Метревели. Электролиз при контролируемом потенциале в сернистых растворах марганца 621

Н. И. Пирцхалава, В. М. Центовский, З. И. Мачаидзе. Электропроводность растворов галогенидов щелочных металлов в пропаноле 625

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. Маруашвили. О классификации спелеоморфогенетических циклов среднего и низшего рангов 629

### ГЕОЛОГИЯ

Г. Ф. Челидзе. Новая схема подразделения понтических отложений Западной Грузии 633

### ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Б. З. Зауташвили. К вопросу об аккумуляции марганца в районе устья р. Риони 637

### ГЕОХИМИЯ

Г. Д. Супаташвили, Н. Қ. Қарсанидзе. О формах некоторых микроэлементов в поверхностных водах Грузии 641

### СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Р. Г. Суладзе. Расчет анизотропных хрупко-пластичных цилиндрических сводов оболочек 645

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Н. И. Гольдбаум. Задача оптимального выжигания самария-149 при оставке высокопоточного реактора с учетом неравномерного распределения потока нейтронов 649

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- \* М. А. Джикаева. Микроморфологическое строение лугово-коричневых почв в связи с их окультуренностью 655

## АГРОХИМИЯ

- Ц. В. Долидзе. Групповой состав минеральных фосфатов в серо-коричневой и черноземовидной почвах Грузии 657

## ЛЕСОВОДСТВО

- Р. И. Чхубианишвили. Хлорофилоносность световых и теневых листьев бука восточного (*Fagus orientalis* Lipski) в разновозрастных и сложных по форме буковых древостоях 661

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Т. Д. Пурцеладзе, М. Д. Долидзе, Ш. Ш. Чанишвили. Зависимость между распределениями по стеблю виноградной лозы ассимилятов и БЭП 665

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- \* М. Ш. Гиakashvili. Распространение бурой ржавчины на некоторых географически отдаленных скрещиваниях и межвидовых гибридах пшеницы 675

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. А. Бакурадзе, Т. Г. Симошвили. О роли температуры принятой воды в регуляции ее потребления у крыс 669
- З. С. Ханаева. К происхождению колликулярных ответов, возникающих на раздражение зрительного тракта 677

## БИОФИЗИКА

- Д. А. Онииани, Л. Н. Воробьев, А. Н. Кудрин. Влияние адреналина и изадрина на подвижность протоплазмы клеток *Nitella* 681

## БИОХИМИЯ

- В. К. Экизашвили, Н. Н. Коробцова. Изучение динамики РНК-синтезирующей активности ядер в эмбриогенезе вьюна при помощи количественной автордиографии 685
- А. В. Антелава, З. Д. Кирикашвили. Выделение тиреоидных протеиназ при диффузном токсическом зобе и некоторые их характеристики 689

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- З. В. Орджоникидзе, В. Е. Курашвили, Р. Г. Салакая. Микрофлора желчи при хронических заболеваниях желчного пузыря и желчных путей 693
- Д. В. Таркашвили, М. З. Мачавариани, Т. А. Даташвили, В. Н. Канделаки. К вопросу инокуляции различных сортов и популяций растения фасоли 697

## ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Н. Л. Багатурия, Г. И. Соловьева. *Paratylenchus paramonovi* sp. nov. (*Nematoda: Criconematidae*)—новая нематода из корней капусты в Восточной Грузии 701

## ЭНТОМОЛОГИЯ

- Э. К. Орджоникидзе. Определение времени ожидания фосфорорганических инсектицидов в плодах вишни в некоторых районах Грузии 705
- Н. Ш. Авидзба, Э. Г. Надарая. Результаты испытания препарата ТК-1А против основных вредителей цитрусовых 709
- В. А. Яснош. Новый вид *Eretmocerus* Haldeman (*Hymenoptera, Aphelinidae*) из Грузии 713

## ГИСТОЛОГИЯ

- М. Ш. Цхададзе. К вопросу ультраструктурных изменений в ЦНС животных при облучении 717

## ЦИТОЛОГИЯ

- З. Г. Цагарели, П. П. Сигуа, К. С. Отхмезури, В. А. Окрошндзе, З. С. Сванидзе, Е. С. Черткова. Ультраструктура форменных элементов крови при нефритах у детей 721
- Н. В. Андрос. Особенности синтеза сукцинатдегидрогеназы и лактатдегидрогеназы в сердечной и скелетной мышцах куриного эмбриона в ходе развития 725
- Г. И. Бахтадзе. Сравнительное цитофотометрическое исследование количества ДНК двух видов амфибий — *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis* 729

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- М. В. Мшвидобадзе. Субмикроскопическая характеристика аппарата Гольджи регенерирующего сухожилия 733
- Л. А. Починани. Динамика изменения фазовой структуры сердечного цикла при асфиксии 737
- А. Л. Саградян. Изменение содержания резервной щелочности в секрете слюнных желез при вирусном гепатите 741

## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- И. И. Шатилова. Данные палинологического исследования четвертичных отложений Западной Грузии 745

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* З. А. Сарджвеладзе. Сванский эквивалент грузинского корня ჯვარცხ- „нога“ 750

## ФИЛОЛОГИЯ

- \* Ш. Я. Чиджавадзе. «Хели» и «бинд-банди» в «Витязе в тигровой шкуре» 755

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

V. I. Tarieladze. Equivalence of Gaussian measures in Banach spaces	532
D. A. Shulaia. Elementary solutions of the neutron transport equation	536
Kh. T. Tlekhugov. Application of Cizotti's formula to approximative conform mapping	540
G. I. Sul Khanishvili. On uniform convergence of Samarski-Nikolaev difference scheme	544
I. D. Machavariani. On the convergence of a sequence of singular integrals	548
R. D. Bantsuri. On one boundary-value problem of the analytic function theory	552

### THEORY OF ELASTICITY

L. G. Doborjginidze. On one boundary-value problem in the nonlinear theory of elasticity	556
--	-----

### CYBERNETICS

V. A. Arakelov, L. I. Gamkrelidze, S. S. Oganov. On one scheme of decoding and its modification for error correction with decision feedback	560
G. M. Begalishvili. On an essential condition for the existence of optimum control	562

### PHYSICS

A. I. Ugulava. The influence of nuclear subsystem on the generation of phonon avalanche in the presence of strong cross-relaxation interaction	567
R. Sh. Megrelishvili, V. V. Chavchanidze, T. D. Ebralidze. Holography through small aperture diaphragms	572
G. Ya. Ramishvili. A new method of measuring and recording the convergence of contacting solid bodies during compression <i>in vacuo</i>	576
Chan Khanh Mai. On the theory of cross-relaxation in a system including three types of spins	580

### ASTRONOMY

M. P. Imnadze. Specifying the elements of an orbit on the basis of one appearance	584
---	-----

### GEOPHYSICS

G. K. Davlianidze, G. A. Sekhniadze. New evidence on the geological structure of Svaneti based on aeromagnetic survey data	587
--	-----

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

- A. G. Amiranashvili, A. G. Nodia, T. G. Khunjua. Some characteristics of the distribution of ion concentration and of the activity of short-lived radon inductions over the territory of Georgia 592
- K. A. Tavartkiladze, N. V. Gvasalia. Atmospheric transparency and its dependence on the winds in the area of Tbilisi 596

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- G. I. Jishkariani, B. E. Zaitsev, V. K. Akimov, I. A. Emelyanova. Coordination of the rhodano-group of metal-rhodanide complexes with the derivatives of pyrazolone 599

## ORGANIC CHEMISTRY

- K. A. Andrianov, A. I. Nogaideli, R. Sh. Tkeshelashvili, N. G. Lekishvili, T. K. Jashiashvili. On the reaction of bis (diethyl amino) alkyl (aryl) silanes with polycyclic bisphenol 603
- A. I. Nogaideli, R. A. Gakhokidze, N. N. Sidamonidze. On the reaction of acetylated thiosugars with halogensilanes 608
- I. M. GverdfsiteIi, L. V. Baramidze, M. I. Jelia, M. D. Nadirashvili. Reaction of aminosilanes with oxygen-containing acetylenic compounds 612

## PHYSICAL CHEMISTRY

- S. S. Chkheidze, G. P. Epishina, Z. V. Gryaznova, A. Yu. Krupenikova. X-ray investigation of nickel- and rhodium zeolites 616
- A. D. Bichiashvili, N. N. Tsomaia, H. M. Nanobashvili. On the ESR spectrum of irradiated solid decalin 619

## ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, S. N. Basmanova, J. A. Metreveli. Electrolysis of manganese sulphate solutions at controlled potentials 624
- N. I. Pirtskhalava, V. M. Tsentovskii, Z. I. Machaidze. Conductivity of the alkali metal halogenide solutions in propanol 627

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. I. Maruashvili. On the classification of speleomorphogenetic cycles of medium and lowest ranks 631

## GEOLOGY

- G. F. Tchelidze. A new division scheme for the Pontian deposits of western Georgia 636

## HYDROGEOLOGY

- B. Z. Zautashvili. Concerning the accumulation of manganese in the area of the Rioni mouth 640

## GEOCHEMISTRY

- G. D. Supatashvili, N. K. Karsanidze. Concerning the forms of some microelements in the surface waters of Georgia 644

## STRUCTURAL MECHANICS

- R. G. Suladze. Calculation of anisotropic brittle-plastic open circular cylindrical shells 648

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- N. I. Goldbaum. Problems of optimal burning-out of Samarium-149 in shutting down a high flux reactor with account of irregular neutron flux distribution 652

## SOIL SCIENCE

- M. A. Jikava. Micromorphological structure of meadow-cinnamonic soils in connection with their cultivation 656

## AGRICULTURAL CHEMISTRY

- Ts. B. Dolidze. The group composition of the mineral phosphates of grey-brown and chernozem-like soils of Georgia 659

## FORESTRY

- R. I. Chkhubanishvili. Chlorophyll-capacity of light- and shadow exposed leaves of eastern beech (*Fagus orientalis* Lipski) 664

## PLANT PHYSIOLOGY

- T. D. Purtseladze, M. D. Dolidze, Sh. Sh. Chanishvili. Dependence between the distribution of assimilates and bioelectric potentials along the grapevine stem 668

## GENETICS AND SELECTION

- M. Sh. Gikashvili. The distribution of brown rust on some geographically distant crossed and interspecific hybrids of wheat 671

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. A. Bakuradze, T. G. Simonishvili. On the role of water temperature in the regulation of its consumption in rats 676  
Z. S. Khanaeva. On the origin of collicular responses to optic tract stimulation 680

## BIOPHYSICS

- D. A. Oniani, L. N. Vorobyov, A. N. Kudrin. Effect of adrenaline and isadrin on the protoplasm motility in the cells of *Nitella* 683

## BIOCHEMISTRY

- V. K. Ekizashvili, N. N. Korobtsova. A quantitative autoradiographic study of the RNA synthesizing activity of the nuclei in the embryogenesis of the loach 687

- A. V. Antelava, Z. D. Kirikashvili. Isolation of thyroid proteinases during diffuse toxic goiter and some of their characteristics 692

### MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- Z. V. Orjonikidze, V. E. Kurashvili, R. G. Salakaia. Microflora of the gall in chronic diseases of the cholecyst and gall ducts 696
- D. V. Tarkashvili, M. Z. Machavariani, T. A. Datashvili, V. N. Kandelaki. On the inoculation of different varieties of bean plants and their populations 699

### PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

- N. L. Bagaturia, G. I. Solovyeva. A new species of nematode *Paratylenchus paramonovi* sp. n. (Nematoda: Criconematidae) from the roots of cabbage in eastern Georgia 703

### ENTOMOLOGY

- E. K. Orjonikidze. Determination of the latency time of organophosphoric preparations in cherry fruit in some regions of Georgia 707
- N. Sh. Avidzba, E. G. Nadaraia. Results of the application of the TK-IA preparation against the chief pests of citrus plants 712
- V. A. Jasnosh. New species of *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera, Aphelinidae) from Georgia 716

### HISTOLOGY

- M. Sh. Tskhadadze. Study of ultrastructural alterations in the animal CNS during radiation 719

### CYTOLOGY

- S. G. Tsagareli, P. P. Sigua, K. S. Otkhmezuri, Z. S. Svanidze, V. A. Okroshidze, E. S. Chertkova. The ultrastructure of form elements of the blood in children with nephritis 724
- N. V. Andres. Synthesis of succinic dehydrogenase and lactic dehydrogenase in the cardiac and skeletal muscles of chicken embryos in the course of development 728
- G. I. Bakhtadze. Comparative cytophotometric investigation of the DNA amount in two species of Amphibia: *Rana ridibunda* and *Rana macrocnemis* 731

### EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- M. V. Mshvidobadze. Submicroscopic description of the Golgi apparatus of a regenerating tendon 736

### EXPERIMENTAL MEDICINE

- L. A. Pochiani. The dynamics of the cardiac cycle structure during asphyxia 740
- A. L. Sagradyan. Change of reserve alkalinity in the secretion of the salivary glands of patients with virus hepatitis 744

### PALAEOBIOLOGY

- I. I. Shatilova. Data on a palynological investigation of the quaternary deposits of western Georgia 747

### LINGUISTICS

- Z. A. Sarjveladze. The Svan equivalent for the Georgian root კუარცხ (*kwarcx* ("leg")) 750

### PHILOLOGY

- Sh. Ya. Chijavadze. The connotation of the words *kheli* ('madman') and *bindbandi* ('semidarkness') in Rustaveli's poem "The Knight in the Panther's Skin" 755



В. И. ТАРИЕЛАДЗЕ

ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ГАУССОВСКИХ МЕР В БАНАХОВЫХ  
 ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 17.9.1973)

Приводятся необходимые и достаточные условия эквивалентности двух гауссовских мер в банаховых пространствах на языке ковариационных операторов.

Пусть  $X$ —действительное банахово пространство,  $L$ —наименьшая  $\sigma$ -алгебра подмножеств  $X$ , относительно которой измеримы все функционалы из сопряженного пространства  $X^*$ . Мера  $\mu$  на измеримом пространстве  $(X, L)$  по определению есть гауссовская мера, если для всех  $x^* \in X^*$

$$\int_X \exp \{ix^*(x)\} d\mu(x) = \exp \left\{iu(x^*) - \frac{1}{2}B(x^*)\right\}, \quad (1)$$

где  $u$ —линейный функционал, а  $B$ —неотрицательный квадратичный функционал на  $X^*$ . Из равенства (1) следует, что функционал  $u$  непрерывен в метрической топологии пространства  $X^*$ , т. е.  $u \in X^{**}$ . Квадратичный функционал  $B$  можно записать в виде  $B(x^*) = (Rx^*)(x^*)$ , где  $R: X^* \rightarrow X^{**}$ —непрерывный линейный оператор, который называется ковариационным оператором меры  $\mu$  (см. [1], стр. 138). В дальнейшем пространство  $X$  и его образ при естественном вложении  $X$  в  $X^{**}$  не различаются. В сепарабельном пространстве  $X$  имеют место следующие два факта для произвольной гауссовской меры  $\mu$  на  $(X, L)$ :

1)  $u \in X$ , т. е.  $u(x^*) = x^*(m)$  для всех  $x^* \in X^*$ , а  $m \in X$  (см. [1], стр. 131);

2)  $R(X^*) \subset X$  (см. [1], стр. 144).

В дальнейшем сепарабельность пространства  $X$  не предполагается. Ковариационный оператор  $R: X^* \rightarrow X^{**}$  является симметрическим, т. е.  $(Rx^*)(y^*) = (Ry^*)(x^*)$  для всех  $x^*, y^* \in X^*$ , и неотрицательным, т. е.  $(Rx^*)(x^*) \geq 0$  для всех  $x^* \in X^*$ . С каждым таким оператором  $R$  можно связать гильбертово подпространство  $H(R)$  в  $X$  следующим образом: введем в множество  $R(X^*) \cap X$  скалярное произведение

$$(Rx^*, Ry^*) = (Rx^*)(y^*), \quad x^*, y^* \in X^*, \quad Rx^*, Ry^* \in X.$$

Это множество с этим скалярным произведением есть отдельное предгильбертово пространство. Его можно пополнить, добавляя элементы

12.445



из  $X$ . Полученное таким образом гильбертово пространство  $H(R)$  называется через  $H(R)$ . Из непрерывности оператора  $R$  вытекает, что вложение  $H(R)$  в  $X$  непрерывно.

Приведенная ниже лемма имеет важное значение для формулировки результатов данного сообщения.

**Лемма.** Пусть  $R: X^* \rightarrow X^{**}$  — ковариационный оператор произвольной гауссовской меры. Тогда существует гильбертово пространство  $H$  и такой ограниченный линейный оператор  $A: X^* \rightarrow H$ , что имеет место следующие утверждения:

а)  $R = A^*A$ ,  $A^*$  — сопряженный оператор к оператору  $A (A^*: H \rightarrow X^{**})$ ;

б)  $\overline{A(X^*)} = H$ , т. е.  $A(X^*)$  всюду плотно в  $H$ ;

в) если  $H_1$  — другое гильбертово пространство и  $A_1: X^* \rightarrow H_1$  — другой оператор, который имеет свойства а) и б), то существует такой унитарный оператор  $U: H_1 \rightarrow H$ , что  $A_1 = UA$  и  $A_1^*(H_1) = A^*(H)$ ;

г)  $A^*(H) \cap X = H(R)$ .

Части а), б) и в) леммы доказываются для более общего класса операторов в [1].

**Определение.** Оператор  $A: X^* \rightarrow H$  называется факторизующим для оператора  $R: X^* \rightarrow X^{**}$ , если он имеет свойства а) и б) леммы.  $H$  в этом случае называется факторизующим пространством.

Две меры  $\mu_1$  и  $\mu_2$  на  $(X, L)$  называются эквивалентными, если они взаимно абсолютно непрерывны. Они называются (взаимно) сингулярными, если для некоторого множества  $E \in L$   $\mu_1(E) = \mu_2(X \setminus E) = 0$ . Элемент  $a \in X$  называется допустимым сдвигом для меры  $\mu$ , если мера  $\mu_a(E) = \mu\{y: y = x - a, x \in E\}$  абсолютно непрерывна относительно меры  $\mu$ . Множество всех допустимых сдвигов для меры  $\mu$  обозначим через  $M_\mu$ . Если  $X$  сепарабельно, то носитель  $S_\mu \subset X$  меры  $\mu$  определяется как множество тех точек  $x \in X$ , все окрестности которых имеют положительную меру.

Равенство (1) и определение ковариационного оператора показывают, что гауссовская мера однозначно определяется параметрами  $u$  и  $R$ . Поэтому гауссовскую меру со средним значением  $u$  и ковариационным оператором  $R$  обозначим через  $\mu(u; R)$ . Из теоремы Фельдмана [2] следует, что любые две гауссовские меры на  $(X, L)$  либо эквивалентны, либо сингулярны. Поэтому мы формулируем только условия эквивалентности. При нарушении этих условий меры сингулярны.

**Теорема 1.** Две гауссовские меры  $\mu(u; R)$  и  $\mu_1(u_1; R)$  эквивалентны тогда и только тогда, когда  $u_1 - u \in A^*(H)$ , где  $H$  — произвольное факторизующее пространство для оператора  $R$ , а  $A^*$  — сопряженный оператор к факторизующему оператору  $A$ . В частности, они эквивалентны, если  $u_1 - u \in R(X^*)$ , и в этом случае плотность имеет вид

$$\frac{d\mu_1}{d\mu}(x) = \exp \left\{ x_0^*(x) - u(x_0^*) - \frac{1}{2} (Rx_0^*)(x_0^*) \right\},$$

где  $x_0^* \in X^*$  — такой элемент, что  $Rx_0^* = u_1 - u$ .

Следствие 1. Две гауссовские меры  $\mu_1(m_1; R)$  и  $\mu(m; R)$  на сепарабельном банаховом пространстве  $X$  эквивалентны тогда и только тогда, когда  $m_1 - m \in H(R)$ .

Следствие 2.

а) Множество всех допустимых сдвигов произвольной гауссовской меры  $\mu(u; R)$  совпадает с гильбертовым пространством  $H(R)$ .

б) Если  $X$  сепарабельно, то замыкание множества всех допустимых сдвигов для гауссовской меры  $\mu(0; R)$  совпадает с носителем меры  $\mu$ , т. е.  $\overline{M_\mu} = S_\mu$  (замыкание берется в топологии пространства  $X$ ).

в) Если пространство  $X$  сепарабельно и гауссовская мера невырождена (т. е. из  $B(x^*) = 0$  вытекает  $x^* = 0$ , см. (1)), то множество  $M_\mu$  всех допустимых сдвигов меры  $\mu$  всюду плотно в  $X$ .

Теорема 2. Пусть  $\mu(u; R)$  и  $\mu_1(u; R_1)$  — две гауссовские меры,  $H$  — произвольное факторизующее пространство,  $A$  — соответствующий факторизующий оператор для  $R$ . Меры  $\mu$  и  $\mu_1$  эквивалентны тогда и только тогда, когда существует гильберт-шмидтовский оператор  $V: H \rightarrow H$ , все собственные значения которого отличны от 1 и такой, что

$$A^*VA = R - R_1.$$

Если все векторы  $v_k, k = 1, 2, \dots$  из полной ортонормированной системы собственных векторов оператора  $V$  с ненулевыми собственными значениями  $1 - \sigma_k^2, k = 1, 2, \dots$  принадлежат множеству  $A(X^*) \subset H$ , то плотность имеет вид

$$\frac{d\mu_1}{d\mu}(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \prod_{k=1}^n \sigma_k \right)^{-1} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \left\{ \left[ \frac{x_k^*(x)}{\sigma_k} \right]^2 - x_k^*(x) \right\} \right\},$$

где  $x_k^* \in X^*$  — такие элементы, что  $Ax_k^* = v_k, k = 1, 2, \dots$

Соединением теорем 1 и 2 можно получить общие условия эквивалентности двух произвольных гауссовских мер. Заметим также, что теорема 1 естественным образом обобщает известный результат для случая гильбертовых пространств (см. [3], стр. 574). При доказательстве приведенных теорем используются общие результаты в том виде, в котором они содержатся в работе [4].

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 20.9.1973)

მათემატიკა

3. ტარიელაძე

გაუსის ზომების ეკვივალენტობა განახის სივრცეებში

რეზიუმე

მოყვანილია განახის სივრცეზე განმარტებული ორი გაუსის ზომის ეკვივალენტობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები კოვარიაციული ოპერატორების ენაზე. კერძოდ, აღწერილია გაუსის ზომის დასაშვები ძვრების სიმრავლე.

V. I. TARIELADZE

## EQUIVALENCE OF GAUSSIAN MEASURES IN BANACH SPACES

## Summary

Necessary and sufficient conditions of equivalence of Gaussian measures in Banach space are given. In particular the set of all admissible shifts of Gaussian measures is described.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
2. J. Feldman. Pac. J. Math., 8 (1958), 699—708.
3. И. И. Гихман, А. В. Скороход. Теория случайных процессов. I. М., 1971.
4. Ю. А. Розанов. Гауссовские бесконечномерные распределения. М., 1968.



Д. А. ШУЛЯЯ

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА  
 НЕЙТРОНОВ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 21.11.1973)

Предлагается обобщение метода Кейса [1] на плоские многоскоростные задачи переноса нейтронов в предположении изотропности рассеяния.

В области  $x \in (-\infty; +\infty)$ ,  $\mu \in [-1; +1]$ ;  $\lambda \in [a; b]$  рассмотрим уравнение

$$\mu \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \Psi(x, \mu, \lambda) = \int_a^b \int_{-1}^{+1} K(\lambda, \lambda') \Psi(x, \mu', \lambda') d\mu' d\lambda', \quad (1)$$

где  $K(\lambda, \lambda')$  — непрерывная функция своих аргументов.

Элементарные решения [2] уравнения (1) будем искать в виде

$$\Psi(x, \mu, \lambda) = \exp\{-x/\nu\} \Phi_\nu(\mu, \lambda).$$

Для функции  $\Phi_\nu(\mu, \lambda)$  имеем линейное однородное уравнение

$$\left(1 - \frac{\mu}{\nu}\right) \Phi_\nu(\mu, \lambda) = \int_a^b \int_{-1}^{+1} K(\lambda, \lambda') \Phi_\nu(\mu', \lambda') d\mu' d\lambda'. \quad (2)$$

Спектр этого уравнения состоит из непрерывной и дискретной части. Можно доказать, что дискретная часть этого спектра не содержит точек из интервала  $[-1; +1]$ .

Собственные функции  $\Phi_{\nu_n}(\mu, \lambda)$ , соответствующие дискретным собственным значениям  $\nu_n$ , являются непрерывными функциями своих аргументов и их можно представить в виде

$$\Phi_{\nu_n}(\mu, \lambda) = \frac{\nu_n A_n(\lambda)}{\nu_n - \mu}, \quad (3)$$

где  $A_n(\lambda)$  — непрерывная собственная функция одномерного интегрального уравнения Фредгольма второго рода

$$A_n(\lambda) = \rho_n \int_a^b K(\lambda, \lambda') A_n(\lambda') d\lambda' \quad (4)$$

с собственным числом

$$\varrho_n = \nu_n \ln \frac{\nu_n + 1}{\nu_n - 1}.$$

Заметим, что если  $\nu_n$ —собственное значение, то  $-\nu_n$  также будет собственным значением и имеет место

$$\Phi_{\nu_n}(\mu, \lambda) = \Phi_{-\nu_n}(-\mu, \lambda).$$

Непрерывная часть спектра совпадает с интервалом  $[-1; +1]$ . Каждой из точек  $\nu \in [-1; +1]$  соответствует множество собственных решений, принадлежащих классу обобщенных функций.

А именно, справедлива

Теорема 1. *Обобщенная функция*

$$\Phi_{\nu\zeta}(\mu, \lambda) = \frac{\nu K(\lambda, \zeta)}{\nu - \mu} + \left[ \delta(\zeta - \lambda) - \int_{-1}^{+1} \frac{\nu K(\lambda, \zeta)}{\nu - \mu'} d\mu' \right] \delta(\nu - \mu), \quad (5)$$

для любого  $\zeta \in [a; b]$  будет обобщенным решением в смысле Соболева—Шварца [3] уравнения (2).

Наряду с уравнением (1), рассмотрим сопряженное с ним уравнение

$$-\mu \frac{\partial \Psi^*}{\partial x} + \Psi^*(x, \mu, \lambda) = \int_a^b \int_{-1}^{+1} K(\lambda', \lambda) \Psi^*(x, \mu', \lambda') d\mu' d\lambda'.$$

Как и выше, построим для него элементарные решения

$$\Psi^*(x, \mu, \lambda) = \exp\{x/\nu\} \Phi_{\nu}^*(\mu, \lambda).$$

Функции  $\Phi_{\nu}^*(\mu, \lambda)$  являются решениями однородного уравнения

$$\left(1 - \frac{\mu}{\nu}\right) \Phi_{\nu}^*(\mu, \lambda) = \int_a^b \int_{-1}^{+1} K(\lambda', \lambda) \Phi_{\nu}^*(\mu', \lambda') d\mu' d\lambda'. \quad (6)$$

Так же как уравнение (2), оно имеет систему дискретных собственных значений  $\nu_n$  и отвечающих им собственных функций

$$\Phi_{\nu_n}^*(\mu, \lambda) = \frac{\nu_n A_n^*(\lambda)}{\nu_n - \mu},$$

где  $A_n^*(\lambda)$ —собственные функции уравнения, сопряженного с (4). Интервал  $[-1; +1]$  представляет непрерывную часть спектра; для каждой точки  $(\nu, \zeta) \in [-1; +1] \times [a; b]$  обобщенная функция

$$\Phi_{\nu\zeta}^*(\mu, \lambda) = \frac{\nu K(\zeta, \lambda)}{\nu - \mu} + \left[ \delta(\zeta - \lambda) - \int_{-1}^{+1} \frac{\nu K(\zeta, \lambda)}{\nu - \mu'} d\mu' \right] \delta(\nu - \mu)$$

является обобщенным решением уравнения (6).

Имеет место соотношение

$$\begin{aligned} & \int_a^b \int_{-1}^{+1} \mu \Phi_{v\zeta'}^*(\mu, \lambda) \int_a^b \int_{-1}^{+1} \Phi_{v\zeta}(\mu, \lambda) d\mu d\lambda dv' d\zeta' = \\ & = \nu \left[ 1 - 2 \int_a^b \int_{-1}^{+1} \frac{\nu K(\zeta', \zeta)}{\nu - \mu} d\mu d\zeta' + \right. \\ & \left. + \int_a^b d\zeta' \int_a^b d\lambda \int_{-1}^{+1} \frac{\nu K(\lambda, \zeta)}{\nu - \mu} d\mu \int_{-1}^{+1} \frac{\nu K(\zeta', \lambda)}{\nu - \mu} d\mu \right]. \end{aligned} \quad (7)$$

Собственные функции однородного уравнения (2) образуют полную систему в том смысле, что любую функцию  $\psi(\mu, \lambda)$ , непрерывную по  $\lambda$  и удовлетворяющую условию  $H^*$  по  $\mu$  [4], можно представить в виде

$$\psi(\mu, \lambda) = \sum_n a_{v_n} \Phi_{v_n}(\mu, \lambda) + \int_a^b \int_{-1}^{+1} \Phi_{v\zeta}(\mu, \lambda) R(\nu, \zeta) dv d\zeta \quad (8)$$

и это представление единственно. Чтобы убедиться в этом, подставим в (8) вместо  $\Phi_{v\zeta}(\mu, \lambda)$  выражение (5), тогда будем иметь

$$\begin{aligned} \psi(\mu, \lambda) = & \sum_n a_{v_n} \Phi_{v_n}(\mu, \lambda) + R(\mu, \lambda) + \int_a^b \int_{-1}^{+1} \frac{\mu K(\lambda, \zeta)}{\mu' - \mu} R(\mu, \zeta) d\mu' d\zeta + \\ & + \int_a^b d\zeta \int_{-1}^{+1} dv \frac{\nu K(\lambda, \zeta)}{\nu - \mu} R(\nu, \zeta). \end{aligned} \quad (9)$$

На основе теории сингулярных уравнений (4) и результатов, полученных в работе Мика и Беднаржа [5], доказывается

**Теорема 2.** *Интегральное уравнение (9) относительно  $R(\mu, \lambda)$  имеет единственное решение, удовлетворяющее по  $\mu$  условию  $H^*$  и непрерывное по  $\lambda$ , тогда, когда*

$$a_{v_n} = \frac{1}{N_{v_n}} \int_a^b \int_{-1}^{+1} \mu \psi^*(\mu, \lambda) \Phi_{v_n}^*(\mu, \lambda) d\mu d\lambda, \quad (10)$$

где

$$N_{v_n} = \int_a^b \int_{-1}^{+1} \mu \Phi_{v_n}(\mu, \lambda) \Phi_{v_n}^*(\mu, \lambda) d\mu d\lambda. \quad (11)$$

Исходя из теоремы 2 и используя соотношение (7), уравнение (9) можно привести к эквивалентному интегральному уравнению Фредгольма с непрерывным ядром

$$R(\mu, \lambda) + \int_a^b \bar{K}(\mu, \lambda, \zeta) R(\mu, \zeta) d\zeta = \bar{\psi}(\mu, \lambda),$$

где  $\bar{\psi}(\mu, \lambda)$  и  $\bar{K}(\mu, \lambda, \zeta)$  — известные функции.

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 22.11.1973)

მათემატიკა

დ. შულაია

ელემენტარული ამოხსნები ნეიტრონების გადატანის  
 განტოლებისათვის

რეზიუმე

სტატია ეძღვნება ნეიტრონების გადატანის განტოლებისათვის ფუნდამენტური ამოხსნების აგებას ბრტყელ გეომეტრიაში იზოტროპული გაბნევისა და ენერგეტიკული დამოკიდებულების დროს.

MATHEMATICS

D. A. SHULAIYA

## ELEMENTARY SOLUTIONS OF THE NEUTRON TRANSPORT EQUATION

Summary

Fundamental solutions of the neutron transport equation in plane geometry in the case of isotropic scattering and energy dependence is considered.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Кейз, П. Цвайфель. Линейная теория переноса. М., 1972.
2. Д. А. Шуляя. Сообщения АН СССР, 70, № 3, 1973, 545—548.
3. В. С. Владимиров. Уравнения математической физики. М., 1967.
4. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
5. R. J. Bednarz, J. Mika. J. Math. Phys., 4 (1963), 1285.





Х. Т. ТЛЕХУГОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ЧИЗОТТИ К ПРИБЛИЖЕННОМУ  
 КОНФОРМНОМУ ОТОБРАЖЕНИЮ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 14.1.1974)

В этой заметке докажем, что формулу Чизотти [1] можно применить к построению функции, близкой в некотором смысле к функции, дающей конформное отображение круга на заданную односвязную область. Предварительно остановимся на выводе формулы Чизотти для круга, с тем, чтобы определить количество содержащихся в ней параметров действительных постоянных. В соответствии с этим выберем нормировку отображающей функции, обеспечивающую ее единственность.

Пусть функция  $\zeta = f(z)$ , голоморфная в единичном круге  $g(|z| < 1)$ , ограниченном окружностью  $\gamma(|z| = 1)$ , дает его конформное отображение на заданную односвязную область  $G$ .

Для справедливости приводимых ниже рассуждений будем считать границу  $\Gamma$  области  $G$  достаточно гладкой.

В силу конформности отображения  $f'(z) \neq 0$  всюду в круге  $g$ . Следовательно, любая ветвь функции  $Ln f'(z)$  голоморфна в круге  $g$ . Кроме того,

$$\operatorname{Re}(-i \ln(if'(z))) = \theta(\tau) - t = \theta(\tau) + i \ln \tau \quad (1.1)$$

при  $\tau = \exp\{it\} \in \gamma$ , где  $\theta(\tau)$  — угол наклона касательной к  $\Gamma$  в точке  $f(\tau)$ .

Следовательно, в силу известной формулы Шварца

$$g(z) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\tau+z}{\tau-z} (\theta(\exp\{it\}) - t) dt + iA, \quad (1.2)$$

где  $A$  — действительная постоянная, а

$$g(z) = -i \ln(if'(z)),$$

и, таким образом,

$$f'(z) = -i \exp\{ig(z)\}. \quad (1.3)$$

Простые вычисления показывают, что

$$g(z) = \frac{z}{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\theta(\exp\{it\}) dt}{\exp\{it\} - z} + i \ln(1-z)^2 + B, \quad (1.4)$$

где  $B$  — комплексная постоянная.

Окончательно, для  $f'(z)$  получим выражение

$$f'(z) = \frac{C}{(1-z)^2} \exp \left\{ \frac{iz}{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\theta(\exp(it)) dt}{\exp(it) - z} \right\}, \quad (1.5)$$

где  $C$  — пока не определенная комплексная постоянная.

Итак, для искомой функции  $\zeta = f(z)$  имеем

$$f(z) = C \int_1^z \frac{1}{(1-u)^2} \exp \frac{i u}{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\theta(\exp(it)) dt}{\exp(it) - u} du + D, \quad (1.6)$$

где  $D$  — также произвольная комплексная постоянная.

Таким образом, формула Чизотти (1.6) содержит четыре произвольные действительные постоянные. Это связано с тем, что искомая функция представлена выражением (1.6) через действительную функцию  $\theta(t)$ , связанную с производной  $f'(z)$ :

$$\theta(t) = \arg f'(\exp(it)) + t + \frac{\pi}{2}; \quad (1.7)$$

она не меняется от перемножения  $f'(\exp(it))$  на произвольную положительную постоянную. Это вполне согласуется также с тем, что заданием  $\theta(t)$  задается не только область  $G$ , а весь класс подобных ей областей.

Следовательно, для обеспечения единственности искомой функции  $f(z)$  можем использовать следующую нормировку:

$$f(z_k) = \zeta_k, \quad k = 1, 2, 3, 4, \quad (1.8)$$

где четверки точек  $z_1, z_2, z_3, z_4$  и  $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \zeta_4$  совершенно произвольно выбраны соответственно на граничных кривых  $\gamma$  и  $\Gamma$ , однако они должны быть перенумерованы в одинаковых направлениях.

Имея в виду, что на заданных контурах  $\gamma$  и  $\Gamma$  точки  $z_k$  и  $\zeta_k$  могут быть определены по одному действительному параметру — дуговым абсциссам этих точек, мы, очевидно, имеем четыре действительных условия для определения четырех действительных параметров, содержащихся в двух комплексных величинах  $C$  и  $D$ .

В дальнейшем будем считать, что постоянные  $C$  и  $D$  определены таким образом, что соблюдены условия (1.8).

Займемся изучением функции  $\theta(t)$ . Мы условились, что кривую  $\Gamma$  будем считать достаточно гладкой. Следовательно, исходя из равенства (1.7) и из хорошо известных граничных свойств конформно отображающих функций, можно считать, что  $\theta(t)$  имеет производные до нужного нам порядка. Кроме того, будем считать, что граничная кривая  $\Gamma$  выпукла; тогда, очевидно,  $\theta(t)$  будет монотонно возрастающей функцией на сегменте  $[0, 2\pi]$ .

Имея в виду применение интерполяционной формулы Лагранжа, когда узлы интерполирования равноотстоящие, сегмент  $[0, 2\pi]$  разобьем

на четыре сегмента точками  $t = 0, t = \frac{\pi}{2}, t = \pi, t = \frac{2\pi}{3}, t = 2\pi$ . Им на окружности  $\gamma$ , очевидно, соответствуют точки  $1, i, -1, -i, +1$ . Их мы и примем за  $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5$ . Точки  $\zeta_k = f(z_k)$ , лежащие на кривой  $\Gamma$ , желательнее распределить „равномерно“ на  $\Gamma$ . В частности, за  $\zeta_k, k=1, 2, 3, 4$ , мы возьмем четыре точки пересечения контура  $\Gamma$  с осями координат. Подразумеваем, что точка  $\zeta = 0 \in G$ . Такой подбор точек  $z_k$  и  $\zeta_k$ , очевидно, не ограничивает общности и совершенно необязателен.

Обозначим через  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5$  значения функции  $\theta(t)$  в точках  $t = 0, t = \frac{\pi}{2}, t = \pi, t = \frac{2\pi}{3}, t = 2\pi$ :

$$\theta_1 = \theta(0), \theta_2 = \theta\left(\frac{\pi}{2}\right), \theta_3 = \theta(\pi), \theta_4 = \theta\left(\frac{2\pi}{3}\right), \theta_5 = \theta(2\pi).$$

Очевидно, они соответствуют на  $\Gamma$  точкам  $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \zeta_4, \zeta_5$  и

$$\theta_5 = \theta(2\pi) = \theta_1 + 2\pi.$$

Значения  $\theta_k$  следует определить из уравнения граничной кривой  $\Gamma$ . А именно, если уравнение кривой  $\Gamma$  задано параметрически в виде

$$\zeta = \zeta(\tau), \quad 0 \leq \tau \leq 2\pi,$$

то

$$\theta(\tau) = \arg \zeta'(\tau).$$

Таким образом, в соответствии с выбором точек  $\zeta_k$  будем иметь

$$\theta_1 = \arg \zeta'(0), \quad \theta_2 = \arg \zeta'\left(\frac{\pi}{2}\right), \quad \theta_3 = \arg \zeta'(\pi),$$

$$\theta_4 = \arg \zeta'\left(\frac{2\pi}{3}\right), \quad \theta_5 = \arg \zeta'(2\pi) = 2\pi + \theta_1.$$

Заметим теперь, что интерполяционная формула Лагранжа с равноотстоящими узлами, когда число узлов равно 5, включая концы сегмента, имеет вид

$$\int_a^b \varphi(x) dx = \frac{b-a}{90} (7\theta_1 + 32\theta_2 + 12\theta_3 + 32\theta_4 + 7\theta_5) + R.$$

Здесь  $\varphi(x)$  — непрерывная на  $[a, b]$  действительная функция; при этом, если  $\varphi^{(5)}(x)$  существует, то

$$|R| \leq \frac{73(b-a)^6}{5760} \max |\varphi^{(5)}(x)|.$$

Используя эту формулу для интеграла

$$\int_0^{2\pi} \frac{\theta(t) dt}{\exp\{it\} - z},$$

следует полагать, что мы получим некоторое его приближение, точное во многих прикладных вопросах:

$$\int_0^{2\pi} \frac{\theta(t) dt}{\exp\{it\} - z} \approx \frac{\pi}{45} \left( \frac{7\theta_1}{1-z} + \frac{32\theta_2}{i-z} + \frac{12\theta_3}{-1-z} + \frac{32\theta_4}{-i-z} + \frac{7\theta_5}{1-z} \right).$$

Отсюда легко следует, что

$$\int_0^{2\pi} \frac{\theta(t) dt}{\exp\{it\} - z} \approx \frac{\pi}{45} \cdot \frac{\alpha_0 + \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 + \alpha_3 z^3}{1 - z^4}, \quad (1.9)$$

где постоянные  $\alpha_k$ ,  $k = 0, 1, 2, 3$ , легко вычислить:

$$\alpha_0 = 14\pi + 14\theta_1 + 12\theta_3 + 32(\theta_2 + \theta_4)i,$$

$$\alpha_1 = 14\pi + 14\theta_1 + 32\theta_2 + 12\theta_3 - 32\theta_4,$$

$$\alpha_2 = 14\pi + 14\theta_1 + 12\theta_3 - 32(\theta_2 + \theta_4)i,$$

$$\alpha_3 = 14\pi + 14\theta_1 - (32\theta_2 + 12\theta_3 - 32\theta_4).$$

Возвращаясь к формуле Чизотти (16), будем иметь

$$f(z) \approx C \int_0^z \frac{1}{(1-u)^2} \exp\left(\frac{i u}{45} \cdot \frac{\alpha_0 + \alpha_1 u + \alpha_2 u^2 + \alpha_3 u^3}{1 - u^4}\right) du + D. \quad (1.10)$$

Кабардино-Балкарский  
государственный университет

(Поступило 14.1.1974)

მათემატიკა

ბ. ტლახუგოვი

ჩიზოტის ფორმულის გამოყენება მიახლოებითი  
კონფორმული გადამსახვისათვის

რეზიუმე

ჩიზოტის ფორმულას ეძლევა ხელსაყრელი სახე. ირკვევა მასში შემავალი ნებისმიერი პარამეტრების რიცხვი, გადასახვი ფუნქციის ინტეგრალური წარმოდგენა იცვლება მიახლოებითი წარმოდგენით.

MATHEMATICS

Kh. T. TLEKHUGOV

APPLICATION OF CIZOTTI'S FORMULA TO APPROXIMATIVE  
CONFORM MAPPING

Summary

Cizotti's formula is given a convenient form, the number of arbitrary parameters involved is found, the integral representation of the mapping function is replaced by an approximative expression.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. T. Тлехугов. Труды ВЦ АН ГССР, т. XII, вып. 1, 1973.

Г. И. СУЛХАНИШВИЛИ

О РАВНОМЕРНОЙ СХОДИМОСТИ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ  
 САМАРСКОГО—НИКОЛАЕВА

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 15.8.1973)

В работе [1] А. А. Самарским и Е. С. Николаевым предлагается разностная схема повышенного (четвертого) порядка точности для численного решения уравнения Пуассона в  $p$ -мерной параллелепипедной области; доказывается, что она сходится в норме сеточных пространств  $W_2^1, L_2$  со скоростью  $O(|h|^4)$  при любом  $p \geq 2$  и сходится с той же скоростью в равномерной метрике при  $p=2, 3$ . Ограничения  $p=2, 3$  при доказательстве равномерной сходимости этой разностной схемы обуславливаются только применением разностного аналога теоремы вложения [2] независимо от того, является разностная сетка прямоугольной ( $h_\alpha \neq h_\beta$  при  $\alpha \neq \beta$ ) или равномерной ( $h_\alpha = h, \alpha = \overline{1, p}$ ).

В данной заметке устанавливается выпуклый многогранник  $M_{p-1}(p-1)$ -мерного евклидова пространства  $E_{p-1}$ , для которого при  $(h_1^2/h_2^2, h_1^2/h_3^2, \dots, h_1^2/h_p^2) \in M_{p-1}$  и  $p \leq 6$  разностная схема Самарского—Николаева удовлетворяет условиям принципа максимума [3]. При  $p=6$   $M_{p-1}$  сводится к одной точке  $(1, \dots, 1) \in E_5$ , так что при  $p=6$  схема Самарского—Николаева удовлетворяет условиям принципа максимума только на равномерной сетке.

Следовательно, при  $p \leq 6$  методом Гершгорина, развитым в работе [3], доказывается сходимость разностной схемы Самарского—Николаева со скоростью  $O(|h|^4)$  в равномерной метрике.

1: Пусть в параллелепипеде  $\overline{G} = \{x = (x_1, \dots, x_p): 0 \leq x_\alpha \leq l_\alpha, \alpha = \overline{1, p}\}$  с границей  $\Gamma$  ищется решение задачи

$$\sum_{\alpha=1}^p L_\alpha u = f(x), \quad x \in \overline{G}, \quad (1)$$

$$u|_\Gamma = g(x), \quad (2)$$

где  $L_\alpha u \equiv -\partial^2 u / \partial x_\alpha^2$  ( $\alpha = \overline{1, p}$ );  $f(x)$  и  $g(x)$ —заданные непрерывные функции в  $\overline{G}$  и на  $\Gamma$  соответственно.

Рассмотрим разностную сетку  $\overline{G}_h = \{(\alpha_1 h_1, \dots, \alpha_p h_p): \alpha_i = \overline{0, n_i+1}, n_i = (l_i/h_i) - 1, i = \overline{1, p}\}$  с границей  $\Gamma_h$ , где  $h_i$  ( $i = \overline{1, p}$ )—шаги сетки по  $x_i$  ( $i = \overline{1, p}$ ). Пусть  $G_h = \overline{G}_h \setminus \Gamma_h$ .



Следуя [1], численное решение задачи (1), (2) ищем по разностной схеме<sup>(1)</sup>

$$A' y \equiv \sum_{\alpha=1}^p \left[ \prod_{\beta \neq \alpha}^{1 \div p} (E - \alpha_{\beta} A_{\beta}) \right] A_{\alpha} y = \varphi(x), \quad x \in G_h, \quad y|_{\Gamma_h} = g(x), \quad (3)$$

где  $E$  — единичный оператор;  $A_{\alpha} y \equiv -y_{\bar{x}_{\alpha} x_{\alpha}}$  ( $\alpha = \overline{1, p}$ ) — разностная аппроксимация на сетке  $G_h$  оператора  $L_{\alpha}$ ;

$$\varphi = f - \sum_{\alpha=1}^p \alpha_{\alpha} A_{\alpha} f; \quad \alpha_{\alpha} = h_{\alpha}^2/12 \quad (\alpha = \overline{1, p}).$$

Как известно [1], схема (3) аппроксимирует задачу (1), (2) со скоростью  $O(|h|^4)$  ( $|h|^2 = h_1^2 + \dots + h_p^2$ ).

2. Для простоты записи используем операторы сдвига

$T^{\pm r} y \equiv y(\alpha_1 h_1, \dots, \alpha_{r-1} h_{r-1}, (\alpha_r \pm 1) h_r, \alpha_{r+1} h_{r+1}, \dots, \alpha_p h_p)$  ( $r = \overline{1, p}$ ), обладающие свойством коммутативности:  $T^{\pm r} T^{\pm q} = T^{\pm q} T^{\pm r}$ . Тогда

$$A_{\alpha} = \frac{1}{h_{\alpha}^2} (2E - T_{\alpha}^0), \quad E - \alpha_{\alpha} A_{\alpha} = \frac{1}{12} (10E + T_{\alpha}^0),$$

где  $T_{\alpha}^0 \equiv T^{+\alpha} + T^{-\alpha}$  ( $\alpha = \overline{1, p}$ ) — попарно перестановочные операторы.

В этих обозначениях для оператора  $A'$  находим

$$A' = \frac{1}{12^{p-1}} \sum_{\alpha=1}^p \left[ \frac{1}{h_{\alpha}^2} (2E - T_{\alpha}^0) \left( 10^{p-1} E + \sum_{j=1}^{p-1} 10^{p-j-1} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \sum_{\substack{1 \leq i_1 < \dots < i_j \leq p \\ i_1, \dots, i_j \neq \alpha}} T_{\alpha}^{i_1} \dots T_{\alpha}^{i_j} \right) \right]. \quad (4)$$

Согласно формулам

$$\sum_{\alpha=1}^p \frac{1}{h_{\alpha}^2} \sum_{\substack{1 \leq i_1 < \dots < i_j \leq p \\ i_1, \dots, i_j \neq \alpha}} T_{\alpha}^{i_1} \dots T_{\alpha}^{i_j} = \\ = \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_j \leq p} \sum_{\substack{\alpha=1 \\ \alpha \neq i_1, \dots, i_j}}^p \frac{1}{h_{\alpha}^2} T_{\alpha}^{i_1} \dots T_{\alpha}^{i_j}, \\ (j = \overline{1, p-1})$$

<sup>(1)</sup> В том случае, когда  $p=2$  и  $j=0$ , схема (3) в работе [4] приписывается Гринспану [5], а доказательство ее равномерной сходимости — В. В. Бадагадзе [6]. Но ранее она была предложена (без ограничения  $j=0$ ) Ш. Е. Микеладзе в работе [7] с последующим обоснованием равномерной сходимости в [8].

$$\sum_{\alpha=1}^p \frac{T_{0\alpha}^{\alpha}}{h_{\alpha}^2} \sum_{\substack{1 \leq i_1 < \dots < i_{j-1} \leq p \\ i_1, \dots, i_{j-1} \neq \alpha}} T_{0i_1}^{i_1} \dots T_{0i_{j-1}}^{i_{j-1}} =$$

$$= \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_j \leq p} \sum_{k=1}^j \frac{1}{h_{i_k}^2} T_{0i_1}^{i_1} \dots T_{0i_j}^{i_j}$$

$$(j = \overline{1, p})$$

равенство (4) можно привести к виду

$$A' = \frac{2}{12^{p-1}} \left\{ \left( \sum_{\alpha=1}^p \frac{1}{h_{\alpha}^2} \right) 10^{p-1} E + \sum_{j=1}^p 10^{p-j-1} \times \right.$$

$$\left. \times \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_j \leq p} \left( \sum_{\alpha=1}^p \frac{1}{h_{\alpha}^2} - \sum_{k=1}^j \frac{6}{h_{i_k}^2} \right) T_{0i_1}^{i_1} \dots T_{0i_j}^{i_j} \right\}. \quad (5)$$

Отсюда видно, что разностная схема (3), определенная на  $3^p$ -точечном шаблоне, удовлетворяет условиям принципа максимума ([3], стр. 23—24) тогда и только тогда, когда

$$\sum_{\substack{\beta=1 \\ \beta \neq \alpha}}^{1 \div p} \frac{h_{\alpha}^2}{h_{\beta}^2} \leq 5 \quad (\alpha = \overline{1, p}). \quad (6)$$

С помощью обозначения  $\eta_{\alpha} = h_1^2/h_{\alpha+1}^2$  ( $\alpha = \overline{1, p-1}$ ) систему неравенств (6) можно привести к виду

$$\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_{p-1} \leq 5,$$

$$1 \div (p-1)$$

$$- 5 \eta_{\alpha} + \sum_{\beta \neq \alpha} \eta_{\beta} \leq -1 \quad (\alpha = \overline{1, p-1}). \quad (7)$$

Нетрудно доказать, что те значения величин  $\eta_1, \dots, \eta_{p-1}$ , которые удовлетворяют соотношениям (7), полностью задаются координатами точки  $(p-1)$ -мерного выпуклого многогранника  $M_{p-1}$  с вершинами  $D_0(1/(7-p), \dots, 1/(7-p))$ ,  $D_1(7-p, 1, \dots, 1)$ ,  $D_2(1, 7-p, 1, \dots, 1)$ , ...,  $D_{p-1}(1, \dots, 1, 7-p)$ . Так как нас интересуют только положительные решения системы (7), надо предполагать, что  $p < 7$ .

**Теорема.** Пусть решение задачи (1), (2) удовлетворяет условиям, при которых разностная схема (3) имеет максимальный (четвертый) порядок аппроксимации. Тогда схема (3) сходится со скоростью  $O(|h|^4)$  в равномерной метрике при  $(h_1^2/h_2^2, h_1^2/h_3^2, \dots, h_1^2/h_p^2) \in M_{p-1}$  и  $p \leq 6$ .

Доказательство вполне аналогично случаю  $p = 2$  [8] (см. также [6, 9]).

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

(Поступило 7.9.1973)

ბ. სულხანიშვილი

სამარსკი — ნიკოლაევის სხვაობიანი სქემის თანაბარი  
 კრებამოცემის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ სამარსკი — ნიკოლაევის მაღალი რიგის სიზუსტის სხვაობიანი სქემა თანაბრად კრებადია  $p$ -განზომილებიან პარალელეპედში პუასონის განტოლებისათვის, როცა  $p \leq 6$ .

MATHEMATICS

G. I. SULKHANISHVILI

ON UNIFORM CONVERGENCE OF SAMARSKI-NIKOLAEV  
 DIFFERENCE SCHEME

Summary

It is proved that Samarski-Nikolaev's difference scheme of high order accuracy uniformly converges in  $p$ -dimensional parallelepiped for the Poisson equation when  $p \leq 6$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. С. Николаев, А. А. Самарский. ДАН СССР, № 4, 1972.
2. В. Б. Андреев. ЖВМ и МФ, 6, № 2, 1966.
3. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными. М.—Л., 1936.
4. А. А. Самарский, В. Б. Андреев. ЖВМ и МФ, 4, № 6, 1964.
5. D. Greenspan. Quart. J. Mech. Appl. Math., 12, № 1, 1959.
6. В. В. Бадагадзе. Сообщения АН ГССР, 30, № 6, 1963.
7. Ш. Е. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 4, № 8, 1943.
8. Ш. Е. Микеладзе. Инженерный сб., 23, 1956.
9. А. А. Самарский. Введение в теорию разностных схем. М., 1971.





И. Д. МАЧАВАРИАНИ

О СХОДИМОСТИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОСОБЫХ  
 ИНТЕГРАЛОВ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 5.10.1973)

Будем рассматривать простые замкнутые спрямляемые кривые  $\Gamma: \zeta = \zeta(s), s \in [0, l]$ , где  $s$  — дуговая абсцисса, а  $l$  — длина кривой  $\Gamma$ . Через  $\Theta = \Theta(r)$  будем обозначать неотрицательную, неубывающую, ограниченную функцию действительного переменного  $r \in [0, \infty)$ , такую, что  $\|\Theta\| = \sup_{r>0} \Theta(r) > 0$ .

Далее, пусть неотрицательная функция двух переменных  $Q = Q(\zeta, \eta)$  полунепрерывна снизу и для каждого  $\eta \in \Gamma$  как функция от  $\zeta \in \Gamma$  ограничена. Скажем, что ограниченная функция Бера  $f$  принадлежит классу  $H_{\alpha}^{0,Q}(\Gamma)$  или  $\tilde{H}_{\alpha}^0(\Gamma)$ ,  $\alpha \in [0, 1]$ , если при лисбом  $\eta \in \Gamma$  имеем

$$f(\zeta) - f(\eta) = O(|\zeta - \eta|^{\alpha} \Theta(|\zeta - \eta|) Q(\zeta, \eta)) \text{ при } \zeta \rightarrow \eta \quad (1)$$

или

$$f(\zeta) - f(\eta) = O(|\zeta - \eta| \int_{|\zeta - \eta|}^{\infty} r^{-2+\alpha} \Theta(r) dr \text{ при } \zeta \rightarrow \eta. \quad (2)$$

Положим

$$\|f\|_{H_{\alpha}^{0,Q}(\Gamma)} = \|f\| + M_{\alpha}^{0,Q}(f), \quad \|f\|_{\tilde{H}_{\alpha}^0(\Gamma)} = \|f\| + \tilde{M}_{\alpha}^0(f),$$

где  $\|f\| = \sup_{\zeta \in \Gamma} |f(\zeta)|$  и

$$M_{\alpha}^{0,Q}(f) = \sup_{\substack{\zeta, \eta \in \Gamma \\ \zeta \neq \eta}} \frac{|f(\zeta) - f(\eta)|}{|\zeta - \eta|^{\alpha} \Theta(|\zeta - \eta|) Q(\zeta, \eta)},$$

$$\tilde{M}_{\alpha}^0(f) = \sup_{\substack{\zeta, \eta \in \Gamma \\ \zeta \neq \eta}} \frac{|f(\zeta) - f(\eta)|}{|\zeta - \eta| \int_{|\zeta - \eta|}^{\infty} r^{-2+\alpha} \Theta(r) dr}.$$

Можно доказать, что пространства  $H_{\alpha}^{0,Q}(\Gamma)$  и  $\tilde{H}_{\alpha}^0(\Gamma)$  являются пространствами Банаха.

Пусть  $\eta \in \Gamma$ . Для каждого  $\rho \in (0, \infty)$  и  $\gamma \in [0, 2\pi]$  соответственно положим

$$U_{\rho}^0(\eta) = \sum_{\zeta \in K_{\rho}(\eta)} Q(\zeta, \eta), \quad K_{\rho}(\eta) = \{\zeta : \zeta \in \Gamma, |\zeta - \eta| = \rho\},$$

$$V_{\Gamma}^Q(\gamma, \eta) = \sum_{\zeta \in \Delta_{\gamma}(\eta)} Q(\zeta, \eta), \quad \Delta_{\gamma}(\eta) = \{\zeta : \zeta \in \Gamma, \zeta = \eta + re^{i\gamma}, r > 0\}.$$

Для уточнения заметим, что  $U_{\Gamma}^Q(\rho, \eta) \stackrel{\text{def}}{=} 0$ , если  $K_{\rho}(\eta) = \emptyset$ , и  $U_{\Gamma}^Q(\rho, \eta) \stackrel{\text{def}}{=} +\infty$ , если множество  $K_{\rho}(\eta)$  мощности континуума. Аналогично определяем и величину  $V_{\Gamma}^Q(\gamma, \eta)$  относительно  $\Delta_{\gamma}(\eta)$ .

В силу измеримости неотрицательных функций  $U_{\Gamma}^Q(\rho, \eta)$  и  $V_{\Gamma}^Q(\gamma, \eta)$  соответственно относительно  $\rho$  и  $\gamma$  можем полагать

$$U_{\Gamma}^Q(\eta) = \int_0^{\infty} \rho^{-1} U_{\Gamma}^Q(\rho, \eta) d\rho, \quad V_{\Gamma}^Q(\eta) = \int_0^{2\pi} V_{\Gamma}^Q(\gamma, \eta) d\gamma.$$

Скажем, что  $\Gamma \in I^Q(\Gamma)$ , если для каждой точки

$$V_{\Gamma}^Q(\eta) + U_{\Gamma}^Q(\eta) < +\infty. \quad (3)$$

Функции, удовлетворяющие условиям (1), (2) при  $\alpha = 0$ , и кривые, удовлетворяющие условию (3), изучались в работах [1—3].

Пусть

$$S(f, \zeta_0) = \frac{1}{\pi i} (v, \rho) \int_{\Gamma} \frac{f(\zeta)}{\zeta - \zeta_0} d\zeta, \quad \zeta_0 \in \Gamma.$$

Положим

$$R = \{\Gamma : f \in L_p(\Gamma), p > 1 \rightarrow \|S(f, \zeta)\|_p \leq A_p \|f\|_p\}.$$

Пусть  $d = \sup_{\zeta_1, \zeta_2 \in \Gamma} |\zeta_1 - \zeta_2|$ . Справедлива следующая

**Лемма.** Пусть  $f \in \tilde{H}_{\alpha}^0(\Gamma)$  при некотором  $\alpha \in (0, 1)$ . Если для некоторого  $0 < \beta \leq \alpha < 1$  имеем

$$\|f\| \leq (l/2)^{\beta} (1 - \alpha)^{-1} \tilde{M}_{\alpha}^0(f) d^{\alpha - \beta} \|\Theta\|, \quad (4)$$

то

$$\|f\| \leq \left[ \frac{\|f\|_p}{K_p(\beta)} \right]^{1 + p\beta} [(1 - \alpha)^{-1} \tilde{M}_{\alpha}^0(f) d^{\alpha - \beta} \|\Theta\|]^{1 + p\beta}. \quad (5)$$

Если же условие (4) не выполняется, то

$$\|f\| \leq \left( \frac{2}{l} \right)^{1/p} \frac{\|f\|_p}{K_p(\beta)}, \quad (6)$$

где

$$K_p(\beta) = \left\{ \int_{-1}^1 [1 - |v|^{\beta}]^p dv \right\}^{1/p}.$$

Заметим, что неравенство (5) уточняет основной результат из работы [4], доказанный для классов Гельдера.

С помощью этой леммы, применяя при этом результаты из работы [3], доказываем следующую теорему:

**Теорема.** Пусть  $\Gamma \in I^0(\Gamma) \cap R$  и при некотором  $\alpha \in (0, 1)$  имеем  $f \in H_{\alpha}^{0,Q}(\Gamma)$ . Далее, пусть  $f_n$  — такая последовательность функций, что: 1<sup>0</sup>)  $f_n \in H_{\alpha}^{0,Q}(\Gamma)$ , 2<sup>0</sup>)  $\|f - f_n\|_C = o(1)$ , 3<sup>0</sup>)  $M_{\alpha}^{0,Q}(f_n) \leq B$ , где  $B$  — постоянная, не зависящая от  $n$ . Тогда, каково бы ни было  $\varepsilon > 0$ , существует не зависящая от  $n$  постоянная  $A_{\varepsilon}$ , такая, что

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n, \zeta)\| \leq A_{\varepsilon} \|f - f_n\|^{1-\varepsilon}.$$

Пусть  $\zeta_0 < \zeta_1 < \zeta_2 < \dots < \zeta_n$  ( $\zeta_0 = \zeta_n$ ). Далее, пусть

$$\max_{1 \leq j < n} |\zeta_j - \zeta_{j-1}| \leq \mu \min_{1 \leq j < n} |\zeta_j - \zeta_{j-1}|,$$

где  $\mu$  — постоянная, не зависящая от  $n$ .

Пусть функция  $f$  определена на  $\Gamma$ . Положим для  $\zeta_{h-1} \leq \zeta \leq \zeta_h$ ,  $k = 1, 2, \dots$

$$f_n^{(1)}(\zeta) = (\zeta - \zeta_{h-1})^{-1} [(\zeta_h - \zeta) f(\zeta_{h-1}) + (\zeta - \zeta_{h-1}) f(\zeta_h)],$$

и для  $\zeta_{h-1} \leq \zeta \leq \zeta_{h+1}$ ,  $k = 1, 3, \dots, n-1$

$$\begin{aligned} f_n^{(2)}(\zeta) &= (\zeta - \zeta_h) (\zeta - \zeta_{h+1}) (\zeta_{h-1} - \zeta_{h+1})^{-1} (\zeta_{h-1} - \zeta_h)^{-1} f(\zeta_{h+1}) + \\ &+ (\zeta - \zeta_{h-1}) (\zeta - \zeta_{h+1}) (\zeta_h - \zeta_{h+1})^{-1} (\zeta_h - \zeta_{h-1})^{-1} f(\zeta_h) + \\ &+ (\zeta - \zeta_{h+1}) (\zeta - \zeta_h) (\zeta_{h+1} - \zeta_{h-1})^{-1} (\zeta_{h+1} - \zeta_h)^{-1} f(\zeta_{h+1}). \end{aligned}$$

**Следствие.** Пусть  $f \in H_{\alpha}^{0,Q}(\Gamma)$ . Тогда  $\forall \varepsilon > 0$

$$\|S(f, \zeta) - S(f_n^{(i)}, \zeta)\| \leq A_{\varepsilon}^{(i)} \|f - f_n^{(i)}\|^{1-\varepsilon}, \quad i = 1, 2.$$

В связи со следствием уместно привести следующие неравенства, которые могут оказаться полезными в приложениях:

$$1^0) \text{ если } f \in C(\Gamma), \text{ то } \|f - f_n^{(1)}\| \leq k\omega(f, kh) h^2,$$

$$2^0) \text{ если } f \in C^2(\Gamma), \text{ то } \|f - f_n^{(1)}\| \leq k^3 h^2 \|f''\|,$$

$$3^0) \text{ если } f \in C(\Gamma), \text{ то } \|f - f_n^{(2)}\| \leq k(1 + k + 2\mu k) \omega(f, 2kh),$$

$$4^0) \text{ если } f \in C^3(\Gamma), \text{ то } \|f - f_n^{(2)}\| \leq k^3(2 + 2k + k^2) h^2 \|f'''\|.$$

Полученные результаты применяются при приближенном решении сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 18.10.1973)

(1) Запись  $\zeta_1 < \zeta_2$  означает, что  $\zeta_i \in \Gamma$ ,  $i = 1, 2$  и  $\zeta_1$  предшествует  $\zeta_2$ .

(2)  $\omega(f, \delta) = \sup_{0 < |\zeta - \eta| < \delta} |f(\zeta) - f(\eta)|$ ,  $k$  — некоторая постоянная, зависящая от кривой, а  $h = \max_{1 \leq j < n} |\zeta_j - \zeta_{j-1}|$ .

0. მათემატიკა

ბანახსუბსივრცეებში ინტეგრალების მიმდევრობის  
 კრებულების შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია მულტიპლიკატიური ლემა, რომელიც გამოყენებულია განსაკუთრებული ინტეგრალების მიმდევრობის თანაბრად კრებადობის დასადგენად, როცა სიმკვრივეთა მიმდევრობა თანაბრად კრებადი.

MATHEMATICS

I. D. MACHAVARIANI

ON THE CONVERGENCE OF A SEQUENCE OF SINGULAR  
 INTEGRALS

Summary

Some Banach subspaces ( $H_{\alpha}^{0,q}(\Gamma)$ ,  $\tilde{H}_{\alpha}^{0,q}(\Gamma)$ ) of the space of continuous functions  $C(\Gamma)$  are considered. The norm of the function  $f \in \tilde{H}_{\alpha}^{0,q}(\Gamma)$  is estimated in the sense of the norm  $G$  from above with the help of a norm in the sense of  $L_p(\Gamma)$  where  $p > 0$ . Then this estimation is applied in proving the uniform convergence of the sequence of singular integrals  $S(f_n, \zeta)$  to  $S(f, \zeta)$  with  $f_n \in H_{\alpha}^{0,q}(\Gamma)$  when  $\|f_n - f\|_C = 0$  (1).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Kral. *Teorie potencialy*. T. 1. Praha, 1965.
2. I. Kral, J. Netuka, I. Vesely. *Teorie potencialy*. T. 2. Praha, 1972.
3. I. Kral, I. Lukes. *Czech. Math. J.* 22 (97), 4, 1972.
4. X. Ш. Мухтаров. *ДАН СССР*, т. 182, № 4, 1968, 764—67.

Р. Д. БАНЦУРИ

ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ТЕОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 3.9.1973)

Пусть функция  $\Phi(z)$  голоморфна в каждой конечной части полосы  $a < \text{Im } z < b$  и непрерывно продолжима на ее границе. Если в замкнутой полосе  $a \leq \text{Im } z \leq b$  функция  $\Phi(z) \exp\{-\mu |z|\}$  равномерно стремится к нулю при  $|z| \rightarrow \infty$ , тогда мы будем говорить, что  $\Phi(z)$  принадлежит классу  $A_a^\beta(\mu)$ .

Будем рассматривать следующую задачу: найти функцию  $\Phi(z)$  из класса  $A_{-\beta_0}^\beta(\mu)$ , которая удовлетворяет условию

$$\Phi(x) = \lambda G(x) \Phi(x+a) + F(x), \quad -\infty < x < \infty, \quad (A)$$

где  $a = \alpha + i\beta$ ,  $\beta > 0$ ,  $0 \leq \beta_0 \leq \beta$ ,  $\mu < \frac{\pi\beta(3+\lambda)}{2(\alpha^2 + \beta^2)}$ ,  $F(z)$  и  $(G(z)-1)$  — заданные функции класса  $A_{-\beta_0}^\beta(0)$ , причем  $G(z) \neq 0$ . Предполагается, что граничные значения функций  $F(z)$  и  $G(z)$  удовлетворяют условию Гельдера, включая бесконечно удаленную точку, а  $\lambda$  — вещественная, для которой мы берем два значения  $\pm 1$ .

К этой задаче приводятся некоторые задачи плоской теории упругости [1].

Введем функции

$$\psi_1(z) = \frac{1}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(t) dt}{\text{sh} \frac{\pi i}{a} (t-z)},$$

$$\psi_2(z) = \frac{\text{ch} \frac{\pi i}{a} z}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(t) dt}{\text{ch} \frac{\pi i}{a} t \cdot \text{sh} \frac{\pi i}{a} (t-z)}, \quad (k-1)\beta < \text{Im } z < 1 < \beta \quad (1)$$

( $k=1, 2$ ). Ясно, что функции  $\psi_1(z)$   $\psi_2(z)$  голоморфны в полосах  $(k-1)\beta < \text{Im } z < k\beta$  ( $k=0, \pm 1, \dots$ ) и удовлетворяют условиям

$$\psi_1(z) = -\psi_1(z+a), \quad \psi_2(z) = \psi_2(z+a). \quad (2)$$

Если  $G(x) \equiv 1$ , тогда ясно, что решением задачи (A) при  $\lambda = -1$  является функция

$$\Phi(z) = \begin{cases} \psi_1(z), & 0 < \operatorname{Im} z < \beta, \\ \psi_1(z) + F(z), & -\beta_0 < \operatorname{Im} z < 0, \end{cases} \quad (3)$$

а при  $\lambda = 1$ —функция

$$\Phi(z) = \begin{cases} \psi_2(z) + c, & 0 < \operatorname{Im} z < \beta, \\ \psi_2(z) + F(z) + c, & -\beta_0 < \operatorname{Im} z < 0. \end{cases} \quad (4)$$

Нетрудно показать, что в этом случае решение задачи (A) при  $\lambda = -1$  принадлежит классу  $A_{-\beta_0}^{\beta}(0)$ , а при  $\lambda = 1$  оно имеет вид

$$\Phi(z) = (z + di) \Phi_0(z), \quad (5)$$

где  $d > \beta$ , а  $\Phi_0(z)$ —функция из класса  $A_{-\beta_0}^{\beta}(0)$ .

С помощью теоремы Коши легко доказывается, что если  $\varphi(z)$  принадлежит классу  $A_{-\beta_0}^{\beta} \left( \frac{\pi^2(3+\lambda)}{2(z^2+\beta^2)} \right)$  и удовлетворяет условию

$$\varphi(x) = \lambda \varphi(x+a), \quad (6)$$

то она постоянна, причем эта постоянная равна нулю при  $\lambda = -1$ .

Если  $\beta_0 < \frac{\beta}{2}$ , тогда все решения задачи (7), имеющие полюс порядка  $n$  лишь в точке  $z = \frac{a}{2}$ , даются формулами

$$\varphi(z) = \sum_{k=0}^{n-1} c_k \left( \frac{\exp \left\{ \frac{\pi i}{a} z \right\}}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z} \right)^{(k)} + c \quad \text{при } \lambda = 1, \quad (7)$$

$$\varphi(z) = \sum_{k=0}^{n-1} c_k \left( \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z} \right)^{(k)} \quad \text{при } \lambda = -1, \quad (8)$$

где  $c, c_0, c_1, \dots, c_{n-1}$ —постоянные.

Если же  $\beta_0 \geq \frac{\beta}{2}$ , то  $\varphi(z)$ —постоянная, которая при  $\lambda = -1$  равна нулю.

Обозначим через  $x$  индекс функции  $G(x)$ :

$$x = \frac{1}{2\pi i} [\ln G(x)]_{-\infty}^{\infty}.$$

Из формулы (5) следует, что коэффициент задачи можно представить в виде

$$G(x) = \frac{X(x)}{X(x+a)}, \quad (9)$$

где

$$X(z) = \begin{cases} \left( z - \frac{a}{2} \right)^{\alpha} \exp \left( \frac{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\ln G(t) dt}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} t \cdot \operatorname{sh} \frac{\pi i}{a} (t-z)} \right), & 0 < \operatorname{Im} z < \beta, \\ G(z) \left( z - \frac{a}{2} \right)^{\alpha} \exp \left( \frac{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\ln G(t) dt}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z \cdot \operatorname{sh} \frac{\pi i}{a} (t-z)} \right), & -\beta_0 < \operatorname{Im} z < 0. \end{cases} \quad (10)$$

Легко показать, что  $X(z)$  и  $[X(z)]^{-1}$  принадлежат классу  $A_{-\beta_0}^{\beta}(\varepsilon)$ , где  $\varepsilon$  — произвольное положительное число.

Пользуясь формулой (10), перепишем условие (A) так:

$$\frac{\Phi(x)}{X(x)} = \lambda \frac{\Phi(x+a)}{X(x+a)} + \frac{F(x)}{X(x)}.$$

Если  $\lambda=1$ , то из формул (5) и (8) следует, что решение задачи (A) при  $\alpha \geq -1$  дается формулой

$$\Phi(z) = \begin{cases} X(z)[\Phi_1(z) + \varphi_1(z, \beta_0, \alpha) + c], & 0 < \operatorname{Im} z < \beta, \\ X(z)[\Phi_1(z) + \varphi_1(z, \beta_0, \alpha) + c] + F(z), & -\beta_0 < \operatorname{Im} z < 0, \end{cases} \quad (11)$$

где

$$\Phi_1(z) = \frac{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(t) dt}{X(t) \operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} t \cdot \operatorname{sh} \frac{\pi i}{a} (t-z)},$$

$$\varphi_1(z, \beta_0, \alpha) = \begin{cases} \sum_{k=0}^{\alpha-1} c_k \left( \frac{\exp \left\{ \frac{\pi i}{a} z \right\}}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} z} \right)^{(k)} & \text{при } \alpha > 0, \beta_0 < \frac{\beta}{2}, \\ 0 & \text{при } \alpha \leq 0 \text{ или при } \beta_0 \geq \frac{\beta}{2}, \end{cases}$$

$c$  — постоянная, которую при  $\alpha < 0$  следует считать нулем.

Если  $\alpha < -1$ , то решение существует лишь при соблюдении условий

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(t)}{X(t)} \cdot \left( \frac{\exp \left\{ \frac{\pi i}{a} t \right\}}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} t} \right)^{(k)} dt = 0 \quad (k = 1, 2, \dots, -\alpha - 1).$$

При этих условиях задача (A) имеет единственное решение, которое дается формулой (12) при  $\varphi_1(z, \alpha, \beta_0) \equiv c \equiv 0$ .

Когда  $\lambda = -1$ , из формул (2) и (9) следует, что решение задачи (А) при  $\alpha \geq 0$  имеет вид

$$\Phi(z) = \begin{cases} X(z) [\Phi_2(z) + \varphi_2(z, \beta_0, \alpha)], & 0 < \operatorname{Im} z < \beta, \\ X(z) [\Phi_2(z) + \varphi_2(z, \beta_0, \alpha)] + Fz, & -\beta_0 < \operatorname{Im} z < 0, \end{cases} \quad (12)$$

где

$$\Phi_2(z) = \frac{1}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(t) dt}{X(t) \cdot \operatorname{sh} \frac{\pi i}{a} (t-z)},$$

$$\varphi_2(z, \beta_0, \alpha) = \begin{cases} \sum_{k=0}^{\alpha-1} c_k \left( \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} t} \right)^{(k)} & \text{при } \alpha > 0, \beta_0 < \frac{\beta}{2}, \\ 0 & \text{при } \alpha = 0, \text{ или при } \beta_0 \geq \frac{\beta}{2}. \end{cases}$$

Если же  $\alpha < 0$ , то решение существует лишь при условии

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(t)}{X(t)} \left( \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{\pi i}{a} t} \right)^{(k)} dt \quad (k = 0, 1, \dots, -\alpha - 1).$$

Это решение дается формулой

$$\Phi(z) = \begin{cases} X(z) \Phi_2(z), & 0 < \operatorname{Im} z < \beta, \\ X(z) \Phi_2(z) + F(z), & -\beta_0 < \operatorname{Im} z < 0. \end{cases}$$

При  $\alpha = 0$  и  $\beta_0 = 0$  с помощью конформного отображения решение задачи сводится к решению задачи линейного сопряжения. Этим путем она решена в работе [2], когда  $\lambda = -1$ ,  $1 - G(x) \in R_0$  и  $F(x) \in L_2(-\infty, \infty)$ .

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

(Поступило 5.9.1973)

მათემატიკა

რ. ბანცური

სწავლნიშურ ფუნქციებთა თეორიის ერთი სახის სასაზღვრო  
 ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია A ამოცანის ამოხსნის ეფექტური წარმოდგენა.

MATHEMATICS

R. D. BANTSURI  
 ON ONE BOUNDARY-VALUE PROBLEM OF THE ANALYTIC  
 FUNCTION THEORY

Summary

The paper gives an effective solution of the problem A.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Д. Банцури. ДАН СССР, 211, № 4, 1973.
2. Ю. И. Черский. ДАН СССР, 190, № 1, 1970.



Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ  
 УПРУГОСТИ

(Представлено академиком Н. И. Мухелишвили 6.10.1973)

Рассматривается задача о плоской деформации тела из «гармонического» [1] (или «полулинейного» [2]) материала при заданных на границе внешних усилиях. Ниже будет разобран случай «мертвой» нагрузки. При этом виде нагруженных поверхностные силы сохраняют величину и направление в процессе деформации (см. [2]).

Пусть рассматриваемая упругая среда занимает на недеформированной плоскости переменной  $z$  область  $S$ , ограниченную одним простым замкнутым контуром  $L$ . Подразумевается, что линия  $L$  удовлетворяет условиям, указанным в [3] (стр. 166).

В терминах теории функций комплексного переменного рассматриваемая задача формулируется следующим образом (см. [2]): найти аналитические в области  $S$  функции  $P(z)$  и  $Q(z)$  по граничному условию

$$\left[ P^2(t) - \frac{P(t)}{P_1(t)} \right] n - \left[ \frac{P'(t)}{P^2(t)} \int P(t) dt - Q'(t) \right] \bar{n} = \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu(\lambda + \mu)} f(t) \text{ на } L, \quad (1)$$

где  $f = f_1 + if_2$  — вектор поверхностной силы на  $L$ ;  $n$  — комплексное число, определяющее единичный вектор внешней нормали к  $L$ ;  $\lambda, \mu$  — постоянные Ламе. Кроме того [2],

$$P(z) \neq 0 \text{ в } S + L. \quad (2)$$

1. Рассмотрим сначала случай конечной области и будем считать выполненными условия статики твердого тела.

Введем новую функцию  $\varphi(z)$  равенством

$$\varphi(z) = \int P(z) dz$$

и обозначим  $\varphi, P, Q, f$  через  $\varphi_1, P_1, Q_1, f_1$  соответственно.

Отобразим область  $S$  конформно и взаимно однозначно на единичный круг плоскости переменной  $\zeta = \xi + i\eta$  соотношением  $z = \omega(\zeta)$  и введем новые обозначения ( $\zeta = \rho e^{i\theta}, \sigma = e^{i\theta}$ ):

$$\varphi(\zeta) = \varphi_1(z) = \varphi_1(\omega(\zeta)), \quad P(\zeta) = P_1(z) = P_1(\omega(\zeta)),$$

$$Q(\zeta) = Q_1(z) = Q_1(\omega(\zeta)), \quad f(\sigma) = f_1(t) = f_1(\omega(\sigma)).$$

Тогда после применения метода Н. И. Мухелишвили ([3], § 78) задача (1) приводится к следующему нелинейному функциональному уравнению для определения функции  $\varphi(\zeta)$ :

$$\frac{\varphi'^2(\zeta)}{\omega'(\zeta)} - \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\overline{\omega'(\sigma)} \varphi(\sigma) d\sigma}{\varphi'(\sigma)(\sigma - \zeta)^2} = \frac{\lambda + 2\mu}{4\pi i \mu(\lambda + \mu)} \int_{\gamma} \frac{\overline{\sigma} |\omega'(\sigma)| f(\sigma) d\sigma}{\sigma - \zeta} \quad (3)$$

при  $|\zeta| < 1$ .

Здесь  $\gamma$  обозначает окружность  $|\zeta| = 1$ , а  $\sigma = e^{i\theta}$  — точку на этой окружности.

Уравнение (3) будем решать методом последовательных приближений. С этой целью заметим, что функция  $\varphi'(\zeta)$ , согласно (2), представляема в виде

$$\varphi'(\zeta) = \omega'(\zeta) \exp \frac{1}{2} \Phi(\zeta),$$

где  $\Phi(\zeta)$  — новая искомая голоморфная функция в круге  $|\zeta| < 1$ .

Функцию  $\Phi(\zeta)$  будем разыскивать в виде ряда по степеням малого параметра  $\varepsilon$ , а заданную функцию будем считать представленной в таком же виде:

$$\Phi(\zeta) = \frac{a}{\omega'(\zeta)} \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n \varphi'_n(\zeta), \quad F(\sigma) = \int_{\gamma} \overline{\sigma} |\omega'(\sigma)| f(\sigma) d\sigma = 2\mu \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n F_n(\sigma). \quad (4)$$

Параметр  $\varepsilon$  в этих соотношениях выбирается так же, как и в работе [4].

Внесем ряды (4) в уравнение (3) и воспользуемся формулами (13) и (14) работы [5]. Тогда после сравнения коэффициентов при одинаковых степенях  $\varepsilon$  получится последовательность линейных функциональных уравнений Н. И. Мусхелишвили:

$$\varphi_m(\zeta) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\omega(\sigma) \overline{\varphi'_m(\sigma)} d\sigma}{\omega'(\sigma)(\sigma - \zeta)} = A_m(\zeta), \quad m = 1, 2, \dots, \quad (5)$$

где  $A_1(\zeta)$  задается самой задачей

$$A_1(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{F_1(\sigma) d\sigma}{\sigma - \zeta},$$

а остальные  $A_m(\zeta)$  определяются из решений всех предыдущих уравнений. Условие разрешимости для уравнения (5) при  $m=2, 3, \dots$  имеет вид (см. [2])

$$\operatorname{Re} \iint_S \varphi'_1(z) dx dy \neq 0.$$

После определения функции  $\varphi(\zeta)$  другая искомая функция  $Q(\zeta)$  находится из условия (1) в виде

$$Q(\zeta) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\omega'(\sigma) \overline{\varphi(\sigma)} d\sigma}{\varphi'(\sigma)(\sigma - \zeta)} - \frac{\lambda + 2\mu}{4\pi i \mu(\lambda + \mu)} \int_{\gamma} \frac{\overline{F(\sigma)} d\sigma}{\sigma - \zeta} + \text{const.} \quad (6)$$

2. Рассмотрим теперь задачу для бесконечной области и будем считать, что деформация на бесконечности сводится к чистой однородной деформации и бесконечно удаленная часть плоскости не испытывает вращения.

В этом случае комплексные функции  $\varphi(z)$  и  $Q(z)$  при достаточно больших  $|z|$  имеют вид

$$\varphi(z) = b_0 z + b_1 \ln z + \varphi_0(z), \quad Q(z) = a_0 z + a_1 \ln z + Q_0(z),$$



где  $a_0, b_0, a_1, b_1$  — известные постоянные, определяемые задачей (см. [4]), а  $\varphi_0(z)$  и  $Q_0(z)$  голоморфны в  $S$ , включая бесконечно удаленную точку.

Отобразим область  $S$  на бесконечную плоскость переменной  $\zeta$  с круговым отверстием  $|\zeta| > 1$  формулой

$$z = \omega(\zeta) = c_0 \zeta + \frac{c_1}{\zeta} + \frac{c_2}{\zeta^2} + \dots$$

Тогда принимая во внимание поведение функций  $P(z)$  и  $Q(z)$  на бесконечности, аналогично предыдущему приведем задачу (1) к нелинейному функциональному уравнению

$$\frac{\varphi'^2(\zeta)}{\omega'(\zeta)} + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\overline{\omega'(\sigma)} \varphi(\sigma) d\sigma}{\varphi'(\sigma)(\sigma - \zeta)^2} = c_0 b_0^2 - \frac{b_1}{b_0(\sigma_1 - \zeta)} - \frac{\bar{a}_1}{\zeta} - \frac{\bar{a}_0 \bar{c}_0}{\zeta^2} - \frac{\lambda + 2\mu}{4\pi i \mu(\lambda + \mu)} \int_{\gamma} \frac{\overline{\omega'(\sigma)} f(\sigma) d\sigma}{\sigma - \zeta}. \quad (7)$$

Уравнение (7) решается методом последовательных приближений, что приводит к рассмотрению последовательности следующих линейных функциональных уравнений:

$$\varphi_m(\zeta) - \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\omega(\sigma) \overline{\varphi'_m(\sigma)} d\sigma}{\omega'(\sigma)(\sigma - \zeta)} = A_m^*(\zeta), \quad m = 1, 2, \dots, \quad (8)$$

где  $A_1^*(\zeta)$  дается самой задачей, а остальные  $A_m^*(\zeta)$  определяются из решения всех предыдущих уравнений.

Вторая искомая функция определяется из (1) в виде

$$Q(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\omega'(\sigma) \overline{\varphi(\sigma)} d\sigma}{\varphi'(\sigma)(\sigma - \zeta)} + a_0 c_0 \zeta - 2b_0 \bar{b}_1 \ln \zeta + \left( ab_0 + \frac{1}{b_0} \right) \bar{b}_1 \ln(\sigma_1 - \zeta) + \frac{\bar{c}_0 b_0^2}{\zeta} + \frac{\lambda + 2\mu}{4\pi i \mu(\lambda + \mu)} \int_{\gamma} \frac{\overline{F(\sigma)} d\sigma}{\sigma - \zeta} + \text{const.} \quad (9)$$

Произвольные постоянные в правых частях (6) и (9) не влияют на поле напряжений.

В некоторых частных случаях (например, в случае осесимметричной деформации) уравнения (3) и (7) решаются непосредственно.

3. На основании этих точных решений можно в ряде случаев получить приближенные решения нелинейных задач другим путем, более простым, чем указанный выше.

Для иллюстрации рассмотрим задачу об одностороннем растяжении упругой плоскости с круговым отверстием радиуса  $R$ , когда контур отверстия свободен от внешних усилий, а на бесконечности

$$X_x^{(\infty)} = P_0, \quad Y_y^{(\infty)} = 0, \quad X_y^{(\infty)} = 0.$$

Функциональное уравнение (7) в этом случае будет иметь вид

$$\varphi'^2(\zeta) + \frac{R^2}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\overline{\varphi(\sigma)} d\sigma}{\varphi'(\sigma)(\sigma - \zeta)^2} = R^2 \left( b_0^2 - \frac{a_0}{\zeta^2} \right). \quad (10)$$

Уравнение (10) с точностью до членов порядка  $\varepsilon_1$  имеет решение

$$\varphi(\zeta) = Rb_0 \left( \zeta + \frac{\varepsilon_1}{\zeta} \right), \quad \text{где } \varepsilon_1 = \frac{(\lambda + 2\mu)P_0}{(3\lambda + 4\mu)P_0 + 4\mu(\lambda + \mu)} \quad (0 < \varepsilon_1 \ll 1).$$

Вычислим, например, значения контурного напряжения  $\widehat{\Phi}$  (при  $\Phi = \pm \frac{\pi}{2}$ ). На основании (9) и соотношений (2.8), (3.5) и (3.6) работы [2] будем иметь

$$\widehat{\Phi} = 3 P_0 - \frac{3(3\lambda + 8\mu) P_0^2 + 4\mu(5\lambda + 13\mu) P_0^2}{(3\lambda + 8\mu) P_0^2 + 4\mu(4\lambda + 7\mu) P_0 + 16\mu^2(\lambda + \mu)}.$$

Если вычислим  $\widehat{\Phi}$  по указанному выше методу последовательных приближений, то во втором приближении получим (при  $\Phi = \pm \frac{\pi}{2}$  и  $\lambda = \mu$ )

$$\widehat{\Phi} = 3 P_0 - 2,375 P_0^2/\mu.$$

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

(Поступило 12.10.1973)

დრეკადობის თეორია

ლ. დობორჯინიძე

დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ერთი სასაზღვრო  
ამოცანის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია ნახევრადწრფივი მასალის ბრტყელი დეფორმაციის ამოცანა ერთი მარტივი შეკრული კონტურით შემოსაზღვრული არეებისათვის, არის საზღვარზე მოცემული ერთი კერძო სახის დატვირთვის შემთხვევაში.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

## ON ONE BOUNDARY-VALUE PROBLEM IN THE NONLINEAR THEORY OF ELASTICITY

### Summary

A plane deformation problem of a half-linear material body is considered for regions limited by a simple closed contour with a dead load on the boundary.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. Plane Strain Problems for a Perfectly Elastic Material of Harmonic Type. Communications on Pure and Appl. Math., 1950, Vol. XIII, № 2, 239—265.
2. А. И. Лурье. Плоская задача для полунелинейного материала. Механика сплошной среды и родственные проблемы анализа. М., 1972.
3. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
4. Л. Г. Доборджинидзе. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1973, 317—320.
5. М. И. Акимов. О функциях Bessel'я многих переменных и их приложениях в механике. Л., 1929.

В. А. АРАКЕЛОВ, Л. И. ГАМКРЕЛИДZE, С. С. ОГАНОВ

## ОБ ОДНОЙ СХЕМЕ ДЕКОДИРОВАНИЯ И ЕЕ МОДИФИКАЦИИ ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК С РЕШАЮЩЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 14.9.1973)

Для кодов, рассмотренных в [1], предлагается схема декодирования с одним мажоритарным элементом. Показана возможность их эффективного использования в системах передачи с обратной связью. Кодирование в соответствии с соотношениями для контрольных символов [1] осуществляется с помощью схемы, изображенной на рис. 1.

Регистр  $R$ , являющийся буферным для  $S^2$  информационных символов, условно разобьем на регистры  $r_1, r_2, \dots, r_s$ , осуществляющие циклические сдвиги влево, и на регистры  $r'_1, \dots, r'_s$ , имеющие возможность производить циклические сдвиги строк таблицы  $B$  снизу вверх. Четыре блока контрольных символов, по  $S$  каждый, вычисляются с помощью четырех циклов работы кодирующего устройства.

I цикл. Регистр  $r_1$  производит  $S$  циклических сдвигов, при этом ключи  $k_1, k_2$  замкнуты ( $k_1$  в позиции «I») и, таким образом, на выход кодирующего устройства поступает последовательность информационных символов (I строка матрицы), которая одновременно суммируется по модулю 2 в сумматоре  $\Sigma$ . После  $S$  сдвигов, вслед за I строкой информационных символов, в канале связи передается содержимое сумматора  $\Sigma$  (I контрольный символ  $b_1$ ), который затем устанавливается на «0». Далее происходит одновременный сдвиг на один разряд регистров  $r'_i$ , так что содержимым регистра  $r_1$  будет теперь II строка матрицы и контрольный символ  $b_2$  вместе с очередной строкой информационных символов формируется на выходе кодера, так же, как и для I строки матрицы с помощью вышеописанной процедуры. И так далее, пока в соответствии с каждой строкой матрицы  $B$  будут сформированы контрольные символы  $b_1, b_2, \dots, b_s$ . I цикл работы кодирующего устройства заканчивается после  $(S-1)$  последовательных сдвигов (с последующей обработкой очередной строки) регистров  $r'_i$ , и их последний  $S$  сдвиг возвращает матрицу  $B$  в исходное состояние.

II цикл отличается от I тем, что последовательные циклические сдвиги производит теперь регистр  $r'_1$ , а одновременно параллельные сдвиги осуществляются в регистрах  $r_i$ . При этом ключ  $k_1$  находится в состоянии 2, а  $k_2$  разомкнут и, таким образом, сумматор формирует и выдает на выходе кодера II блок контрольных символов  $b_{s+1}, \dots, b_{2s}$  — результат проверки на четность столбцов матрицы  $B$ . Работу II цикла можно было полностью свести к работе I, предваритель-



но транспонировав с помощью элементарных циклических регистров  $r_i$  и  $r'_i$  матрицу В, однако это заметно увеличивает объем операции.

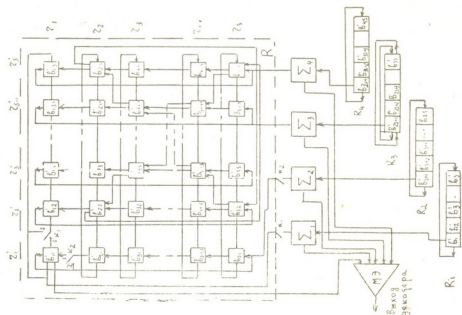


Рис. 2

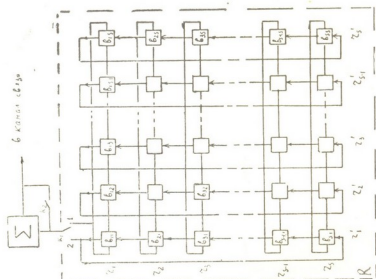


Рис. 1

III цикл. Сводится в процедуру I цикла, если предварительно произвести соответствующие сдвиги регистров  $r_i$  на  $(i-1)$  разрядов (ключ  $k_1$  в соответствии с «I», а ключ  $k_2$ , как и прежде, разомкнут, оба ключа остаются в таком положении и в последнем, IV цикле). В результате работы III цикла получим очередной блок  $b_{2s+1}, b_{2s+2}, \dots, b_{2s}$  контрольных символов—проверку на четность «левых» диагональных строк. Чтобы вернуть матрицу в первоначальное состояние, необходимо сдвинуть регистры  $r'_i$  на  $(S-i+1)$ ,  $(i \geq 2)$  разрядов соответственно.

IV цикл. Повторяется процедура I цикла, если предварительно произвести сдвиги регистров  $r'_i$  на  $(S-i)$  разрядов. Этот цикл позволяет

получить результаты проверок на четность „правых“ диагональных строк, т. е. IV, последний блок контрольных символов— $b_{3s+1}, b_{3s+2}, \dots, b_{4s}$ .

Декодирующее устройство (рис. 2), кроме буфера, включающего в себя регистры  $R_v$  и  $R_i$  для запоминания принятого кодового слова содержит также четыре триггерных элемента, выполняющих роль сумматоров по модулю 2 и один мажоритарный элемент для голосования по результатам проверок. Регистр  $R$ , как и в кодирующем устройстве, подразделяется на регистры  $r_i$  и  $r'_i$ . Кроме того, в нем выделяются еще два подрегистра  $r_g$  и  $r'_g$ , циклически объединяющие разряды с индексами  $(i, i), (i, (2-i) \bmod s), (i=2\bar{s})$  соответственно.

Пусть теперь необходимо найти решение относительно произвольного информационного символа  $b_{ij}$ . Для этого предварительно следует провести  $(i-1)$  одновременных циклических сдвигов регистров  $r'_i$  и  $(j-1)$  таких сдвигов регистров  $r_i$ , так что символ  $b_{ij}$  окажется в верхнем левом углу буфера  $R$  (клички  $k_1, k_2$  в позиции „1“). Одновременно с этим производятся сдвиги регистров следующим образом: всякому сдвигу столбца исходной матрицы соответствует сдвиг влево на один разряд регистров  $R_2, R_3, R_4$ , а  $R_1$  при этом остается в том же состоянии; при сдвиге строки матрицы регистр  $R_2$  остается в первоначальном состоянии, регистры  $R_1, R_4$  сдвигаются на один разряд влево, а  $R_3$ —на один разряд вправо. Такая процедура необходима для согласования выходов  $R$  и  $R_i$ . Вычисление четырех нетривиальных ортогональных проверок относительно  $b_{ij}$  осуществляется путем одновременного сдвига регистров  $r_1, r'_1, r_g, r'_g$  на  $(s-1)$  разрядов (ключи  $k_1, k_2$  в позиции „2“, содержимое которых, а также соответствующие им контрольные символы суммируются на сумматорах  $\Sigma_i$  и, таким образом, результаты четырех ортогональных соотношений с выходов  $\Sigma_i$  вместе с пятым тривиальным подаются на вход мажоритарного элемента, выход которого выдает окончательное решение декодера относительно информационного символа  $b_{ij}$ . Списанная процедура производится для каждого информационного символа последовательно, строка за строкой, слева направо и сверху вниз.

Эффективность предлагаемого в [2] метода во многом зависит от простоты преобразования используемого кода. В этом смысле коды в [1] очень удобны, а весь процесс преобразования заключается в отбрасывании последних  $2S$  избыточных символов. Кодирующее устройство остается без изменения, а в декодере для накопления результатов проверок на четность строк и столбцов матрицы можно использовать один из свободных в это время регистров  $R_3$  или  $R_4$ , для которого необходимо предусмотреть схему сравнения на «0» (с соответствующими связями, работающего только в режиме обнаружения ошибок и позволяющего судить о наличии последних). Если выход схемы сравнения фиксирует «0», то информация не искажена, в противном случае необходимо сделать запрос по каналу обратной связи с целью передачи остальных  $2S$  контрольных символов с последующим включением схемы декодера для исправления  $t$  ошибок. Величина скорости передачи

ინფორმაციი по [2] для рассматриваемых здесь кодов равна  $E(R) = \frac{S^2}{S^2 + 2S(1 + P_{\text{обн}})}$ , а вероятность правильного декодирования на

$\Delta P_e = q^{n'}$ .  $\sum_{i=t+1}^{2S} \binom{2S}{i} p^i q^{2S-i}$  больше, чем та же вероятность при прямом

исправлении ошибок ( $n, k$ ) кодом. Величина скорости передачи схемы простым переспросом равна  $E(R) = \frac{(1 - P_{\text{обн}}) \cdot S^2}{(S + 1)^2}$ , а вероятность ошибки

$$P_{\text{ош}} = \frac{1 - P_{\text{обн}} - q^{S^2 + 2S}}{1 - P_{\text{обн}}}$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

Академия наук Арм ССР  
Вычислительный центр

(Поступило 20.9.1973)

### კიბერნეტიკა

3. არაქელოვი, ლ. ბამკრელიძე, ს. ოგანოვი

დეკოდირების ერთი სქემის შესახებ და მისი მოდიფიკაციის  
ბადამფუძვლები უკუკავშირით შეცვლადების ბასწორებისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

წრფივი კოდების ერთი კლასისათვის მოცემულია მაქორიტარული დეკოდირების სქემა, უკუკავშირის სისტემებში მისი გამოყენება და ამ შემთხვევისათვის დეკოდირების ალგორითმის მოდიფიკაცია.

### CYBERNETICS

V. A. ARAKELOV, L. I. GAMKRELIDZE, S. S. OGANOV

#### ON ONE SCHEME OF DECODING AND ITS MODIFICATION FOR ERROR CORRECTION WITH DECISION FEEDBACK

##### Summary

A scheme of majoristic decoding for one class of linear codes is presented. The feasibility of using these codes in feedback systems and a modification of the decoding algorithm for this case are indicated.

##### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Аракелов, Л. И. Гамкредлидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 2, 1970.
2. G. I. Davida. "Forward-Error Correction with S. M. Reddy Decision Feedback". Information and control, vol. 21, № 2, September, 1972.



Г. М. БЕГАЛИШВИЛИ

## ОБ ОДНОМ СУЩЕСТВЕННОМ УСЛОВИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 5.10.1973)

Дано, что закон движения и управления объектом описывается системой уравнений (см. [1])

$$\dot{x} = f(t, x, u), \quad x = (x^1, \dots, x^n) \in R^n, \quad f = (f^1, \dots, f^n) \in R^n, \quad u \in U \subset R^r, \quad (1)$$

и рассматривается вопрос существования оптимального по быстродействию управления, когда  $x_0$  и  $x_1$  фиксированы.

В этом направлении в случае нелинейных уравнений (1) первым и фундаментальным результатом была статья А. Ф. Филиппова [1]. Мы будем рассматривать случай постоянной области управления  $U$ , ибо, как показано в [2], любую переменную область  $Q(t, x)$  [1] путем определенных построений можно свести к постоянной области управления (подробности см. в [3]).

В [1] предполагались выполненными следующие условия:

А. Вектор-функция  $f(t, x, u)$  непрерывна по всем аргументам и дополнительно непрерывно дифференцируема по координатам  $x \in R^n$ .

Б. Множество  $V(t, x) = \{f(t, x, u): u \in U\}$  выпукло и компактно.

В. Существует управление, переводящее (возможно, не оптимально) объект (1) из состояния  $x_0$  в  $x_1$ .

Г. Существует постоянная  $C$ , такая, что для всех  $t, x, u$  выполняется неравенство  $\|x; f(t, x, u)\| \leq C(\|x\|^2 + 1)$ .

В [1] утверждалось, что при выполнении условий А—Г существует оптимальное управление (см. [1], теорема 1), что, однако, неверно. Были приведены примеры, показывающие, что каждое из условий А—Г существенно, т. е. невыполнение хотя бы одного из них влечет за собой несуществование в общем случае оптимального управления. Мы сейчас покажем, что необходимо еще одно условие (условие Д, см. ниже), чтобы оптимальное управление существовало.

Будем говорить, что множество  $T \times Q$  образует мертвое пространство в  $R^1 \times R^n$ , если при  $t \in T, x \in Q$  выполняется условие  $f(t, x, u) = 0$  при всех  $u \in U$ .

Д. В пространстве переменных  $t, x$  не существует мертвого пространства.

Покажем на примере существенность условия Д.

Пример.  $\dot{x}^1 = x^2$ ,  $\dot{x}^2 = u \cos x^1$ ,  $|u| \leq 1$ . Мертвым пространством здесь служат точки, лежащие на оси  $x^1$  (т. е.  $x^2 = 0$ ), удовлетворяющие условиям  $x^1 = l\pi + \frac{\pi}{2}$ ;  $l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ . Пусть за конечное состояние

принято начало координат. Тогда «фазовый портрет» оптимальных траекторий качественно совпадает с рис. 7 [4] с одним различием: имеются многообразия, из которых не существует оптимальное управление.

В самом деле, из качественной картины ясно, что, например, в первом квадранте ( $x^1 \geq 0, x^2 \geq 0$ ) управление должно быть выбрано так, чтобы оно максимально гасило скорость (т. е. уменьшало координату  $x^2(t)$ ), так что будут существовать траектории, которые при таком управлении ( $u = -\text{sign} \{\cos x^1(t)\}$ ) будут упираться в точки мертвого пространства. Вот эти траектории и будут служить теми многообразиями, из которых не существует оптимальное управление, хотя, как очевидно, условия А—Г выполняются.

Аналогично обстоит дело в задачах при ограничениях на фазовые координаты объекта, если недопустимы состояния из замкнутой области фазовых переменных.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 25.10.1973)

კიბერნეტიკა

ბ. ბეგალიშვილი

ოპტიმალური მართვის არსებობისათვის ერთი არსებითი პირობის შესახებ

რეზიუმე

[1] ნაშრომში მოცემული იყო რამდენიმე არსებითი პირობა ოპტიმალური მართვის არსებობისათვის და მათი ერთობლიობა არასწორად ჩათვლილი იყო საკმარისად. ნაშრომში მოყვანილია ახალი, კიდევ ერთი პირობა, რომლის არსებობა დასაბუთებულია შესაბამისი მაგალითით.

CYBERNETICS

G. M. BEGALISHVILI

## ON AN ESSENTIAL CONDITION FOR THE EXISTENCE OF OPTIMUM CONTROL

Summary

Some essential conditions for the existence of optimum control were given in [1] and they were incorrectly considered to be sufficient. The present

paper adds another new condition, the non-fulfilment of which entails non-existence of optimum control. A corresponding example is adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Филиппов. Вестник Московского университета, сер. мех.-мат., 2, т. 25, 1959.
2. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 1, 1967.
3. Г. М. Бегалишвили. Труды Тбилисского гос. университета, т. 135, 1970.
4. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1961.



А. И. УГУЛАВА

## ВЛИЯНИЕ ЯДЕРНОЙ ПОДСИСТЕМЫ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ФОНОННОЙ ЛАВИНЫ ПРИ СИЛЬНОМ КРОСС- РЕЛАКСАЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 8.10.1973)

В работе [1] было показано, что при наличии двух спиновых подсистем, связанных сильным кросс-релаксационным взаимодействием, фоновая лавина может возникнуть в результате импульсного насыщения линии электронного парамагнитного резонанса одной из групп спинов. Причиной возникновения фоновой лавины является резкое изменение температуры диполь-дипольного резервуара (ДДР), активно участвующего в энергообмене между зеемановскими подсистемами обоих сортов спинов. При этом, однако, не учитывалась ядерная зеемановская подсистема, сильно взаимодействовавшая с ДДР электронных спинов [2, 3]. Ниже будет показано, что, как и в случае насыщения ЭПР [1], она может значительно повлиять на динамику резонансных фононов.

Предположим, что по истечении короткого времени порядка спин-спиновой релаксации устанавливается термодинамическое равновесие в двух зеемановских подсистемах (*S*- и *I*-спинов) и ДДР электронных спинов, а также в ядерной зеемановской и фононных подсистемах, после чего начинается медленный процесс обмена энергиями между ними. Системы такого рода, как хорошо известно [4], следует описывать на основе метода неравновесного статистического оператора, предложенного Д. Н. Зубаревым [5]. Проводя процедуру, полностью аналогичную работе [4], можно получить систему уравнений для медленно меняющихся во времени обратных температур отдельных подсистем. Не выписывая полученную таким путем довольно громоздкую систему уравнений, укажем, что формально ее можно получить из системы уравнений (13) работы [4] присоединением к ним уравнения

$$\frac{d\beta_n}{dt} = -2W'\beta_n - \frac{\beta_n - \beta_d}{T_{nd}}$$

для обратной температуры ядерной подсистемы —  $\beta_n$ , описывающего влиянием переменного поля и ДДР на поведение ядерной подсистемы, и добавлением в уравнение для обратной температуры ДДР —  $\beta_d$  слагаемого

$$-\frac{\beta_d - \beta_n}{T_{dn}},$$

описывающего релаксацию температуры ДДР к температуре ядерной подсистемы.

Рассмотрим теперь импульсное насыщение  $S$ -спинов ( $\beta_S \rightarrow 0$ ), когда  $(1/2 W_{CR}), T_{nd} \ll \Delta t \ll T_{sp}, T_{Ip}$ . Здесь  $\Delta t$  — длительность импульса,  $2W_{CR}$  — вероятность кросс-релаксационного перехода,  $T_{Ip}$  и  $T_{Sp}$  — времена релаксации  $I$ - и  $S$ -спинов соответственно<sup>(1)</sup>. Действующее на ядра переменное поле будем считать отсутствующим. На первом этапе эволюции электронная зеемановская подсистема и ДДР, объединенный с ядерной подсистемой, будучи изолированы от решетки, придут к состоянию характеризуемым следующими значениями обратных температур  $I$ -спинов и ДДР:

$$\beta_I = \frac{(\omega_S - \omega_I)^2}{(\omega_S - \omega_I)^2 + \gamma\omega_d^2} \beta_0, \quad \beta_d = \frac{\omega_I(\omega_I - \omega_S)}{(\omega_I - \omega_S)^2 + \gamma\omega_d^2} \beta_0, \quad (1)$$

где  $\gamma = \frac{c_d + c_n}{c_d}$  есть параметр, определяющий влияние ядерной подсистемы на электронную.

Что касается резонансных фононов, то их поведение к моменту окончания импульса будет определяться уравнением<sup>(2)</sup>

$$\dot{Z}(\omega) + \frac{Z(\omega)}{T_0} = \frac{1}{T_{pS}} S^{-+}(\omega_S - \omega) \frac{\omega_I}{\omega_S} \frac{(\omega_S - \omega)(\omega_I - \omega_S)}{(\omega_I - \omega_S)^2 + \gamma\omega_d^2} Z(\omega) + \frac{1}{T_{pS}} S^{-+}(\omega_S - \omega) \frac{\omega}{\omega_S} \frac{(\omega_I - \omega_S)(\omega_I - \omega)}{(\omega_I - \omega_S)^2 + \gamma\omega_d^2}, \quad (2)$$

где  $Z(\omega) = \frac{\beta_0 - \beta(\omega)}{\beta(\omega)}$  представляет собой отклонение числа фононов от его равновесного значения, а  $T_0$  и  $T_{pS}$  есть времена релаксации фононов к термостату и электронной зеемановской подсистеме соответственно.

Если концентрация  $S$ -спинов достаточно велика, то можно положить  $\gamma \simeq 1$  и (2) переходит в соответствующее уравнение работы [1].

Если же концентрация  $S$ -спинов настолько мала, что  $\gamma \gg \frac{(\omega_S - \omega_I)^2}{\omega_d^2}$ , для инкремента нарастания будем иметь выражение<sup>(3)</sup>

$$\Gamma(\omega) \simeq \frac{1}{T_{pS}} S^{-+}(\omega - \omega_S) \gamma^{-1} \frac{|(\omega_I - \omega_S)(\omega_I - \omega)|}{\omega_d^2}, \quad (3)$$

содержащее дополнительно малый множитель  $\gamma^{-1}$ . Это означает, что наличие ядерной спин-системы приводит к замедленно лавинообразного роста резонансных фононов.

<sup>(1)</sup> Подробности, связанные с введенными в данной работе обозначениями, могут быть найдены в работе [4].

<sup>(2)</sup> Члены, пропорциональные коррелятору  $I$ -спинов, дают пренебрегаемый вклад и поэтому в уравнении (2) они опущены.

<sup>(3)</sup> Рассматривается случай сильного ФУГ ( $T_0 \gg T_{pS}$ ), когда в уравнении (2) можно пренебречь членом  $Z(\omega)/T_0$ .

Инкремент нарастания фононов при насыщении ЭПР в присутствии ядер [1], как и следовало ожидать, переходит в инкремент нарастания (3) при формальной замене  $\Omega \rightarrow \omega_S$  и  $\omega_0 \rightarrow \omega_I$ , где  $\omega_0$  есть резонансная частота, а  $\Omega$ —частота переменного поля.

Коротко заметим, что одновременное насыщение ядерной подсистемы ( $\beta_n \rightarrow 0$ ), как и в случае насыщения ЭПР [1], приводит к полному подавлению фононной лавины.

При стационарном насыщении S-спинов в условиях сильной кросс-релаксации и слабого эффекта фононного узкого горла (ФУГ) легко показать, что в присутствии ядерной подсистемы, так же как и в его отсутствии, распределение фононов по частотам имеет симметричный характер (различие заключается лишь в небольшом количественном изменении вблизи частоты I-спинов).

Автор выражает благодарность Л. Л. Буишвили и Н. П. Гиоргадзе за ценные замечания.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.10.1973)

ფიზიკა

ა. უგულავა

ბირთვული ქვესისტემის ზეგავლენა ფონონური ზგავის წარმოქმნაზე ძლიერი კროს-რელაქსაციური ურთიერთქმედების შროტიეროტქმედების გამო.

რეზიუმე

განხილულია ბირთვული ქვესისტემის გავლენა ფონონური ზგავის წარმოქმნაზე ძლიერი კროს-რელაქსაციური ურთიერთქმედების საშუალებით ერთ-ერთი ელექტრონული ქვესისტემის გავრეებისას. ნაჩვენებია, რომ ფონონური ზგავის წარმოქმნის ინკრემენტი მნიშვნელოვნად შეიძლება შემცირდეს ელექტრონული დიპოლ-დიპოლური რეზერვუარის ბირთვულ ქვესისტემასთან ურთიერთქმედების გამო.

PHYSICS

A. I. UGULAVA

THE INFLUENCE OF NUCLEAR SUBSYSTEM ON THE GENERATION OF PHONON AVALANCHE IN THE PRESENCE OF STRONG CROSS-RELAXATION INTERACTION

Summary

The influence of Zeeman's nuclear subsystem on the generation of phonon avalanche caused by strong cross-relaxation interaction at saturation of one of the spin subsystems is considered. It is established that the increment of generation of phonons may become much smaller due to interaction of the nuclear subsystem with electron dipole-dipolar reservoir.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Буишвили, Н. П. Гиоргадзе, А. И. Угулава. ФТТ, 15, 1973, 2615.
2. Г. Р. Хуцишвили. УФН, 96, 1968, 441.
3. В. А. Ацеркиш, И. И. Родак. УФН, 107, 1972, 3.
4. Л. Л. Буишвили, Н. П. Гиоргадзе. ТМФ, 12, 1972, 420.
5. Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика. М., 1972.



Р. Ш. МЕГРЕЛИШВИЛИ, В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Т. Д. ЭБРАЛИДЗЕ

### ГОЛОГРАФИРОВАНИЕ ЧЕРЕЗ ДИАФРАГМЫ С МАЛЫМ ОТВЕРСТИЕМ

Известно [1], что уменьшение размеров голограммы ухудшает ее разрешение. Восстановленное изображение тем более расплывчатое, чем меньше размеры голограммы [2]. В работе [3] экспериментально получен интересный эффект. Оказывается, что если голограмму осветить очень узким пучком когерентного света, то из нее восстановится изображение такого же качества, как в камере-обскуре.

Здесь приводится теоретический анализ изображений предмета, полученного в камере-обскуре и восстановленного из части голограммы, размеры которой соизмеримы с размерами камеры-обскуры. Математически показана идентичность этих изображений и установлена возможность восстановления в белом свете проективного изображения предмета из малой части голограммы. Далее, на основе этого изучен вопрос голографирования объектов в некогерентном свете с помощью камеры-обскуры.

Пусть распределение комплексной амплитуды поля на предмете-транспаранте есть  $T(x, y)$ . Тогда дифракция Френеля монохроматического когерентного света за транспарантом даст следующее распределение амплитуды поля:

$$\Psi(\alpha, \beta) = c \cdot \iint_{-\infty}^{\infty} T(x, y) \exp \left\{ i \frac{k}{2z} [(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2] \right\} dx dy, \quad (1)$$

где  $\alpha, \beta, z$  — координаты точки наблюдения,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  — волновое число,  $\lambda$  — длина волны света,  $c$  — постоянное число.

Теперь представим, что в плоскости  $z = \text{const}$  расположена диафрагма с круглым отверстием. Тогда свет с амплитудой (1) после дифракции на отверстии в задней плоскости камеры-обскуры длиной  $d$  даст такое распределение поля:

$$U(\xi, \eta) = c' \iint_D \left\{ \iint_{-\infty}^{\infty} T(x, y) \exp \left\{ i \frac{k}{2z} [(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2] \right\} dx dy \right\} \times \\
 \times \exp \left\{ i \frac{k}{2d} [(\alpha - \xi)^2 + (\beta - \eta)^2] \right\} d\alpha d\beta, \quad (2)$$

где  $D$  — размеры отверстия камеры-обскуры.





Пусть теперь имеем голограмму нашего транспаранта с коэффициентом прозрачности

$$\begin{aligned}
 & |\chi(\alpha, \beta)|^2 = 1 + c \cdot \exp\{i \xi_c \alpha\} \times \\
 & \times \iint_{-\infty}^{\infty} T(x, y) \exp\left\{i \frac{k}{2z} [(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2]\right\} dx dy + \\
 & + c^* \cdot \exp\{-i \xi_c \alpha\} \cdot \iint_{-\infty}^{\infty} T^*(x, y) \exp\left\{-i \frac{k}{2z} [(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2]\right\} dx dy + \\
 & + \left| c \cdot \iint_{-\infty}^{\infty} T(x, y) \exp\left\{i \frac{k}{2z} [(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2]\right\} dx dy \right|^2, \quad (3)
 \end{aligned}$$

где  $\xi_c = k \cdot \sin \theta$ ,  $\theta$  — угол наклона опорного пучка, а знак \* означает комплексную сопряженность.

Просветим голограмму узким когерентным монохроматическим светом  $\tau(\alpha, \beta) \exp\{-i \xi_c \alpha\}$ , где

$$\tau(\alpha, \beta) = \begin{cases} 1, & \text{если } \alpha, \beta \in D, \\ 0, & \text{если } \alpha, \beta \notin D. \end{cases}$$

В этом случае нетрудно показать, что второй член выражения (3) восстановит распределение поля, имеющее вид выражения (2).

Производя некоторые математические преобразования, формулу (2) можно привести к следующему виду:

$$\begin{aligned}
 U(\xi, \eta) = c' \iint_{-\infty}^{\infty} T(x, y) \exp\left\{-i \frac{k}{2z} (x^2 + y^2) - i \frac{k}{2d} (\xi^2 + \eta^2)\right\} \times \\
 \times G(x, y; \xi, \eta) dx dy,
 \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
 G(x, y; \xi, \eta) = \int_0^a \exp\left\{-i \left(\frac{k}{2z} + \frac{k}{2d}\right) r^2\right\} \times \\
 \times J_0\left\{rk \sqrt{\left(\frac{x}{z} + \frac{\xi}{d}\right)^2 + \left(\frac{y}{z} + \frac{\eta}{d}\right)^2}\right\} r dr,
 \end{aligned}$$

а  $J_0(t)$  — функция Бесселя нулевого порядка. При определенных значениях радиуса отверстия  $a$  функция  $G(x, y; \xi, \eta)$  в точках  $x = -\frac{z}{d} \xi$  и  $y = -\frac{z}{d} \eta$  ведет себя как дельта-функция Дирака. Поэтому равенство (2) описывает перевернутое проективное изображение предмета.

Таким образом, камера-обскура и «точечная» голограмма идентичны с точки зрения образования изображения, если не учитывать наличия у голограммы двух фокусов.

Теперь рассмотрим вопрос голографирования предметов в некогерентном свете с помощью камеры-обскуры. Для этого исследуем Фурье-пространственный спектр изображения, полученного от монохроматического некогерентного источника света в камере-обскуре.

Согласно формуле (2), распределение интенсивности поля в задней плоскости камеры-обскуры имеет вид

$$\begin{aligned}
 I(\xi, \eta) = & \overline{U(\xi, \eta) U^*(\xi, \eta)} = c' c'^* \iint_D dx d\beta \exp \left\{ i \frac{k}{2d} [(\alpha - \xi)^2 + (\beta - \eta)^2] \right\} \times \\
 & \times \iint_{-\infty}^{\infty} dx dy \exp \left\{ i \frac{k}{2z} [(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2] \right\} \times \\
 & \times \iint_D dx_1 d\beta_1 \exp \left\{ -i \frac{k}{2d} [(\alpha_1 - \xi)^2 + (\beta_1 - \eta)^2] \right\} \times \\
 & \times \iint_{-\infty}^{\infty} dx_1 dy_1 \overline{T(x, y) T^*(x_1, y_1)} \exp \left\{ -i \frac{k}{2z} [(x_1 - \alpha_1)^2 + (y_1 - \beta_1)^2] \right\},
 \end{aligned} \quad (4)$$

где черточка сверху означает усреднение по ансамблю.

Мы рассматриваем случай пространственно-некогерентного источника с распределением интенсивности  $I_0(x, y)$ . Поэтому вместо (4) с точностью до постоянного множителя будем иметь

$$\begin{aligned}
 I(\xi, \eta) \approx & \iint_D dx d\beta \exp \left\{ i \left( \frac{k}{2d} + \frac{k}{2z} \right) (\alpha^2 + \beta^2) \right\} \exp \left\{ -i \frac{k}{d} (\alpha \xi + \beta \eta) \right\} \times \\
 & \times \iint_{-\infty}^{\infty} dx dy I_0(x, y) \exp \left\{ -i \frac{k}{z} (x\alpha + y\beta) \right\} \times \\
 & \times \iint_D dx_1 d\beta_1 \exp \left\{ -i \left( \frac{k}{2d} + \frac{k}{2z} \right) (\alpha_1^2 + \beta_1^2) \right\} \times \\
 & \times \exp \left\{ i \frac{k}{d} (\alpha_1 \xi + \beta_1 \eta) \right\} \exp \left\{ i \frac{k}{z} (\alpha_1 x + \beta_1 y) \right\}.
 \end{aligned} \quad (5)$$

Произведем преобразование Фурье данного выражения. Тогда

$$\begin{aligned}
 \Phi(p, q) \approx & \iint_D dx d\beta \exp \left\{ i \left( \frac{k}{2d} + \frac{k}{2z} \right) (\alpha^2 + \beta^2) \right\} \times \\
 & \times \iint_{-\infty}^{\infty} dx dy I_0(x, y) \exp \left\{ -i \frac{k}{z} (x\alpha + y\beta) \right\} \times \\
 & \times \iint_D dx_1 d\beta_1 \exp \left\{ -i \left( \frac{k}{2d} + \frac{k}{2z} \right) (\alpha_1^2 + \beta_1^2) \right\} \exp \left\{ i \frac{k}{z} (\alpha_1 x + \beta_1 y) \right\} \times \\
 & \times \delta \left( \alpha_1 - \alpha + \frac{d}{k} p \right) \delta \left( \beta_1 - \beta + \frac{d}{k} q \right).
 \end{aligned}$$



Отсюда, учитывая, что область  $D$  есть круг радиусом  $a$ , после некоторых математических преобразований находим

$$\Phi(p, q) \approx \exp \left\{ i \frac{d}{k} \left( i + \frac{d}{z} \right) (p^2 + q^2) \right\} \frac{J_1 \left[ a \left( 1 + \frac{d}{z} \right) \sqrt{p^2 + q^2} \right]}{\sqrt{p^2 + q^2}} \times \\ \times \iint_{-\infty}^{\infty} I_0(x, y) \exp \left\{ -i \frac{d}{z} (px + qy) \right\} dx dy, \quad (6)$$

где  $J_1(x)$  — функция Бесселя первого порядка.

Согласно формуле (6), Фурье-преобразование изображения некогерентного источника света, полученного в камере-обскуре, представляет собой Фурье-образ распределения интенсивности на источнике, умноженный на некоторую функцию. Если с помощью фильтров выражение (6) освободить от неинформационного множителя и произвести обратное преобразование Фурье, то восстановится объемное изображение предмета.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 5.10.1973)

ფიზიკა

რ. მებრალიშვილი, ვ. ვაჩვანიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის  
წევრ-კორესპონდენტი), ტ. ებრალიძე

ჰოლოგრაფირება მცირეხვრელიანი დიაფრაგმის გავლით

რეზიუმე

შრომში გაკეთებულია თეორიული ანალიზი გამოსახულებებისა, რომლებიც მიიღებიან ობსკურის კამერასა და უმცირესი ზომის ჰოლოგრამიდან. დადგენილია, რომ თუ კამერა-ობსკურის ხერხელის ზომა და ჰოლოგრამის გაშუქებული ნაწილის ზომა თანხვედნილია, მაშინ მიღებული ორთავე გამოსახულება იდენტურია. უმცირესი ზომის ჰოლოგრამიდან გამოსახულება აღდგება თეთრ სინათლეზე და კამერა-ობსკურის დანმარებით შეიძლება სინათლის არაკოპერენტული წყაროს ჰოლოგრაფირება.

PHYSICS

R. Sh. MEGRELISHVILI, V. V. CHAVCHANIDZE, T. D. EBRALIDZE  
HOLOGRAPHY THROUGH SMALL APERTURE DIAPHRAGMS

Summary

Theoretical analysis of the object images produced in a pinhole camera and reconstructed from part of the hologram whose dimensions are commensurable with the pinhole camera dimensions is given. The identity of these images is shown mathematically and the possibility of reconstructing the object projective image from a small part of the hologram in white light has been found. On this basis the question of object holography in non-coherent light by means of the pinhole camera has been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Строук. Введение в когерентную оптику и голографию. М., 1967.
2. Т. Д. Эбралидзе. Радиотехника и электроника, 1969, XIV, №11, 2011—2013.
3. J. C. Palais. J. Opt. Soc. Am., vol. 63, 1, 1973.

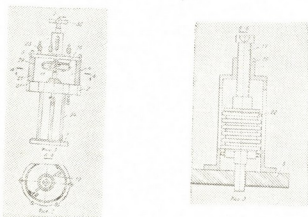
Г. Я. РАМИШВИЛИ

## НОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ СБЛИЖЕНИЯ КОНТАКТИРУЮЩИХ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ПРИ СЖАТИИ В ВАКУУМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 14.9.1973)

В настоящее время известно много различных теорий и методов измерения пластической и упругой деформации, однако в них не рассматриваются вопросы сближения контактирующих тел в условиях вакуума и герметичности стыков. Изучение герметичности контакта и регистрация сближения в разнообразных газовых средах и вакууме представляют новое направление в современной науке о пластической и упругой деформации контактирующих твердых тел. Бурно развивающаяся современная наука и техника требуют создания новых материалов, способных работать в весьма необычных условиях. Использование приборов и машин в космонавтике, ядерной физике, вакуумной металлургии и ряде других технологических процессов, протекающих при недостаточном количестве кислорода, ставит задачу обеспечения их прочности, надежности и долговечности работы.

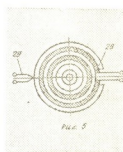
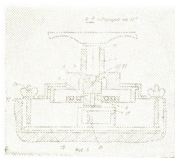
Важной особенностью высокого вакуума является очень плохая термическая проводимость, вызванная отсутствием газовой среды [1]. Изучение свойства прочности и упруго-пластических свойств контактов твердых тел в условиях высокого вакуума должно представлять одно из основных направлений физики прочности. С целью исследований сближения и прочности при переменных нагрузках в условиях вакуума нами разработан новый способ [2]. Общий вид установки, позволяющий осуществлять измерение и регистрацию сближения и деформации двух контактирующих твердых тел при сжатии в вакууме, показан на рис. 1, на рис. 2 показано сечение по А—А (рис. 1), на рис. 3 — сечение по Б—Б (рис. 1), на рис. 4 — сечение по В—В (рис. 2), на рис. 5 — раз-



мещены электронагреватели и термомпары. Устройство состоит из основания, представляющего собой литую чугуновую станину 1, опорной плиты 2, верхней плиты 3, герметичной камеры 4 и нагрузочного приспособления (рис. 3). В герметичной камере размещены направляющий диск 5 (рис. 4), в котором установлена крестовина 6 с верхним образцом 7, нижний образец 8 и силоизмеритель. В отверстие нижнего образца пропущен подиружиненный шток 9, упирающийся одним концом



в верхний образец, а другим — в полусферический выступ, закрепленный на горизонтальной пластине рамки 10 с датчиком 11 перемещений, установленным в глухом пазу 12 (рис. 2) опорной плиты, на планке 13 с двумя регулировочными микрометрическими винтами 14. Силовой измеритель тензометрического типа, выполненный в виде тензодатчика 15 (рис. 1), установлен на плунжере 16. Нагрузочное приспособление представляет собой нагрузочный винт 17 (рис. 3) со штоком 18 (рис. 4), проходящим сквозь отверстия в корпусе 19 (рис. 3) и верхней плите 3 в герметичную камеру 4. Нагрузочный шток 18, установленный в отверстии крестовины 6, опирается на шарик 20, находящийся на шайбе 21 (рис. 4). Герметическая камера снабжена силовым вводом 22 (рис. 3) и тоководами 23 (рис. 1) системы измерений. Между станиной и опорной плитой имеются распорные стойки 24, а между опорной плитой и верхней плитой — стяжки 25 для прижима цилиндра 26 и уплотнения 27 в герметичной камере. Вокруг нижнего образца в пазах опорной плиты размещен электронагреватель 28 (рис. 5). Для измерения температуры служит термопара 29 (рис. 5).



Установка работает следующим образом: в паз опорной плиты вставляется рамка 10 с датчиком 11, жестко связанная с планкой 13. После установки нижнего образца в его отверстия пропускается шток 9, опирающийся нижним концом в полусферический выступ, закрепленный на рамке 10. Затем устанавливаются верхний образец 7, шток 18, плунжер 16 с тензодатчиком 15. С помощью микрометрических винтов 14 шток 9 поднимается до упора его конца в верхний образец 7, балансируется схема, устанавливаются цилиндр 26 с уплотнением 27 и нагрузочное приспособление. После создания вакуума в камере 4 от вакуумной системы (на чертеже не показана) к образцам 7 и 8 прикладывается нагрузка, регулируемая с помощью ручки 30 винта (рис. 1), и производится регистрация сигналов тензодатчиков, измеряющих сближение контактирующих образцов. О деформации контакта можно судить по результатам измерения сближения. Для создания вакуума в рабочей камере нами использован диффузионный насос, обеспечивающий разрежение  $10^{-5}$  мм рт. ст. С целью создания более высокого вакуума можно использовать криогенные геттерно-ионные и сорбционные насосы. Все уплотнения вакуумной системы выполнены вакуумной резиной и фторопластом-4 с соответствующей вакуумной смазкой. При проведении измерений, т. е. после достижения в рабочей вакуумной камере соответствующего разрежения, насос отключается, что само по себе исключает влияние вибраций на регистрируемые параметры, так как колебания влияют на сближение и, следовательно, на контактную жесткость [3]. Для измерения сближения и нормальной нагрузки применены тензометрические проволочные датчики, которые

обладают высокой чувствительностью, компактностью, малой инертностью и, что главное, малой погрешностью измерения. Во избежание температурной погрешности тензодатчики теплоизолированы от нагреваемых деталей прибора. В связи с тем, что в вакууме меняются характеристики проволочных датчиков, связанные с образованием пузырьков воздуха между датчиком и поверхностью металла, а также изменением модуля упругости и прочности клея, датчики и упругие пластинки покрыты пшенином. Сигналы от тензодатчиков усиливаются усилителем ТА-5 и фиксируются на светочувствительной бумаге шлейфового осциллографа Н-700. Вся проводка экранирована и вся установка заземлена. Измерение температуры на поверхности контакта осуществляется хромель-копелевой термопарой, работающей в комплекте с милливольтметром М109/1. Термопара помещается на глубине 1 мм поверхности нижнего образца, что дает возможность более точно измерять контактную температуру. Питание электрической спирали нагревателя осуществляется с помощью лабораторного автотрансформатора.

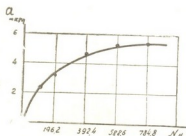


Рис. 6

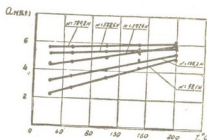


Рис. 7

Перед экспериментом производится тщательная очистка испытуемых образцов. Для очистки можно рекомендовать следующие способы: промывка органическими растворителями, прогибание наждачной бумагой под струей воды, протирание высокодисперсной фракцией активированного угля по методу А. С. Ахматова [4]. Очищенные образцы устанавливаются в приборе. Подготовка установки к работе заключается в проверке нормальной работы всех узлов прибора и вакуумной системы и в тарировке. Тарировка датчиков, измеряющих сближение, производится в атмосферных условиях (так отмечалось выше, датчики покрыты пшенином, что доводит до минимума погрешность в измерениях, вносимую вакуумом) следующим образом: с помощью вращения микровинта изгибается упругая пластинка с тензодатчиками и фиксируются соответствующие отклонения датчика на осциллографе. Строится тарировочный график, на котором каждому значению прогиба пластинки в мкм соответствует определенное количество делений шкалы осциллографа. Получаемые результаты укладываются на прямую линию. Тарировку датчиков, измеряющих нагрузки, можно осуществить с помощью любого динамометра, работающего на сжатие.

Разработанные приборы и метод проведения эксперимента позволяют исследовать контактирование твердых тел любых сопряженных пар любого состава, в том числе полимеров, в различных физико-химических состояниях. В виде примера приводим несколько экспериментальных данных по контактированию фторопласта-4 с полированным стальным образцом. Номинальная площадь стыка  $A_0 = 80 \text{ мм}^2$ . Высота максимального выступа фторопласта-4 составляла  $h_{\text{max}} = 40 \text{ мкм}$ . Экспериментальные данные по измерению сближения в зависимости от нагрузки для фторопласта-4 и стального образца представлены на рис. 6. На

рис. 7 показана зависимость сближения от температуры для контактирующих образцов. Из них видно, что при малых нагрузках температуры сильно влияет на сближение, но по мере повышения нагрузки интенсивность влияния температуры на сближение уменьшается. Интенсивное возрастание сближения и, следовательно, деформации при малых нагрузках можно объяснить исходя из адгезионно-деформационной природы контактирования. В условиях вакуума глубины внедрения в основном зависят от нагрузки, механических свойств твердых тел и распределения неровностей по высоте. При малых нагрузках глубины внедрения  $h \sim q_c^{1/3}$ , при больших нагрузках  $h \sim q_c$ , где  $q_c$  — контурное давление [5]. Такая зависимость глубины внедрения и нагрузки положительно сказывается на результате нашего эксперимента.

Московский кооперативный  
 институт Центросоюза

(Поступило 20.9.1973)

ფიზიკა

ბ. რამიშვილი

კონტაქტირებაში მყარი სხეულების დატვირთვისას დაახლოების  
 რეგისტრირებისა და გაზომვის ახალი მეთოდი ვაკუუმში

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში რეკომენდებულია კონტაქტირებაში მყარი სხეულების დეფორმაციისა და დაახლოების ექსპერიმენტული გამოკვლევის ახალი ხერხი ვაკუუმში. გამოკვლეულია ფიზიკური კონტაქტის ფორმირება ვაკუუმში. შესწავლილია დეფორმაციისა და დაახლოების ცვლილების ხასიათი გამოწვეული დაწოლის ძალისა და ტემპერატურის გაზრდის შედეგად ფტორპლასტისა და ფოლადის ნიმუშებისათვის.

PHYSICS

G. Ya. RAMISHVILI

A NEW METHOD OF MEASURING AND RECORDING THE  
 CONVERGENCE OF CONTACTING SOLID BODIES DURING  
 COMPRESSION *IN VACUO*

Summary

A new method of measuring and recording the convergence of contacting solid bodies during compression *in vacuo* is recommended. The formation of physical contact *in vacuo* has been investigated. The character of convergence change has been studied for fluoroplast-4 and steel sample, depending on the load and temperature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Работоспособность узлов сухого трения в вакууме при высоких температурах. Вопросы ракетной техники, № 4, 1966.
2. Г. Я. Рамишвили. Авт. свид. № 332315. Бюлл. отк. и изобр., № 10, 1972, раздел G «Техническая физика».
3. Д. М. Толстой. ДАН СССР, т. 153, № 4, 1963.
4. А. С. Ахматов. Молекулярная физика граничного трения. М., 1963.
5. И. В. Крагельский. Трение и износ. М., 1968, 338.



ЧАН ХАНЬ МАИ

К ТЕОРИИ КРОСС-РЕЛАКСАЦИИ В СИСТЕМЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ ТРИ СОРТА СПИНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 14.12.1973)

В последнее время квантово-статистическому рассмотрению явления кросс-релаксации посвящено много работ [1—5]. Оказывается, что диполь-дипольное взаимодействие представляет собой отдельную подсистему, которая в результате кросс-релаксации сильно меняет свою температуру. Это обстоятельство существенно меняет окончательный результат кросс-релаксации.

До сих пор изменение температуры диполь-дипольного резервуара учитывалось только при наличии двух зеемановских подсистем. Однако часто имеет место ситуация, когда в элементарном акте кросс-релаксации одновременно участвуют спины с тремя разными частотами. Естественно, в таком случае необходимо ввести три зеемановские температуры, и результаты кросс-релаксации тогда могут не только количественно, но и качественно отличаться от результатов при наличии двух зеемановских температур.

Мы детально рассмотрим решение системы уравнений, описывающей процесс «тройного перехода» кросс-релаксации в системе, содержащей три сорта спинов, полученной в работе [4].

Для решения системы уравнений, описывающей эволюции температур зеемановских подсистем и диполь-дипольного резервуара, ограничимся рассмотрением частных случаев.

Случай 1:  $\omega_1 = \omega_2 + \omega_3$ ;  $\Delta = 0$ . При кросс-релаксации диполь-дипольный резервуар не меняет своей температуры. Если насыщать одну линию, например на частоте  $\omega_1$ , то решение системы уравнений работы [4] без учета решетки даст

$$\beta_2 = \frac{N_2 \omega_2 - N_3 \omega_3}{\omega_2 (N_2 + N_3)} \beta_0; \quad \beta_3 = \frac{N_3 \omega_3 - N_2 \omega_2}{\omega_3 (N_2 + N_3)} \beta_0. \quad (1)$$

Здесь все обозначения те же, что и в работе [4]. Из этих формул видно, что результат кросс-релаксации не представляет равенства температур. Учитывая решетку, в стационарном случае вместо (1) получаем

$$\beta_2 = \frac{1}{\omega_2} \frac{N_2 \omega_2 T_{3L} - N_3 \omega_3 T_{2L}}{N_3 T_{2L} + N_2 T_{3L}} \beta_0, \quad (2)$$

$$\beta_3 = \frac{1}{\omega_3} \frac{N_3 \omega_3 T_{2L} - N_2 \omega_2 T_{3L}}{N_3 T_{2L} + N_2 T_{3L}} \beta_0,$$



где  $T_{2L}$  и  $T_{3L}$  — времена спин-решеточной релаксации второго и третьего сортов спинов соответственно.

Рассмотрим случай, когда одна из спин-систем, например третья, является ядерной спин-системой, тогда  $T_{3L} \approx \infty$ , и если учесть также  $\omega_3 \ll \omega_2$ ,  $N_2 \ll N_3$ , то из формул (1), (2) получим

$$\beta_3 = \frac{N_2 \omega_3 - N_3 \omega_2}{N_3 \omega_3} \beta_0 \quad (4)$$

без учета решетки и

$$\beta_3 = -\frac{\omega_2}{\omega_3} \beta_0 \quad (5)$$

с учетом решетки.

В первом случае уменьшение ядерной температуры в результате кросс-релаксации, вообще говоря, мало, оно существенно, лишь если  $N_2 \omega_2 \gg N_3 \omega_3$ . Картина меняется во втором случае, когда учитывается решетка. Тогда ядерная температура уменьшается на три порядка. Таким образом, значительное уменьшение температуры ядерной подсистемы будет происходить при одновременном действии кросс-релаксации и спин-решеточной релаксации.

Если будем насыщать другую линию, то в результате кросс-релаксации получим

$$\beta_1 = \frac{N_3 \omega_3 + N_1 \omega_1}{\omega_1 (N_1 + N_3)} \beta_0, \quad \beta_3 = \frac{N_3 \omega_3 + N_1 \omega_1}{\omega_3 (N_1 + N_3)} \beta_0 \quad (6)$$

при насыщении на частоте  $\omega_3$  и

$$\beta_1 = \frac{N_1 \omega_1 + N_2 \omega_2}{\omega_1 (N_1 + N_2)} \beta_0, \quad \beta_2 = \frac{N_1 \omega_1 + N_2 \omega_2}{\omega_2 (N_1 + N_2)} \beta_0 \quad (7)$$

при насыщении на частоте  $\omega_2$ .

Сравнивая формулы (6), (7) с формулой (1), видим, что при наличии трех зеемановских частот насыщения на разных зеемановских частотах, имеющих противоположные кросс-релаксационные переходы, приводят к разным результатам.

Случай 2:  $\omega_1 = \omega_2 + \omega_3 + \Delta$ ;  $|\Delta| \ll \omega_1, \omega_2, \omega_3$ . При кросс-релаксации диполь-дипольный резервуар сильно меняет свою температуру. Если насыщать одну линию, например на частоте  $\omega_1$ , то в результате кросс-релаксации получим

$$\begin{aligned} \beta_2 &= \frac{N \omega_d^2 (N_2 \omega_2 - N_3 \omega_3) + N_2 N_3 \omega_2 \Delta^2}{N \omega_d^2 \omega_2 (N_2 + N_3) + N_2 N_3 \omega_2 \Delta^2} \beta_0, \\ \beta_3 &= \frac{N \omega_d^2 (N_3 \omega_3 - N_2 \omega_2) + N_2 N_3 \omega_3 \Delta^2}{N \omega_d^2 \omega_3 (N_2 + N_3) + N_2 N_3 \omega_3 \Delta^2} \beta_0, \\ \beta_d &= -\frac{N_2 N_3 (\omega_2 + \omega_3) \Delta}{N \omega_d^2 (N_2 + N_3) + N_2 N_3 \Delta^2} \beta_0. \end{aligned} \quad (8)$$

Для простоты будем считать, что  $N_1 \approx N_2 \approx N_3$ . Можно рассмотреть два случая:

а)  $(\omega_2 - \omega_3) \ll \omega_2, \omega_3,$   
 тогда

$$\beta_2 \approx \beta_3 \approx \frac{\Delta^2}{\alpha\omega_d^2 + \Delta^2} \beta_0, \quad (9)$$

$$\beta_d \approx -\frac{\omega_1 \Delta}{\alpha\omega_d^2 + \Delta^2} \beta_0,$$

где

$$\alpha = N(N_2 + N_3)/N_2 N_3.$$

Этот результат аналогичен результату, когда имеются два сорта спинов, т. е. сильно «охлаждается» диполь-дипольный резервуар, а насыщение не передается с первой линии на другие.

б)  $\omega_2 \gg \omega_3,$   
 тогда

$$\beta_2 \approx \beta_0,$$

$$\beta_3 = -\frac{\omega_2}{\omega_3} \frac{N}{N_3} \frac{\omega_d^2}{\alpha\omega_d^2 + \Delta^2} \beta_0, \quad (10)$$

$$\beta_d = -\frac{\omega_2 \Delta}{\alpha\omega_d^2 + \Delta^2} \beta_0.$$

Из формулы (10) видно, что в этой ситуации сильно «охлаждается» как третья (ядерная зеемановская) подсистема, так и диполь-дипольный резервуар, т. е. системы, у которых теплоемкости малы.

Случай 3:  $\omega_1 = \omega_2 + \omega_3 \pm \Delta$ ;  $|\Delta| \ll \omega_1, \omega_2, \omega_3$  и одновременно насыщаются две линии, например на частотах  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . Для стационарного случая в результате кросс-релаксации получим

$$\beta_3 = \frac{N_3 \Delta^2}{N\omega_d^2 + N_3 \Delta^2} \beta_0, \quad \beta_d = -\frac{N_3 \omega_3 \Delta}{N\omega_d^2 + N_3 \Delta^2} \beta_0. \quad (11)$$

Этот результат аналогичен результату, когда имеются две зеемановские подсистемы.

З а м е ч а н и е: в работе [4] в выражении  $H'$  мы не учитывали членов

$$\frac{1}{2} \sum_{jk} (v_{jk}^+ S_{2j}^+ S_{3k}^+ + v_{jk}^- S_{2j}^- S_{3k}^-) + \sum_{ij} (v_{ij}^{+z} S_{2j}^z S_{ii}^+ + v_{ij}^{-z} S_{2j}^z S_{ii}^-) +$$

$$+ \sum_{ik} (v_{ik}^{+z} S_{3k}^z S_{ii}^+ + v_{ik}^{-z} S_{3k}^z S_{ii}^-),$$

и, следовательно, в выражении для  $W$  в квадратной скобке следует добавить член

$$\frac{1}{\omega_1^2} |v_{jk}^+|^2 |v_{ij}^z + v_{ik}^z|^2 + \dots$$

ჩან ხან მაი

 სამი სახის სპილენძის უმცველი სისტემის  
 კროს-რელაქსაციის თეორიისათვის

რეზიუმე

ჩატარებულია თეორიული გამოკვლევა განტოლებათა სისტემის ამონახსნებისა, რომლებიც აღწერენ ზეემანური ქვესისტემებისა და დიბოლ-დიბოლური რეზერვუარის ტემპერატურათა ევოლუციას „სამმაგი გადასვლის“ კროს-რელაქსაციის პროცესისათვის სისტემაში, რომელიც შეიცავს სამი სახის სპინებს, ერთ-ერთი ზეემანური ქვესისტემის სრული გაჯერების შემთხვევაში.

PHYSICS

CHAN KHANH MAI

 ON THE THEORY OF CROSS-RELAXATION IN A SYSTEM  
 INCLUDING THREE TYPES OF SPINS

Summary

A theoretical investigation of the solution of a system of equations describing the evolution of the temperatures of Zeeman subsystems and the  $d-d$  reservoir for the process of "three-throw transition" of cross-relaxation in a system including three types of spins in the case of saturation of one of the Zeeman subsystems is carried out.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Н. Провоторов. ЖЭТФ, 41, 1961, 1583; ФТТ, 4, 1962, 2940; ЖЭТФ, 42, 1962, 882.
2. М. И. Родак. ЖЭТФ, 45, 1963, 730; ФТТ, 6, 1964, 521.
3. Чан Хань Май. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.
4. Чан Хань Май. Сообщения АН ГССР, 71, № 1, 1973.
5. Чан Хань Май. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1973.



М. П. ИМНАДЗЕ

## УТОЧНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТЫ НА ОСНОВЕ ОДНОГО ПОЯВЛЕНИЯ

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 1.11.1973)

1. Первоначальная орбита кометы или астероида уточняется тем условием, что сумма квадратов дугового расстояния на небосводе, между наблюдаемыми и вычисленными положениями, должна быть минимальной:

$$\sum [\cos^2 \delta d\alpha^2 + d\delta^2] = \min. \quad (1)$$

Для каждого наблюдения составляется по два условных уравнения [1—3], где за неизвестные принимаются поправки элементов (или их комбинация). Например [4]:

$$x_1 = d\psi_x, \quad x_2 = d\psi_y, \quad x_3 = d\psi_z, \quad x_4 = \frac{dM}{n}, \quad x_5 = \frac{da}{a}, \quad x_6 = de.$$

Полученная система условных уравнений решается по способу наименьших квадратов.

Поправки  $x_1, \dots, x_6$  (если не рассматривается вековое ускорение) считаются одинаковыми [3, 5] для разных появлений. Это нам кажется малообоснованным, хотя уточненная таким образом орбита часто дает хорошее представление наблюдений, особенно для двух появлений. Для одного же периода коэффициенты последней суммирующей линии получаются малыми и неизвестные определяются ненадежно. Поэтому желательно искать другой способ уточнения орбиты.

Пусть нам даны начальные элементы орбиты  $E(\omega, \Omega, i, a, e, T_0)$ . По ним определяются векторные элементы, посредством которых вычисляются прямоугольные координаты  $x, y, z$ , и затем находятся  $\alpha$  и  $\delta$  по формулам

$$\xi = x + X, \quad \eta = y + Y, \quad \zeta = z + Z, \quad \operatorname{tg} \alpha_B = \frac{\eta}{\xi}, \quad \operatorname{tg} \delta_B = \frac{\zeta}{\xi} \cos \alpha_B. \quad (2)$$

$\alpha_B$  и  $\delta_B$  обычно не получаются равными наблюдаемым  $\alpha_n$  и  $\delta_n$ . Нужно искать такие приращения  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$  (координаты Солнца  $X, Y, Z$  остаются теми же), которые удовлетворяли бы равенствам

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\eta + \Delta y}{\xi + \Delta x}, \quad \operatorname{tg} \delta_n = \frac{\zeta + \Delta z}{\xi + \Delta x} \cos \alpha_n. \quad (2')$$

Вычитая (2) из (2'), получаем (1)

$$\Delta y \cong \xi \frac{\Delta \alpha}{\cos^2 \alpha} + \operatorname{tg} \alpha \Delta x,$$

$$\Delta z \cong \xi \frac{\Delta \delta}{\cos \alpha \cos^2 \delta} + \zeta \operatorname{tg} \alpha_{ii} \Delta \alpha + \frac{\operatorname{tg} \delta_{ii}}{\cos \alpha_{ii}} \Delta x, \quad (3)$$

где

$$\Delta \alpha = \alpha_{ii} - \alpha_B, \quad \Delta \delta = \delta_{ii} - \delta_B.$$

Допустим, что

$$\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 = \min. \quad (4)$$

Подставляя вместо  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  их значения из (3) и беря производную по  $\Delta x$ , после некоторого преобразования получаем

$$\Delta x = -\eta \Delta \alpha - \zeta \cos \alpha \Delta \delta,$$

$$\Delta y = \xi \Delta \alpha - \zeta \sin \alpha \Delta \delta, \quad (5)$$

$$\Delta z = \frac{\xi \Delta \delta}{\cos \alpha} = \frac{\eta \Delta \delta}{\sin \alpha} = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} \Delta \delta.$$

Поправки  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  вызваны изменением радиус-вектора и вращения ссей. Связь между приращениями координат (вследствие вращения) и приращениями углов вращения такова:

$$dx = z d\phi_y - y d\phi_z, \quad dy = x d\phi_z - z d\phi_x, \quad dz = y d\phi_x - x d\phi_y. \quad (6)$$

Допустим,  $d\phi_x^2 + d\phi_y^2 + d\phi_z^2 = \min$  (как выше, при выводе (5)), эффект изменения радиус-вектора исключается, получим

$$d\phi_x = \frac{y \Delta z - z \Delta y}{r^2}, \quad d\phi_y = \frac{z \Delta x - x \Delta z}{r^2}, \quad d\phi_z = \frac{x \Delta y - y \Delta x}{r^2}. \quad (7)$$

$d\phi_x$ ,  $d\phi_y$ ,  $d\phi_z$  определяются для всех моментов наблюдений, но берутся их средние значения в зависимости от их коэффициентов в условных уравнениях. Посредством  $\overline{d\phi_x}$ ,  $\overline{d\phi_y}$ ,  $\overline{d\phi_z}$  определяются  $d\omega$ ,  $d\Omega$ ,  $di$  и вычисляются векторные элементы  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ ,  $Q_x$ ,  $Q_y$ ,  $Q_z$ . Формулы

$$a \cos E = x P_x + y P_y + z P_z + ae \quad \text{и} \quad ae \cos E = a - r$$

дакт  
где

$$p - e S_i = r_i, \quad (8)$$

$$S_i = x_i P_x + y_i P_y + z_i P_z.$$

Обозначив какое-нибудь наблюдение индекса  $k$ , получим

$$e = \frac{\sum (r_i - r_k) (S_k - S_i)}{\sum (S_k - S_i)^2}, \quad p = \frac{\sum (r_i + e S_i)}{n}, \quad (9)$$

после чего найдем  $a = p: (1 - e^2)$ . Эксцентрисческая аномалия определяется по формуле

$$\operatorname{tg} E = \frac{x Q_x + y Q_y + z Q_z}{(x P_x + y P_y + z P_z + ae) \cos \varphi}, \quad (10)$$

(<sup>1</sup> Если  $\alpha = 90^\circ$ , то можно определить  $\Delta x$  и  $\Delta z$  через  $\Delta y$ .)

посредством чего вычисляется средняя аномалия  $M$ , что дает возможность определить  $T_0$ .

2. Выясним теперь причину того, что для одного появления известный способ наименьших квадратов дает неуверенный результат. При пользовании этим методом приращению  $dx$  данной формулой (6) прибавляется выражение

$$\frac{dx}{dt} \frac{dM}{n} + \left[ x - \frac{3}{2} (t - t_0) \frac{dx}{dt} \right] \frac{da}{a} + \left( Cx + D \frac{dx}{dt} \right) de \quad (11)$$

и аналогично для  $y$  и  $z$ .

Умножая их соответственно на  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и складывая, получаем

$$(rdr) = r \frac{dr}{dt} \frac{dM}{n} + \left[ r^2 - \frac{3}{2} (t - t_0) r \frac{dr}{dt} \right] \frac{da}{a} + \left( Cr^2 + Dr \frac{dr}{dt} \right) de. \quad (12)$$

Исключая  $\frac{dM}{n}$  посредством (12) из (11), имеем

$$(dx) = zd\phi_y - yd\phi_z + \left[ x - r^2 \frac{dx}{dt} : r \frac{dr}{dt} \right] \frac{da}{a} + C \left( x - r^2 \frac{dx}{dt} : r \frac{dr}{dt} \right) de + \\ + (rdr) \frac{dr}{dt} : r \frac{dr}{dt} \quad (13)$$

и аналогично для  $dy$ ,  $dz$ . Отсюда видно, что после исключения  $\frac{dM}{n}$  коэффициенты двух неизвестных  $\frac{da}{a}$  и  $de$  в условных уравнениях пропорциональны. В нормальных уравнениях они будут почти пропорциональны, вследствие чего соответствующий детерминант будет близок к нулю.

Если возьмем для  $C$  какое-то среднее значение  $\bar{C}$ , то  $\frac{da}{a} + \bar{C} de = X_4$  можно принять за одно неизвестное. Тогда из условных уравнений (13) можно составить систему нормальных уравнений для четырех неизвестных. После решения его и определения  $X_4$  нужно отделить  $\frac{da}{a}$  и  $de$ , чего можно достичь посредством дифференцирования формул

$$r = a(1 - e \cos E), \quad E - e \sin E = M. \quad (14)$$

Академия наук Грузинской ССР  
 Вычислительный центр

(Поступило 30.11.1973)

<sup>(1)</sup> В (12) и (13)  $dx$  и  $rdr$  означают одновременное приращение и отличаются от соответствующих значений в выражении производных.

მ. იმნაძე

 ორბიტის ელემენტების დაზუსტება ერთი გამოჩენის  
 საფუძველზე

რეზიუმე

ერთი გამოჩენის საფუძველზე კომეტის და ასტეროიდის ორბიტის დაზუსტების დროს უკანასკნელ შემაჯამებელ ხაზზე კოეფიციენტები მცირე ხდება, რის გამოც უცნობები არ განისაზღვრება საიმედოდ. შემუშავებულია ორი ხერხი, როდესაც შესაბამისი კოეფიციენტები არ არის მცირე.

ASTRONOMY

M. P. IMNADZE

 SPECIFYING THE ELEMENTS OF AN ORBIT ON THE  
 BASIS OF ONE APPEARANCE

Summary

In specifying the orbits of a comet or an asteroid on the basis of one appearance the coefficients on the last summing line become small, owing to which the unknowns are not determined reliably. The author advances two techniques to ensure that corresponding coefficients are not small.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Самойлова-Яхонтова. Бюлл. Астрон. ин-та, № 53, 1945.
2. М. Ф. Субботин. Курс небесной механики, т. 1, 1941.
3. А. Д. Дубяго. Определение орбит, 1949.
4. М. П. Имнадзе. Труды Вычисл. центра АН ГССР, т. III, 1963.
5. С. Г. Маковер. Труды ИТА, вып. 4, 1955.

Г. К. ДАВЛИАНИДЗЕ, Г. А. СЕХНИАИДЗЕ

## НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ СВАНЕТИИ ПО ДАННЫМ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 6.9.1973)

Анализ материалов аэромагнитной съемки Сванетии позволяет осветить некоторые вопросы ее геологического строения. Эта территория охватывает ряд тектонических единиц первого порядка. К ним относятся зона Главного Кавказского хребта, где развиты древние магматические и метаморфические породы, и зона Южного склона Большого Кавказа, сложенная метаморфизованными осадками палеозоя, а также песчано-глинистыми отложениями нижней и средней юры, флишевыми карбонатными и песчано-глинистыми отложениями верхней юры нижнего мела. Гагрско-Джавская зона вулканогенных отложений байоса лишь отчасти охвачена съемкой.

Аэромагнитная съемка производилась вдоль горизонталей рельефа. В качестве измерительной аппаратуры был использован высокоточный аэромагнитометр АММ-13. Цель аэромагнитной съемки — поиски слабоманнитных аномалий, сопровождающих медно-пирротинные месторождения. Полученные результаты одновременно использованы также для геологического картирования, поскольку магнитное поле дает информацию об особенностях глубинного строения изучаемой площади.

Исследованиями физических свойств горных пород, проведенными различными авторами, установлено, что повышенными магнитными свойствами обладают магматические породы среднего и основного составов, а осадочный комплекс слабо магнитен. Исходя из этого на фоне спокойного поля осадочного комплекса четко фиксируются магнитные аномалии, вызванные интрузивными и эффузивными породами.

Материалы аэромагнитной съемки положены в основу схемы геологической интерпретации. На рабочую карту ( $\Delta T$ )<sub>a</sub> Сванетии заблаговременно были нанесены известные здесь интрузивные массивы, разрывные нарушения и рудопроявления цветных металлов. Интерпретация аэромагнитных данных производилась с учетом физических свойств пород и руд района. В первую очередь были изучены магнитные аномалии, не находившие объяснения по имеющейся геологической карте, когда конфигурация и направления осей аномалий не соответствовали господствующему направлению геологических структур.

Анализом магнитной карты установлено, что оси аномалий имеют два главных направления: общекавказское и поперечное к нему — антикавказское (рис. 1). Можно полагать, что аномалии в немагнитном осадочном комплексе вызваны не вскрытыми эрозией массивами изверженных пород основного и среднего составов, либо месторождениями, содержащими ферромагнетиты. Сопоставление карт магнитного поля с геологической показывает, что около 40 аномалий положительного знака по интенсивности отвечает не вскрытым интрузиям. Это тем более вероятно, что известные массивы магматических пород основного и



смешанного составов (Кирарский, Абакурский, Твиберский и Ущельский Эцерский) четко выделяются в магнитных полях. Интенсивность аномалий в зависимости от основности пород колеблется от  $+0,5$  до  $10$  мэ. В зоне Главного хребта выделяются линейно вытянутые в общекав-

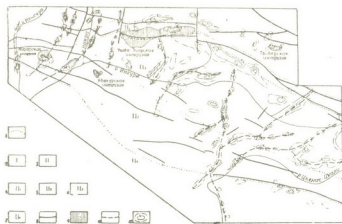


Рис. 1. Схема аномалий (АТ)<sub>в</sub> Сванети: 1—границы тектонических зон по П. Д. Гамкредидзе, 2—антиклинорий Главного хребта, 3—складчатая система Южного склона Большого Кавказа, 4—Казбекско-Лагодехская зона, 5—Местийско-Тшанетская зона, 6—Чхалтинско-Лайлинская зона, 7—Гагрско-Джавская зона,

8 — тектонические нарушения по геологическим данным, 9 — выходы интрузивных пород основного и среднего составов, 10 — линии предполагаемых разломов по данным аэромагнитной съемки, 11 — магнитные аномалии положительного знака (мэ), связанные с не вскрытыми массивами интрузивных пород основного и среднего составов

казском направлении аномалии интенсивностью от  $+4$  до  $+10$  мэ. По аналогии с аномалиями над интрузивными породами, выходящими на поверхность интрузивов либо амфиболитов. Скорее всего, к последним приурочены вытянутые аномалии в верховьях рр. Долра и Местначала, тогда как аномалии изометрических очертаний в Штавлерском отроге, по-видимому, обусловлены двумя меридиональными цепочками интрузивов, контролируемых поперечными разломами.

В зоне Южного склона выявлено свыше 30 положительных аномалий. По характеру поля выделяются аномалии, изометричные и вытянутые в общекавказском и в близмеридиональном направлениях. Аномалии общекавказского направления и параллельные им зоны разломов с не вскрытыми интрузивами сосредоточены преимущественно в Местийско-Шовской подзоне, в цепочки близмеридиональных аномалий распространены в Латпари-Шодской подзоне и Чхалтинско-Лайлинской зоне. Наиболее протяженные аномалии меридионального направления в пределах Южного склона совпадают с долинами рр. Неенска, Ингури, Долра, Местначала и интервалом меридионального течения р. Цхенисцкали. Поперечный разлом предположительно намечен по цепочке положительных аномалий вдоль долины р. Неенска. У южного окончания разлома аномалия совпадает с крупным интрузивом основного состава. Вторая цепь положительных аномалий протягивается к западу от отмеченной. Она пересекает кристаллический фундамент на севере и складчатую систему Южного склона на юге. Наиболее крупная аномалия этой цепи имеет вытянутую на северо-восток ось и расположена в долине р. Ингури у впадения в нее р. Хумпрери. Учитывая размеры, интенсивность и конфигурацию аномалии, можно предположить, что она вызвана массивом изверженных пород основного состава. Это подтверждается наличием здесь выходов даек — возможных комагматов интрузива. С разломом по р. Ингури можно связать оперяющие нарушения Штавлерского отрога. По долине р. Долра предполагаемый раз-

лом проводится вдоль эпицентров положительных аномалий интенсивностью до  $+1$  мэ, отражающих глубинные возмущающие объекты. Разлом пересекает весь район исследования и особенно четко прослеживается в Местийско-Тшанетской зоне. Наиболее протяженный из предполагаемых разломов, названный Цхенисцкальско-Ласилльским, имеет субмеридиональное простирание и пересекает все зоны Южного склона. На севере он ограничивается Главным надвигом. Вдоль разлома интенсивность аномалий колеблется от  $+0.5$  до  $5$  мэ. Разлом наиболее ясно выражен в Местийско-Тшанетской и Чхалтинско-Лайлинской зонах. В долине р. Халдесчала выделена линейная магнитная аномалия, а в восточной части территории — ряд аномалий, которые нами связываются с нескрытыми интрузивами.

Анализ материалов устанавливает возможность картирования рудоконтролирующих разломов по цепочкам слабоинтенсивных аномалий переменного знака, но этот вопрос представляет предмет специальных исследований.

Таким образом, несмотря на детальное изучение геологического строения Сванетии, полученная дополнительная информация представляет большой практический интерес, поскольку уточняет глубинное строение и разрывную тектонику области, а как следствие служит основой для прогноза месторождений полезных ископаемых. Если предположительно намеченные здесь поперечные разломы пока не подтверждены наземными работами и остаются недоказанными, то, несмотря на это, на площади, сложенной немагнитными породами, крупные аномалии могут служить свидетельством наличия изверженных пород, не выходящих на поверхность. Линейное расположение аномалий следует объяснить наличием зон разломов. С этих позиций данная схема (рис. 1) рассматривается нами как дополнительная информация для познания геологического строения этого труднодоступного и геологически сложнопостроенного района Большого Кавказа.

Грузинское производственное  
геологическое управление

(Поступило 19.10.1973)

გეოფიზიკა

ბ. ღავლიანიძე, გ. სეხნიანიძე

ახალი ცნობები სვანეთის გეოლოგიური სტრუქტურის  
შისახებ აერომაგნიტური აგეგმვის მონაცემებით

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია სვანეთში ჩატარებული აერომაგნიტური აგეგმვის შედეგები და გამოყოფილია სიღრმით ინტერუზიულ მასივებთან და განივ რღვევებთან დაკავშირებული მაგნიტური ანომალიები.

GEOPHYSICS

G. K. DAVLIANIDZE, G. A. SEKHNIADZE

NEW EVIDENCE ON THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF  
SVANETI BASED ON AEROMAGNETIC SURVEY DATA

Summary

According to data presented in the article the authors assume the presence of abyssal intrusive rocks and transversal tectonic faults in the investigated region.

А. Г. АМИРАНАШВИЛИ, А. Г. НОДИЯ, Т. Г. ХУНДЖУА

## НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И АКТИВНОСТИ КОРОТКОЖИВУЩИХ ИНДУКЦИИ РАДОНА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 17.5.1973)

В приземном слое атмосферы [1—3] ежесекундно образуется около 10 пар ионов. Причем ионизация в основном обусловлена  $\gamma$ -излучением почвы,  $\alpha$ -излучением естественной радиоактивности воздуха и космическими лучами. В частности [4], концентрация легких ионов следует за активностью короткоживущих продуктов распада радона с коэффициентом корреляции  $+0,8$ .

Ближайшие продукты распада радона присоединены к аэрозольным частицам, участвуют вместе с ними в атмосферном перемешивании, и концентрация их с высотой убывает [5], тогда как плотность легких ионов по мере удаления от земной поверхности в результате значительного усиления интенсивности космического излучения повышается [1, 3].

С целью исследования связи между распределением естественной радиоактивности, обусловленной короткоживущими продуктами распада радона, и концентрацией легких ионов в свободной атмосфере над территорией Грузии была проведена серия полетов на самолете-лаборатории ИЛ-14. Активность дочерних продуктов распада радона измерялась с помощью аппаратуры, описанной в работе [6]. Концентрация легких ионов определялась прибором типа Герднена [7].

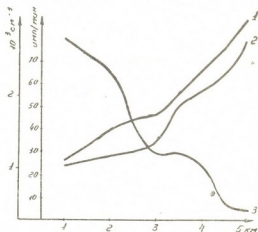


Рис. 1. 1—Концентрация положительных ионов, 2—Концентрация отрицательных ионов, 3—активность продуктов распада радона

На рис. 1 изображен типичный для устойчивой внутримассовой погоды (13.9.1972 г.) профиль вертикального распределения легких ионов и суммарной активности продуктов распада радона (в относительных

единицах) в нижней половине тропосферы. В данном случае для

1—5 км отношение  $\frac{n_+}{n_-} = 1,14$ .

Из рис. 2 видно, что начиная с высот 2,0—2,5 км интенсивность ионообразования, обусловленная космическим излучением, для геомагнитной широты г. Тбилиси [8, 9] превышает уровень ионизации.

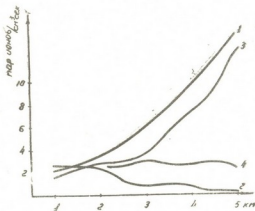


Рис. 2. 1—Интенсивность ионообразования космическими лучами, 2—интенсивность ионообразования радиоактивными веществами, 3—рекомбинация легких ионов, 4—присоединение ионов к ядрам конденсации

вызванный радоном и его продуктами распада. Примерно с тех же высот рекомбинация легких ионов начинает играть основную роль в процессе их уничтожения.

Таблица 1

Горизонтальное распределение концентрации легких ионов, активности ближайших индукций радона и плотности ядер конденсации над морем в районе г. Сухуми (на высоте 500 м)

Дата полета	Показатели	Район полета		
		Вдоль береговой линии	Над морем в 5 км от береговой линии	Над морем в 10 км от береговой линии
14.09. 1972 г.	Концентрация легких ионов, см <sup>3</sup>	1620	2180	2380
	Активность продуктов распада радона, имп/мин	88	84	64
	Плотность ядер конденсации, отн. ед.	1,00	0,36	0,21
14.10. 1972 г.	Концентрация легких ионов, см <sup>3</sup>	2850	2280	2100
	Активность продуктов распада радона, имп/мин	70	92	88
	Плотность ядер конденсации, отн. ед.	1,00	2,50	3,38

Если предположить, что между исчезновением легких ионов и их образованием существует условие равновесия и пренебречь наличием тяжелых и средних ионов, можно написать соотношение [1, 3, 9]

$$q - \alpha n^2 - \beta Nn = 0,$$

где  $q$  — интенсивность ионообразования космическим и радиоактивным излучениями;  $n$  — концентрация легких ионов;  $\alpha$  — коэффициент рекомбинации;  $\beta$  — коэффициент, характеризующий присоединение ионов к аэрозольным частицам;  $N$  — плотность ядер конденсации.

Из этого соотношения нетрудно оценить величину  $N$ , зная значения остальных параметров.

В табл. 1 представлено распределение концентрации легких ионов и активности индукций радона над морем на высоте 500 м. На данной высоте главную роль в процессе ионообразования еще играют радиоактивные излучатели. Тем не менее падение суммарной активности продуктов распада над морем 14.9.1972 г. не вызвало уменьшения концентрации легких ионов. Наоборот, в результате значительного падения плотности ядер конденсации процесс присоединения к ним ионов настолько уменьшился, что это привело к повышению ионной концентрации над морем.

Аналогичная картина наблюдалась 14.10.1972 г. Однако здесь происходило повышение активности индукций радона над морем, что опять-таки не вызывало увеличения ионной концентрации из-за усиления процесса присоединения легких ионов к ядрам конденсации, плотность которых также возросла над морем.

Таблица 2

Горизонтальное распределение концентрации легких ионов, активности короткоживущих индукций радона и плотности ядер конденсации на высоте 500 м (14.10.1972 г.)

Показатели	Район полета			
	Алазанская долина	Тбилиси	Зестафони	Сухуми
Концентрация легких ионов, см <sup>3</sup>	2000	1700	660	2850
Активность продуктов распада радона, имп/мин	102	82	130	70
Плотность ядер конденсации, отн. ед.	0,80	1,00	3,20	0,21

Табл. 2 дает представление о влиянии промышленных предприятий на величину концентрации ионов. Как и следовало ожидать, максимум ионной концентрации находится в районе г. Сухуми, где отсутствуют индустриальные комплексы.

ა. ამირანაშვილი, ა. ნოდია, თ. ხუნჯუა

ატმოსფეროში იონების კონცენტრაციისა და რადონის ინფლუენსიის განაწილების ზოგიერთი თავისებურების შესახებ საკარტოვალ რეგიონში

### რეზიუმე

მოყვანილია იონების კონცენტრაციისა და რადონის დაშლის პროდუქტების ჯამური აქტივობის მონაცემები საქართველოს ტერიტორიისათვის. ნაჩვენებია, რომ თავისუფალ ატმოსფეროში მსუბუქი იონების კონცენტრაციისა და რადონის დაშლის პროდუქტთა აქტივობის სვლები ურთიერთმებრუნებულია.

GEOPHYSICS

A. G. AMIRANASHVILI, A. G. NODIA, T. G. KHUNJUA

## SOME CHARACTERISTICS OF THE DISTRIBUTION OF ION CONCENTRATION AND OF THE ACTIVITY OF SHORT-LIVED RADON INDUCTIONS OVER THE TERRITORY OF GEORGIA

### Summary

Data are presented on the distribution of ion concentration and the total activity of short-lived products of radon decay over the territory of Georgia. It is shown that in the free atmosphere the course of the concentration of light ions is opposite to the course of the daughter products of radon decay.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Н. Тверской. Атмосферное электричество. Л., 1949.
2. Н. Israel. Atmosphärische Elektrizität. Leipzig., 1957.
3. Дж. Брикар. Сб. «Проблемы атмосферного электричества». Л., 1969.
4. М. Х. Вилкенинг и др. Сб. «Исследования по ядерной метеорологии и химии атмосферы». Л., 1969.
5. Б. И. Стыро. Вопросы ядерной метеорологии. Вильнюс, 1959.
6. Ш. М. Чхенкели и др. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970.
7. В. И. Баранов и др. Лабораторные работы и задачи по радиометрии. М., 1964.
8. I. S. Bowen *et al.* Phys. Rev., 53, 1938.
9. Справочник по геофизике М., 1965.



К. А. ТАВАРТКИЛАДЗЕ, Н. В. ГВАСАЛИЯ

## ПРОЗРАЧНОСТЬ АТМОСФЕРЫ И ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ВЕТРА В УСЛОВИЯХ ТБИЛИСИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 26.7.1973)

Для характеристики прозрачности атмосферы нами использован приведенный к оптической массе  $m=2$  коэффициент ( $P_2$ ), определяемый по формуле Бугера [1]. С использованием величин среднемесячных интенсивностей прямой радиации при ясном небе и данных о высоте солнца на 15-е число каждого месяца [2] были построены изоплеты рассчитанных коэффициентов прозрачности (рис. 1).

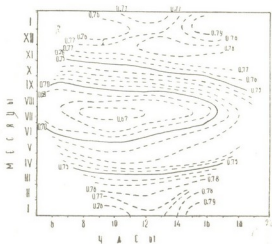


Рис. 1. Изоплеты коэффициента прозрачности в условиях Тбилиси

Как видно из рис. 1, в суточном ходе коэффициента прозрачности в летние месяцы минимум отмечается до полуденных часов, весной изменение коэффициента прозрачности менее выражено, незначительный минимум перемещается примерно к полудню, а осенью и зимой отмечается ровный ход или едва заметная тенденция к увеличению коэффициента прозрачности в течение всего дня. Внутригодовые изменения коэффициента прозрачности выражены сильнее, чем его дневной ход, принимая минимальное значение в летние, а максимальное в зимние месяцы. По-видимому, суточный и годовой ход коэффициента прозрачности полностью обуславливается влагосодержанием атмосферы, поскольку с минимумами коэффициента прозрачности хорошо согласуется увеличение упругости водяного пара. Что касается запыленности атмосферы, то она оказывает весьма большое влияние на вековой ход прозрачности атмосферы. Например, в работе [3] представлены многолетние изменения интенсивности солнечной радиации и указано на ее постепенное уменьшение, а в работе [4] отмечено постепенное увеличение запыленности атмосферы. Если принять во внимание, что среднее влагосодержание атмосферы в Тбилиси почти не изменяется по годам, то становится очевидным, что единственным фактором уменьшения про-

38. „მეცნიერება“, ტ. 73, № 3, 1974

Таблица 1

Годовой ход коэффициента прозрачности ( $P_2$ ) в зависимости от скорости и направления ветра

Скорость ветра, м/сек	Напр. ветра	Коэфф. прозр.	М е с я ц ы												За год
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
—	Штиль	$P_2$ ч. сл.	0,728 3	0,752 2	0,716 2	0,740 1	0,602 1	0,694 2	0,704 1	0,672 2	0,696 2	0,737 6	0,775 2	0,692 1	0,709 245
1—2	↙	$P_2$ ч. сл.	0,734 7	0,777 24	0,774 23	0,729 21	0,700 25	0,700 33	0,683 51	0,699 45	0,722 46	0,766 39	0,779 18	0,763 17	0,736 349
	↗	$P_2$ ч. сл.	0,733 2	0,759 2	0,689 11	0,710 21	0,685 22	0,689 34	0,673 40	0,658 60	0,683 43	0,755 25	0,753 5	—	—
3—5	↙	$P_2$ ч. н.	0,783 15	0,789 18	0,766 19	0,735 15	0,696 24	0,721 19	0,688 39	0,704 33	0,724 40	0,776 28	0,802 12	0,757 9	0,745 271
	↗	$P_2$ ч. сл.	—	0,759 2	0,689 8	0,712 10	0,689 14	0,695 18	0,667 26	0,656 43	0,679 24	0,760 9	0,778 3	—	—
6—10	↙	$P_2$ ч. сл.	0,794 8	0,814 8	0,776 12	0,739 10	0,723 14	0,728 10	0,696 16	0,709 22	0,722 16	0,783 12	0,800 5	0,762 4	0,754 137
	↗	$P_2$ ч. сл.	—	—	0,725 1	—	0,664 1	0,714 1	0,672 2	—	—	—	—	—	—
> 10	↙	$P_2$ ч. сл.	—	0,833 3	0,792 3	0,712 2	0,709 4	0,758 2	0,719 4	0,706 3	0,752 1	0,776 3	0,800 2	—	—





зрачности является увеличение запыленности атмосферы. Но, как видно из рис. 1, запыленность атмосферы как в суточном, так и в годовом ходе не должна оказывать заметного влияния на коэффициент прозрачности. Запыленность хотя и уменьшает прозрачность, но ее действие компенсируется влиянием влагосодержания атмосферы. Этим следует объяснить увеличение прозрачности при повышении запыленности в зимние месяцы [5, 6], когда из-за резкого падения влагосодержания повышение прозрачности перекрывает противоположное влияние пыли. Таким образом, поднимающиеся в атмосфере мелкие частицы из-за длительного нахождения в ней во взвешенном состоянии уменьшают коэффициент прозрачности вообще, но не оказывают заметного влияния на его внутригодовые колебания.

Для характеристики коэффициента прозрачности в зависимости от направления и скорости ветра были использованы данные ежедневных наблюдений над солнечной радиацией, направлением и скоростью ветра в полуденные часы при ясном небе за период 1956—1965 гг. Из ветров восьмирумбового направления в Тбилиси для всех месяцев господствующими являются северо-западные (СЗ) или северные (С) и юго-восточные (ЮВ). По этим направлениям вероятность повторений ветров больше 0,9. В табл. 1 даны осредненные коэффициенты прозрачности и соответствующие им числа случаев при штиле и по вышеуказанным двум направлениям при различных скоростях ветра.

Из приведенных данных видно, что во все месяцы ЮВ ветры над Тбилиси при любых скоростях, как правило, снижают коэффициент прозрачности атмосферы. Это должно быть связано с двумя факторами: либо с обогащением атмосферы влагой ЮВ вторжением воздушных масс, либо с заносом загрязняющих частиц. Поскольку первое исключено, следует полагать, что развитая в ЮВ направлении от Тбилиси промышленность (г. Рустави), являясь источником загрязнения атмосферы, занижает коэффициент прозрачности над Тбилиси.

Таблица 2

Зависимость коэффициента прозрачности ( $P_a$ ) от скорости ветра

Направление ветра	Время года	Скорость ветра, м/сек				
		Штиль	1—2	3—5	6—10	>10
↘	Холодное	0,732	0,747	0,775	0,783	0,808
	Теплое	0,692	0,709	0,720	0,727	0,733
	За год	0,709	0,725	0,743	0,750	0,756
↗	Холодное	0,732	0,711	0,740	—	—
	Теплое	0,692	0,690	0,694	0,700	—
	За год	0,709	0,696	0,708	—	—

В табл. 2 даны осредненные коэффициенты прозрачности в зависимости от скорости ветра по СЗ и ЮВ направлениям для холодного (ноябрь-март) и теплого (апрель-октябрь) периодов года. Если СЗ ветры в любые периоды года с увеличением скорости постепенно повыша-

ют коэффициент прозрачности, то для ЮВ ветров такая тенденция практически не наблюдается. Это необходимо учитывать в борьбе с загрязнением атмосферы над Тбилиси.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти

(Поступило 27.7.1973)

გეოფიზიკა

კ. თავართკილაძე, ნ. გვასალია

ატმოსფეროს გამჭვირვალობა და მისი დამოკიდებულება  
 ქართან თბილისის პირობებისათვის

რეზიუმე

მზის პირდაპირ რადიაციზე დაკვირვების მასალების გამოყენებით გამოვლილია გამჭვირვალობის კოეფიციენტის ცვლილება დროში (მიყვანილი ორ ოპტიკურ მასამდე) და აგებულია გამჭვირვალობის კოეფიციენტის იზოპლეტები.

GEOPHYSICS

K. A. TAVARTKILADZE, N. V. GVASALIA

ATMOSPHERIC TRANSPARENCY AND ITS DEPENDENCE  
 ON THE WINDS IN THE AREA OF TBILISI

Summary

Based on solar direct radiation data, the time variation of transparency coefficients has been calculated (reduced to two optical masses) and the isopleths of transparency coefficients plotted. The variation of transparency coefficients due to direction and velocity of the winds is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Таварткиладзе. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 14, 1963.
2. Справочник по климату СССР, вып. 16, 1968.
3. Ф. Ф. Давитая. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1965.
4. К. А. Таварткиладзе. Метеорология и гидрология, № 5, 1970.
5. К. А. Таварткиладзе, В. К. Бахтадзе. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1969.
6. А. Г. Балабуев, О. В. Ломая, Д. Г. Цинцадзе. Сообщения АН ГССР, 69, № 3, 1973.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. И. ДЖИШКАРИАНИ, Б. Е. ЗАЙЦЕВ, В. К. АКИМОВ,  
 И. А. ЕМЕЛЬЯНОВА

КООРДИНАЦИЯ РОДАНОГРУППЫ В МЕТАЛЛРОДАНИДНЫХ  
 КОМПЛЕКСАХ С ПРОИЗВОДНЫМИ ПИРАЗОЛОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 13.12.1973)

Производные пиразолонна образуют с металлами в присутствии роданид-ионов комплексы  $(R \cdot H)_{(m-n)} [Me^m (SCN)_n]$  или  $Me(R)_m (SCN)_n$  [1]. Изучена координация производных пиразолонна в соединениях  $Me(R)_m X_n$  и механизм образования оиевых катионов  $(R \cdot H)^+$  в соединениях  $(R \cdot H)_{(m-n)} [Me^m X_n]$ , где R—молекула антипирина, пирамидона, диантипирилметана и гомологов диантипирилметана: X—F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, J<sup>-</sup>, SCN [1].

В настоящей работе методом ИК-спектроскопии изучена координация роданогруппы в комплексах кадмия, железа, кобальта, никеля, палладия и платины с производными пиразолонна.

ИК-спектры соединений сняты на спектрофотометре UR-20 в кристаллическом состоянии (таблетка KBr, вазелиновое масло) и в растворе хлороформа (см. таблицу).

Частоты и интегральные интенсивности валентных антисимметричных колебаний роданогруппы

№ п/п	Соединения *	$\nu_{aS}(\text{SCN}) \text{ см}^{-1}$	$\epsilon_{\text{max}}$	$A \cdot 10^{-4}$ Л·М <sup>-1</sup> см <sup>-2</sup>
1	KSCN**	2060	760	4,4
2	(C <sub>23</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pd(SCN) <sub>4</sub> ]	2112	297	2,15
3	(C <sub>24</sub> H <sub>26</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pd(SCN) <sub>4</sub> ]	2110	340	2,45
4	(C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pd(SCN) <sub>4</sub> ]	2112	272	2,06
5	(C <sub>23</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>4</sub> ]	2118	325	2,49
6	(C <sub>24</sub> H <sub>26</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>4</sub> ]	2115	330	2,42
7	(C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>4</sub> ]	2116	382	2,87
8	(C <sub>29</sub> H <sub>28</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>4</sub> ]	2116	342	2,35
9	(C <sub>23</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>6</sub> ]	2125	226	0,85
10	(C <sub>24</sub> H <sub>26</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>6</sub> ]	2125	220	1,19
11	(C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Pt(SCN) <sub>6</sub> ]	2125	231	1,25
12	Cd(C <sub>13</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> (NCS) <sub>2</sub>	2085	1325	17,3
13	Fe(C <sub>13</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> (OCS) <sub>2</sub>	2050	854	18,9
14	(C <sub>23</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Co(NCS) <sub>4</sub> ]	2074	1275	11,52
15	(C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ·H) <sub>2</sub> [Co(NCS) <sub>4</sub> ]	2077	1300	12,85
16	Co(C <sub>13</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> (NCS) <sub>2</sub>	2085	780	12,05
17	Ni(C <sub>13</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> (NS) <sub>2</sub>	2105	700	10,5

\* Диантипирилметан, C<sub>23</sub>H<sub>24</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>; диантипирилметилметан, C<sub>21</sub>H<sub>26</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>; диантипирилпропилметан, C<sub>26</sub>H<sub>30</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>; диантипирилфенилметан, C<sub>29</sub>H<sub>28</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>.

\*\* В растворе CH<sub>3</sub>COC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> [3].

Интегральная интенсивность (A) рассчитана по методу Рам-сая [2]:

$$A = \frac{\pi}{2C \cdot l} \cdot \Delta \nu_{1/2} \ln \left( \frac{T_0}{T} \right) \cdot$$

Частоты измерены с точностью  $\pm 2$  см<sup>-1</sup>, интегральная интенсивность 10%.

Как видно из таблицы, по значению частот  $\nu_{(\text{SCN})}^{\text{aS}}$  и величине интегральной интенсивности соединения разделяются на две группы, соответствующие двум типам координации роданогруппы в комплексах Me—SCN или Me—NCS. Для первой группы (соединения 2—11) частота валентного колебания  $\nu_{(\text{SCN})}^{\text{aS}}$  сдвинута в высокочастотную область (2161—2112 см<sup>-1</sup>), по сравнению с частотой свободного SCN-иона (2060 см<sup>-1</sup>, KCNS); интегральная интенсивность равна (0,85—2,87) · 10<sup>4</sup> Л.М.<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup>. Для второй группы (соединения 12—17) частота валентного колебания  $\nu_{(\text{SCN})}^{\text{aS}}$  или равна частоте колебания SCN-иона, или незначительно сдвинута (2105—2050 см<sup>-1</sup>); интегральная интенсивность равна (10,5—18,9) · 10<sup>4</sup> Л.М.<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup>. Известно, что при координации роданогруппы по первому типу происходит сдвиг частоты  $\nu_{(\text{SCN})}^{\text{aS}}$  в высокочастотную область [4, 5], а значения интегральной интенсивности находятся в пределах (0,8—2,3) · 10<sup>4</sup> Л.М.<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup> [3]. В случае координации по второму типу сдвиг частоты незначителен, а значения  $A_{(\text{SCN})}^{\text{aS}}$  находятся в пределах (9—14) · 10<sup>4</sup> Л.М.<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup>.

Следовательно, в исследованных нами соединениях платины и палладия роданогруппа координируется с металлом-комплексообразователем через атом серы, а в соединениях кадмия, железа, кобальта и никеля — через атом азота.

Следует отметить, что использовать частоту колебаний 748 см<sup>-1</sup> ( $\nu_{\text{CS}}$  или  $\nu_{(\text{SCN})}^{\text{S}}$ ) для изучения координации роданогруппы в исследуемых соединениях затруднительно вследствие перекрывания области  $\nu_{\text{CS}}$  интенсивными полосами бензольного и пиразолонового циклов. Некоторые исследователи [6] считают, что в соединениях палладия и платины [2, 4, 5, 7] образуются мостиковые связи. Однако нами было установлено, что частота  $\nu_{(\text{SCN})}^{\text{aS}}$  имеет одно и то же значение как в спектрах соединений в кристаллическом состоянии, так и в разбавленных растворах хлороформа и ацетонитрила. Поэтому мостиковые связи не образуются.



ბ. ჯიშკარიანი, ბ. ზანიცივი, ვ. აკიმოვი, ი. ემელიანოვა

როდანოჯგუფის კოორდინაცია კირაზოლონის წარმოებულთა  
მეტალროდანიდულ კომპლექსებში

რეზიუმე

შესწავლილია კადმიუმის, რკინის, კობალტის, ნიკელის, პალადიუმისა და პლატინის როდანიდულ კომპლექსთა ინფრაწითელი სპექტრები. გამოთვლილია  $\nu(\text{SCN})^{\text{aS}}$  ზოლთა ინტეგრალური ინტენსივობა. დადგენილია, რომ როდანოჯგუფი შეერთებულია პალადიუმთან და პლატინასთან გოგირდის ატომის საშუალებით, ხოლო კადმიუმთან, რკინასთან, კობალტთან და ნიკელთან აზოტის ატომის საშუალებით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

G. I. JISHKARIANI, B. E. ZAITSEV, V. K. AKIMOV, I. A. EMELYANOVA

COORDINATION OF THE RHODANO-GROUP OF METAL-  
-RHODANIDE COMPLEXES WITH THE DERIVATIVES OF  
PYRAZOLONE

Summary

The infrared spectra of rhodanide complexes of cadmium, ferrum, cobalt, nickel, palladium and platinum with derivatives of pyrazolone have been studied. The integral intensity of the  $\nu(\text{SCN})^{\text{aS}}$  bands has been calculated. The rhodano-group has been found to be related to palladium and platinum through the sulphur atom, and to cadmium, ferrum, cobalt and nickel through the nitrogen atom.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Акимов, А. И. Бусев. ЖАХ, 26, 1971, 134.
2. D. Ramsay. J. Am. Chem. Soc., 74, 1952, 72.
3. C. Pecile. Inorg. Chem., 5, 1966, 210.
4. Ю. Я. Харитонов, Г. В. Цинцадзе, М. А. Порай-Кошиц. ЖАХ, 10, 1965, 792.
5. А. Ю. Цивадзе. Исследования ИК-спектров поглощения координационных соединений некоторых металлов с группами  $\text{XCN}$  ( $x=\text{O}, \text{S}, \text{Se}$ ). Автореферат, М., 1970.
6. А. Т. Пилипенко, Г. Ф. Ольхович. Укр. хим. ж., 36, 1970, 1257.

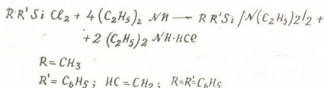
Академик К. А. АНДРИАНОВ, А. И. НОГАЙДЕЛИ, Р. Ш. ТКЕШЕЛАШВИЛИ,  
 Н. Г. ЛЕКИШВИЛИ, Т. К. ДЖАШИАШВИЛИ

О РЕАКЦИИ БИС(ДИЭТИЛАМИНО)АЛКИЛ(АРИЛ)СИЛАНОВ  
 С ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМ БИСФЕНОЛОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 11.10.1973)

Проведенная работа была посвящена синтезу и исследованию свойств кремнийорганических полимеров, полученных методом высоко-температурной поликонденсации на основе полициклического бисфенола с норборнановым кольцом у центрального атома углерода. Исходные продукты для синтеза таких полимеров — бис(диэтиламино)алкил(арил)силаны, а также 4,4'-(гексагидро-4,7-метилден-инден-5-илиден), дифенол были синтезированы нами.

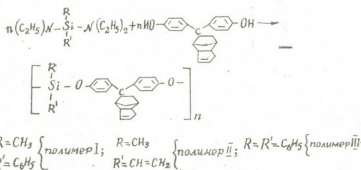
Бис(диэтиламино)метилфенил-метилвинил- и дифенилсиланы были получены реакцией аминолиза соответствующих орнанохлорсиланов по следующим схемам реакций [1]:



Реакцией аминолиза синтезировано и охарактеризовано не описанное в литературе соединение: бис(диэтиламино)дифенилсилан.

Полициклический бисфенол был синтезирован по методике Джексона и Колбуэли [2].

Было установлено, что при нагревании (100—170°C) бис(диэтиламино)метилфенил-, метилвинил- и дифенилсилана с бисфенолом, взятых в молярном соотношении 1:1, протекает реакция гетерофункциональной поликонденсации с выделением диэтиламина и образованием полимера по следующей схеме реакции:



Исследование реакции поликонденсации указанных соединений показало, что имеется определенная зависимость между нарастанием

вязкости продукта поликонденсации и количеством выделяющегося в ходе реакции диэтиламина (рис. 1). Так, например, наблюдение за ходом

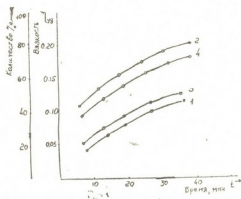


Рис. 1. Изменение удельной вязкости 1%-ного раствора полимера в толуоле (кривые 2,3) и выхода диэтиламина (кривые 1,4) в процессе поликонденсации 1,2-бис-(диэтиламино) метилфенилсилана с бисфенолом, 2,4-бис-(диэтиламино) метилвинилсилана с бисфенолом

реакции поликонденсации бис(диэтиламино)метилфенилсилана и бис(диэтиламино)метилвинилсилана с бисфенолом по изменению относительной вязкости 1%-ного раствора образующегося полимера в бензоле и выделением диэтиламина во времени показало, что вязкость продукта поликонденсации возрастает в соответствии с увеличением количества выделяющегося диэтиламина (рис. 1, кривые 2, 3 и 1, 4). Реакция поликонденсации с бисфенолом по количеству выделившегося диэтиламина проходит на 85—90%.

Строение полимеров было установлено методами физико-химического анализа.

В ИК-спектрах полимеров I—III, наряду с полосами поглощения, характерными для групп  $\text{Si}-\text{CH}_3$  ( $790: 1260$  и  $840 \text{ см}^{-1}$ ),  $\text{Si}-\text{C}_6\text{H}_5$  ( $1430 \text{ см}^{-1}$ ) и  $\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2$  ( $3125 \text{ см}^{-1}$ ), обнаружены интенсивные полосы поглощения в области  $998$  и  $1250 \text{ см}^{-1}$ , соответствующие группам  $\text{Si}-\text{O}-\text{C}_{\text{Ar}}$ .

Исследованы термомеханические свойства полимеров I и II. Показано, что они имеют термомеханические кривые, характерные для низкомолекулярных полимеров. Температура стеклования полимеров зависит от радикала у атома кремния (рис. 2).

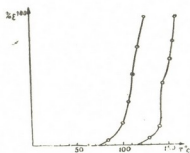


Рис. 2. Термомеханические кривые полимеров I и II

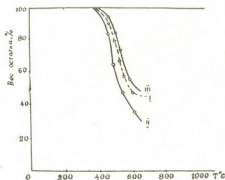


Рис. 3. Термогравиметрические кривые полимеров I, II, и III

Полимеры представляют собой прозрачные, твердые, стеклоподобные вещества, хорошо растворимые в толуоле, хлороформе, диметилформамиде. Удельная вязкость полимеров I, II, III равна соответственно 0,21, 0,13 и 0,18.

В процессе исследования мы заметили, что полимер на основе бис(диэтиламино)метилвинилсилана при нагревании в вакууме выше 230°C очень скоро теряет растворимость.

Синтезированные нами полимеры в растворимом состоянии после испарения растворителя образуют на поверхностях твердые пленки.

Термическая устойчивость синтезированных полимеров I—III оценивалась методом термогравиметрического анализа на воздухе при скорости нагревания образцом 3°/мин (рис. 3).

По полученным данным, потеря в весе полимеров I и III при температуре 400°C почти не наблюдается, а при температуре 500°C составляет соответственно 8—7 и 18%. Для полимера II потеря в весе при температуре 400°C составляет 2—3%, а при температуре 500°C — 25%. Сопоставление этих данных показывает, что при одинаковом строении основной цепи молекул полимеры, содержащие в молекуле атомы кремния с фенильными радикалами, обладают более высокой термостабильностью, чем полимеры, содержащие кремний с метилфенильными и метилвинильными радикалами.

Синтез полимеров I—III проводился в четырехгорлой колбе, снабженной термометром, мешалкой, трубкой для отбора проб с прямым холодильником, соединенным с приемником для сбора диэтиламина (в токе азота). Реакционные продукты нагревались соответственно при температуре 100—170°C при постоянном перемешивании в течение 6 часов. Выход диэтиламина составлял 85—90% от теоретического. После прекращения выделения диэтиламина содержимое колбы вакуумировали при 180° (1 мм) в течение 1—2 часов, затем растворяли в толуоле и переосаждали метиловым спиртом. Выделенный полимер сушили при температуре 100—110° в вакуум-сушильном шкафу до постоянного веса.

Тбилисский государственный  
 университет

Институт элементоорганических соединений  
 АН СССР

(Поступило 25.11.1973)

ორგანული ქიმია

აკად. ბ. ანდრიანოვი, ა. ნოგაიდელი, რ. ტყეშელაშვილი,  
 ნ. ლეკიშვილი, თ. ჯაშიაშვილი

ბის(დიეთილამინო)ალკილ(არილ)სილანების რეაქცია  
 პოლიციკლურ ბისფენოლთან

რეზიუმე

ბის(დიეთილამინო)ალკილ(არილ)სილანების პოლიციკლურ ბისფენოლთან კონდენსაციით სინთეზირებულია თერმომდგრადი სილიციუმორგანული პოლიმერები ოქსიარილენური ჯგუფით მოლეკულის ჯაჭვში. შესწავლილია პოლიმერების თერმომექანიკური და თერმული თვისებები.

ORGANIC CHEMISTRY

K. A. ANDRIANOV, A. I. NOGAIDELI, R. Sh. TKESHELASHVILI,  
 N. G. LEKISHVILI, T. K. JASHIASHVILI

ON THE REACTION OF BIS (DIETHYL AMINO) ALKYL (ARYL)  
 SILANES WITH POLYCYCLIC BISPHENOL

Summary

The condensation of bis (diethyl amino) alkyl (aryl) silanes with polycyclic bisphenol has been studied and new polymers with hydroxy-arylsilane rings



in the chain of the molecules have been synthesized. The thermomechanical and thermal properties of the polymers have been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Андрианов, Т. К. Джашиашвили, В. В. Астахин, Г. В. Шумакова. Пластмассы, № 2, 1968, 44.
2. Джексо и Колбуэли. Химия и технология полимеров, № 7, 1964.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

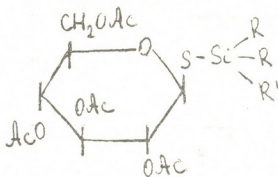
А. И. НОГАИДЕЛИ, Р. А. ГАХОКИДЗЕ, Н. Н. СИДАМОНИДЗЕ

О РЕАКЦИИ АЦЕТИЛИРОВАННЫХ ТИОСАХАРОВ  
 С ГАЛОГЕНСИЛАНАМИ

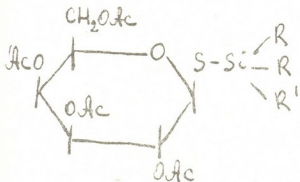
(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 20.12.1973)

В последнее время тиосахара заняли важное место в ряду химиотерапевтических средств [1]. Однако было показано, что замена атома углерода на атом кремния в известных лекарственных препаратах может привести к существенному изменению характера действия препарата, а иногда может придать им ряд новых свойств [2]. Поэтому представляло интерес синтезировать кремниевые аналоги S-гликозидов, так как подобные соединения еще не получены.

Взаимодействием триметилхлор-, триэтилхлор- и диметилхлорметилхлорсиланов с 2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозил- и 2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-галактопиранозилмеркаптанами нами получен ряд кремнийсодержащих ацетилованных S-гликозидов со связью S—Si:



- (I)  $R = R' = \text{CH}_3$
- (II)  $R = R' = \text{C}_2\text{H}_5$
- (III)  $R = R' = \text{C}_6\text{H}_5$
- (IV)  $R = \text{CH}_3, R' = \text{CH}_2\text{Cl}$
- (V)  $R = R' = \text{CH}_3$
- (VI)  $R = R' = \text{C}_6\text{H}_5$
- (VII)  $R = \text{CH}_3, R' = \text{C}_2\text{H}_5$



На рис. 1 приведены ИК-спектры 2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозилмеркаптана (1), 1-S-трифенилсилил-2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозы (2) и 1-S-диметилхлорметилсилил-2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-галактопиранозы (3), снятые в таблетках с КВг. В спектрах (1) и (3) отсутствует характерное поглощение S—H-связи в обла-

## Анализ и свойства синтезированных веществ

№	Соединение	Т. пл.	Выход, %	$[\alpha]_D^{20}$ (в $\text{CHCl}_3$ )	Найдено, %				Формула	Вычислено, %			
					C	H	S	Si		C	H	S	Si
I	1-S-триметилсилил-2,3,4,6-тетра- о-ацетил- $\beta$ -D-глюкопираноза	57—58°	66,11	10,5	47,20 46,60	5,91 5,98	6,39 6,84	6,02 6,33	$\text{C}_{17}\text{H}_{28}\text{O}_9\text{SSi}$	46,8	6,4	7,2	6,4
II	1-S-триэтилсилил-2,3,4,6-тетра- о-ацетил- $\beta$ -D-глюкопираноза	103—104	76,6	9,68°	50,80 50,30	7,56 7,33	6,46 6,31	6,52 6,01	$\text{C}_{20}\text{H}_{34}\text{O}_9\text{SSi}$	50,2	7,12	6,7	5,82
III	1-S-трифенилсилил-2,3,4,6-тетра- о-ацетил- $\beta$ -D-глюкопираноза	211—213	61,5	6,56°	62,49 60,93	6,11 5,95	5,02 5,72	5,19 5,72	$\text{C}_{32}\text{H}_{34}\text{O}_9\text{SSi}$	61,73	5,45	5,14	4,50
IV	1-S-диметилацетилметилсилил-2,3,4, 6-тетра-о-ацетил- $\beta$ -D-глюкопираноза	56—58°	63,18	33,20°	43,70 43,65	6,08 6,88	5,96 5,55	5,86 5,99	$\text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{O}_9\text{SSiCl}$	43,14	5,73	6,84	5,82
V	1-S-триметилсилил-2,3,4,6-тетра- о-ацетил- $\beta$ -D-галактопираноза	59—60°	62,76	4,50°	46,20 47,51	6,40 5,84	7,7 7,55	6,3 6,25	$\text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{O}_9\text{SSi}$	46,8	6,4	7,2	6,4
VI	1-S-трифенилсилил-2,3,4,6-тетра- о-ацетил- $\beta$ -D-галактопираноза	215—216	52,2	9,45°	60,69 61,03	4,83 4,88	4,72 4,87	3,89 4,03	$\text{C}_{32}\text{H}_{34}\text{O}_9\text{SSi}$	61,73	5,45	5,14	4,50
VII	1-S-диметилацетилметилсилил-2,3,4,6- тетра-о-ацетил- $\beta$ -D-галактопира- ноза	Сироп	51,1	3,84°	43,52 43,35	5,9 5,72	6,48 6,44	4,98 4,12	$\text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{E}_9\text{SSiCl}$	43,15	5,73	6,84	5,82

сти  $2590\text{ см}^{-1}$ . В спектре (2) наблюдаются характерные полосы поглощения  $488\text{ см}^{-1}$  (S—Si) и  $1430\text{ см}^{-1}$  (Si—C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>). В спектре (3) видны характерная для C—Cl полоса поглощения  $680\text{ см}^{-1}$  и характерная для Si—C полоса поглощения  $710\text{ см}^{-1}$ .

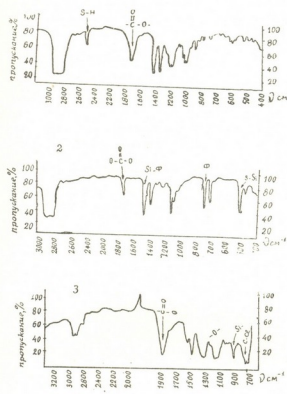


Рис. 1. ИК-спектры: (1)—2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозилмеркаптана; (2)—1-S-трифенилсилл-2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозы; (3)—1-S-диметилхлорметилсилл-2,3,4,6-тетраацетил-β-D-галактопиранозы

2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозил- и 2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-галактопиранозилмеркаптаны готовились по известной методике [3, 4].

1-S-триметилсилл-2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопираноза. В круглую колбу с обратным холодильником вносят 2 г 2,3,4,6-тетра-о-ацетил-β-D-глюкопиранозилмеркаптана в абсолютном эфире и 0,82 мл триэтиламина. Содержимое колбы нагревают до 30—50° и при перемешивании по каплям прибавляют 0,7 мл свежеперегнанного триметилхлорсилана ( $n_D^{20} = 1,3890$ ;  $56^\circ/721\text{ атм}$ ). Затем реакционную массу оставляют в течение 18 часов и фильтруют. Раствор концентрируют в вакууме при 40°. Получается продукт желтоватого цвета, который после перекристаллизации из этилового спирта имеет т. пл. 57—58°;  $[\alpha]_D^{20}$  10,5. Выход 1,58 г, т. е. 66,11% от теоретического.

По аналогичному методу синтезируют другие соединения этого ряда.

ა. ნოღაიდელი, რ. ბახოკიძე, ნ. სიღამონიძე

ჰალოგენსილანებთან აცეტილირებული თიოზაქარბის  
მოკმედეგის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია 2,3,4,6-ტეტრა-0-აცეტილ-β-D-გლუკო(გალაქტო)პირანოზილ-მერკაპტანის და ტრიმეთილქლორ-, ტრიეთილქლორ-, ტრიფენილქლორ- და დიმეთილქლორმეთილქლორსილანების ურთიერთქმედების რეაქცია. მიღებულია სილიციუმმცველი S-გლიკოზიდები.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, R. A. GAKHOKIDZE, N. N. SIDAMONIDZE

ON THE REACTION OF ACETYLATED THIOSUGARS WITH  
HALOGENSILANES

Summary

The reaction between 2, 3, 4, 6-tetra-o-acetyl-β-D-gluco (galacto) pyranosyl merkaptan and trimethylchloro-, triethylchloro-, triphenylchloro- and dimethylchloromethylsilanes have been studied. A series of silicon derivatives of S-glycoside has been prepared.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Gottschalk. The Chemistry and Biology of Sialic Acids and Related Substances. University Press. Cambridge, 1960.
2. Organic Insertion Reactions of Group IV Elements, Consultants Bureau. New York, 1966.
3. M. Cerny, I. Vrokok, I. Stanek. Chem. Listy, 52, 311 (1958).
4. M. Cerny, I. Vrokok, I. Stanek. Collection Czech. Chem. Commun., 24, 64 (1959).



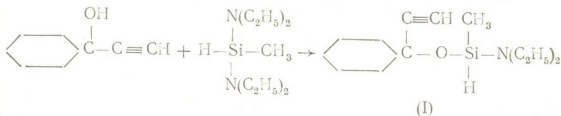
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Л. В. БАРАМИДЗЕ, М. И. ДЖЕЛИЯ, М. Д. НАДИРАШВИЛИ

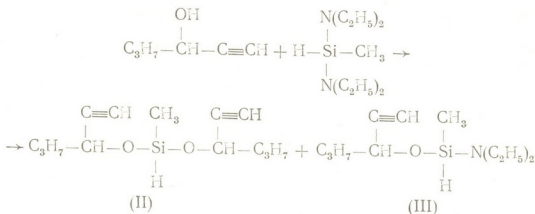
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АМИНОСИЛАНОВ С  
 КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИМИ АЦЕТИЛЕНОВЫМИ  
 СОЕДИНЕНИЯМИ

Ранее нами было изучено взаимодействие аминосиланов с диметил- и метилэтилацетиленилкарбинолами без катализатора и было установлено, что реакция протекает с разрывом одной Si—N-связи [1]. В настоящей работе изучено взаимодействие аминосиланов с оксидциклогексилациетиленом и пропилацетиленилкарбинолом и их кремниевыми эфирами.

Установлено, что оксидциклогексилациетилен с метил-бис(диэтиламино)силаном реагирует аналогично диметил- и метилэтилацетиленилкарбинолам с разрывом только одной Si—N-связи, вторая Si—N-связь сохраняется даже при проведении реакции при соотношениях спирт:амин 2:1 и 3:1. Продуктом реакции является кремниевый эфир:



В случае же вторичного карбинола реакция протекает с разрывом как одной, так и обеих Si—N-связей и образуются соответствующий диалкиноксилан и кремниевый эфир:

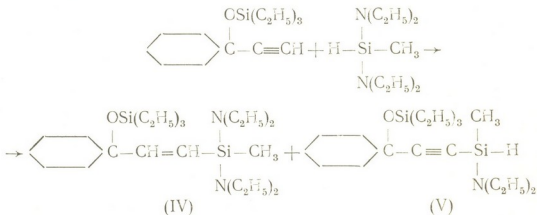


Строение синтезированных соединений доказано данными спектрального анализа (спектрофотометр UR-20). В спектрах соединений (I—III) имеются полосы поглощения с частотами 3310; 2160; 39. „ბიულეტენი“, ტ. 73, № 3, 1974

1080  $\text{cm}^{-1}$ , соответствующие  $\text{C} \equiv \text{CH}$ ,  $\text{Si}-\text{H}$  и  $\text{C}-\text{O}-\text{Si}$ -связям. В спектрах соединений (I), (III) обнаруживаются еще полосы поглощения с частотами 870, 910  $\text{cm}^{-1}$  соответствующие  $\text{Si}-\text{N}$ -связи.

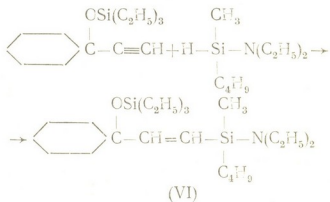
Для определения реакционной способности аminosиланов в реакциях гидросилилирования было изучено взаимодействие метил-бис(диэтиламино)- и метилбутилдиэтиламиносиланов с кремниевыми эфирами оксидциклогексилэтилена и пропилацетиленилкарбинола. Установлено, что гидросилилирование триэтилсилоксидциклогексилэтилена протекает в присутствии катализатора Спейера (0,1 М раствор  $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в изопропиловом спирте), но выход продукта гидросилилирования низкий из-за взаимодействия аminosилана с растворителем катализатора—изопропиловым спиртом. При использовании тетрагидрофурана в роли растворителя катализатора выход продукта гидросилилирования возрастает в 3 раза.

При гидросилилировании кремниевого эфира оксидциклогексилэтилена совместно с продуктом гидросилилирования выделен и продукт деаминирования:

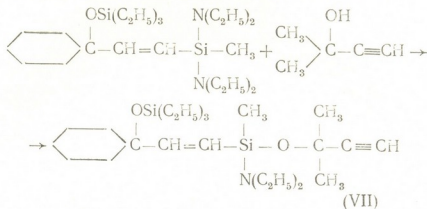


В ИК-спектре соединения (IV) имеются полосы поглощения с частотами 1620; 1070—1080; 870—920  $\text{cm}^{-1}$ , соответствующие  $\text{CH}=\text{CH}$ ,  $\text{C}-\text{O}-\text{Si}$  и  $\text{Si}-\text{N}$ -связям. В спектре соединения (V) обнаруживаются полосы поглощения с частотами 1270—1300; 870—910; 1070—1080; 2160  $\text{cm}^{-1}$ , соответствующие  $-\text{C} \equiv \text{C}-$ ,  $\text{Si}-\text{N}$ ,  $\text{C}-\text{O}-\text{Si}$  и  $\text{Si}-\text{H}$ -связям.

При гидросилилировании триэтоксипропилацетилена с метил-бис(диэтиламино)силаном происходит осмоление. При гидросилилировании же триэтилсилоксидциклогексана с метилбутилдиэтиламино-силаном выделен только продукт гидросилилирования:



Для установления влияния радикала в реакциях аминосиланов ацетиленовыми карбинолами проведено взаимодействие соединения (IV) с диметилацетиленилкарбинолом. Установлено, что и в этом случае реакция идет с разрывом только одной Si—N-связи:



В спектре соединения (VII) обнаруживаются полосы поглощения с частотами 1620; 870—910; 3320  $\text{cm}^{-1}$ , соответствующие —CH=CH—, Si—N и —C≡CH-связям.

Чистота синтезированных продуктов проверялась хроматографически.

Выход, %	Т. Кип. С°/Рмм	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	MR <sub>D</sub>		Элементный анализ							
				Найдено	Вычислено	Найдено				Вычислено			
						C	H	Si	N	C	H	Si	N
80	132—34/1	1,4795	0,9528	71,93	72,19	65,35 65,46	10,53 10,60	11,95 11,92	5,98 6,02	65,27	10,46	11,71	5,86
45	75—76/1	1,4340	0,8978	69,67	69,83	65,54 65,23	9,26 9,44	11,92 12,20	—	65,55	9,24	11,76	—
40	110—11/1	1,4643	0,9156	64,85	65,18	61,62 61,87	10,35 10,73	13,43 13,57	6,70 6,78	61,97	10,80	13,15	6,57
45	153—54/1	1,4780	0,9122	132,50	132,21	65,04 64,84	11,92 11,45	13,64 13,47	6,48 6,65	64,79	11,74	13,15	6,57
20	235—36/4	1,4850	0,9299	109,73	109,80	64,75 64,68	11,20 11,15	14,99 15,79	4,12 4,05	64,59	11,04	15,86	3,96
65	169—7С/1	1,4732	0,8997	128,72	129,44	67,49 67,66	12,17 12,25	13,82 13,89	4,14 3,62	67,15	11,92	13,62	3,41
70	138—39/1	1,4729	0,9256	132,05	132,38	66,10 65,83	10,63 11,00	12,95 12,63	3,52 3,45	65,90	10,76	12,81	3,20

Взаимодействие метил-бис(диэтиламино)силана с карбинолами. В трехгорлую колбу помещали 0,1 г-мол оксидциклогексиллацетилен, добавляли 0,1 г-мол метил-бис(диэтиламино)силана. Смесь нагревали при температуре 70° при перемешивании и отгоняли выделяющийся диэтиламин. Перегонкой в вакууме получен 1-этинил-1-1-метилдиэтиламиносилоксидциклогексан (I). В аналогичных условиях получены: при взаимодействии метил-бис(диэтиламино)силана с пропилацетиленилкарбинолом — 3-метилдиэтиламиносилоксигек-



სინ-1 (III) и бис(пропил-2-пропнилокси)метилсилан (II); при взаимодействии 1(1'-триэтилсилокси)циклогексил-2-метил-бис-(диэтиламино)силлэтена (IV) с диметилацетиленилкарбинолом — 2-метил-2-[метил(диэтиламино)-2-(1-триэтилсилокси)циклогексилэтинил] силоксин-бутин-3 (VIII).

Гидросилилирование. В трехгорлую колбу помещали 0,1 г-мол 1-этинил-1-триэтилсилоксициклогексана, 0,1 г-мол метил-бис(диэтиламино)силана и 2 мл катализатора Спейера. Смесь нагревали при 70—80° в течение 10 часов и перегоняли. Перегонкой в вакууме получены 1(1'-триэтилсилокси)циклогексил-2-метил-бис(диэтиламино)силлэтен (IV) и 1(1'-триэтилсилокси)циклогексил-2-метил(диэтиламино)силлэтин (V). В аналогичных условиях взаимодействием 1-этинил-1-триэтилсилоксициклогексана с метилбутилдиэтиламиносиланом получен 1(1'-триэтилсилокси)циклогексил-2-метилбутилдидиэтиламиносиллэтен (VI), а взаимодействием 3-триэтилсилоксигексина-1 с метил-бис(диэтиламино)силаном — нерастворимый полимер.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.10.1973)

ორბანული ქიმიის

О. ჰვირფითელი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ლ. ბარამიძე, მ. ჯელია, მ. ნადირაშვილი

ამინოსილანების ურთიერთქმედება ჟანგბადოვანი  
 აცეტილენურ ნაერთებთან  
 რ ე ბ ი უ ე ე

შესწავლილია მეთილ-ბის (დიეთილამინო) სილანის ურთიერთქმედება ოქსიციკლოპექსილაცეტილენთან და პროპილაცეტილენილკარბინოლთან კატალიზატორის გარეშე. დადგენილია, რომ ოქსიციკლოპექსილაცეტილენის შემთხვევაში რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ ერთი Si—N ბმის გახლეჩის გზით, ხოლო პროპილაცეტილენილკარბინოლის შემთხვევაში როგორც ერთი, ისე ორივე Si—N ბმის გახლეჩით.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, L. V. BARAMIDZE, M. I. JELIA,  
 M. D. NADIRASHVILI

## REACTION OF AMINOSILANES WITH OXYGEN-CONTAINING ACETYLENIC COMPOUNDS

### Summary

The reaction of aminosilanes with oxycyclohexylacetylene, propylacetylenylcarbinol and their silicon ethers has been studied. The structure of the obtained organosilicon compounds has been established by IR-spectral investigation.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

И. И. М. Гвердцители, Л. В. Барамидзе, М. И. Джелиа. ЖОХ, 42, 9, 1972, 2019.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. С. ЧХЕИДЗЕ, Г. П. ЕПИШИНА, З. В. ГРЯЗНОВА, А. Ю. КРУПЕННИКОВА

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НИКЕЛЕВЫХ  
 И РОДИЕВЫХ ЦЕОЛИТОВ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 20.8.1973)

В работе [1] было показано, что ионообменные формы цеолитов, содержащие полизарядные катионы никеля и родия, при контакте с циклогексаном образуют бензол и, начиная с первого опыта, работают стабильно в течение длительного времени, без регенерации. Поведение этих восстановленных водородом при 400°C катализаторов резко отличается от поведения исходных ионообменных форм. Активность никелевых цеолитов после двухчасового восстановления падала вдвое, а после четырехчасового исчезала совсем, т. е. получающиеся в цеолите после восстановления ионов никеля металлические центры не активны в реакции дегидрогенизации циклогексана, но весьма активны в реакции гидрогенизации бензола [2, 3]. Восстановленные формы родиевых цеолитов активны и стабильны в изучаемой реакции. Однако температурный интервал протекания реакции на них сдвигается в область более низких температур и величины  $E_{\text{каж}}$  увеличиваются вдвое (табл. 1).

Таблица 1

Цеолит	% замещения и восстановления	Исследованный температурный интервал, °С	Температура начала реакции, °С	Значение $E_{\text{каж}}$ , ккал/моль
NaNiX <sub>3</sub> (и)	38,9	300—500	330	16/22,5
NaNiX <sub>3</sub> (в)	73,5	280—400		Не активен
NaNiX <sub>6</sub> (и)	58,9	300—500	306	12,5/23
NaNiX <sub>6</sub> (в)	66,5	280—400		Не активен
NaRhX (и)	2,3	330—470	330	10,0
NaRhX (в)		280—400	280	22,0
NaRhY <sub>6</sub> (и)	25,5	210—360	210	7,5
NaRhY <sub>6</sub> (в)		170—330	170	14,5

Примечание: Число после индекса обозначает кратность ионообмена, и—исходная, в—восстановленная формы катализаторов. Два значения  $E_{\text{каж}}$  приводятся в связи с наличием двух участков на аррениусовой прямой.

С целью установления причины изменения активности цеолитов в реакции дегидрогенизации циклогексана после восстановления ионообменных форм было проведено рентгенографическое исследование ионообменных и восстановленных форм указанных цеолитов до и после реакции.

Для получения дебаеграмм использовался метод порошка. Съемка дебаеграмм проводилась в камере типа РКД на установке УРС 55а при неотфильтрованном железном излучении. Длительность экспозиции составляла 1,5 часа. Для отдельных образцов на основании соответ-

ствующих дебаграмм рассчитывались межплоскостные расстояния. Значения интенсивностей рефлексов оценивались визуально по десяти-балльной шкале. В качестве эталонов использовались дебаграммы природных и синтетических цеолитов, приведенные в американском каталоге ASTM. Данные, полученные для никелевых катализаторов, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходный $\text{NaNiX}_6$ до работы		Исходный $\text{NaNiX}_6$ после работы		$\text{NaNiX}_6$ , обработанный $\text{H}_2$ 4 часа		$\text{NaNiX}_6$ , обработанный $\text{H}_2$ 4 часа		Nickel (ASTM)	
d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I
14,801	9	—	—	—	—	—	—	—	—
8,108	3	—	—	—	—	—	—	—	—
7,133	1	—	—	—	—	—	—	—	—
5,630	2	—	—	—	—	—	—	—	—
4,161	2	—	—	—	—	—	—	—	—
3,623	7	3,605	2	3,589	2	3,600	1	—	—
3,610	6	3,305	6	3,305	6	3,305	5	—	—
2,885	5	—	—	—	—	—	—	—	—
2,641	4	—	—	—	—	—	—	—	—
2,389	3	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,096	3	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,522	2	1,536	2	1,537	2	—	—	—	—
1,490	3	—	—	—	—	—	—	—	—
1,379	5	1,378	3	1,378	4	1,378	2	—	—
1,335	2	—	—	—	—	—	—	—	—
1,313	3	—	—	—	—	—	—	—	—
1,282	2	—	—	—	—	—	—	—	—
1,259	3	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,221	1	—	—	—	—	1,244	4	1,246	21
1,157	3	—	—	—	—	1,167	1	—	—
—	—	—	—	—	—	1,062	7	1,062	20
—	—	—	—	—	—	1,016	4	1,017	7

d—межплоскостное расстояние, I—интенсивность рефлексов.

Исходный  $\text{NaNiX}_6$ -образец хотя и сохранил структуру, характерную для цеолитов типа X, но показал ее ухудшение по сравнению с  $\text{NaX}$ -формой, выразившееся в уменьшении количества линий на дебаграмме и падении их интенсивности. Еще большее ухудшение кристаллической структуры наблюдалось у  $\text{NaNiX}_6$ , работавшего больше 1000 часов, и у восстановленного  $\text{NaNiX}_6$ . В восстановленном образце, кроме нарушения кристалличности на дебаграмме зафиксированы довольно интенсивные линии, относящиеся к металлическому никелю.

При восстановлении ионообменной формы цеолита в его структуре происходят сложные изменения. Здесь возможны декатнирование, образование металлической фазы, миграция атомов металла и частичное нарушение кристаллической структуры цеолита. Установлено, что на характер протекания этих изменений большое влияние оказывают тип цеолита [4], природа ионообменных катионов, их количество и распределение по местам локализации в решетке цеолита [5, 6], а также условия восстановления образца. Так, никельсодержащие цеолиты типа



А [7, 8] сохраняют структуру после восстановления, если содержат незначительное количество никеля (1% вес.). Никелевые X-цеолиты после восстановления разрушаются, тогда как Y-формы, даже содержащие значительные количества никеля (5—6% вес.), сохраняют первичную структуру. Рентгенографическое исследование восстановленных никелевых цеолитов [9, 10] показало образование кристалликов никеля как на внешней, так и на внутренней поверхности цеолита. Средний размер этих кристалликов настолько велик по сравнению с размерами пор (для А-цеолитов — 40—80 Å, для X-цеолитов — до 200—240 Å), что металл должен в основном находиться на внешней поверхности. При больших концентрациях катионов никеля в цеолите это может привести к блокировке входных окон. Доказательством этому являются данные по адсорбции бензола и этилена [4] на никелевых цеолитах до и после восстановления: удерживаемые объемы данных углеводородов на восстановленных образцах, как правило, уменьшаются, а на никелевом Y-цеолите со степенью обмена 63% бензол вообще не сорбируется, в то время как меньше по размеру молекулы этилена свободно проникают в полости цеолита.

Данные рентгенографического анализа образцов, приведенных в табл. 1, показали, что дезактивация никелевых цеолитов после восстановления может происходить из-за разрушения цеолитной решетки как в процессе восстановления, так и при протекании каталитической реакции. Так, после восстановления при 400°C катализатор  $\text{NaNiX}$ , длительное время работал в реакции гидрогенизации бензола и моментально разрушился после дегидрогенизации циклогексана. Этот цеолит со степенью обмена ионов натрия на ионы никеля 58,9% разрушается больше, чем никелевый цеолит с меньшей степенью обмена.

Родиевый цеолит  $\text{NaRhX}$  с небольшой степенью обмена (2,3%) сохранял высокую активность в исследуемой реакции как до, так и после восстановления. Образующаяся в нем в процессе восстановления металлическая фаза катализирует процесс дегидрогенизации циклогексана, не вызывая разрушения кристалличности цеолитной структуры. Аналогично этому родиевый Y-цеолит с большей степенью обмена (25,5%) также сохраняет структуру и активность в исходной и восстановленной формах.

Таким образом, ионообменные никелевые цеолиты активны в реакции дегидрогенизации циклогексана при температурах, не вызывающих нарушения кристалличности образцов, причем их активность изменяется симбатно содержанию катионов никеля. Однако чем больше количество никеля, тем меньше устойчивость кристалла цеолита в указанном процессе. Еще легче разрушение структуры происходит при проведении дегидрогенизации на восстановленных образцах.

Родиевые цеолиты активны в реакции дегидрогенизации циклогексана при меньших степенях обмена ионов натрия на ионы родия и после восстановления образца, содержащего даже 25% катионов родия; структура цеолита остается неизменной и сохраняется высокая активность катализатора.

Полученные данные свидетельствуют о зависимости реакции дегидрогенизации циклогексана от кристалличности образца.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и  
органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 14.12.1973)



ს. ჩხეიძე, ზ. ვაჟიშვილი, ზ. ბრინაშვილი, ა. კრუპენნიკოვა

 ნიკელის და როდიუმის ცეოლითების  
 რენტგენოგრაფიული კვლევა

რეზიუმე

ციკლოჰექსანის დეჰიდროგენიზაციის რეაქციებში ნიკელის და როდიუმის ცეოლითების იონმიმოცვლილი და აღდგენილი ფორმების რენტგენოგრაფიული კვლევის საფუძველზე განხილულია მათი აქტიურობის ცვლილების მიზეზები. დადგენილია, რომ დეჰიდროგენიზაციის რეაქციის პროცესში აღდგენილი ნიკელის ცეოლითების კრისტალური მესერი ირღვევა. რღვევის ხარისხი იზრდება ცეოლითში ნიკელის ზრდასთან ერთად. აღდგენილი როდიუმის ცეოლითები მთლიანად ინარჩუნებენ კრისტალურობას და აქტიურობას აღნიშნულ რეაქციაში.

## PHYSICAL CHEMISTRY

 S. S. CHKHEIDZE, G. P. EPISHINA, Z. V. GRYAZNOVA, A. Yu. KRUPENNIKOVA  
 X-RAY INVESTIGATION OF NICKEL- AND RHODIUM ZEOLITES

## Summary

On the basis of X-ray studies of the ion exchange and reduced zeolites the reasons for the alteration of their activity in cyclohexane dehydrogenation are considered. Crystal lattice destruction of nickel zeolites was found in the dehydrogenation reaction. The destruction degree grows with an increase of nickel content in the zeolite. Reduced rhodium zeolites retain the initial crystal structure and activity in the reaction under investigation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. В. Грязнова, Г. П. Епишина, И. М. Михалева. ДАН СССР, 203, № 6, 1972, 1339.
2. З. В. Грязнова, З. Ф. Глотова, Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, А. Ю. Крупеникова. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969, 89.
3. З. В. Грязнова, Е. В. Колодиева. Вестник Московского университета, № 5, 1970, 615.
4. З. В. Грязнова, Е. В. Колодиева, Т. Б. Гаврилова, Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, А. Ю. Крупеникова. Сообщения АН ГССР, 63, 1971, 613.
5. J. A. Rabo. Actes du II Congr. Intern. Catalysis. Paris, 2, 1960, 2055.
6. З. В. Грязнова, Е. В. Колодиева, А. Ю. Крупеникова, Т. Г. Андроникашвили, В. П. Параносенков. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1972, 85.
7. V. Penchev, H. Minchev, V. Kanazirev, J. Tsolovski. Second International Conference on Molecular Sieve Zeolites, 1970, 841.
8. Władysław Romanowski. Roczniki Chemii, 45, № 3, 1971, 427.
9. Н. В. Борунова, Л. Х. Фрейдлин, И. Е. Неймарк, В. Г. Ильин, Л. И. Гвинтер. Сб. «Цеолиты, их синтез, свойства и применение». М.—Л., 1965, 380.
10. M. Selenina, K. Wencke. Z. anorg. allgem. Chem., 387, № 2, 1972, 190.

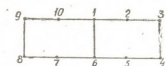
А. Д. БИЧИАШВИЛИ, Н. Н. ЦОМАЯ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ

О СПЕКТРЕ ЭПР ОБЛУЧЕННОГО ТВЕРДОГО ДЕКАЛИНА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 20.9.1973)

Из циклических насыщенных углеводородов, спектры ЭПР которых исследовались после их радиолитического распада как в твердом, так и в жидком состоянии, наиболее изучен циклогексан [1—3]. Описаны также спектры ЭПР циклоалкильных радикалов, полученные при радиолитическом расходе других жидких и твердых моноциклических соединений [3, 4]. Во всех случаях циклоалкильные радикалы представляют собой радикалы типа  $-\text{CH}_2-\dot{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2-$  с одним  $\alpha$ -протоном и двумя парами  $\beta$ -протонов. Сверхтонкие расщепления на  $\alpha$ -протонах для циклобутильного, циклопентильного, циклогексильного, циклогептильного и циклооктильного радикалов не отличаются друг от друга, расщепления же на  $\beta$ -протонах имеют различную величину для разных циклоалкильных радикалов из-за их разной геометрической конформации.

В моноциклоалканах не имеется возможности селективного разрыва связи С—Н (разрыв связи С—С исключается из-за эффекта клетки). С этой точки зрения представляет интерес исследование облученных полициклических соединений, в которых отрыв атома водорода от вторичного и третичного атомов углерода может осуществляться с разной вероятностью. В качестве такого соединения нами был выбран простейший представитель полициклоалканов — декалин (бицикло-[4,4,0]-декан, декагидронафталин):



На рис. 1 показан спектр ЭПР  $\gamma$ -облученного дозой 30 Мрад декалина. Как видно из рисунка, этот спектр в основном состоит из квадруплета триплетов (см. штрих-диаграмму). Расщепление между линиями квадруплета составляет 38,5 гс, а между линиями триплета — 9 гс. Так как спектр снят в твердом состоянии при 77°К, линии уширены и перекрывают друг друга. Поэтому в спектре не наблюдается ожидаемое соотношение интенсивностей 1:2:1:3:6:3:3:6:3:1:2:1. Кроме того, на указанный квадруплет триплетов, по-видимому, накладывается спектр и другого радикала, концентрация которого сравнительно мала.

Полученный спектр ЭПР нельзя приписать радикалу, который образуется отрывом атома водорода от вторичного атома углерода, ибо в этом случае должен наблюдаться спектр циклогексильного радикала (шесть линий) или же аналогичного радикала без одного  $\beta$ -протона. Показанный на рис. 1 спектр, по всей вероятности, при-

надлежит радикалу бицикло-[4,4,0]-децил-1, образованному отрывом атома водорода от третичного атома углерода. В этом радикале  $\alpha$ -протоны не имеются и сверхтонкая структура вызвана взаимодействием неспаренного электрона с пятью  $\beta$ -протонами.

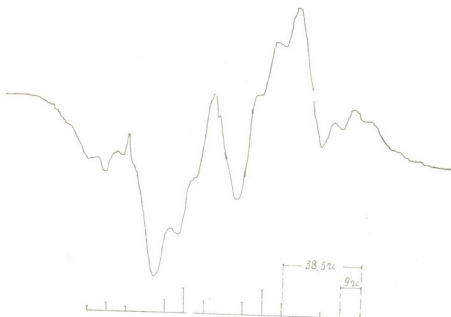


Рис. 1. Спектр ЭПР декалина,  $\gamma$ -облученного дозой 30 Мрад при 77°K

Декалин может существовать в виде двух устойчивых геометрически измеренных форм цис- и транс-декалинов. Установлено, что в обоих случаях бициклическая система состоит из двух циклов циклогексана в конформации кресла и что транс-изомер несколько более устойчив, чем цис [5].

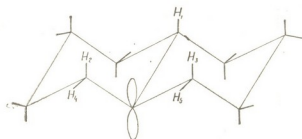


Рис. 2. Радикал бицикло-[4, 4, 0]-децил-1, полученный при облучении транс-декалина

Радикал бицикло-[4,4,0]-децил-1, образованный из транс-декалина, показан на рис. 2. Из пяти  $\beta$ -протонов, с которыми взаимодействует неспаренный электрон, три —  $H_1$ ,  $H_2$  и  $H_3$  аксиальны по отношению к каждому из колец, а два —  $H_4$  и  $H_5$  — экваториальны. Становится ясным, что квадруплет в спектре ЭПР обусловлен аксиальными протонами ( $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 38,5$  гс), а расщепление каждого компонента квадруплета на триплет — экваториальными ( $\alpha_4 = \alpha_5 = 9$  гс). В аналогичном радикале, образованном из цис-изомера, неспаренный электрон будет взаимодействовать с двумя аксиальными и тремя экваториальными протонами, в результате чего будет наблю-



даться триплет квадруплетов. Не исключена возможность, что при отсутствии некоторого количества таких радикалов является дополнительной причиной не очень хорошего разрешения спектра ЭПР.

Используя известную формулу Макконнела в виде  $a_{\beta} = V_3 \rho_{\alpha} \cos^2 \Theta$  [1], из измеренных констант расщепления (38,5 и 9 гс) находим, что ось неспаренного электрона с аксиальными связями С—Н составляет угол  $\Theta_1 = 1^\circ$ , а с экваториальными — угол  $\Theta_2 = 61^\circ$ . Значение величины  $V_3 \rho_{\alpha}$  получается равным 38,5 гс. Для третичного атома углерода плотность неспаренного электрона  $\rho_{\alpha}$  равна 0,69 [6] и, следовательно,  $V_3 = 56$  гс, что хорошо согласуется с принятыми в литературе значениями для  $V_3$ .

Таким образом, рассмотренный спектр ЭПР показывает, что при облучении твердого декалина наблюдается преимущественный отрыв атома водорода от третичного атома углерода.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической  
химии и электрохимии

Тбилисский государственный  
педагогический институт  
им. А. С. Пушкина

(Поступило 21.9.1973)

ფიზიკური ქიმია

ა. ბიჭიაშვილი, ნ. ცომაია, ნ. ნანობაშვილი

დასახელებული მუშარი ღრკალინის მპრ სპექტრის შესახებ

რეზიუმე

მყარი დეკალინის 30 მეგარადი დოზით დასხივებისას 77°K-ზე მიღებულია მპრ სპექტრი, რომელიც შეიცავს 12 ხაზს. ეს სპექტრი მიეწერება ბიციკლო-[4, 4, 0]-დეცილ-1 რადიკალს, რომელიც წარმოიქმნება წყალბადის ატომის მოწყვეტით მესამადი ნახშირბადიდან ტრანს-დეკალინში. გაუწყვილებელი ელექტრონი ურთიერთქმედებს სამ აქსიალურ და ორ ეკვატორიალურ პროტონთან შესაბამისად 38,5 და 9 გს გახლეჩვის მუდმივებით.

PHYSICAL CHEMISTRY

A. D. BICHIASHVILI, N. N. TSOMAIA, H. M. NANOBASHVILI

ON THE ESR SPECTRUM OF IRRADIATED SOLID DECALIN

Summary

An ESR spectrum consisting of 12 lines has been obtained by irradiation of solid decalin at 77°K with the dose of 30 Mrad. This spectrum has been assigned to bicyclo-[4, 4, 0]-decyl-1 radicals formed from trans-decalin by the abstraction of the hydrogen atom from the tertiary atom of carbon. Unpaired electron interacts with three axial and two equatorial protons with splitting constants 38.5 and 9 G respectively.





ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Я. Пшежецкий, А. Г. Котов, В. К. Миличук, В. А. Рогинский, В. И. Тупиков. ЭПР свободных радикалов в радиационной химии. М., 1972.
2. Н. Я. Бубен, Ю. Н. Молин и др. ДАН СССР, 152, 1963, 352.
3. R. W. Fessenden, R. H. Schuller. J. Chem. Phys., 39, 1963, 2147.
4. T. Ohmae, S. Ohnishi, K. Kuwata, H. Sakurai, I. Nitta. Bull. Chem. Soc. Japan, 40, 1967, 225.
5. К. Райд. Курс физической органической химии. М., 1972, 81.
6. H. Ben Jemia, R. Reibore. J. Chem. Phys., 18, 1951, 305.



Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), С. Н. БАСМАНОВА,  
 Дж. А. МЕТРЕВЕЛИ

### ЭЛЕКТРОЛИЗ ПРИ КОНТРОЛИРУЕМОМ ПОТЕНЦИАЛЕ В СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРАХ МАРГАНЦА

Практическое осуществление процессов тонкого разделения металлов электрохимическим методом стало возможным лишь после создания приборов, надежно стабилизирующих потенциал рабочего электрода [1]. Потенциостатический электролиз обеспечивает не только селективность, но и наибольший возможный при данных экспериментальных условиях ток электролиза [2]. В литературе имеются некоторые данные о поляризации электродов в растворах, связанных с получением марганца электролизом [3].

Целью настоящего исследования было установление фактической зависимости потенциал — ток со временем и определение процессов, происходящих при различных потенциалах как для чистых растворов марганца, так и для растворов, содержащих примеси никеля и кобальта.

В качестве исходного электролита применялся раствор, содержащий 39 г/л марганца и 150 г/л сернистого аммония, в который были добавлены примеси, обычно присутствующие в заводских растворах, полученных после выщелачивания марганцевой руды: Ni — 0,044 г/л, Со — 0,00176 г/л. Все измерения проводились при комнатной температуре и  $pH_{исх} = 7$ . Продолжительность опыта составляла 3 часа. Использовался потенциостат типа П-5827.

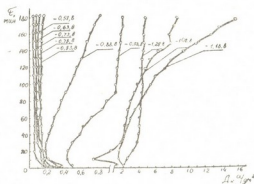


Рис. 1. Потенциостатическое исследование зависимости  $D_k-t$  в чистых сернокислых растворах марганца, содержащих 39 г/л Mn и 150 г.л. сульфата аммония

На рис. 1 представлены кривые зависимости ток — время при заданных потенциалах для чистых растворов марганца. На всех кривых замечается несколько более высокий начальный ток, чем это предсказывается теорией, что является результатом эффекта заряжения [1].

В чистом растворе возможен разряд ионов водорода и марганца, однако при потенциалах до  $-0,83$  в выделяется только водород. Разряд ионов водорода начинается после того, как поверхность электрода зарядится до определенной величины. Чем выше потенциал, тем соответственно меньше время затрачивается на заряд поверхности. До  $-0,83$  в кривые идут вертикально вверх и характеризуют стабилизированный



процесс выделения водорода, при котором скорость подвода водорода к поверхности электрода обеспечивает нормальный разряд их и исключает концентрационную поляризацию.

С повышением потенциала (от  $-0,88$  в и выше) кривые становятся несколько наклоннее. Никакие примеси специально в раствор не вводились, однако после опытов при потенциалах от  $-0,88$  до  $-1,18$  в на катоде были обнаружены черные тонкие слои осадка. Возможно, что в электролите присутствовали неконтролируемые микропримеси, разряд которых стал возможен при исследуемых потенциалах. При потенциале  $-1,18$  в отложение на катоде черного цвета, а при потенциале  $-1,28$  в и токе порядка  $4-5$  а/дм<sup>2</sup> получается светлый пластичный марганец. По-видимому, в этих условиях произошло перераспределение энергетических возможностей разряда ионов. Выделение микропримесей было подавлено за счет увеличения перенапряжения для их выделения, одновременно резко повысилось перенапряжение для выделения водорода и стал возможным разряд марганца в виде плотного пластичного металла.

На рис. 2 представлены зависимости ток — время для сернокислых растворов марганца, содержащих примеси никеля и кобальта. При ма-

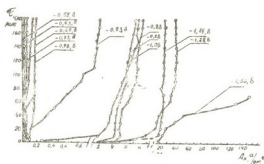


Рис. 2. Потенциостатическое исследование зависимости  $D_k-t$  в растворах сернокислого марганца, содержащих 39 г/л Mn, 1Е0 г/л сульфата аммония, 0,044 г/л никеля и 0,00175 г/л кобальта

лых потенциалах кривые идут вертикально вверх, процесс стабилизирован. До потенциала  $-0,83$  в на катоде отлагаются никель и кобальт

Зависимость состава катодного отложения от потенциала электрода

№ п/п	φ, в вод. шк.	Со	Ni	Mn	Примечание
		Д	Д	КМnO <sub>4</sub> , мл	
1	$-0,58$	0,0098	0,025	0	Осадок серого цвета
2	$-0,63$	0,0100	0,025	0	"
3	$-0,68$	0,020	0,045	0	"
4	$-0,73$	0,055	0,055	0	"
5	$-0,78$	0,045	0,030	0	"
6	$-0,83$	0,130	0,098	0	"
7	$-0,88$	0,030	0,061	0	Осадок черного цвета
8	$-0,98$	0,041	0,050	0	"
9	$-1,08$	0,044	0,040	0	"
10	$-1,18$	0,075	0,030	0	"
11	$-1,28$	0,071	0,120	0	"
12	$-1,38$	0,330	0,278	5,2	"

в виде серого осадка. Начиная с потенциала  $-0,88$  в цвет осадка меняется до черного. Это указывает на то, что те неконтролируемые микропримеси, характерное поведение которых проявлялось при исследо-

ვანი чистых растворов, при соответствующих потенциалах ведут себя так же в растворах, содержащих никель и кобальт.

В таблице представлены результаты полуколичественного анализа катодных отложений, полученных из растворов серникислого марганца, содержащих примеси.

Анализ катодных отложений на наличие никеля и кобальта проводился на фотоэлектроколориметре типа ФЭК-М по относительному изменению оптической плотности растворов, полученных после растворения осадков в азотной кислоте.

Из таблицы видно, что с увеличением потенциала от  $-0,58$  до  $-0,83$  в содержание кобальта и никеля в катодном отложении растет, но начиная с  $-0,88$  в уменьшается и осадок чернеет. Этот потенциал соответствует тому значению его, при котором из чистых растворов замечено выделение неконтролируемых примесей черного цвета. До потенциала  $-1,38$  в марганца в осадках не было обнаружено. Но это не доказывает того, что марганец вообще не выделялся. При внимательном визуальном наблюдении за процессом было замечено, что марганец достаточно интенсивно выделялся на электроде, однако процесс его выделения сопровождался процессом обратного растворения, происходившим с большой скоростью.

Согласно данным таблицы, при потенциале  $-1,28$  в марганец не отлагается. При потенциале  $-1,38$  в в осадке обнаружен марганец. По имеющимся в нашем распоряжении результатам экспериментального материала трудно решить, при какой именно плотности тока (при  $\varphi = -1,38$  в) стало возможным реальное получение осадка. Если при потенциале  $-1,28$  в марганца на катоде не было (это плотность тока порядка  $35-40$  а/дм<sup>2</sup>), то, очевидно, лишь после  $40$  а/дм<sup>2</sup> при потенциале  $-1,38$  в интенсивное выделение марганца на катоде подавило силу его обратного растворения и стало возможным одновременное получение на катоде никеля, кобальта и марганца.

Проведенная работа показала, что при электролизе с контролируемым потенциалом в серникислых растворах марганца строго разграничиваются процессы электрокристаллизации тех или иных ионов, присутствующих в растворе, что создает условия для возможности электрохимической очистки раствора при заданном потенциале.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 4.10.1973)

ელექტროქიმია

რ. აბლაძი (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),  
ს. ბასმანოვა, ჯ. მიტროპოლი

მანგანუმის სულფატის ელექტროლიზი  
კონტროლირებადი პოტენციალისას

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია მანგანუმის სულფატის ელექტროლიზი კონტროლირებადი პოტენციალის დროს. ხსნარში არსებული მეტალ-მინარეგების ამა თუ იმ იონების ელექტროკრისტალიზაციის პროცესები მკაცრად განცალკევებულია. რაც მიწოდებული პოტენციალის დროს ხსნარის ელექტროქიმიური გაწმენდის შესაძლებლობას ქმნის.

R. I. AGLADZE, S. N. BASMANOVA, J. A. METREVELI

ELECTROLYSIS OF MANGANESE SULPHATE SOLUTIONS AT  
CONTROLLED POTENTIALS

## Summary

During electrolysis of manganese sulphate solutions at controlled potentials processes of electrocrystallization of separate ions are strictly differentiated, these ions being contained as metallic impurities in the solution. Therefore electrochemical purification of the solutions may well be performed at a given potential.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Речиц. Электроанализ при контролируемом потенциале. Л., 1967.
2. О. З. Врунec. Z. angew. Chem., 24, 1993, 1911.
3. P. И. Агладзе, Н. Т. Гофман, М. И. Курашвили. Электрохимия марганца, т. III. Тбилиси, 1967, 40.

Н. И. ПИРЦХАЛАВА, В. М. ЦЕНТОВСКИЙ, З. И. МАЧАИДЗЕ

## ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ ГАЛОГЕНИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОПАНОЛЕ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 17.10.1973)

Значительный интерес к исследованию неводных растворов электролитов обусловлен широкими возможностями варьирования химической природы как растворителя, так и растворенного вещества (электролита). Следует особо выделить растворители с диэлектрической постоянной от 20 до 40. Эти растворители обладают достаточно высокой ДП, чтобы обеспечить практически полную диссоциацию электролита.

Можно отметить многочисленные исследования по электропроводности растворов галогенидов щелочных металлов в ацетоне [1, 2], метаноле [3, 4], этаноле [4, 5], бутаноле и других спиртах [6—8], диметилформамиде [9, 10], диметилсульфоксиде [11—13], но электропроводность растворов этих солей в пропаноле изучена недостаточно [4, 14—19].

Пропанол обладает достаточно высокой растворяющей способностью по отношению к галогенидам щелочных металлов. Для нашего исследования были выбраны хлорид, бромид и иодид лития, бромид и иодид натрия и иодид калия, что позволило провести сопоставление как в ряду катионов, так и в ряду анионов. Галогениды цезия и рубидия оказались в пропаноле нерастворимыми.

Электропроводность измерялась на установке, собранной по мостовой схеме. Источником напряжения служил звуковой генератор марки ЗГ-2А, нуль-инструментом — электроннолучевой осциллограф ЭО-5. Использовали ячейку с электродами из черневой платины с константой 0,313 при 20°C. Исследуемые соли марки ч.д.а. дважды перекристаллизовывались из бидистиллята и сушились до постоянного веса. Растворитель очищался по описанной методике [20]. Измерению подвергались свежеприготовленные растворы. Навеска соли растворялась в 100 мл растворителя в градуированной мерной колбе. Все последующие концентрации достигались путем разбавления. Измерения проводились в водяном термостате с точностью  $20^{\circ} \pm 0,02^{\circ}$ .

Полученные значения эквивалентной электропроводности представлены в табл. 1. Как видно, электропроводность растет в ряду  $\text{LiCl} \rightarrow \text{LiBr} \rightarrow \text{LiI} \rightarrow \text{NaBr} \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{KJ}$ .

Зависимость  $\lambda - \sqrt{c}$  в области концентрации от 0,01 до 0,000625 г-экв/л является линейной, что позволяет определить величину 40. „მეცნიერება“, ტ. 73, № 3, 1974

Таблица 1

Эквивалентная электропроводность растворов галогенидов щелочных металлов в пропаноле

С · 10 <sup>4</sup> , Н. г-экв/л	$\lambda$ Ом <sup>-1</sup> -экв. <sup>-1</sup> ·см <sup>2</sup>					
	LiCl	LiBr	LiJ	NaBr	NaJ	KJ
100	6,53	9,14	10,43	(7,82)	13,34	(10,87)
50	7,54	11,24	11,32	12,52	15,40	15,98
25	9,16	11,76	13,88	14,48	16,24	16,68
12,5	10,72	13,28	15,44	15,28	18,64	18,80
6,25	11,68	14,24	15,68	18,24	21,44	21,60

предельной эквивалентной электропроводности  $\lambda_0$  и онзагеровский наклон  $S_{\text{эксп}}$ . Полученные значения приведены в табл. 2. В этой же таблице даны величины отклонений наклона прямых в координатах  $\lambda - \sqrt{c}$  от рассчитанного по уравнению  $S_{\text{теор}} = \alpha\lambda_0 + \beta$ . Как известно, это отклонение отражает наличие ассоциированных ионов в ионной паре. Поэтому данные электролиты могут быть отнесены к слабоассоциированным.

Таблица 2

Значение предельной эквивалентной электропроводности и радиуса ионов в пропаноле

Соль	$\lambda_0$	$S_{\text{эксп}}$	$S_{\text{теор}}$	Отклоне- ние, %	$\lambda_0^+$	$\lambda_0^-$	$r_s^+ \text{Å}^0$	$r_s^- \text{Å}^0$	$r_s^+ + r_s^-$	$r^+ \text{кр} \text{Å}^0$	$r^- \text{кр} \text{Å}^0$	$r^+ \text{кр} + r^- \text{кр}$	$\lambda_0^+ \cdot \eta$	$\lambda_0^- \cdot \eta$
LiCl	14,1	96,80	70,14	38,02	5,14	8,96	7,13	4,06	11,19	0,70	1,81	2,51	0,1156	0,2020
LiBr	15,9	70,53	73,10	3,5 (-)	5,42	10,48	6,72	3,47	10,19	0,70	1,96	2,66	0,1219	0,2358
LiJ	17,5	71,42	75,77	5,7 (-)	5,66	11,84	6,45	3,08	9,53	0,70	2,20	2,90	0,1273	0,2664
NaBr	21,6	143,12	82,62	74,4	11,12	10,48	3,28	3,47	6,75	0,97	1,96	2,93	0,2502	0,2358
NaJ	22,3	91,17	83,79	8,80	10,46	11,84	3,48	3,08	6,56	0,97	2,20	3,17	0,2353	0,2664
KJ	25,5	162,24	89,13	82,2	13,66	11,84	2,67	3,08	5,75	1,33	2,20	3,53	0,3073	0,2664

По полученным значениям  $\lambda_0$  солей рассчитаны  $\lambda_0^\pm$  ионов. С использованием литературных значений  $\lambda_0^-$  анионов в пропаноле [21] по правилу Вальдена рассчитаны  $\lambda_0^+$  для 20°C:

$$(\lambda_0^- \cdot \eta)_{25^\circ\text{C}} = (\lambda_0^+ \cdot \eta)_{25^\circ\text{C}}$$

$\lambda_0^+$  катионов рассчитаны согласно правилу  $\lambda_0 = \lambda_0^+ + \lambda_0^-$ . Эти значения использовались для определения радиуса ионов по Стюксу:

$$r_s^\pm = \frac{0,820}{\lambda_0^\pm \cdot \eta} \text{Å}^0.$$

Как и ожидалось, катион с большим кристаллографическим радиусом имеет меньший стоковский радиус.

Тбилисский государственный университет      Казанский химико-технологический институт  
им. С. М. Кирова

(Поступило 19.10.1973)

ელექტროქიმია

ნ. ფირცხალავა, ვ. ტენტოვსკი, ზ. მაჩაიძე

ტუტე მეტალების ჰალოგენიდების ელექტროგამტარობის  
პროპანოლში

რეზიუმე

ტუტე მეტალების ჰალოგენიდების ელექტროგამტარობის დამოკიდებულებით კონცენტრაციაზე დადგენილია, რომ პროპანოლში ისინი მცირედ ასოცირებული ელექტროლიტებია.

გამოთვლილია ზღვრული ეკვივალენტური ელექტროგამტარობის სიდიდე —  $\lambda_0$ , იონთა ძვრადობები —  $\lambda_0^\pm$ , ვალდენ-პისარჟევსკის ნამრავლი იონებისათვის —  $\lambda_0^\pm \cdot \eta$ , და იონური რადიუსები სტოქსის მიხედვით  $r_s^\pm$ .

ELECTROCHEMISTRY

N. I. PIRTSKHALAVA, V. M. TSENTOVSKI, Z. I. MACHAIDZE

CONDUCTIVITY OF THE ALKALI METAL HALOGENIDE  
SOLUTIONS IN PROPANOL

Summary

A study of the dependence between the conductivity and concentration of the alkali metal halogenide solutions in propanol shows that they are weakly associated electrolytes. The values of  $\lambda_0$ ,  $\lambda_0^\pm$ ,  $\lambda_0^\pm \cdot \eta$  and  $S_{exp}$  and the ion radii  $r_s^\pm$  according to Stokes have been calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. G. Savedoff. J. Am. Chem. Soc., 88, 1966, 664.
2. M. B. Reynolds, C. A. Kraus. J. Am. Chem. Soc., 70, 1948, 1711.
3. R. L. Kay. J. Am. Chem. Soc., 82, 1960, 2099.
4. R. E. Jervis, D. R. Muir, J. P. Rutler, A. R. Gordon. J. Am. Chem. Soc., 75, 1953, 2855.
5. А. М. Шкодин. ЖФХ, 34, 1960, 1631.
6. А. М. Шкодин, А. П. Садовнича, С. Г. Росенко. Электрохимия, 7, 1971, 51.
7. А. М. Шкодин, А. П. Садовнича, В. А. Подолянко. Электрохимия, 4, 1968, 718.



8. А. П. Садовнича, С. Г. Росенко, А. М. Шкодин, А. К. Борозенец, З. А. Гридина. Вестник Харьк. ун-та, 46, 1970, 27.
9. С. Lossigue, P. Voine. J. Phys. Chem., 75, 1971, 3188.
10. D. J. G. Ives, P. G. N. Mosely. J. Phys. Chem., 72, 1968, 2066.
11. С. Atlani. J. Chim. Phys. et Phys. Chm. Biol., 66, 1969, 180.
12. D. J. G. Ives, P. G. N. Mosely. Trans. Faraday Soc., 67, 1967, 2758.
13. R. L. Amscy. J. Phys. Chem., 72, 1968, 3358.
14. А. З. Голик, Г. А. Алланазаров, П. Ф. Чолпан. Изв. АН Туркм. ССР, сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, 4, 1969, 112.
15. А. М. Шкодин, В. А. Подоляно. Укр. хим. ж. 36, 1970, 449.
16. В. Ф. Новорка, J. C. Simms. J. Am. Chem. Soc., 59, 1937, 92.
17. M. Goffredi, T. Shedlowsky. J. Phys. Chem., 71, 1967, 2176.
18. T. A. Gover, P. G. Sears. J. Phys. Chem., 60, 1956, 330.
19. И. И. Лонкевич. Труды Ленингр. техн. ин-та целлюлозно-бумажной промышленности, 24, 1969, 53.
20. А. Вайсбергер, Э. Проскауер, Дж. Риддик, Э. Тупс. Органические растворители. М., 1958.
21. D. F. Evans, P. Gardon. J. Phys. Chem., 72, 1968, 3281.



Л. И. МАРУАШВИЛИ

## О КЛАССИФИКАЦИИ СПЕЛЕОМОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ СРЕДНЕГО И НИЗШЕГО РАНГОВ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 19.11.1973)

В результате обсуждения проблемы спелеоморфогенетических циклов и их стадий [1—8] контуры решения этой проблемы начали уже вырисовываться. Однако предлагавшиеся общие схемы большого, среднего и малого циклов [5] и составных стадий последнего из них [1—4, 6, 7] предостит еще переработать. В данной статье рассматривается вопрос о типологической классификации среднего и малого спелеоморфогенетических циклов в зависимости от их хода и морфологического выражения, обусловливаемых геологической структурой карстовых массивов, неотектоническим режимом и общей геоморфологической обстановкой пещерообразования. Основной недостаток ранее выдвигавшихся схем заключается именно в том, что они стремятся охватить все наблюдаемые в природе пещеры и их системы единственным, универсальным стандартом, не отражая их морфологического многообразия.

Средний спелеоморфогенетический цикл был выделен нами [5] и определен как процесс формирования карстовым водотоком многоярусной системы пещер. Но многоярусные пещерные системы образуются далеко не везде. Если в самом начале среднего цикла карстовый дренаж осуществляется непосредственно над водоупорной толщей, подстилающей толщу растворимых пород, новые ярусы не могут возникнуть<sup>1</sup>. В таких условиях средний цикл создает единственную пещеру, срок существования которой может совпасть с продолжительностью среднего цикла.

Малый спелеоморфогенетический цикл (развитие и деградация отдельной пещеры) был подразделен на три эпохи — фреатическую, вадозную и сухую [6, 8], в которые группируются выделенные Г. А. М. А. Ксеновичем [1, 2] и нами [4, 7] семь стадий — трещинная, щелевая и каналовая; воклюзовая и водно-галерейная; сухо-галерейная и гротоканерная. При этом мы исходили из понимания среднего спелеоморфогенетического цикла как процесса формирования многоярусных пещерных систем. Поскольку, как мы видели выше, такие системы чужды карстовым массивам с высоким (неглубоким) залеганием водоупорного основания, следует рассмотреть течение малого цикла в тех случаях, когда карстовый водоток не может смещаться вниз и создавать многоярусную пещерную систему.

Ясно, что в условиях, когда водоток лишен возможности реагировать (смещением книзу) на углубление речных долин, вызванное снижением базисного уровня или тектоническим поднятием, вода будет

<sup>1</sup> Исключая те редкие случаи, когда пещерный водоток своей эрозионной работой пропиливает тонкий водоупорный слой и углубляется в нижерасположенную карстующуюся формацию.



продолжать течь по данной пещере (если только она не будет перехвачена другой пещерой или речной долиной) до самого окончания среднего цикла, т. е. до пенеппенизации карстового массива или захвата последнего морской трансгрессией. Если это так, то из малого спелеоморфогенетического цикла выпадут: одна эпоха (сухая) и две стадии (сухо-галерейная и грото-камерная). Весь цикл будет состоять из двух (фреатической и вадозной) эпох и пяти (трещинной, щелевой, каналовой, воклюзовой и водногалерейной (исключая периодически-поточную субстадию) стадий нашей схемы с добавлением в некоторых случаях стадии каньона обрушивания, выделенной Г. А. Максимовичем [3] для неглубоко залеженных пещер.

Таким образом, спелеоморфогенетические циклы среднего и низшего рангов протекают в разных регионах неодинаково и получают различное морфологическое выражение в зависимости от геологической структуры и ее соотношения с рельефом. Следует различать:

1. Полный спелеоморфогенетический цикл среднего ранга, выраженный многоярусной пещерной системой. Последняя в настоящее время может быть либо неоконченной, продолжающей свое развитие (Цухватская и Воронцовская системы на Кавказе), либо законченной, т. е. достигшей водоупорного основания (Красные пещеры в Крыму, Кударо на Кавказе). Количество ярусов и соответствующих им малых циклов, входящих в каждую пещерную систему среднего цикла, меняется от 2 до 12 и, вероятно, более.

2. Неполный спелеоморфогенетический цикл среднего ранга, выраженный единственным пещерным ярусом, разработанным по контакту карстоподверженной толщи с водоупорным фундаментом (Абрскилова пещера в Грузии).

Малый спелеоморфогенетический цикл может быть:

- а) сложным, состоящим из трех эпох и семи стадий (см. выше) или
- б) простым, состоящим из двух эпох и 5—6 стадий.

Полные средние циклы слагаются в основном из сложных (перекрывающих частично друг друга во времени) малых циклов, и лишь последние из входящих в них циклов низшего ранга, соответствующие нижним ярусам систем, бывают выражены простым типом в тех многоярусных группировках пещер, которые опираются не на подверженное карсту основание.

Неполные средние циклы состоят из единственного простого, но длительного малого цикла.

Естественно, что полные средние спелеоморфогенетические циклы и сложные малые циклы более характерны для орогенных зон с их огромными мощностями карбонатных толщ, интенсивными неотектоническими воздыманиями и большой энергией рельефа, благоприятствующими формированию многоярусных пещерных систем, чем для платформенных областей, которые лишены таких условий. И все же многоярусные (до 3—4 ярусов) группировки карстовых пещер встречаются иногда и в приподнятых частях платформ.

Выделенные выше типы средних и малых спелеоморфогенетических циклов могут рассматриваться как нормальные циклы, осуществляющиеся в наиболее благоприятных для пещерообразования геолого-географических условиях. Они не исчерпывают наблюдающегося в природе многообразия спелеоморфогенетических процессов, поскольку множественность пещерообразующих факторов, каждый из которых подчиняется своим собственным закономерностям, обуславливает различные отклонения хода указанных процессов от нормы (преждевременное осушение пещер в результате перехвата карстового водотока

или прекращения жидкого стока при оледенении земной поверхности; преждевременное заполнение пещер натеками, делювием, моренным матерьялом и т. д.). Эти отклонения могут привести к выпадению некоторых стадий из малого цикла (например, осушение пещеры в воклюзовую стадию отсекает от цикла водно-гелерейную и последующие стадии).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти

(Поступило 22.11.1973)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. მარუაშვილი

საშუალო და დაბალი თანრიგის სპელეომორფოგენეტული  
 ციკლების კლასიფიკაციის შესახებ

რეზიუმე

საშუალო თანრიგის სპელეომორფოგენეტული ციკლი ორგვარია:

1. სრული, რომელიც შედგება რამდენიმე (2—12 და მეტი) დაბალი თანრიგის ციკლისაგან და აყალიბებს მრავალსართულიან მღვიმოვნებს. იგი შეიძლება იყოს დაუმთავრებელი (ცუცხვათი, ვორონცოვკა) ან დამთავრებული (კუდარო, ყირიმის წითელი მღვიმე).

2. არასრული, რომელიც შედგება ერთადერთი მცირე ციკლისაგან და ვერ აყალიბებს მრავალსართულიან მღვიმურ სისტემებს.

დაბალი თანრიგის ციკლებიც ორგვარია:

- ა) რთული, რომელიც იყოფა სამ ეპოქად და შვიდ სტადიად.
- ბ) მარტივი (ორი ეპოქა და ხუთი-ექვსი სტადია).

PHYSICAL GEOGRAPHY

L. I. MARUASHVILI

ON THE CLASSIFICATION OF SPELEOMORPHOGENETIC  
 CYCLES OF MEDIUM AND LOWEST RANKS

Summary

Speleomorphogenetic cycle of a medium rank can be: 1. Complete, i. e., consisting of several (from 2 to 12 and more) cycles of the lowest rank and forming a multi-storeyed cave system. A complete cycle can be an unfinished (the Tsutskhvat and Vorontsovka caves) or a finished one (the Kudaro in the Caucasus and Red caves in the Crimea). 2. Incomplete, consisting of a single minor cycle and represented by one cave.

Speleomorphogenetic cycles of the lowest rank are either complex (involving three epochs and seven stages) or simple (involving two epochs and five or six stages).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Максимович. Основы карстоведения, т. I. Пермь, 1963.
2. Г. А. Максимович. "Dritter Internationaler Kongress für Speleologie", Band II. Wien, 1963.
3. Г. А. Максимович. Сб. «Пещеры», вып. 7(8). Пермь, 1969.
4. Л. И. Маруашвили. Тезисы докладов итоговой научной сессии Ин-та географии им. Вахушти АН ГССР. Тбилиси, 1967.
5. Л. И. Маруашвили. Советские географы XXI Международному географическому конгрессу (Нью-Дели, 1968). Тезисы докладов и сообщений, М., 1968.
6. Л. И. Маруашвили. Очерки по физической географии Грузии. Тбилиси, 1969.
7. Л. И. Маруашвили. Сообщения АН ГССР, 59, № 3, 1970.
8. ლ. მარუაშვილი. მდებარეობის საფუძვლები (ზოგადი სპელეოლოგია). თბილისი, 1973.



Г. Ф. ЧЕЛИДЗЕ

## НОВАЯ СХЕМА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПОНТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 28.12.1973)

Уртийская фауна, открытая в полосе антиклинали Урта, в окрестностях с. Бия, со многими паннионско-дакийскими видами, чуждыми, как ранее казалось, понтическим отложениям Эвксинского бассейна, дает ценную информацию для решения многих вопросов при изучении солоноватоводных понтических отложений Эвксинского бассейна.

Одним из наиболее существенных в этом отношении является вопрос о подразделении понтических отложений и их сопоставлении с синхронными отложениями соседних с Грузией областей Юга СССР.

По схеме МСК СССР понтические отложения Эвксинского бассейна подразделяются на нижний понт, горизонт с *Congeria subrhomboidea* и босфорский подъярус. Мы считаем, что нижний понт, условно, до рассмотрения этого вопроса на Сессии МСК, можно назвать одесским, так как одесские известняки по фаунистическому составу соответствуют VII и VI горизонтам Керченского разреза. Горизонт с *Congeria subrhomboidea* мы [1] назвали еникальским, в результате чего схема подразделения понтических отложений Эвксинского бассейна выглядит так:

Таблица 1  
 Схема подразделения понтических отложений  
 Эвксинского бассейна

Ярус	Подъярусы
Понтический	Босфорский
	Еникальский
	Одесский

Эта схема широко применялась к понтическим отложениям Западной Грузии, но после открытия уртийских слоев с паннионско-дакийской фауной применение ее связано с серьезными затруднениями.

Не касаясь истории этого вопроса, отметим, что недавно нами [2] была доказана идентичность уртийских и портаферских фаун, а И. Г. Тактакишвили [3] описал разрез, по которому уртийские слои с портаферской фауной оказались моложе слоев с *Congeria subrhomboidea*. Несмотря на такое стратиграфическое положение уртийских



слоев, И. Г. Тактакишвили (там же) синхронизировал его со слоями с *Congeria subrhomboidea* и средний понт назвал портафернием. Мы [1] предложили новую схему подразделения понта, где средний понт был назван колхидским подъярусом с подразделением его на еникальские (нижние) и портаферские (верхние) слои, а в последующей нашей работе [4] колхидский (одишский) подъярус понта Западной Грузии был синхронизирован с еникальскими слоями и с нижней частью босфорского подъяруса Керченского и Таманского п-вов.

В настоящее время после более глубокого анализа всех существующих материалов по понтическим отложениям Эвксинского и Дакийского бассейнов, мы пришли к выводу, что предложенная нами схема подразделения понтических отложений Западной Грузии и их сопоставления с синхронными отложениями соседних с Грузией областей Юга СССР требуют дальнейшего уточнения.

Учитывая, что фауна уртийских слоев и фауна слоев с *Congeria subrhomboidea* более или менее тесно связаны между собой, что уртийские и «субромбондные» времена отражают определенный этап в развитии Эвксинского бассейна и населяющей его фауны и что второй проход фауны из Пашонского и Дакийского бассейнов и Эгеи падает на среднепонтическое время, мы пришли к выводу, что портаферскому времени в Колхидском заливе соответствует время накопления горизонта с *Congeria subrhomboidea* и уртийских слоев, но, ввиду несоответствия «слоев с конгерия субромбондеа» Колхидского залива еникальскому подъярусу Керченского и Таманского п-вов, мы эти отложения называем кулисцкальскими. Стратотипическим разрезом для них мы подразумеваем разрез «слоев с конгерия субромбондеа» по р. Кулисцкали, описанный И. Г. Тактакишвили [5].

Итак, солоноватоводные понтические отложения Грузии мы подразделяем на одесский (нижний), портаферский (средний) и босфорский (верхний) подъярусы, а портаферский подъярус — на кулисцкальские и уртийские слои (табл. 2).

Таблица 2

Схема подразделения солноватоводных понтических отложений Западной Грузии

Ярус	Подъярусы	Слои
Понтический	Босфорский (верхний)	
	Портаферский (средний)	Уртийские
		Кулисцкальские
Одесский (нижний)		

Как указывалось выше, И. Г. Тактакишвили средний понт Западной Грузии также называет портафернием, синхронизируя уртийские (бийские) слои со «слоями с конгерия субромбондеа», хотя в этой же работе автор допускает соответствие портаферния не только среднепонтическим отложениям (т. е. еникальским подъярусом), но и нижним горизонтам босфорского подъяруса Эвксинского бассейна.

Предложенную нами схему подразделения понта Грузии можно использовать для сравнительно мелководных отложений, относя неболь-



шую пачку слоев, залегающих выше кулисцкальских отложений, к уртийским в тех случаях, когда уртийская фауна отсутствует, а в случае более глубоководных фаций, представленных в основном валенциенин-усовыми глинами, портаферский подъярус приходится выделять условно, до установления других критерием.

Переходя к вопросу корреляции понтических отложений Западной Грузии с понтическими отложениями Керченского и Таманского п-вов и Кубани, можно сказать, что параллелизация одесского (нижнего) и босфорского (верхнего) подъярусов Грузии с соответствующими отложениями Керченского и Таманского п-вов и Кубани, несмотря на определенное своеобразие моллюсковой фауны этих субпровинций, особых затруднений не встречает. Труднее обстоит дело с параллелизацией портаферских отложений Колхидского залива с синхронными отложениями Керченско-Таманской и Кубанской областей.

П. М. Стеванович, впервые установивший портаферский подъярус в Паннонском и Дакийском бассейнах, в последней своей работе [6] параллелизовал его со слоями с *Congerina subrhomboidea* (т. е. еникальским подъярусом) и IV горизонтом босфорских отложений Эвксинского бассейна, а А. Г. Эберзин считал, что портаферий соответствует только слоям с *Congerina subrhomboidea*. И. Г. Тактакишвили придерживается мнения П. М. Стевановича.

В результате изучения портаферских отложений Колхидского залива можно прийти к выводу, что портаферий Колхиды соответствует еникальским отложениям Керченского и Таманского п-вов и Кубани (табл. 3).

Таблица 3

Схема сопоставления понтических отложений Западной Грузии, Керченского и Таманского п-вов, Кубани и Восточного Азербайджана

Эвксинский бассейн			Каспийский бассейн			
Западная Грузия		Керчь, Тамань, Кубань	Восточный Азербайджан			
Киммерийский ярус			Продуктивная серия			
Понтический ярус	Босфорский подъярус		Бабаджанский горизонт			
	Портаферский подъярус	<table border="1"> <tr> <td>Уртийские слои</td> <td rowspan="2">Еникальский подъярус</td> </tr> <tr> <td>Кулисцкальские слои</td> </tr> </table>	Уртийские слои	Еникальский подъярус	Кулисцкальские слои	Шемахинский горизонт
	Уртийские слои	Еникальский подъярус				
Кулисцкальские слои						
Одесский подъярус						

В этой же таблице дается сопоставление понтических отложений Эвксинского и Каспийского бассейнов.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 28.12.1973)



გ. ზელიძე

 დასავლეთ საქართველოს პონტიური ნალექების  
 დანაწილების ახალი სქემა

რეზიუმე

ევქსინური და დაკიური აუზების პონტიური ნალექების შესახებ არსებულ მასალების უფრო დეტალური შესწავლის შედეგად ავტორი მივიდა დასკვნამდე, რომ კოლხეთის უბის პონტიური ნალექები შეიძლება დანაწილდეს ოდესურ (ქვედა) პორტაფერულ (შუა) და ბოსფორულ (ზედა) ქვესართულებად. პორტაფერული თავისთავად იყოფა ყულისწყლისა და ურთის შრეებად. კოლხეთის პორტაფერული ნალექები შეესაბამება ქერჩის, ტამანისა და ყუბანის ენიკალურ ქვესართულს.

GEOLOGY

G. F. TCHELIDZE

 A NEW DIVISION SCHEME FOR THE PONTIAN DEPOSITS  
 OF WESTERN GEORGIA

Summary

On the basis of more detailed analysis of the available data on the Pontian deposits of the Euxinian and Dacian basins, the author concludes that the Pontian of the Kolkheti basin can be divided into Odessian (lower), Portaferran (middle) and Bosphorian (upper) substages. The Portaferran itself can be subdivided into Kulistskhalian and Urthian strata. The Portaferran deposits of Kolkheti correspond to the Kerchian, Tamanian and Kubanian Enikalian substages.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 64, № 2, 1971.
2. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 58, № 3, 1970.
3. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1970.
4. Г. Ф. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.
5. И. Г. Тактакишвили. Фауна кайнозоя Грузии и ее геонисторическое значение. Тбилиси, 1967.
6. П. М. Стеванович. Коллоквиум по неогену. Материалы пленарных заседаний и по секциям. Будапешт, 1969.



Б. З. ЗАУТАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ ОБ АККУМУЛЯЦИИ МАРГАНЦА В РАЙОНЕ УСТЬЯ р. РИОНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 12.10.1973)

Вопрос о возможности возникновения высоких концентраций марганца в прибрежной части Черного моря (у устья р. Риони) является интересным как с теоретической, так и с практической точек зрения.

В водосборном бассейне р. Риони на расстоянии 150 км от ее устья имеется известное Чиатурское месторождение марганца, которое в своем современном виде представляет собой рудную площадь, подвергшуюся сильным изменениям.

По данным многих исследователей [1—3], с юго-запада месторождение обрезаю Главным сбросом северо-западного простирания, к югу от которого рудоносная свита смыта во время трансгрессии Чокракского моря. За северной окраинной месторождения подстилающая меловая толща приподнята и залегающие на ней третичные толщи вместе с марганцевыми рудами в плиоцене подвергались размыву. В четвертичное время р. Квирила с ее притоками разрезала некогда сплошное рудное поле на отдельные участки — нагорья, при этом дополнительно была смыта масса руды (около 30% всей площади).

К отмеченному надо добавить, что Чиатурское месторождение марганца разрабатывается с 1879 г. В продолжение почти целого столетия, несмотря на усовершенствования методов обогащения, огромное количество марганца сбрасывается со шлаком в р. Квирила. Так, по данным Всесоюзного научно-исследовательского и проектного института «Механобр» в 1962 г. шламы Чиатурской центральной обогатительной фабрики содержали 12—17% марганца. Естественно, что проследивание такого мощного марганцевого потока от месторождения до прибрежной части моря представляет большой интерес.

Для выяснения данного вопроса в 1965—1966 гг. под руководством проф. И. М. Буачидзе проводились работы специальной группой научно-исследовательской лаборатории гидрогеологических и инженерно-геологических проблем ГПИ им. В. И. Ленина. Работы по проследиванию марганца в донных осадках у устья р. Риони производились на экспедиционном судне «Альбатрос». Кроме того, были опробованы подземные воды Чиатурского месторождения марганца и поверхностные воды рр. Квирила и Риони от г. Чиатура до г. Поти на нескольких створах. Химические анализы вод и определение марганца в водах, шламах и взвешях производились химиком И. В. Нанадзе.

Подземные воды Чиатурского марганцевого месторождения представлены грунтовыми и частично напорными (в нижней части) водами олигоценового водоносного горизонта. Водопроницаемость горизонта порово-трещинная, водообильность слабая — 0,1—1 л/сек. Исследования химического состава рудных вод месторождения, отобранных как из водоотливных, так и из капитальных штолен, показало, что из воды



являются преимущественно сульфатно-кальцевыми с минерализацией 0,85—4,23 г/л. Обогащение сульфатом рудных вод (от 300 до 200 мг/л), по-видимому, происходит выщелачиванием гипса и ярозита в глинах майкопской фации [1]. Содержание марганца в этих водах невелико и варьирует в пределах 0,02 — 0,22 мг/л. Такое незначительное содержание марганца в рудничных водах богатого рудника, по-видимому, объясняется малорастворимостью окислов марганца, составляющих основной вещественный состав, слагающий рудоносную толщу и обладающий склонностью к гидролизу марганецсодержащих ионов в данной гидрогеохимической обстановке. Несмотря на это, из рудника в растворенной (ионной) форме выносится около 115 т марганца в год.

Содержание марганца во взвешенных веществах и воде (мг/л) рр. Квирила и Риони

Река, пункт отбора пробы	Среднегодовой сток, м <sup>3</sup> /сек	Содержание марганца, мг/л		Формула химического состава
		во взвешенном веществе	в воде	
Пр. № 323 Квирила (выше г. Чнатура)	14,9	следи	следи	$M_{0,23} \frac{HCO_3 78 SO_4 15}{Ca_{65} (Na+K) 31}$
Пр. № 309 Квирила (ниже г. Чнатура)	21,7	599,2	0,250	$M_{0,41} \frac{HCO_3 73 SO_4 23}{Ca 76 Mg 16}$
Пр. № 321 Квирила (в с. Шорапани)	22,0	311,2	0,030	$M_{0,29} \frac{HCO_3 72 SO_4 21}{Ca 65 (Na+K) 23}$
Пр. № 320 Квирила (ниже с. Симонети)	60,7	151,2	0,550	$M_{0,27} \frac{HCO_3 55 SO_3 25}{Ca 65 (Na+K) 26}$
Пр. № 319 Риони (ниже г. Самтредиа)	122,1	30,5	0,150	$M_{0,17} \frac{HCO_3 74 SO_4 19}{Ca 59 (Na+K) 33}$
Пр. № 315 Риони (выше плотины г. Поти)	412	28,0	0,470	$M_{0,24} \frac{HCO_3 75 SO_4 14}{Ca 63 Mg 19 (Na+K) 17}$

Содержание марганца (см. таблицу) в речной воде по пути ее движения от г. Чнатура до устья р. Риони носит довольно своеобразный характер: во взвесах содержание марганца вначале (у г. Чнатура) очень повышено — достигает 600 мг/л, при этом по пути миграции оно уменьшается постепенно почти в 20 раз (28 мг/л у г. Поти); ионная форма марганца на своем пути, несмотря на увеличение стока к устью реки, сравнительно мало изменяется. При этом содержание марганца в воде у устья р. Риони составляет 0,47 мг/л. Такая зависимость разных миграционных форм марганца, по-видимому, является результатом уменьшения (оседания) по пути движения вод взвешенных веществ и растворения марганцевых минералов. При среднегодовом расходе р. Риони у г. Поти, достигающем 214 м<sup>3</sup>/сек, количество марганца, вно-

симого рекой в море, составляет в ионной форме 6500 т/год, а по взвешенным веществам — 365000 т/год. Следует отметить, что при подсчете воднорастворимых форм марганца не учтены металлоорганические формы, которые, по данным М. А. Глаголевой [4], представляют одну из основных (>50%) воднорастворимых форм марганца. Вышеприведенные данные, которые являются результатом одномерного опробования (сентябрь 1965 г.), хорошо согласуются с данными Г. С. Коновалова и др. [5], проводивших наблюдения в нижней части р. Риони в 1954—1955 гг.

Проведенные исследования содержания марганца в донных отложениях в районе устья р. Риони показали заметное повышение его, варьирующей в пределах 16—148 мг/г, при этом большая густота изотинии марганца и, следовательно, повышенные количества наблюдаются в устьевой части нового русла р. Риони. Содержание марганца в современных донных отложениях у устья старого русла р. Риони сравнительно пониженное и не превышает 50 мг/г.

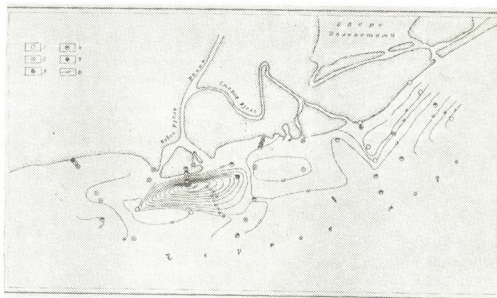


Рис. 1. Распространение марганца в прибрежных отложениях Черного моря (мг/г) в дельте р. Риони: 1—< 20; 2—20—30; 3—30—40; 4—40—60; 5—> 60; 6—изотинии марганца

Из рис. 1 хорошо видно, что содержание марганца в донных осадках уменьшается как в сторону углубления моря, так и в сторону восточного и западного продолжения выявленного участка. Ореол распространения повышенного содержания марганца занимает площадь около 10 км<sup>2</sup>. Содержание марганца в морской воде наддонных осадков этого участка крайне низкое (до 0,02 мг/л). Лишь в прибрежной части у уреза моря отмечается сравнительно повышенное содержание (до 0,3 мг/л). Следовательно, этот участок является самой верхней частью шельфа с максимальной глубиной до 30 м, т. е. хорошо аэрируемой зоной с окислительной обстановкой.

На основании вышеотмеченного и общезвестного соображения [1—9] о геохимии марганцевородного процесса можно заключить, что огромное количество взвешенного материала, который содержит основную часть марганца и вносится р. Риони, осаждается или коагулирует при контакте с морской водой в районе дельты. Учитывая распространение выявленного ореола донных осадков с повышенным содер-

жанием марганца и наблюдаемое их интенсивное накопление на этом участке, можно предположить наличие здесь значительных марганцевых скоплений.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 18.10.1973)

ჰიდროგეოლოგია

ბ. ზაუტაშვილი

მდ. რიონის შესართავის რაიონში მარბანციის  
აკუმულაციის საკითხისათვის

რეზიუმე

მდინარეების ყვირილასა და რიონის წყლებში მარბანციის მიგრაციის, ტრანსფორმაციის და თანამედროვე ზღვიურ ნალექებში მისი აკუმულაციის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება მდ. რიონის დელტის რაიონში მარბანციის შესაძლო მნიშვნელოვანი დაგროვების არსებობაზე.

HYDROGEOLOGY

B. Z. ZAUTASHVILI

CONCERNING THE ACCUMULATION OF MANGANESE IN THE  
AREA OF THE RIONI MOUTH

Summary

The problems of manganese migration and transformation in the surface waters of the Kvirila and the Rioni, as well as that of manganese accumulation in the recent marine sediments within the region of the Rioni mouth, are discussed. The hypothesis is advanced on the occurrence of considerable manganese accumulations in the area in question.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Бетехтин, Г. А. Авалнани, Д. П. Долидзе и др. Чнатурское месторождение марганца. М., 1964.
2. Г. С. Дзоценидзе. Литология и полезные ископаемые, № 1, 1965.
3. Н. М. Страхов, Л. Е. Штеренберг, В. В. Калининко, Е. С. Тихомирова. Геохимия осадочного марганцеворудного процесса. М., 1968.
4. М. А. Глаголева. К познанию диагенеза осадков. М., 1959.
5. Г. С. Коновалов, А. А. Иванова, Т. Х. Колесникова. Геохимия осадочных пород и руд. М., 1968.
6. А. П. Виноградов. Введение в геохимию океана. М., 1967.
7. В. В. Мокиевская. ДАН СССР, 137, № 6, 1961.
8. В. Ф. Севастьянов, И. И. Волков. Литология и полезные ископаемые, № 4, 1965.
9. Б. А. Скопинец, Т. П. Попова. Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 97, 1963.



Г. Д. СУПАТАШВИЛИ, Н. К. КАРСАНИДЗЕ

## О ФОРМАХ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 16.10.1973)

Природные воды являются сложной гетерогенной системой. В водах химические элементы могут находиться в виде ионов, в составе неорганических и органических комплексов, коллоидов и взвесей. Причем эти формы не всегда однородны и некоторые элементы присутствуют в различной степени окисления.

Определение только валового содержания элементов в природных водах не дает полной возможности оценить их био-, гео- и гидрохимические особенности. Поэтому в последнее время в гидрохимической литературе особое внимание уделяется изучению форм нахождения элементов в водах. Путем теоретических расчетов возможно установить концентрацию некоторых форм [1], однако расчеты сложны и ввиду недостатка необходимой информации полученные результаты не всегда достоверны, в связи с чем для решения вопроса прибегают к сложным химико-аналитическим методам.

Нами в пресных поверхностных водах Грузии определено содержание некоторых форм Mn, Ni, Cu, Mo, Pb, Fe (взвеси, коллоиды, ионы, комплексы). Разделение форм микроэлементов проведено по методике В. Я. Еременко [2], а их определение — экстракционно-фотометрическими методами [3]. Параллельные определения микроэлементов проведены в спектральной лаборатории Гидрохимического института г. Новочеркаска. Средняя разница между валовым содержанием микроэлементов и суммой отдельных форм меньше 10%. Некоторые сведения о формах миграции хрома приведены нами в [4].

Наши результаты (табл. 1, 2), в основном сходны с данными, полученными Г. С. Коноваловым [4] и В. Я. Еременко [2] для вод рек европейской территории СССР. Некоторое увеличение содержания микроэлементов в растворе можно объяснить фильтрованием вод через бумажные (синяя лента), а не мембранные фильтры.

Основное количество Ni, Cu, Pb переносится реками Грузии в взвешенном виде. Соотношение концентрации микроэлементов в взвешенном и растворенном виде колеблется в среднем от 2 до 5. Для железа оно гораздо больше — 115. Роль взвешенных веществ в миграции марганца, а особенно молибдена, незначительна. Это требует уточнения.

Концентрация микроэлементов в взвешенных веществах больше, чем соответствующие кларки или их среднее содержание в почвах. В среднем эти величины равны (в %·10<sup>3</sup>): Mn—7,8, Ni—8,2, Cu—10,8, Zn—1,2, Pb—9,1. С увеличением общего содержания в водах взвешенных веществ содержание микроэлементов в них уменьшается. Особенно четкая связь выявлена для никеля, марганца и молибдена. Аналогичная связь была обнаружена и объяснена нами для мышьяка.

Содержание микроэлементов мкг/л в жидкой (ж) и твердой (т) фазах речных вод Грузии

Река—пункт	Дата взятия пробы	pH	$\Sigma$ и	Взвеш. в-ва	Mn		Ni		Ca		Mo		Pb		Fe			
					ж	т	ж	т	ж	т	ж	т	ж	т	ж	т. 10 <sup>3</sup>		
				мг/л														
Рioni—Намохвани	18.4.70	8,14	186	649	16,5	37,2	8,0	—	9,4	81,5	5,2	1,9	—	14,9	22	29,8		
Цхенисцкали—Лентехи	22.4.70	7,95	178	860	28,0	7,6	6,8	31,1	4,6	41,0	4,4	1,9	6,8	59,5	16	12,0		
Цхенисцкали—устье	28.4.70	7,95	176	868	16,5	44,4	4,0	80,0	14,4	100,4	6,8	0,0	14,0	33,5	153	41,6		
Чорохи—Ерге	28.10.69	8,00	149	7,9	59,0	60,3	3,2	34,1	7,0	117,2	1,4	0,0	2,3	30,4	30	5,5		
Чорохи—Ерге	24.4.70	8,20	194	213	16,5	19,3	7,6	29,2	10,0	25,5	6,2	0,0	18,4	14,2	85	4,9		
Нигури—Рухи	18.7.69	7,70	99	158	—	12,8	1,6	14,5	7,0	9,5	10,2	0,0	12,2	9,9	45	4,7		
Кура—Ахалдаба	12.4.70	7,95	150	274	15,0	10,0	3,2	26,8	9,2	25,1	6,7	2,0	8,4	16,4	28	12,6		
Кура—Дзегви	11.3.70	8,06	291	251	16,5	—	6,4	13,0	14,6	10,4	3,0	0,0	20,2	27,0	270	1,0		
Кура—Дзегви	8.4.71	8,17	242	161	—	2,9	8,0	8,1	2,2	23,4	—	9,2	10,4	15,6	230	4,3		
Кура—Шихали	2.5.70	8,25	295	241	—	46,5	9,2	16,1	9,4	41,7	2,0	0,0	—	13,0	48	8,6		
Лиахви—устье	19.4.70	8,20	209	771	26,5	29,8	6,4	23,1	16,4	14,8	5,6	0,0	8,4	15,7	—	19,5		
Лиахви—устье	11.4.71	8,44	322	123	—	15,0	5,1	24,0	1,3	16,7	—	0,0	9,0	10,8	212	2,3		
Ксапи—устье	19.4.70	8,30	188	166	—	21,1	4,0	38,4	10,9	19,1	3,0	0,0	10,4	68,2	100	6,6		
Ксапи—устье	11.4.71	8,39	269	150	—	—	6,4	10,2	2,0	9,1	—	0,0	11,0	11,1	202	1,7		
Арагви—устье	8.4.71	8,17	242	394	1,1	17,5	0,0	16,1	2,0	23,4	0,6	0,0	7,0	36,4	18	2,0		
Иори—Сартчала	28.3.71	8,41	275	137	—	37,9	8,5	0,0	0,0	20,8	—	0,0	10,6	13,7	—	5,1		
Алазани—Кеда	8.10.69	8,25	365	902	9,5	1,3	3,6	40,6	3,2	84,4	3,6	0,0	0,0	60,8	20	2,8		
Алазани—Кеда	6.5.70	8,20	305	317	30,0	10,8	10,8	33,2	8,8	71,1	7,7	0,0	23,2	50,4	28	30,1		
					21,4	23,4	5,7	25,8	7,3	40,8	4,7	0,8	10,8	27,9	94	10,8		

Формы содержания микроэлементов (мкг/л)

Река—пункт	Дата взятия пробы	pH	Σм мг/л	Индекс подвиж	Валовое содержание					Коллоиды					Комплексные анions					Катионы и комплексные катионы				
					Cu	Ni	Zn	Pb	Fe	Cu	Ni	Zn	Pq	Ее	Cu	Ni	Zn	Pb	Fe	Cu	Ni	Zn	Pb	Fe
Кура—Дзегви	13.2.73	8,60	353	C <sub>11</sub> CaNa	6,6	11,5	7,6	25,0	125	2,6	3,4	5,7	12,0	32,5	3,1	8,4	5,9	13,0	30,0	0,8	0,4	0,6	1,1	37,5
Кура—Дзегви	8.4.71	8,17	242	C <sub>11</sub> Ca	2,2	9,2	7,8	19,8	48,0	1,5	6,7	2,2	6,0	16,5	0,6	0,3	0,6	13,4	15,0	0,0	0,3	1,3	2,3	14,5
Лшахи—устье	11.4.71	8,44	332	C <sub>11</sub> Ca	1,3	5,1	7,1	18,0	42,5	0,0	2,3	1,4	5,5	14,0	1,2	0,5	1,5	9,2	0,0	0,0	0,6	1,2	4,1	33,0
Ксани—устье	11.4.71	8,39	269	C <sub>11</sub> Ca	2,0	8,4	8,1	22,0	40,5	1,3	5,8	2,2	7,0	12,0	0,6	1,5	1,8	1,4	12,0	0,0	0,6	2,6	13,4	13,0
Араги—Жинвали	11.4.71	8,43	306	C <sub>11</sub> Ca	2,8	5,8	7,8	16,2	22,5	2,2	1,0	2,6	7,0	9,0	0,0	1,5	2,4	2,3	11,5	1,4	1,5	1,8	7,0	7,5
Пшавская Араги—устье	11.4.71	8,46	280	C <sub>11</sub> CaNa	6,0	19,5	9,8	18,3	55,0	2,9	10,1	2,6	4,1	16,5	1,2	2,3	1,8	1,0	20,0	1,5	9,2	2,6	15,2	18,5
Араги—устье	13.2.71	8,42	290	C <sub>11</sub> Ca	9,4	8,5	5,7	7,6	105	4,7	3,6	3,6	3,2	10,0	4,7	4,7	4,7	4,3	52,5	0,8	0,5	0,1	1,2	60,0
Араги—устье	8.4.71	8,30	246	C <sub>11</sub> Ca	2,6	9,2	7,8	19,8	30	1,5	6,7	2,2	6,0	5,0	0,6	0,3	0,6	13,4	5,1	0,0	0,3	1,3	2,3	20,0
Верс—Тбилиси	13.2.71	8,37	791	S <sub>11</sub> Ca	9,2	12,3	5,0	23,0	142,5	4,3	4,8	1,4	4,3	22,5	6,8	8,4	3,7	4,4	67,5	0,0	0,0	0,6	0,0	45,0
Иори—Сартвчала	28.3.71	8,41	275	C <sub>11</sub> Ca	0,0	17,0	10,0	21,1	—	0,0	5,4	2,0	10,2	—	0,0	5,8	2,6	2,8	—	0,0	7,0	2,6	11,6	—
Тбилисское море	28.3.71	8,41	327	CS <sub>11</sub> Ca	0,0	14,5	9,0	18,3	—	0,0	0,0	2,6	0,0	—	0,0	6,9	1,8	14,6	—	0,0	5,4	4,5	9,2	—
					3,9	11,0	7,8	19,0	67,9	1,9	4,5	2,6	8,9	15,3	1,7	3,7	2,5	7,3	23,7	0,4	2,3	1,7	6,1	27,7





Распределение форм содержания микроэлементов в жидкой фазе (коллоиды, простые и комплексные катионы, комплексные анионы) примерно одинаковое. Но вообще преобладают комплексные анионы (органические комплексы металлов).

Для выявления закономерностей распределения форм миграции микроэлементов в природных водах требуется дополнительная информация. Накопление такого материала, а также более полная дифференциация форм миграции микроэлементов в гидросфере — задача дальнейших исследований.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.10.1973)

ბეჭდვა

ბ. სუპატაშვილი, ნ. კარსანიძე

ზედაპირულ წყლებში ზოგიერთი მიკროელემენტის  
ფორმების შესახებ

რეზიუმე

ზედაპირულ წყლებში შესწავლილია Mn, Ni, Cu, Zn, Mo, Pb, Fe განაწილება წყლის თხევად და მყარ ფაზებში. განსაზღვრულია აგრეთვე ამ ელემენტების კოლოიდური, იონური და კომპლექსური ფორმების კონცენტრაციები.

GEOCHEMISTRY

G. D. SUPATASHVILI, N. K. KARSANIDZE

CONCERNING THE FORMS OF SOME MICROELEMENTS  
IN THE SURFACE WATERS OF GEORGIA

Summary

The distribution of Mn, Cu, Ni, Zn, Mo, Pb and Fe ions between liquid and solid phases of surface waters has been studied. The main form of the migration of Ni, Cu, Pb and Fe has been found to be the suspended form. The concentrations of the colloidal-, ion- and complex forms of these elements have also been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Семенов, В. Г. Залетов, А. Л. Фуксман, В. П. Захарюта, Н. И. Сюнякова. Гидрохим. матер., т. 47, 1968.
2. В. Я. Еременко. Гидрохим. матер., т. 36, 1964; т. 41, 1966.
3. გ. სუპატაშვილი, ნ. კარსანიძე. თსუ შრომები, A1 (137), 1971; A4 (146), 1972.
4. Г. Д. Супаташвили, Н. К. Карсанидзе, М. С. Тетрашвили. Труды ТГУ, A6—7 (149—150), 1973.
5. Г. С. Коновалов, А. А. Иванова, Т. Х. Колесникова. Гидрохим. матер., т. 42, 1966.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Р. Г. СУЛАДЗЕ

РАСЧЕТ АНИЗОТРОПНЫХ ХРУПКО-ПЛАСТИЧНЫХ  
 ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СВОДОВ ОБОЛОЧЕК

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 26.7.1973)

Рассмотрим цилиндрическую оболочку с шарнирно закрепленными продольными краями, которая подвергается действию нормально распределенной нагрузки вида  $q = q_0 \sin \frac{\pi}{l} x$ .

Напряженное состояние оболочки предполагается полубезмоментным, а материал — разносопротивляющимся растяжению и сжатию.

В этом случае уравнения равновесия элемента оболочки примут вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_x}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial T_\theta}{\partial t} + \frac{1}{R} N_\theta = 0, \\ \frac{\partial N_\theta}{\partial t} - \frac{1}{R} T_\theta - q_0 \sin \frac{\pi}{l} x = 0, \quad \frac{\partial M_\theta}{\partial t} - N_\theta = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $T_x$ ,  $T_\theta$  — нормальные усилия по направлению образующей и поперечной дуги соответственно,  $S$  — сдвигающее усилие,  $N_\theta$  — перерезывающая сила,  $M_\theta$  — изгибающий момент в поперечном направлении,  $R$  — радиус цилиндра,  $l$  — длина,  $t = R\theta$  — дуговая координата ( $0 \leq t \leq 4t_1$ ,  $t_1 = \frac{\pi R}{12}$ ).

Условие прочности и зависимость между нормальными усилиями ( $T_x$  и  $T_\theta$ ), согласно [1] имеет вид

$$\left( \frac{4 M_\theta}{\sigma_{s0} h^2} \right)^2 + 6(1 - \rho) \left( \frac{T_\theta}{\sigma_{s0} h} \right) + 3 \left( \frac{T_\theta}{\sigma_{s0} h} \right)^2 = (2 - \rho)(2\rho - 1), \quad (2)$$

$$\frac{2 T_\theta}{\sigma_{s0}} - \frac{T_x}{\sigma_{sx}} = (1 - \rho) h, \quad (3)$$

где  $\sigma_{sx}$  и  $\sigma_{s0}$  — значения пределов текучести при растяжении по направлению образующей и поперечной дуги,  $\rho\sigma_{sx}$  и  $\rho\sigma_{s0}$  — пределы текучести при сжатии,  $h$  — искомая толщина оболочки.

На основании (1) и (3) имеем

$$\frac{\partial^2 T_\theta}{\partial t^2} = 2 \frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}} \frac{\partial^2 T_\theta}{\partial x^2} - \frac{1}{R^2} T_\theta - (1 - \rho) \sigma_{sx} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - \frac{q_0}{R} \sin \frac{\pi}{l} x. \quad (4)$$

Если в (4) пренебречь влиянием слагаемого  $(1 - \rho) \sigma_{sx} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$ , а заодно и правой частью (3), то получим

$$\frac{\partial^2 T_0}{\partial t^2} = 2 \frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}} \frac{\partial^2 T_0}{\partial x^2} - \frac{1}{R^2} T_0 - \frac{q_0}{R} \operatorname{ins} \frac{\pi}{l} x,$$

а граничные и начальные условия примут вид

$$T_0(0, t) = 0, \quad T_0(l, t) = 0, \quad T_0(x, 0) = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\partial T_0(x, 0)}{\partial t} = 0.$$

Искомое решение будет

$$T_0 = -\frac{q_0}{\omega^2 R} (1 - \cos \omega t) \operatorname{sin} \frac{\pi}{l} x, \quad \omega^2 = \frac{2 \frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}} \pi^2 R^2 + l^2}{R^2 l^2}.$$

Коль скоро,

$$N_0(x, 0) = \frac{\partial M_0(x, 0)}{\partial t} = 0 \quad \text{и} \quad M_0(x, 4t_1) = 0,$$

$$M_0 = \left[ -\frac{q_0 \frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}} \pi^2}{\omega^2 l^2} (16 t_1^2 - t^2) + \frac{q_0 l^2}{\omega^2} (\cos \omega 4 t_1 - \cos \omega t) \right] \operatorname{sin} \frac{\pi}{l} x.$$

Далее, по формуле (2) находим  $h$  (см. табл. 1).

Таблица 1

x	$\rho$	$\frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}}$	t				
			0	$t_1$	$2t_1$	$3t_1$	$4t_1$
$\frac{l}{2}$	0,75	0,9	27,58	26,64	23,63	17,82	0,52
		1,1	27,65	26,70	23,69	17,87	0,52
	1,25	0,9	23,81	22,99	20,37	15,32	0,15
		1,1	26,33	25,41	22,52	16,93	0,19
$\frac{3l}{8}$	0,75	0,9	26,51	25,60	22,71	17,13	0,48
		1,1	26,58	25,66	22,82	17,17	0,47
	1,25	0,9	22,89	22,09	19,58	14,72	0,14
		1,1	25,30	24,42	21,64	16,27	0,17
$\frac{l}{4}$	0,75	0,9	23,19	22,40	19,87	14,98	0,37
		1,1	23,25	22,45	19,92	15,02	0,36
	1,25	0,9	20,02	19,33	17,13	12,88	0,11
		1,1	22,14	21,37	18,94	14,24	0,13
$\frac{l}{8}$	0,75	0,9	17,06	16,48	14,61	11,00	0,20
		1,1	17,11	16,50	14,65	11,04	0,20
	1,25	0,9	14,73	14,22	12,61	9,48	0,02
		1,1	16,29	15,72	13,93	10,45	0,07

Оценим влияние слагаемого  $(1 - \rho) \sigma_{sx} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$  на толщину оболочки при

$$\frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}} = 0,9, \quad \rho = 0,75.$$

Для каждой из двух областей оболочки  $0 \leq x \leq l$ ,  $0 \leq t \leq 2t_1$  и  $0 \leq x \leq l$ ,  $2t_1 \leq t \leq 4t_1$  закон изменения толщины в каждой из них представим в виде квадратных парабол по отношению к переменной  $t$ . Именно,

$$h^{(1)} = (a_1 t^2 + b_1 t + c_1) \sin \frac{\pi}{l} x, \quad h^{(2)} = (a_2 t^2 + b_2 t + c_2) \sin \frac{\pi}{l} x, \quad (5)$$

где

$$a_1 = -\frac{0,845}{t_1^2}, \quad b_1 = \frac{0,095}{t_1}, \quad c_1 = 27,58, \quad a_2 = \frac{5,745}{t_1^2}, \quad b_2 = -\frac{34,535}{t_1}, \\ c_2 = 69,72.$$

С учетом (5) решениями уравнения (4) будут

$$T_0^{(1)} = \left[ \left( \frac{A_1}{\omega^2} - \frac{2B_1}{\omega^4} \right) (1 - \cos \omega t) + \frac{C_1}{\omega^3} \sin \omega t + \frac{B_1}{\omega^2} t^2 - \frac{C_1}{\omega^2} t \right] \sin \frac{\pi}{l} x, \\ T_0^{(2)} = \left\{ \left[ 4 \frac{B_1 + B_2}{\omega^2} t_1 \left( t_1 \cos \omega 2t_1 - \frac{1}{\omega} \sin \omega 2t_1 \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{C_1 + C_2}{\omega^2} \left( 2t_1 \cos \omega 2t_1 - \frac{1}{\omega} \sin \omega 2t_1 \right) + \left( \frac{A_1 - A_2}{\omega^2} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. - 2 \frac{B_1 + B_2}{\omega^4} \right) \cos \omega 2t_1 - \left( \frac{A_1}{\omega^2} - \frac{2B_1}{\omega^4} \right) \right] \cos \omega t + \left[ 4 \frac{B_1 + B_2}{\omega^2} \times \right. \\ \left. \times t_1 \left( t_1 \sin \omega 2t_1 + \frac{1}{\omega} \cos \omega 2t_1 \right) - \frac{C_1 + C_2}{\omega^2} \left( 2t_1 \sin \omega 2t_1 + \frac{1}{\omega} \cos \omega 2t_1 \right) + \right. \\ \left. + \left( \frac{A_1 - A_2}{\omega^2} - 2 \frac{B_1 + B_2}{\omega^4} \right) \sin \omega 2t_1 + \frac{C_1}{\omega^3} \right] \sin \omega t - \frac{B_2}{\omega^2} t^2 + \frac{C_2}{\omega^2} t + \\ \left. + \frac{A_2}{\omega^2} + 2 \frac{B_2}{\omega^4} \right\} \sin \frac{\pi}{l} x,$$

где

$$A_1 = -\frac{q_0}{R} - \frac{27,58 \pi^2}{l^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \quad B_1 = \frac{0,845 \pi^2}{l^2 t_1^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \\ C_1 = \frac{0,095 \pi^2}{l^2 t_1} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \\ A_2 = -\frac{q_0}{R} - \frac{69,72 \pi^2}{l^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \quad B_2 = \frac{5,745 \pi^2}{l^2 t_1^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \\ C_2 = \frac{34,535 \pi^2}{l^2 t_1} (1 - \rho) \sigma_{sx}.$$

Для определения  $M_0$  в каждой из областей имеем

$$M_0^{(1)} = \left( -\frac{126,60905}{\omega^2 R} \cos \omega t - \frac{C_1}{\omega^3 R} \sin \omega t + \frac{B_1}{12 \omega^2 R} t^4 - \frac{C_1}{6 \omega R} t^3 + \right. \\ \left. + \frac{q_0 R - 126,60905}{2 R} t^2 + \frac{C_1}{\omega^4 R} t - 26822,87861 \right) \sin \frac{\pi}{l} x, \\ M_0^{(2)} = \left( -\frac{109,58736}{\omega^2 R} \cos \omega t + \frac{20,79632}{\omega^2 R} \sin \omega t - \frac{B_2}{12 \omega^2 R} t^4 + \frac{C_2}{6 \omega^2 R} t^3 + \right. \\ \left. + \frac{q_0 R - 110,39039}{2 R} t^2 - 15,68716 t - 35705,59249 \right) \sin \frac{\pi}{l} x.$$



Для каждой из двух областей оболочки  $0 \leq x \leq l$ ,  $0 \leq t \leq 2t_1$  и  $0 \leq x \leq l$ ,  $2t_1 \leq t \leq 4t_1$  закон изменения толщины в каждой из них представим в виде квадратных парабол по отношению к переменной  $t$ . Именно,

$$h^{(1)} = (a_1 t^2 + b_1 t + c_1) \sin \frac{\pi}{l} x, \quad h^{(2)} = (a_2 t^2 + b_2 t + c_2) \sin \frac{\pi}{l} x, \quad (5)$$

где

$$a_1 = -\frac{0,845}{t_1^2}, \quad b_1 = \frac{0,095}{t_1}, \quad c_1 = 27,58, \quad a_2 = \frac{5,745}{t_1^2}, \quad b_2 = -\frac{34,535}{t_1}, \\ c_2 = 69,72.$$

С учетом (5) решениями уравнения (4) будут

$$T_0^{(1)} = \left[ \left( \frac{A_1}{\omega^2} - \frac{2B_1}{\omega^4} \right) (1 - \cos \omega t) + \frac{c_1}{\omega^3} \sin \omega t + \frac{B_1}{\omega^2} t^2 - \frac{c_1}{\omega^2} t \right] \sin \frac{\pi}{l} x, \\ T_0^{(2)} = \left\{ \left[ 4 \frac{B_1 + B_2}{\omega^2} t_1 \left( t_1 \cos \omega 2t_1 - \frac{1}{\omega} \sin \omega 2t_1 \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{C_1 + C_2}{\omega^2} \left( 2t_1 \cos \omega 2t_1 - \frac{1}{\omega} \sin \omega 2t_1 \right) + \left( \frac{A_1 - A_2}{\omega^2} - \right. \right. \right. \\ \left. \left. - 2 \frac{B_1 + B_2}{\omega^4} \right) \cos \omega 2t_1 - \left( \frac{A_1}{\omega^2} - \frac{2B_1}{\omega^4} \right) \right] \cos \omega t + \left[ 4 \frac{B_1 + B_2}{\omega^2} \times \right. \\ \left. \times t_1 \left( t_1 \sin \omega 2t_1 + \frac{1}{\omega} \cos \omega 2t_1 \right) - \frac{C_1 + C_2}{\omega^2} \left( 2t_1 \sin \omega 2t_1 + \frac{1}{\omega} \cos \omega 2t_1 \right) + \right. \\ \left. + \left( \frac{A_1 - A_2}{\omega^2} - 2 \frac{B_1 + B_2}{\omega^4} \right) \sin \omega 2t_1 + \frac{C_1}{\omega^3} \right] \sin \omega t - \frac{B_2}{\omega^2} t^2 + \frac{C_2}{\omega^2} t + \\ \left. + \frac{A_2}{\omega^2} + 2 \frac{B_2}{\omega^4} \right\} \sin \frac{\pi}{l} x,$$

где

$$A_1 = -\frac{q_0}{R} - \frac{27,58 \pi^2}{l^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \quad B_1 = \frac{0,845 \pi^2}{l^2 t_1^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \\ C_1 = \frac{0,095 \pi^2}{l^2 t_1} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \\ A_2 = -\frac{q_0}{R} - \frac{69,72 \pi^2}{l^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \quad B_2 = \frac{5,745 \pi^2}{l^2 t_1^2} (1 - \rho) \sigma_{sx}, \\ C_2 = \frac{34,535 \pi^2}{l^2 t_1} (1 - \rho) \sigma_{sx}.$$

Для определения  $M_0$  в каждой из областей имеем

$$M_0^{(1)} = \left( -\frac{126,60905}{\omega^2 R} \cos \omega t - \frac{C_1}{\omega^5 R} \sin \omega t + \frac{B_1}{12 \omega^2 R} t^4 - \frac{C_1}{6 \omega R} t^3 + \right. \\ \left. + \frac{q_0 R - 126,60905}{2 R} t^2 + \frac{C_1}{\omega^4 R} t - 26822,87861 \right) \sin \frac{\pi}{l} x, \\ M_0^{(2)} = \left( -\frac{109,58736}{\omega^2 R} \cos \omega t + \frac{20,79632}{\omega^2 R} \sin \omega t - \frac{B_2}{12 \omega^2 R} t^4 + \frac{C_2}{6 \omega^2 R} t^3 + \right. \\ \left. + \frac{q_0 R - 110,39039}{2 R} t^2 - 15,68716 t - 35705,59249 \right) \sin \frac{\pi}{l} x.$$

Из условия (2) определяем  $h$ . Вычисления были произведены при  $\frac{\sigma_{sx}}{\sigma_{s0}} = 0,9$ ,  $\rho = 0,75$  (см. табл. 2).

Таблица 2

$t$	$x$			
	$l/2$	$3l/8$	$l/4$	$l/8$
0	27,66	26,59	23,26	17,11
$t_1$	26,72	25,68	22,46	10,53
$2t_1$	23,73	22,81	19,96	14,68
$3t_1$	17,76	17,06	14,92	10,97
$4t_1$	0,54	0,52	0,39	0,21

Сопоставляя данные табл. 1 и 2, заключаем, что влияние слагаемого  $(1 - \rho) \sigma_{sx} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$  на толщину оболочки несущественно.

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

(Поступило 27.7.1973)

სამშენებლო მეცნიება

რ. სულაძე

მყიფე-პლასტიკური ანიზოტროპული ცილინდრული  
 კამარა გარსის გაანგარიშება

რეზიუმე

თხელი ცილინდრული პლასტიკური გარსების ნახევრადუმომენტო თეორიის [1] საფუძველზე განხილულია მყიფე-პლასტიკური ანიზოტროპული წრიული ცილინდრული კამარა გარსი, რომელიც განიცდის ნორმალური განაწილებული დატვირთვის ქმედებას.

STRUCTURAL MECHANICS

R. G. SULADZE

CALCULATION OF ANISOTROPIC BRITTLE-PLASTIC OPEN  
 CIRCULAR CYLINDRICAL SHELLS

Summary

An anisotropic brittle-plastic hinge-supported open circular cylindrical shell subjected to distributed radial loading is considered according to the semimomentless theory of thin plastic shells [1].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Н. И. ГОЛЬДБАУМ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО ВЫЖИГАНИЯ САМАРИЯ-149 ПРИ  
ОСТАНОВКЕ ВЫСОКОПОТОЧНОГО РЕАКТОРА С УЧЕТОМ  
НЕРАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКА НЕЙТРОНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 2.10.1973)

При остановке реактора происходит накопление изотопа самария-149, имеющего большое сечение поглощения нейтронов. Изотоп самарий-149 образуется в результате распада прометия-149. Опасность отравления самарием-149 особенно велика для высокопоточных реакторов, так как количество прометия-149, имеющегося в реакторе при стационарной работе, пропорционально потоку нейтронов.

Переходные процессы, обусловленные отравлением реактора самарием-149, характеризуются распределением по объему реактора величины потока нейтронов.

В работах [1, 2] подробно рассматривались вопросы оптимизации переходных процессов в «точечной модели», т. е. в том случае, когда использовались некоторые усредненные по объему реактора концентрации прометия-149 и самария-149, а также усредненные значения нейтронной плотности.

В данной статье решается вопрос оптимального по быстродействию переходного процесса с учетом неравномерного распределения потока нейтронов.

Реактор в стационарном режиме работал при максимально допустимой мощности  $\nu = \nu_{\max}$ . Распределение плотности потока нейтронов по высоте реактора  $n(z) = \sin \frac{\pi}{H} z$ . Концентрации прометия-149 и самария-149 находятся в равновесном состоянии. При снижении уровня мощности или полной остановке реактора нарушается равновесие между концентрациями прометия-149 и самария-149. На пространственном распределении прометия-149 и самария-149 сказывается распределение потока тепловых нейтронов. Ядерное горючее равномерно распределено по объему реактора. Для упрощения предполагаем, что распределение плотности тепловых нейтронов по высоте реактора не меняется в течение переходного процесса. Основной способ управления реактором — изменение уровня общей мощности. Допустимая концентрация самария-149 ограничена.

Требуется найти такой оптимальный режим остановки реактора, чтобы как в процессе остановки, так и после остановки реактора концентрация самария-149 не превосходила заданной величины, а время переходного процесса было минимальным.

Уравнения, описывающие изменение в пространстве и во времени концентраций прометия-149  $P(\vec{r}, t)$  и самария-149  $S(\vec{r}, t)$ , имеют вид

$$\frac{dP(\vec{r}, t)}{dt} = \gamma \Sigma_f(\vec{r}) N(\vec{r}, t) - \lambda P(\vec{r}, t), \quad (1)$$

$$\frac{dS(\vec{r}, t)}{dt} = \lambda P(\vec{r}, t) - \sigma N(\vec{r}, t) S(\vec{r}, t),$$

где  $\gamma$ —суммарный выход прометия  $Pm^{149}$  при делении  $u^{235}$ ;  $\lambda$ —постоянная распада  $Pm^{149}$ ;  $\sigma$ —сечение захвата нейтронов  $Sm^{149}$ ;  $N(\vec{r}, t)$ —поток тепловых нейтронов;  $\Sigma_f$ —макроскопическое эффективное сечение деления ядерного горючего.

Величину потока, входящую в систему, можно представить в виде

$$N(\vec{r}, t) = v(t) n(\vec{r}) = v(t) n(r) n(z), \quad (2)$$

где  $n(r)$  и  $n(z)$ —распределение плотности потока тепловых нейтронов по радиусу и высоте реактора, а управлением является функция  $v(t)$ , пропорциональная полной мощности реактора.

На поток тепловых нейтронов и допустимое значение концентрации самария-149 наложены следующие ограничения:

$$0 \leq v(t) \leq v_{\max}, \quad (3)$$

$$0 \leq s(t) \leq s_{\max}.$$

Имеющийся запас реактивности ограничивает среднюю допустимую концентрацию самария. Ограничение имеет вид

$$S(t) = \frac{\int_v S(\vec{r}, t) n^2(\vec{r}) dv}{\int_v n^2(\vec{r}) dv} \leq S_{\max}, \quad (4)$$

где  $S_{\max}$  — заданная величина.

Преобразуем уравнения (1), введя моменты пространственной составляющей нейтронной плотности  $n(\vec{r})$ . Эти моменты будут четырех типов:

$$\begin{aligned} \overline{n^{(k)}} &= \int_v n^k(\vec{r}) dv, \\ \Sigma_f^{(k)} &= \frac{1}{\overline{n^{(k)}}} \int_v \Sigma_f(\vec{r}) n^{k+1}(\vec{r}) dv, \\ P^{(k)}(t) &= \frac{1}{\overline{n^{(k)}}} \int_v P(\vec{r}, t) n^k(\vec{r}) dv, \\ S^{(k)}(t) &= \frac{1}{\overline{n^{(k)}}} \int_v S(\vec{r}, t) n^k(\vec{r}) dv. \end{aligned} \quad (5)$$





Используя моменты (5), можно преобразовать уравнения (1) в бесконечную систему уравнений для величин, зависящих только от времени  $t$ :

$$\begin{aligned} \frac{dP^{(k)}(t)}{dt} &= \sum_j^{(k)} \gamma_j v(t) - \lambda P^{(k)}(t), \\ \frac{dS^{(k)}(t)}{dt} &= \lambda P^{(k)}(t) - \sigma v(t) S^{(k)}(t) + \Delta_{k, k+1}, \quad (k = 2, 3, \dots), \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$\Delta_{k, k+1} = \sigma v(t) \left[ S^{(k)}(t) - \frac{n^{(k+1)}}{n^{(k)}} S^{(k+1)}(t) \right] \quad (k = 2, 3, \dots), \quad (7)$$

определяется в различных приближениях теории возмущений. Путем несложной замены переменных можно привести неоднородную систему (6) к однородному виду (т. е. исключить неоднородность, обусловленную функцией  $\Delta_{k, k+1}$ ), тогда для каждого приближения задача сведется к решению задачи «точечной модели».

С помощью функции  $F(t)$ , равной

$$F(t) = \exp \left\{ - \int_0^t \sigma v(t') dt' \right\} \int_0^t \Delta_{k, k+1}(t') \exp \left\{ \int_0^{t'} \sigma v(t'') dt'' \right\} dt', \quad (8)$$

преобразуем систему (7) к следующему однородному виду:

$$\frac{dP^{(k)}(t)}{dt} = \sum_j^{(k)} \gamma_j v(t) - \lambda P^{(k)}(t), \quad (9)$$

$$\frac{d[S^{(k)}(t) + F(t)]}{dt} = \lambda P^{(k)}(t) - \sigma v(t) [S^{(k)}(t) + F(t)]. \quad (k = 2, 3, \dots)$$

Если в качестве исходных переменных рассматривать  $P^{(2)}(t)$  и  $[S^{(2)}(t) + F(t)]$ , то уравнения полностью совпадают с уравнениями «точечной модели» [2].

В «точечной модели» оптимальное уравнение имело вид  $v(t) = 0$  при  $0 \leq t \leq t_b$ ,  $v(t) = v_{bc}(t)$ , получаемый из условия  $S(t) = S_{\max}$  при  $t_b \leq t \leq t_c$ ,  $v(t) = v_{\max}$  при  $t_c \leq t \leq t_d = T$ . Ограничение имеет вид

$$S^{(2)}(t) + F(t) \leq S_{\max} + \bar{F}_{bc}, \quad (10)$$

где  $\bar{F}_{bc}$  определено следующим образом:

$$\bar{F}_{bc} = \frac{\int_{t_b}^{t_c} F(t) dt}{t_c - t_b}. \quad (11)$$

После этого уравнения (9) и условия (10) полностью совпадают с постановкой задачи в «точечной модели».

Были произведены расчеты при  $\nu = 3 \times 10^{14}$  нейтр./см<sup>2</sup>сек и значении  $S_{\max} = 3 \frac{\gamma}{\sigma} \Sigma_f = 10^{-3}$  см<sup>-1</sup>.

При расчетах были использованы следующие значения физических постоянных:  $\gamma = 0,013$ ,  $\sigma = 74500$  барн,  $\lambda = 1/68$ /час. Результаты расчета приведены в таблице.

Прибли- жение	$\frac{\bar{F}_{bc}}{\gamma/\sigma}$	$\frac{S_{\max} + \bar{F}_{bc}}{\gamma/\sigma}$	$\lambda t_b$	$\lambda t_c$	$\lambda t_d = T$
0	0	3	0,35	2,53	2,675
1	-0,323	2,677	0,28	2,59	2,725
2	-0,45	2,55	0,26	2,67	2,8

Анализ численных результатов показал, что учет неравномерности распределения нейтронного потока приводит к уменьшению эффективного запаса реактивности, увеличению времени переходного процесса. Сходимость метода последовательных приближений хорошая, можно ограничиться двумя приближениями.

Научно-производственное  
объединение электронно-  
вычислительной аппаратуры

Тбилисский научно-исследовательский  
институт приборостроения  
и средств автоматизации

(Поступило 4.10.1973)

ავტომატური მართვა და გაერთოვლითი ტექნიკა

ბ. ზოლდაუმი

სამარი-149 ოპტიმალური გამოწვის ამოცანა მაღალნაკადიანი რეაქტორის შეჩერებისას, როდესაც არათანაბრად განაწილებულია ნეიტრონების ნაკადი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია სამარი-149 გამოწვის საკითხი ოპტიმალურ გარდამავალ პროცესში მაღალნაკადიანი რეაქტორის შეჩერებისას, როდესაც არათანაბრად განაწილებულია ნეიტრონების ნაკადი.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

N. I. GOLDBAUM

PROBLEMS OF OPTIMAL BURNING-OUT OF SAMARIUM-149  
IN SHUTTING DOWN A HIGH FLUX REACTOR WITH ACCOUNT  
OF IRREGULAR NEUTRON FLUX DISTRIBUTION

Summary

The problem of the optimal transition process of the burning-out of Sm-149 in shutting-down a high-flux reactor with account of irregular neutron flux distribution is considered in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Рудик. Ядерные реакторы и принцип максимума Понтрягина. М., 1971.
2. Т. С. Зарицкая, А. П. Рудик. Когда можно избежать «самариевой смерти» высокопоточного реактора. Препринт ИТЭФ 600. М., 1968.



მ. ზიკაძე

მდელოს შავისფერი ნიდავების მიკრომორფოლოგიური  
აბაზულება მათ ბაჰულტურებასთან დაკავშირებით

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჭანიშვილმა 27.10.1973)

მიკრომორფოლოგია ნიდავების კვლევის ახალი მეთოდია და მან ამ ბოლო დროს ფართო აღიარება ჰპოვა. იგი სწავლობს ნიდავების შემადგენელ მიკროსკოპულ ნაწილებს (როგორც ორგანულს, ისე მინერალურს) ბუნებრივ პირობებში. თანამედროვე ნიდავთმცოდნეობა და ნიდავების კვლევა წარმოუდგენელია მიკრომორფოლოგიური კვლევის გარეშე.

საქართველოს ნიდავების მიკრომორფოლოგიაზე ცნობილია რამდენიმე გამოკვლევა [1—3]. რაც შეეხება ნიდავების გაკულტურების საკითხებთან დაკავშირებულ მიკრომორფოლოგიური კვლევის მონაცემებს, ასეთი ნაკლებად მოგვეპოვება.

ჩვენ შევისწავლეთ მდელოს ყავისფერი ნიდავების მიკრომორფოლოგიური აგებულება გაკულტურებასთან დაკავშირებით. ყამირის ვარიანტად შეიარჩიეთ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის დიღმის სასწავლო-საცდელ მეურნეობაში ქარსაფრით დაკავებული ნიდავა (ჭრ. 5), რომელიც ამ ტერიტორიის ნიდავებს შორის ყველაზე ნაკლებად განიცდის ადამიანის ზემოქმედებას. მასთან შესადარებლად ავიღეთ ვენახებს შორის მზრალად მოხსნული ნაკვეთი (ჭრ. 1), რომელშიც სრული დონებით შეაქვთ ორგანული და მინერალური სასუქები და ვენახით ათვისებული იმ ნაკვეთის ნიდავა, რომელიც ფიზიკური და ქიმიური შედგენილობით ჩვენ გაკულტურებულად მივიჩნიეთ (ჭრ. 2).

ყამირი ნიდავის კორდიანი ფენის A (0—14 სმ) შეფერვა — მოყომარალო ყავისფერი — გამოწვეულია ჰუმუსით. გვხვდება დიდი ზომის აგრეგატები ძირითადად პირველადი რიგისა. ისინი ერთმანეთისაგან გამოიყოფა ნაპრალებით და დიდი რაოდენობით წარმოდგენილი აგრეგატშია წარმოდგენილია ჰუმუსით და დაკლანძვილი ფორმებით, რომელთა დიამეტრია 0,1—0,04 მმ. მინერალური ხირხატის შედგენილობაში ძირითადია კვარცი და პლაგიოკლასები. შედარებით მცირეა პიროქსენი. პლანშიაში გაფანტულია კარბონატების სხვადასხვა ზომის მარცვლები. ერთეული რაოდენობითაა ქლორიტები. მათი გვერდები დაკულტურებულია და არ ატარებს ნაგორავების ნიშნებს, რაც იმაზე მიგითითებს, რომ მათი წარმოქმნა ადგილზე მოხდა. ორგანული ნივთიერება წარმოდგენილია ჰუმუსით და სხვადასხვა ხარისხით დაშლილი ფესვების ნარჩენებით (ნახ. 1, ა). გვხვდება რკინა-ჰუმუსიანი შედგენილობის მუქი ქანვისფერი ოვალური ფორმის წარმონაქმნები. თიხოვანი ნივთიერება წვრილდისპერსიულია და მისი ორიენტირება არ აღინიშნება.

გარდამავალი ჰორიზონტის B (20—30 სმ) შეფერვა ჰუმუსის ნაკლებობის გამო ღია ყავისფერია, სუსტად აგრეგირებული, ნაკლებფორიანია. მინერალური ხირხატი ხარისხობრივად შედგენილობით ზემოთ აღწერილი ჰორიზონტებისაგან მხოლოდ იმით განსხვავდება, რომ აქ კვარცის მარცვლების რაოდენობა და ზომა შემცირებულია, გაზრდილია პლაგიოკლასების როგორც რაოდენობა, ისე მათი ზომა. ნახევრად დაშლილი ორგანული ნარჩენები არ გვხვდება. თიხის ორიენტირება არ აღინიშნება.



ლიოსისებრი თიხნარიდან აღებული ჰორიზონტის C (55—65 სმ) შეფერვა ღია ყავისფერი — მოჩალისფროა, სუსტად აგრეგირებულია. მინერალური ნაწილი ზედა ფენებთან შედარებით მცირე რაოდენობითაა და მათი



ნახ. 1. მდლოს ყავისფერი ნიადაგების მიკრომორფოლოგია (ნიკოლი + 90 X). ა—ყამირი, ჰრ. 5, ჰორ. A ფორები (1), მკენარეული ნარჩენები ნაკლებ ჰემიფიცირებული (2). ბ—ყამირი, ჰრ. 5, ჰორ. G: წერილმარცვლოვანი კალციტი (1). გ—მზრალად ხნული, ჰრ. 1, ჰორ. A B, პლანტაქირებული მიკროსტრუქტურა: რკინის პიდროფანგები (1), ოვალური ფორმის წვრილმარცვლოვანი კალციტი (2). დ—გაკულტურებული. ჰრ. 2, ჰორ. A B მინერალური ნაწილი—კვარცი (1), პლავიოკლაზები (2), კალციტი (3), რკინა-ჰუმუსიანი წარმონაქმნი (4)

ზომები უფრო ნაკლებია. თიხოვან მასაში დიდი რაოდენობითაა მიკროკრისტალური კალციტი, რკინა-ჰუმუსიანი წარმონაქმნები, გვხვდება რკინის ერთეული კონკრეციები. ეს ჰორიზონტი ყველაზე უფრო გარკინიანებულია (ნახ. 1, ბ).

მზრალად ხნული ნიადაგის მიკრომორფოლოგიური სურათი დიდად არ განსხვავდება ვენახით ათვისებული ნიადაგისაგან, ამიტომ მოგვეყავს გაკულტურებული ნიადაგის დახასიათება (ნახ. 1, გ). აგრეგირებულია და თითქმის არ გვხვდება ორგანული ნარჩენები.

ვენახით ათვისებული (გაკულტურებული) ნიადაგის A სახნავი (0—10 სმ) შეფერვა ყამირის კორდიან ფენასთან შედარებით ღიაა, სუსტად აგრეგირებულია და წვრილდისპერსული. აგრეგატებს შიგნით გვხვდება წვრილი ფორები.

მინერალური ნაწილი იგივე შედგენილობისაა. იგი მთელ მასაშია გაფანტული საკმაოდ დიდი რაოდენობით. მოგრძო და უფორმო ფორებში შეინიშნება წვრილმარცვლოვანი კალციტის დაგროვება, რაც ყამირის კორდიან ფენაში იშვიათია. ორგანული ნარჩენები არ გვხვდება. მეტი რაოდენობითაა ჰუმუსოვან-რკინიანი შედგენილობის წარმონაქმნები.

ჰორიზონტი A/B პლანტაეირებული (20—30 სმ), შეფერვა ღია ყავისფერია, თანაბარი, უკეთესად აგრეგირებული, ვიდრე ზედა სახნავი ფენა. ეს გამოწვეული უნდა იყოს პლანტაეის გავლენით ზედა ნაყოფიერი და სტრუქტურული ფენების ქვევით მოქცევით. გვხვდება ფორები, მსხვილკრისტალური კალციტი. დაუშლელი ორგანული ნარჩენები არ არის. თიხოვანი ნივთიერების ორიენტირება არ აღინიშნება (ნახ. 1, დ).

ამრიგად, მდელოს ყავისფერი ნიადაგების მიკრომორფოლოგიურ აგებულებაში გაკულტურების გავლენით არსებითი ცვლილებები არ ხდება. ისე კი ადგილი აქვს შემდეგი სახის ცვლილებებს: 1) კულტურულ ნიადაგში ორგანული ნარჩენები განიციდან სწრაფ მინერალიზაციას, აქ მეტი რაოდენობით წარმოიქმნება რკინა-ჰუმუსიანი შედგენილობის წარმონაქმნები; 2) ქვედა უფერო კარბონატული ფენების ზედაში ამობრუნებით და ჰუმუსიან ფენაში არევიით ადგილი აქვს წვრილდისპერსიული კალციტის დაგროვებას; 3) ეს ნიადაგები მინერალური შედგენილობის მრავალფეროვნებით არ გამოირჩევიან. გაკულტურების გავლენით მინერალოგიურ შედგენილობაში ცვლილებები არ აღინიშნება, მხოლოდ სისტემატური დამუშავებით, მორწყვითა და სასუქების შეტანით ხდება მინერალების რამდენადმე დაქუცმაცება და მათი თანაბრად განაწილება პროფილში.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 6.12.1973)

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

М. А. ДЖИКАЕВА

## МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛУГОВО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ В СВЯЗИ С ИХ ОКУЛЬТУРЕННОСТЬЮ

Резюме

Изучено микроморфологическое строение лугово-коричневых почв Дигомского учебно-показательного хозяйства Грузинского сельскохозяйственного института в связи с их окультуренностью.

Установлено, что окультуренность лугово-коричневых почв сказывается на их микроморфологическом строении относительно мало. В культурной почве в большом количестве образуются новообразования железисто-гумусового состава.

В результате выворачивания глубоких, более карбонатных слоев наверх и перемешивания с гумусовым слоем происходит накопление мелкодисперсного кальцита.

Изменения в минералогическом составе почвы под влиянием окультуривания не отмечаются.



M. A. JIKAEVA

 MICROMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF MEADOW-  
 -CINNAMONIC SOILS IN CONNECTION WITH THEIR  
 CULTIVATION

## Summary

The micromorphological structure of meadow-cinnamonic soils of the Digomi Training and Demonstration Farming of the Georgian Agricultural Institute has been studied in connection with their cultivation.

Cultivation of meadow-cinnamonic soils has been found to have a relatively slight effect on their micromorphological structure. New formations of iron-humus composition appear in quantity in the cultivated soils.

No changes are observed in the mineralogical composition under the influence of cultivation; some crushing of minerals and their even distribution in the soil profile takes place only as a result of systematic cultivation, irrigation and fertilization.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. К. Накаидзе. Сб. «Микроморфологический метод исследований генезиса почв». М., 1966.
2. რ. პეტრიაშვილი. მესხეთის ნიადაგები. საკანდიდატო დისერტაცია, თბილისი, 1970.
3. Т. Ф. Урушадзе. Сб. «Микроморфология почв и рыхлых отложений». М., 1973.

Ц. В. ДОЛИДZE

## ГРУППОВОЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОСФАТОВ В СЕРО-КОРИЧНЕВОЙ И ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВАХ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 10.9.1973)

Доступность фосфатов почвы и внесенных удобрений для растений зависит от соотношения постоянно идущих процессов: мобилизации и иммобилизации, растворения и осаждения, адсорбции и десорбции, минерализации и биологического закрепления. В связи с этим в почве происходят: 1 — закрепление легкоподвижных фосфатов в малодоступных растениям формах и 2 — переход труднорастворимых фосфатов в растворимые, доступные растениям [1]. Для объяснения различной эффективности удобрений представляет определенный интерес установление характера превращения фосфатов удобрений в почвах. Увеличение доступного растениям содержания фосфора в почве при внесении удобрений происходит в неодинаковой мере в зависимости от наличия в ней различных форм соединений фосфора.

Поскольку различные фракции почвенных фосфатов имеют неодинаковое значение для обеспечения растений фосфором, возникает необходимость в установлении форм фосфорных соединений почв и изменении их количественного состава при внесении удобрений [2].

Изучению группового состава и выявлению динамики различных форм фосфатов под сельскохозяйственными культурами посвящены работы многих авторов.

Основное фосфорное удобрение — суперфосфат, попадая в почву, нарушает равновесие между фосфатами жидкой и твердой фаз почвы, и в почвенном растворе сохраняется на некоторое время повышенная концентрация фосфатов. В дальнейшем фосфат кальция суперфосфата вступает во взаимодействие с твердой фазой почвы. При этом происходит поглощение фосфатов поверхностью почвенных коллоидов и образование труднорастворимых фосфатов двух- и трехвалентных катионов.

Для изучения группового состава минеральных фосфатов серо-коричневой и черноземовидной почв Грузии при внесении разноосновных форм фосфата нами был использован широко применяемый в последнее время метод Чанга—Джексона в модификации Гинзбург и Лебедевой. Валовое содержание фосфора определялось по методу, предложенному Гинзбург, Щегловой и Вульфiusом.

В табл. 1 и 2 приводятся наиболее интересные данные по содержанию валовых и минеральных форм фосфора в серо-коричневой и черноземовидной почвах, в которые были внесены одно-, двух- и трехзамещенный фосфаты кальция. Опыт вегетационный, подопытные культуры — кукуруза и сахарная свекла. Из данных табл. 1 и 2 видно, что в обеих почвах при внесении однозамещенного фосфата кальция под кукурузу и сахарную свеклу, по сравнению с контрольным вариантом, увеличивается содержание первой фракции фосфора (растворимые



са (Mg)—P, переходящей в аммонийно-молибдатную вытяжку в вариантах с добавлением двух- и трехзамещенного фосфатов кальция увеличивается содержание фосфора во второй фракции (разноосновные Ca(Mg)—P, уксуснокисломолбдатная вытяжка). В целом внесенные фосфаты попадали преимущественно во все три фракции группы фосфатов кальция.

Таблица 1  
Минеральные формы фосфора в черноземовидной карбонатной почве, мг/100 г.  
Вегетационный опыт с разноновными фосфатами кальция

Место взятия почвы	Варианты опыта	Культура	Минеральные формы фосфора							Общая сумма минеральных фосфатов	Общий фосфор
			1% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Mo, pH 4,8	CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> + Mo, pH 4,3	0,5 н. NH <sub>4</sub> F, pH 8,5	0,1 н. NaOH	0,5 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Сумма Ca—P	Сумма P—PO <sub>4</sub>		
Сартичала	Без удобрения NK (фон) Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) CaHPO <sub>4</sub>	Кукуруза	3,6	47	3,1	3,5	10	60,6	6,6	67,2	245
			3,4	45	3,1	4	14	62,4	7,1	69,5	
			9,5	44	5	7	14	67,5	12	79,5	
			5	48	3,1	4,2	14	67	7,3	74,3	
	Без удобрения NK (фон) Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) CaHPO <sub>4</sub>	Сахарная свекла	3,7	20	3,1	2,5	10	33,7	5,6	39,3	
			4,7	45	3,1	4,2	16	65,7	7,3	73	
			10,7	51	5	6,2	17	78,7	11,2	89,9	
			4,5	49	3,2	4,5	16	69,5	7,7	77,2	

Таблица 2  
Минеральные формы фосфора в серо-коричневой карбонатной почве, мг/100 г.  
Вегетационный опыт с разноосновными фосфатами кальция

Место взятия почвы	Варианты опыта	Культура	Минеральные формы фосфора							Общая сумма минеральных фосфатов	Общий фосфор
			1% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Mo, pH 4,8	CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> + Mo, pH 4,3	0,5 н. NH <sub>4</sub> F, pH 8,5	0,1 н. NaOH	0,5 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Сумма Ca—P	Сумма K—PO <sub>4</sub>		
Крцаниси	Без удобрения NK (фон) Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )* · 2H <sub>2</sub> O CaHPO <sub>4</sub> * Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> *	Кукуруза	11,1	55	8,1	9,5	52	118,1	17,6	135,7	115
			10,1	48	6,9	8,2	49	107,1	15,1	122,2	
			16	60	9,4	9,7	53	129	19,1	151	
			10	73	6,2	8,7	49	132	14,9	149,6	
			10,7	65	8,1	8,7	49	124,7	16,8	141,5	
	Без удобрения NK (фон) Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) · 2H <sub>2</sub> O CaHPO <sub>4</sub> Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Сахарная свекла	12,1	65	6,2	7,5	51	128,1	13,7	141,8	
			11,6	67	3,7	9,5	55	133,6	13,2	146,8	
			18	71	7,7	8,0	52	141	15,7	159	
			11,7	71	7,7	8,0	55	137,7	15,7	153,4	
			11,7	65	8,1	8,7	55	131,7	16,8	148,5	

\* Продажные препараты, внесены по 0,15 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/1 кг почвы.

Представленные данные являются подтверждением того, что в первую аммонийно-молибдатную вытяжку из почвы переходят в основном наиболее растворимые формы фосфатов Ca(Mg), а во вторую, уксуснокисломолбдатную, и в пятую, 0,5 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, — менее растворимые формы фосфатов (типа ди-, трикальцийфосфатов и др.). Первая фракция фосфатов представляет собой основной резерв, который определяет содержание подвижного, легкоусвояемого растениями фосфора. Фос-





ფატი, რაствორიმიე ვ 0,5 ნ.  $H_2SO_4$ , შე იმეოთ სუცხეწვენიო ვაჩიეწი  
 პრი ობესეწიეწი რასეწიი პოდვიჟნიმ ფოსფორმ. სუპერფოსფატი, ვნესეწიი  
 ვ პოწვი ნა ფონე აზოტნო-კალიიწიო ოდობრეწიი, პოდვრეაეწი  
 პრიმერნიო ტაკიმ ჯე პრევრასეწიიეწი, კაკ ი ვნესეწიი ოდელნიო. ნეკო-  
 ტორე ვლიეწიეწი ნა გრუპნიოი სოსავ პოწვეწიი ფოსფატი, ვ ობესეწიი  
 ნა ფოსფატი კალციუ, ოკაზივრეაეწი ი ვიდი კულტურეი.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 12.10.1973)

აგროქიმიია

ც. დოლიძე

საქართველოს რუხი-ყავისფერი და შავმიწისებრი  
 ნიადაგების მინერალური ფოსფატების ჯგუფური  
 შეადგენილობა

რეზიუმე

რუხი-ყავისფერი და შავმიწისებრი ნიადაგების მინერალური ფოსფატების  
 ჯგუფური შედგენილობის შესწავლის მიზნით სუპერფოსფატის სხვადასხვა  
 ფორმების (ერთი, ორი და სამჩანაცვლებული Ca) შეტანისას, ჩვენ გამოვიყე-  
 ნეთ ჩანგისა და ჯექსონის მეთოდი გინზბურგის და ლებედევას მოდიფიკაციით.

ორივე კარბონატულ ნიადაგზე კალციუმის ერთჩანაცვლებული ფოსფატი-  
 ბის შეტანისას საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით შეიმჩნეოდა ფოსფორის  
 პირველი ფრაქციის შემცველობის ზრდა. იქ კი, სადაც შეტანილი იყო ორ- და  
 სამჩანაცვლებული კალციუმის ფოსფატი, გაიზარდა მინერალური ფოსფატების  
 მეორე ფრაქციის შემცველობა. მთლიანად შეტანილი ფოსფატები ძირითადად  
 გადმოიღიან პირველ სამ ფრაქციაში, რომლებიც უმეტესად კალციუმის ფოს-  
 ფატების სახითაა წარმოდგენილი.

AGRICULTURAL CHEMISTRY

Ts. B. DOLIDZE

THE GROUP COMPOSITION OF THE MINERAL PHOSPHATES  
 OF GREY-BROWN AND CHERNOZEM-LIKE SOILS OF GEORGIA

Summary

With a view to studying the group composition of mineral phosphates  
 of grey-brown and chernozem-like soils under the application of different  
 forms of superphosphates (one-, two- and three-substituted Ca), Tchang and  
 Jackson's method in Ginsburg and Lebedeva's modification was used. The  
 application of one-substituted calcium phosphate to both carbonate soils result-  
 ed in an increase of the content of the first fraction of phosphate in com-  
 parison with the control test. When two- and three-substituted calcium phos-  
 phate was used the content of the second fraction of mineral phosphates was  
 observed. The total content of applied phosphates was mainly taken up by  
 the three fractions of the calcium phosphate group.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Чумаченко, Б. А. Сушеница, А. Беррахиля. Агрехимия, 1, 1971.
2. И. Горбучев, Е. Нейкова-Бочева, А. Урумова. Агрехимия, 2, 1970.

Р. И. ЧХУБИАНИШВИЛИ

ХЛОРОФИЛНОСТЬ СВЕТОВЫХ И ТЕНЕВЫХ ЛИСТЬЕВ  
БУКА ВОСТОЧНОГО (*FAGUS ORIENTALIS* LIPSKI)  
В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ И СЛОЖНЫХ ПО ФОРМЕ БУКОВЫХ  
ДРЕВОСТОЯХ

(Представлено академиком В. З. Гулисашвили 19.10.1973)

Бук восточный, являясь по своим биоэкологическим свойствам типичной теневыносливой породой, создает в основном разновозрастные и сложные по форме древостой, характеризующиеся вертикальной сомкнутостью полога [1]. Это обуславливает своеобразную специфичность проникновения солнечной радиации и изменение всех микроклиматических факторов по всей вертикальной структуре древостоя, что в дальнейшем оказывает огромное влияние на характер формирования ассимиляционных систем (кроны) у деревьев различного класса роста, на их физиологическую деятельность, а также на всю жизнь растительного сообщества.

В ассимиляционных системах под воздействием различных световых режимов формируются разнотипные листья, которые обладают разными физиологическими свойствами [2]. Для установления истинных причин различий в физиологической деятельности листьев нами был изучен вопрос содержания в них как общего количества хлорофилла, так и отдельных его компонентов. Образование зеленых пигментов в растении зависит от условий внешней среды и прежде всего от интенсивности освещения. Поэтому вопрос накопления пигментов у древесных растений в зависимости от интенсивности света имеет большое теоретическое и практическое значение.

Содержание хлорофилла в листьях растений изучалось рядом авторов [3—7]. Однако следует отметить, что вышеуказанный ботанический объект в таком аспекте еще не привлекал внимания исследователей, а на данном этапе развития лесоведения глубокое познание специфики физиологической деятельности древесных растений является актуальной задачей.

Для изучения количественного содержания хлорофилла и его компонентов на участке разновозрастного и сложного по форме букового древостоя (возраст — 100 (60—140), полнота — 0,7, фенологическое состояние — полное облиствение) были собраны с крон модельных деревьев I, II и III классов роста разнотипные листья, сформированные в разных световых условиях. Такой подбор исследуемого материала даст возможность судить о содержании и распределении зеленых пигментов и его компонентов в связи с различными световыми условиями, установленными как по всей вертикальной структуре древостоя, так и отдельно в ассимиляционных системах деревьев различных классов роста. Это позволит глубже понять физиологическую сущность фотосинтетической системы в целом и характер ее деятельности в зависимости от световых условий формирования. Радиационный режим дре-



востоя был следующим: на главный, верхний полог леса падало 50—55 тыс. лк ФАР, на II ярус — 20—25 тыс. лк и под полог III яруса 5—7 тыс. лк. Измерения были проведены в полуденное время (12—13 часов) в ясную безоблачную погоду.

Из взятых на анализ листьев были приготовлены ацетоновые вытяжки согласно методике Т. Н. Годиева и Г. А. Липской [8].

Задача определения количественного содержания хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в разных листьях бука восточного сводилась к предварительному определению оптических плотностей данных вытяжек при определенных длинах волн для каждого пигмента в отдельности, которые соответствуют максимуму поглощения вещества. Для этой цели был использован спектрофотометр (СФ-4). Контролем служил чистый ацетон. Выбор максимума поглощения для каждого пигмента был строго индивидуальным.

Хлорофилл *a* — (658—660—662) мкм, хлорофилл *b* — (642—644—, 646) мкм и *k* — (428—430—432) мкм [9]. Окончательный расчет хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов на единицу сырого веса листа производился по формулам Веттштейна [10]. Полученные цифровые данные были обработаны методом вариационной статистики. Количество хлорофилла в разнотипных листьях постепенно увеличивается от деревьев I класса роста к деревьям III класса. Эта разница наиболее отчетливо заметна в листьях, которые очень сильно разнятся по своим морфологическим признакам. Так, общее количество хлорофилла колеблется от  $4,41 \frac{\text{мг}}{\text{г}}$  (верхушечные листья деревьев I класса роста) до  $6,29 \frac{\text{мг}}{\text{г}}$  (нижние листья деревьев III класса роста). Если же судить о древесном в целом, то в листьях деревьев нижнего яруса хлорофилл скапливается в процентном соотношении в гораздо больших количествах, чем в верхних.

Изменение общего количества хлорофилла в разнотипных листьях бука влечет за собой ряд изменений и в отношении составляющих его компонентов, что также является результатом изменения световых условий их формирования по всей вертикальной структуре древостоя.

Наблюдается постепенное увеличение на единицу веса количества хлорофилла *a*, которое достигает своего максимального значения у листьев, сформировавшихся в самых нижних частях древостоя. По своему физиологическому значению этот пигмент является наиболее важным звеном в фотосинтетическом процессе, происходящем в листьях растений. Именно он производит всю основную работу, связанную с использованием поглощенной энергии для образования органического вещества.

Содержание второго наиболее важного компонента зеленых пигментов—хлорофилла *b* также увеличивается в листьях теневого типа, по сравнению с листьями светового типа, сформировавшимися в условиях лучшего освещения. Этот пигмент играет важную роль в поглощении лучистой энергии, которую не в состоянии поглотить хлорофилл *a*. Как известно, хлорофилл *a* поглощает лучи солнечного света длиной волны 680 мкм и выше, а хлорофилл *b* — до 650 мкм. Этим самым как бы пополняется энергетический баланс клетки, который расходуется на синтез органического вещества. Содержание желтых пигментов, в различных по морфологическому строению листьях бука увеличивается у листьев теневого типа, по сравнению со световыми листьями. Присут-



ствие их в пигментарной системе листьев является необходимым условием, так как от их количественного содержания зависит фотоустойчивость хлорофилла в целом. Особо следует подойти к отношению  $\frac{a}{b}$ .

Несмотря на то что количество хлорофиллов  $a$  и  $b$  увеличивается с ухудшенном световых условий, величина этого отношения постепенно уменьшается. Так, если в листьях светового типа деревьев I класса роста это соотношение составляет 3,5, то в листьях теневого типа деревьев III класса роста оно не превышает 2,1. Это говорит о том, что с ухудшением световых условий под пологом леса темп накопления хлорофилла  $b$  более интенсивен, чем хлорофилла  $a$ . Это один из наиболее важных показателей, характеризующий общую хлорофиллоносность. Уменьшение этого отношения можно объяснить тем, что хлорофилл  $b$  очень чувствителен к свету и с повышением напряженности света он частично разрушается, в связи с чем и был назван рядом авторов «типичным теневым пигментом».

Исходя из вышесказанного можно заключить, что происходит постепенное увеличение количества хлорофилла в листьях бука восточного по вертикальной структуре фитоценоза сверху вниз. Наряду с количественными изменениями, происходит его качественное преобразование, которое играет важную роль в усвоении света листьями различного морфологического строения. Именно этим можно объяснить тот факт, что эффективность использования света на ассимиляцию у разных слоев листьев различна. Наиболее высока она у нижних листьев, развивающихся в условиях слабого света [11].

Тбилисский институт леса

(Поступило 19.10.1973)

მეცნიერებათა აკადემია

რ. ჩხუბანიანი

ქლოროფილის შემცველობა აღმოსავლეთის წიფელის სინათლისა და ჩრდილის ტიპის ფოთლებში (*FAGUS ORIENTALIS* LIPSKI) ნაირსხეობან და რთული ფორმის წიფლნარ კორომებში

რეზიუმე

ნაირსხეობანი და რთული ფორმის წიფლნარი კორომების მაგალითზე შესწავლილ იქნა ქლოროფილის შემცველობა სინათლისა და ჩრდილის ტიპის ფოთლებში. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ქლოროფილის საერთო რაოდენობა ფოთლებში სინათლის რეჟიმის გაუარესებასთან ერთად მატულობს.

გარდა ამისა იზრდება ქლოროფილის ცალკეული კომპონენტების — „ა“, „ბ“ და კაროტინოიდების საერთო რაოდენობა, ხოლო შეფარდება „ა“ : „ბ“, კორომის ვერტიკალური სტრუქტურის მიხედვით ზევიდან ქვევით კლებულობს.

R. I. CHKHUBIANISHVILI

 CHLOROPHYLL-CAPACITY OF LIGHT- AND SHADOW EXPOSED  
 LEAVES OF EASTERN BEECH (*FAGUS ORIENTALIS* LIPSKI)  
 IN UNEVEN-AGED AND COMPLEX-FORM BEECH STOCKS

## Summary

Change of the light regime along the vertical structure of the beech stock entails both quantitative and qualitative transformation of chlorophyll in off-typical leaves. The total quantity of chlorophyll as well as its individual components—chlorophylls *a* and *b* and carotenoids—increases from the top to the base of the vertical structure of the stock. The *a:b* ratio decreases from the top to the base, its least value amounting in the shadow-exposed leaves to a 3rd class-in-growth tree and being formed under relatively worse light conditions.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Гулисашвили. Практика ведения выборочного хозяйства в горных лесах. М., 1970.
2. В. Н. Любименко. Избр. труды, т. I. Киев, 1963.
3. Е. Р. Гюббенет. Растение и хлорофилл. М.—Л., 1951.
4. В. Н. Любименко. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. М.—Л., 1935.
5. Е. Рабинович. Фотосинтез, т. 1, 1951.
6. Е. Н. Смольская. Экспериментальная ботаника. Минск, 1962.
7. შ. ჯ. კრეღაშვილი. მარადმწვანე მცენარეების ფოტოსინთეზი და პლასტიდური პიგმენტები. თბილისი, 1968.
8. Т. Н. Годнев, Г. А. Липская. Физиология растений, т. 12, вып. 3, 1965.
9. Сб. «Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования». М.—Л., 1964.
10. D. Wettstein. Chlorophyll-letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. Exp. Cell Res., 12 (3), 1967.
11. Ю. Л. Цельникер. Сб. «Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса». М., 1967.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Т. Д. ПУРЦЕЛАДЗЕ, М. Д. ДОЛИДЗЕ, Ш. Ш. ЧАНИШВИЛИ

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ ПО СТЕБЛЮ  
 ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ АССИМИЛЯТОВ И БЭП

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 22.9.1973)

Предпосылкой к проверке и исследованию зависимости между распределениями по стеблю виноградной лозы ассимилятов и биоэлектрического потенциала (БЭП) послужили, с одной стороны, признанная связь между разностью БЭП на стебле растения и интенсивностью передвижения веществ [1] и с другой стороны, установленный нами ранее полярный характер распределения БЭП по междоузлиям виноградной лозы вдоль стебля [2] и предположение о полярном характере распределения ассимилятов [3].

Меченый углерод вводился в один из листьев средних ярусов растения виноградной лозы сорта Ркацители (а именно в восьмой), и через 3 суток определялись уровни радиоактивности базальных и апикальных частей центральных междоузлий, БЭП которых был замерен двукратно до и после подкормки. Уровень радиоактивности участка служит показателем содержания в нем ассимилятов, оттекающих из подкормленного листа.

В табл. 1 приведены усредненные по двум замерам значения БЭП оснований и верхов междоузлий относительно земли и соответствующие

Таблица 1

БЭП и радиоактивность основания и верха междоузлий

№ междоузлий	Участки междоузлий	Растение № 1			Растение № 2		
		БЭП участков	Активность участков, имп/мин $\times 10^{-2}$	Отн. активность, %	БЭП участков	Активность участков, имп/мин $\times 10^{-2}$	Отн. активность, %
5	О	О	51,5	54,1	+8	72,8	56,6
	В	+15	52,0	54,6	+22	76,0	59,1
6	О	+15	61,7	64,8	+4	69,2	53,8
	В	+19	62,1	65,2	+21	96,7	75,2
7	О	+6	59,0	62,0	+8	130,6	101,6
	В	+22	112,6	118,3	+8	157,4	153,5
8	О	+24	132,8	139,5	+5	172,0	159,6
	В	+39	171,3	179,9	+23	205,2	159,6
9	О	+41	153,7	161,4	+10	129,7	100,9
	В	+49	—	—	+40	0	—

значения содержащихся в них ассимилятов, а также относительные единицы активностей этих участков. Относительная активность представляет собой абсолютную активность участка, отнесенную к среднему значению активностей исследуемых участков данного растения в процентах, для сопоставления и объединения данных с разных растений.



Как было установлено нами и ранее [2], БЭП проявляют типичное полярное распределение: они возрастают вдоль междоузлий, испытывают спад — отрицательный скачок на их границе, повышаясь в среднем к верхушке растения. Возрастание БЭП вдоль междоузлий и стебля иллюстрирует осевую полярность растения, а спады на границах — ортостихную.

Распределение же ассимилятов, т. е. уровень активности участка, зависит в первую очередь от расстояния между листом — источником ассимилятов и исследуемым участком: он должен равномерно прогрессивно убывать с расстоянием по экспоненциальному закону. Однако, убывая, ассимиляты проявляют в своем распределении полярные тенденции, явно в соответствии с полярным характером распределения БЭП, хотя часто и замаскированные зависимостью от расстояния, особенно вблизи к подкормленному листу.

По табл. 1, ассимиляты накапливаются преимущественно в апикальных частях междоузлий, в ряде случаев даже по сравнению с основаниями соседних верхних междоузлий, находящихся ближе к источнику ассимилятов, вопреки общей и довольно сильной тенденции убывания ассимилятов с расстоянием, и именно в тех случаях, когда БЭП этих апикальных частей значительно превышают БЭП сопоставляемых оснований. Более того, чем больше спад БЭП на границе междоузлий, тем ошутимее и спады активностей (табл. 2). Например, у растения № 2 на границе 7-го и 8-го междоузлий, несмотря на близость к подкормленному листу, активность понижена на  $17,8 \times 10^2$  ед. и соответствует большому спаду БЭП (33 mv). Для растения № 1 на границах междоузлий нарушены спады как БЭП, так и активностей. Единственный отрицательный спад фиксировался на границе 6-го и 7-го междоузлий, ему сопутствовал и спад активности. Такая же зависимость от величины спада БЭП отмечается на границе между ближайшей к подкормленному листу апикальной частью междоузлия и основанием соседнего вышележащего междоузлия.

Таблица 2

Разность на границе междоузлий—между основанием и верхом нижнего соседнего междоузлия

№ граничащих междоузлий	Растение № 1		Растение № 2	
	Разность БЭП	Разность активностей, нмд/мин $\times 10^{-2}$	Разность БЭП	Разность активностей, нмд/мин $\times 10^{-2}$
6.5	0	+9.7	-18	-6.8
7.6	-13	-3.1	-16	+33.8
8.7	+2	+20.2	-33	-17.8
9.8	+2	-17.6	-13	-75.5

Остается отметить, что крутому нарастанию БЭП вдоль междоузлия, как правило, сопутствуют подобные активности (табл. 3). Например, вдоль 7-го и даже 6-го междоузлий растения № 2 активность нарастает круче, чем вдоль 8-го междоузлия, расположенного к источнику ассимилятов ближе, что также в соответствии с разностями БЭП, их осевой полярностью противоречит требованию экспоненциального закона убывания ассимилятов с расстоянием. Рассмотрение табличных данных убеждает нас в том, что распределение ассимилятов вдоль стебля виноградной лозы зависит не только от расстояния до подкормленного листа и в ряде случаев очевидной причиной нарушения картины



распределения, требуемой зависимостью от расстояния, является именно БЭП. А это означает, что между распределениями БЭП и ассимилятов вдоль стебля виноградной лозы существует взаимосвязь.

С целью исследования и количественной оценки этой взаимосвязи нами применен корреляционный анализ. Коэффициент корреляции между значениями БЭП и относительных активностей участков междоузлий  $r=0,68$  указывает на высокодостоверную корреляционную зависимость между ними (г является показателем строгости зависимости; абсолютно строгой математической зависимости соответствует  $r=\pm 1$ ). Полученная нами корреляционная связь, как и любая другая, помимо прямой зависимости между исследуемыми показателями, может быть следствием и их самостоятельных первичных зависимостей от общих причины и факторов.

Таблица 3

Разности на междоузлии между верхом и основанием

№ междоузлий	Растение № 1		Растение № 2	
	Разность БЭП	Разность активностей $\times 10^{-2}$ ед.	Разность БЭП	Разность активностей $\times 10^{-2}$ ед.
5	+15	+ 0,5	+14	+ 3,2
6	+4	+ 0,4	+20	+27,5
7	+16	+53,6	+50	+66,8
8	+15	+58,5	+18	+25,7

Поскольку оба показателя — БЭП и особенно активность проявляют очевидную зависимость от расположения участка, БЭП ввиду осевой полярности своего распределения, а активность вдобавок и в основном по причине зависимости от расстояния до своего источника, нами подсчитан так называемый частный коэффициент корреляции, исключаящий влияние на зависимость между ними расстояния и полярности. Этот коэффициент, однако, тоже оказался достоверен с вероятностью 95% и равен  $R_r=0,59$ . Это значит, что их взаимозависимость порядка  $R^2=0,35$ , т. е. вклад влияния БЭП не зависящий от полярности, в величину относительной активности того или иного участка составляет 35% влияния всех определяющих эту величину факторов.

По частному же коэффициенту регрессии, показывающему силу зависимости между БЭП и активностью, на каждые 10 mv относительная активность возрастает в среднем на 11%. Корреляционная же зависимость между разностями БЭП и активностью вдоль и на границах междоузлий еще строже и сильнее, так как эти разности оказались гораздо менее подверженными влиянию расстояния и осевой полярности. Так, корреляционная зависимость достоверна с 99%-ной вероятностью, коэффициент корреляции  $r=0,67$  и разность активностей вдоль и на границах междоузлий на 45% обусловлена величиной разности БЭП, а исходя из соответствующего коэффициента частной регрессии, на увеличение разности БЭП в 10 mv приходится возрастание разностей активности на 2100 ед. радиоактивности.

Таким образом, нами установлена корреляционная зависимость между распределениями БЭП и ассимилятов вдоль стебля виноградной лозы, ниже листа, служащего источником ассимилятов. Доказано также, что не полярность является определяющей и объясняющей эту за-



ვისიმოფი პრიჩინოი. სკორეე ვსეგო, სამი რაზნოსი ბეპი, უაჭვოფიშე ვ რეგულიროვანნი ოტოკა, ვ კაკოი-ტო მერე ოტვეტსვენნი ი ვა ნაკოფილე ასსიმიატოვ ვ რაზლიჩნოი უაჭვოკა სტებლი. ა იმენნი, უდელინე ვლიანე ბეპი დოვოლინე ველიკო — 35—45% ვსოხ ვლიანოფიხ ნა რაფსრედელენე ასსიმიატოვ პო სტებლი ვინოგრაფნი ღოვი პრიჩინი ი ფაქტოროვ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило 28.9.1973)

გენეზაჩეთა ფიზიოლოგია

თ. ფურცელაძე, მ. დოლიძე, შ. შანიშვილი

ასიმილატების და ბეპ-ის განაწილებათა შორის

დამოკიდებულება ვაზის ღეროში

რეზიუმე

შესწავლილა ბიოელექტრული პოტენციალისა (ბეპ) და ასიმილატების განაწილებათა შორის დამოკიდებულება ვაზის ღეროში. მუხლთშორისების ზედა და ქვედა უბნების ბმპ-ების სიდიდებმა და ამავე უბნებში ასიმილატების შემცველობათა შორის, ასევე მუხლთშორისების გასწვრივ და მათ საზღვარზე პოტენციალთა სხვაობებსა და შესაბამისად ასიმილატების შემცველობათა სხვაობებს შორის აღინიშნება სარწმუნო კორელაციური ურთიერთდამოკიდებულება. ამ დამოკიდებულებაზე გავლენას ახდენს ბმპ-ისა და ასიმილატების განაწილებათა პოლარული თავისებურებანი, თუმცა ბმპ-სა და ასიმილატებს შორის კორელაციური კავშირი სარწმუნოა პოლარობის გავლენის გამორიცხვისასაც. დადგენილია, რომ ბმპ-ის ხვედრითი მონაწილეობა ასიმილატების განაწილებაში საკმაოდ დიდია და 35—45%-ით განისაზღვრება.

PLANT PHYSIOLOGY

T. D. PURTSELADZE, M. D. DOLIDZE, Sh. Sh. CHANISHVILI

## DEPENDENCE BETWEEN THE DISTRIBUTION OF ASSIMILATES AND BIOELECTRIC POTENTIALS ALONG THE GRAPEVINE STEM

Summary

The dependence between the distribution of bioelectrical potential (BEP) and assimilates along the grapevine stem in the basipetal direction from a leaf fed with  $C^{14}O_2$  and serving as the source of labelled assimilates has been studied. Along with the decrease of the level of assimilates with an increase of the distance from the fed leaf, the distribution of assimilates reveals a tendency to an axial and orthostichous polarity conformably to the polar distribution of BEP. Correlative and general and partial regressive analyses have shown a reliable correlative dependence between the distribution of BEP and the assimilates, allowing a quantitative estimation of this dependence. The specific participation of BEP in the distribution of assimilates along the grapevine stem and below the fed leaf has been found to range from 35 to 45 per cent.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Оприлов. Биофизика, т. VIII, вып. 2, 1963, 218.
2. თ. ფურცელაძე. ახალგაზრდა მეცნ. მუშ. სამეცნ. კონფ. IV, საქ. სსრ მეცნ. აკად. ბოტანიკის ინსტიტ., 1967.
3. Ш. Ш. Чавишвили. Передвижение ассимилятов у виноградной лозы. Тбилиси, 1964.

ა. ზიკაშვილი

მურა ჟანგას გავრცელება ხორბლის ზოგბერით  
გეოგრაფიულად დაზოგბერულ ნაჯვარ და  
სახეობათაზოგბერისო ჰიბრიდზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაბრევიჩმა 23.11.1973)

მურა ჟანგა ხორბლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და ფართოდ გავრცელებული დაავადებაა. ხორბლის ჟანგას წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებათა შორის ძირითადია გამძლე ჯიშების გამოყვანა. ამ მიზნის მისაღწევად სელექციის ქმედითი მეთოდია ჰიბრიდიზაცია — სასელექციო საწყის მასალად გამძლე ჰიბრიდების მიღება.

ე. გეშელე [1] აღნიშნავს, რომ თანამედროვე სელექციაში უპირატესია ჰიბრიდიზაციის მეთოდი, უკეთესი კონსტანტური ჰიბრიდების სათანადო აღზრდითა და შერჩევით. ჰიბრიდების აღზრდის საკითხი დაავადების მიმართ გამძლეობაზე არასაკმარისადაა შესწავლილი.

ქ. სტეპანოვიც [2] მიხედვით ხორბლოვანთა ჟანგას გავრცელების არეალი და დაავადების ინტენსივობა დამოკიდებულია სხვადასხვა პირობაზე: წარმოებაში ნათესი ჯიშების ჟანგასადმი მიმდებარების ხარისხზე, აგროტექნიკაზე და ამინდის პირობებზე.

ჟანგასადმი გამძლე ჰიბრიდების გამოყვანის მიზნით საჰიბრიდიზაციოდ შევარჩიეთ ქართული მაგარი ხორბლის ჯიშები: შავფხა ადგილობრივი, თავთუხი ადგილობრივი და ცერულესიენს 19/28; რბილი ხორბლის ჯიშები: კახური დოლი, თეთრი იფქლი და საქართველოში დარაიონებული ძირითადი ჯიშები ბეზოსტაია-1.

გეოგრაფიულად დაზოგბერული ჯიშებიდან შეჯვარებაში გამოვიყენეთ იტალიიდან მიღებული ჯიშები — მაგარი ხორბლები: კ-25107 სახესხვაობა ლეუკომელან (ა) და ლეუკურუმი (ბ), რბილი ხორბალი ვზ-178; მექსიკური მაგარი ხორბლის ჯიშები ოვიანიკ-65 და რბილი ხორბლის ჯიშები სინორა-63.

1971—1973 წლების განმავლობაში მარნეულის ჯიშთა გამოცდის ნაკვეთზე საშემოდგომო ხორბლის გენეტიკურად და გეოგრაფიულად დაზოგბერულ ფორმებზე და მათი მონაწილეობით მიღებულ ჰიბრიდებზე შედარებით გამძლე ჯიშებისა და ჰიბრიდების გამოვლინების მიზნით ჩატარებულ დაკვირვებებში მურა ჟანგას განვითარების ინტენსივობაზე.

აღრიცხვას მურა ჟანგაზე ვატარებდით ჯიშთა გამოცდის სახელმწიფო კომისიის მეთოდის თანახმად, ხორბლის რძისებრ სიმწიფეში, № 2 სკალის მიხედვით [3].

აღრიცხვის შედეგები მოცემულია ცხრილში, სიდანაც ჩანს, რომ 1971 წელს პირველი თაობის ჰიბრიდები, რომლებიც დაავადების განვითარების საუკეთესო პირობებში აღმოჩნდნენ (საშუალო ტემპერატურა მურა ჟანგას მასობრივი გამოვლინების პერიოდში — ივნისის თვეში 21,3°C შეადგენდა, 15,6 მმ ნალექების რაოდენობით და ჰაერის საშუალო 38% შეფარდებითი ტენიით) საკმაოდ მიმდებარნი იყვნენ მურა ჟანგას მიმართ. მაგალითად: ცერულესიენს 19/28 და კახური დოლიდან მიღებული ჰიბრიდის დაზიანების სიძლიერე 28,2% აღწევდა; შავფხა ადგილობრივისა და თეთრი იფქლიდან მიღებული ჰიბრიდი კი 26,3%, თვით მშობელი ფორმები, რომლებიც მეტნაკლებად გამძლენი არიან



დაავადებების მიმართ, შედარებით ძლიერ დასენიანდნენ: თეთრი იფქლი 34,0%, სონორა-63 35,2%, ცერულესცენს 19/28 32,3%-ით.

1972 წელს მურა ქანგას გავრცელება მინიმუმამდე შემცირდა. ეს წელი შემდეგი ეკოლოგიური პირობებით ხასიათდებოდა: საშუალო ტემპერატურა იენისის თვეში 22,1°C უდრის, ნალექების რაოდენობა 83 მმ და საშუალო შეფარდებითი ჰაერის ტენი 68%. ცერულესცენს 19/28 და კახური დოლიდან მიღებული ჰიბრიდი 3%-ით დაავადდა. შავფხა ადგილობრივისა და თეთრი იფქლიდან მიღებული ჰიბრიდი კი 8,5%.

მურა ქანგას გავრცელება წლების მიხედვით

ჯიშები და ჰიბრიდები	მურა ქანგას განვითარების სიძლიერე, %			საშუალო წლების განმავლობაში
	1971	1972	1973	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	
იტალიური მაგარი ხორბალი კ-25107				
(ა) X სონორა-63	16,3	2,5	7,0	8,6
შავფხა ადგ. X თეთრი იფქლი	26,3	8,5	9,5	14,8
ცერულესცენს 19/28 X კახური დოლი	28,2	3,0	14,0	15,1
იტალიური მაგარი ხორბალი კ-25107				
(ბ) X შავფხა ადგ.	15,1	7,5	10,5	11,0
	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	
ბეზოსტაია-1 X შავფხა ადგ.	18,0	1,0	6,0	8,3
შავფხა ადგ. X ბეზოსტაია-1	17,8	3,0	8,0	9,6
ბეზოსტაია-1 X თაეთუხი ადგ.	15,0	4,5	10,0	9,8
თაეთუხი ადგ. X ბეზოსტაია-1	21,0	4,5	2,5	9,3
მშობელი ფორმები				
შავფხა ადგილობრივი	22,5	5,0	7,5	11,7
კახური დოლი	30,0	10,0	25,5	21,8
თეთრი იფქლი	34,0	12,0	18,0	21,3
ცერულესცენს 19/28	32,3	7,5	12,5	17,4
ბეზოსტაია-1	20,5	8,0	7,0	11,8
სონორა-63	35,2	0	10,5	15,2
იტალიური მაგარი ხორბალი (ა)	8,1	5,0	14,0	9,0
იტალიური მაგარი ხორბალი (ბ)	23,3	7,0	16,0	15,4
გზ-178	17,5	1,0	3,5	7,3

1973 წლის იენისი 20,3°C საშუალო ტემპერატურითა და 59 მმ ნალექით ხასიათდება, ჰაერის საშუალო შეფარდებითი ტენი 54%. მურა ქანგას გავრცელება 1971 წელთან შედარებით მცირეა, ხოლო 1972 წელთან შედარებით მაღალი. მეტეოროლოგიური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ჩვენს ცლამში მონაწილე ჯიშებმა და ჰიბრიდებმა დაავადება მაქსიმალურად გამოავლინეს მშრალი ამინდის პირობებში. იგივე ჰიბრიდები ცერულესცენს 19/28 X კახური დოლისა და შავფხა ადგილობრივისა X თეთრი იფქლის მონაწილეობით დაავადდნენ შესაბამისად 14,0—9,5%-ით.

ამასვე მიუთითებს ნ. ნაუშოვი [4]. მისი აზრით, მურა ქანგას ჰაერის ტენთან უფრო განუზრახველი დამოკიდებულება აქვს, ვიდრე ყვითელ ქანგას, რადგანაც წვიმიანი ამინდი მისთვის აუცილებელს არ წარმოადგენს და სინოტივეუც მოთხოვნილება ხშირად ნამით კმაყოფილდება.

ცხრილიდან ჩანს, რომ საშუალოდ 3 წლის განმავლობაში ჰიბრიდული ფორმებიდან ყველაზე გამძლე აღმოჩნდნენ ბეზოსტაია-1 და შავფხა ადგილობრივიდან მიღებული ჰიბრიდები, რომელთა დაზიანება უდრის 8,3—9,6%. გამ-



ძლეობით ხასიათდებიან ბენოსტაია-1 და თავთუხი ადგილობრივიდან მიღებული ჰიბრიდები (9,8—9,3%) და იტალიური მაგარი ხორბლის კ-25107 სახესხვაობა ლეუკომელან ფორმის შეჯვარებით სონორა-63-თან, რომლის დროსაც დაზიანება 8,6% უდრის.

აღნიშნული ჰიბრიდების მშობელმა ფორმებმა საშუალოდ შემდეგი გამოძლეობა გამოიჩინეს: ბენოსტაია-1 11,8%, შავფხა ადგილობრივი 11,7%, იტალიური მაგარი ხორბალი კ-25107 სახესხვაობა ლეუკომელან 9,0%.

შესწავლილი ჰიბრიდების და მათი მშობელი ფორმების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მურა ქანგასადმი გამძლეობის მიმართ სასელექციო მასალად სასურველია აღებული იყოს იტალიური რბილი ხორბლის ჯიში ვზ-178, რომლის დაზიანების სიძლიერე საშუალოდ უდრის 7,3%, იტალიური მაგარი ხორბალი კ-25107 სახესხვაობა ლეუკომელან, რომლის დაზიანების სიძლიერე უდრის 9,0%, მექსიკური მაგარი ხორბლის ჯიში ოვიანოკ-65 9,2%, საბჭოთა სელექციის ჯიში ბენოსტაია-1 11,8%, ქართული აბორიგენული ჯიში შავფხა ადგილობრივი 11,7%.

საკავშირო მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის  
საქართველოს ტოქსიკოლოგიური ლაბორატორია

(შემოვიდა 29.11.1973)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

М. Ш. ГИКАШВИЛИ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ НА НЕКОТОРЫХ  
ГЕОГРАФИЧЕСКИ ОТДАЛЕННЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ И  
МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДАХ ПШЕНИЦЫ

Резюме

В результате наших опытов установлено, что высокой устойчивостью против бурой ржавчины характеризуются гибриды, полученные от следующих сортов: Безостая 1 с Шавиха м. (поражение 8,3 — 9,6%), Безостая 1 с Тавтухи м. (9,8—9,3%), итальянская твердая пшеница К-25107 разновидности леукомелан с Сонора 63 (8,6%).

К лучшим устойчивым родительским формам относятся: итальянский сорт ВЗ-178 (7,3%), К-25107 — сорт твердой пшеницы разновидности леукомелан (9,0%), мексиканский сорт Овиахик 65 (9,2%), советский сорт Безостая 1 (11,8%) и грузинский аборигенный сорт Шавиха м. (11,7%).

GENETICS AND SELECTION

M. Sh. GIKASHVILI

THE DISTRIBUTION OF BROWN RUST ON SOME  
GEOGRAPHICALLY DISTANT CROSSED AND  
INTERSPECIFIC HYBRIDS OF WHEAT

Summary

The author's tests have established that hybrids from the *Bezostaya-1* variety with *Shavpka-1* (affection 8.3—9.6%), *Bezostaya-1* with *Tavtukhi 1*. (9.8—9.3%), the *K-25107* Italian hard wheat of leucomelan with *Sonora-63* (8.6%) variety are characterized by high resistance against brown rust.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Э. Гешеле. Основы фитопатологической оценки в селекции. М., 1964.
2. К. М. Степанов. Прогноз проявления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. М., 1958.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. II, М., 1971.
4. Н. А. Наумов. Болезни сельскохозяйственных растений. М.—Л., 1940.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. А. БАКУРАДЗЕ, Т. Г. СИМОНИШВИЛИ

### О РОЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИНЯТОЙ ВОДЫ В РЕГУЛЯЦИИ ЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ У КРЫС

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 20.7.1973)

Установлено, что у мышей питьевая реакция возникает лишь при наличии стимула: дефицита воды или избытка электролитов [1]. Порогом ощущения жажды является общая дегидратация на 1,25% [2]. По некоторым данным [3], существует неравенство осмотического давления вне- и внутриклеточной жидкости и порогом ощущения жажды является дегидратация внеклеточной жидкости на 1,5%, а внутриклеточной жидкости на 0,8%. При этом степень дегидратации внутриклеточной жидкости имеет большее значение [4, 5]. Столь малая величина порога ощущения жажды, основанная на уменьшении воды в тканевой жидкости на 1—1,5%, говорит о тонкой регуляции жажды.

При превышении порога дегидратации под влиянием временного лишения воды и последующей ее дачи организм животного способен в короткий срок (10—15 минут) восстановить осмотическое давление своей внутренней жидкостной среды с точностью до 1—2% исходного уровня [6]. Рецепторы ротовой полости, глотки, желудка участвуют в регуляции приема воды и вызывают снижение питьевой возбудимости, прежде чем наступит изменения осмотического давления в тканевой жидкости. Их раздражение вызывает рефлекторное возникновение жажды или ее угнетение [7, 8].

Многие животные, в том числе и крысы, а также и человек лишены водочувствительных вкусовых рецепторов. Отсутствие таких рецепторов подразумевает, что другие рецепторы должны опосредовать периферическое обнаружение воды и периферический учет приема воды.

Крысы, испытывающие жажду, лизут холодный металл и, по-видимому, охлаждение языка у них служит для обнаружения воды [9]. После временного лишения воды при прочих равных условиях холодную воду крысы пьют меньше, чем воду, имеющую температуру тела [10].

Мы поставили своей целью изучить роль температуры принятой воды в регуляции ее потребления у крыс и произвести экспериментальный анализ наблюдаемых фактов.

Опыты ставились на белых крысах-самцах весом 180—200 г, содержащихся в аппарате Рихтера и Уанга, в аппарате, применяемом для изучения двигательной активности. Пища, преимущественно сухая, давалась без ограничения, а вода давалась из поилки (бюретки для титрования), с термометром внутри нее, различной температуры (12, 24, 36, 42 и 48°C), в сутки 1 раз на протяжении 30 минут, остальные 23,5 часа крысы были лишены воды. В другой серии опытов вода давалась на протяжении 7 часов. Для фармакологического анализа применялся атропин в дозе 0,01—0,02 мг на животное.

Опыты показали, что при прочих равных условиях крысы после 23,5 часа водного голодания за полчаса выпивают водопроводную во-



ду, имеющую почти температуру тела ( $36^{\circ}\text{C}$ ) или близкую к ней, в большем количестве, чем воду, имеющую температуру ниже или выше температуры тела. Так, например, крыса № 8 выпила 11 мл воды, имеющей температуру  $12^{\circ}\text{C}$ , 12 мл —  $24^{\circ}\text{C}$ , 14,5 мл —  $32^{\circ}\text{C}$ , 11 мл —  $42^{\circ}\text{C}$  и 9 мл —  $48^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). Наши данные хорошо совпадают с дан-

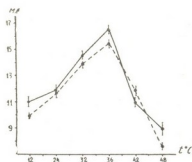
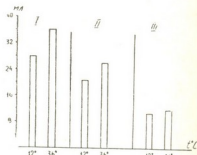


Рис. 1. Крыса № 8. Потребление воды за 0,5 часа после 23,5-часового водного голодания. Сплошная линия—потребление пресной воды, пунктирная—дистиллированной воды

ными Г. Капатос и Р. Гольда [10]. Одновременно опыты показывают, что минерализация воды не имеет существенного значения (см. рис. 1), ибо в опытах с дистиллированной водой наблюдается аналогичная картина. Единственное, что здесь можно заметить, — это то, что крысы несколько больше пьют пресную воду, по сравнению с дистиллированной, но эта разница не столь значительна.

Значение температуры воды можно выявить и в другом варианте опытов, когда крысе предлагается пить воду на протяжении 7 часов после 17-часового водного голодания (рис. 2). Крыса № 10 после

Рис. 2. I—Крыса № 10. Потребление воды (мл) на протяжении 7 часов после 17-часового водного голодания. II—Потребление воды крысами (мл) на протяжении 7 часов после 17-часового водного голодания (средние величины из 45 опытов поставленных на пяти крысах). III—Крыса № 10. Эффект атропинизации на потребление воды



17-часового водного голодания за 7 часов выпила 28 мл воды с температурой  $12^{\circ}\text{C}$  и за то же время она выпила 36 мл воды, имеющей температуру  $36^{\circ}\text{C}$  (I — первые два столбика). Средние величины из 45 опытов на пяти крысах также указывают, что и при этих условиях крысы пьют холодную воду в меньшем количестве (II — вторые два столбика), чем воду, имеющую температуру тела ( $36^{\circ}\text{C}$ ). Введение атропина в дозе 0,01—0,02 мг на животное значительно снижает питьевую возбудимость (III — третьи два столбика), но найденная тенденция сохраняется, т. е. холодную воду крысы пьют меньше, чем теплую.

В наших опытах, так же как и в опытах Г. Капатос и Р. Гольда [10], имеется отчетливое взаимоотношение между потреблением воды и ее температурой. По мере повышения температуры принимаемой водопроводной воды от  $12$  до  $36^{\circ}$  потребление повышается — пик потребления лежит у  $36^{\circ}\text{C}$ . Дальнейшее повышение температуры воды до  $42$  и  $48^{\circ}\text{C}$  ведет к снижению потребления, по-видимому, в связи с повреждающим действием и болевым ощущением от высокой температуры воды. Такие же отношения имеются между потреблением дистиллированной воды и ее температурой, что указывает на то, что эта связь



ду, имеющую почти температуру тела ( $36^{\circ}\text{C}$ ) или близкую к ней в большем количестве, чем воду, имеющую температуру ниже или выше температуры тела. Так, например, крыса № 8 выпила 11 мл воды, имеющей температуру  $12^{\circ}\text{C}$ , 12 мл —  $24^{\circ}\text{C}$ , 14,5 мл —  $32^{\circ}\text{C}$ , 11 мл —  $42^{\circ}\text{C}$  и 9 мл —  $48^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). Наши данные хорошо совпадают с дан-

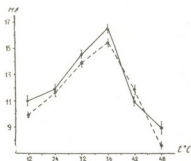
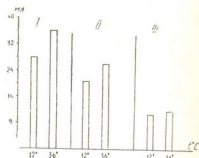


Рис. 1. Крыса № 8. Потребление воды за 0,5 часа после 23,5-часового водного голодания. Сплошная линия—потребление пресной воды, пунктирная—дистиллированной воды

ными Г. Капатос и Р. Гольда [10]. Одновременно опыты показывают, что минерализация воды не имеет существенного значения (см. рис. 1), ибо в опытах с дистиллированной водой наблюдается аналогичная картина. Единственное, что здесь можно заметить, — это то, что крысы несколько больше пьют пресную воду, по сравнению с дистиллированной, но эта разница не столь значительна.

Значение температуры воды можно выявить и в другом варианте опытов, когда крысе предлагается пить воду на протяжении 7 часов после 17-часового водного голодания (рис. 2). Крыса № 10 после

Рис. 2. I—Крыса № 10. Потребление воды (мл) на протяжении 7 часов после 17-часового водного голодания. II—Потребление воды крысами (мл) на протяжении 7 часов после 17-часового водного голодания (средние величины из 45 опытов поставленных на пяти крысах). III—Крыса № 10. Эффект атропинизации на потребление воды



17-часового водного голодания за 7 часов выпила 28 мл воды с температурой  $12^{\circ}\text{C}$  и за то же время она выпила 36 мл воды, имеющей температуру  $36^{\circ}\text{C}$  (I — первые два столбика). Средние величины из 45 опытов на пяти крысах также указывают, что и при этих условиях крысы пьют холодную воду в меньшем количестве (II — вторые два столбика), чем воду, имеющую температуру тела ( $36^{\circ}\text{C}$ ). Введение атропина в дозе 0,01—0,02 мг на животное значительно снижает питьевую возбудимость (III — третьи два столбика), но найденная тенденция сохраняется, т. е. холодную воду крысы пьют меньше, чем теплую.

В наших опытах, так же как и в опытах Г. Капатос и Р. Гольда [10], имеется отчетливое взаимоотношение между потреблением воды и ее температурой. По мере повышения температуры принимаемой водопроводной воды от  $12$  до  $36^{\circ}\text{C}$  потребление повышается — пик потребления лежит у  $36^{\circ}\text{C}$ . Дальнейшее повышение температуры воды до  $42$  и  $48^{\circ}\text{C}$  ведет к снижению потребления, по-видимому, в связи с повреждающим действием и болевым ощущением от высокой температуры воды. Такие же отношения имеются между потреблением дистиллированной воды и ее температурой, что указывает на то, что эта связь



не опосредована вкусом растворенных в воде минеральных веществ, одно несомненно: крысы предпочитают пресную воду.

В наших опытах обнаружено, что охлаждение рецепторов слизистой ротовой полости (языка и других органов) сдерживает прием воды, т. е. отказ от воды наступает прежде, чем наступит восстановление нормального объема внеклеточной воды и ее осмотических свойств, предостерегая организм от охлаждения. В опытах Вилльямса и его соавторов [11] было показано, что лишение воздуха как формы охлаждения языка временно тормозит прием воды у крыс. Подавление приема воды, имеющей температуру тела, по-видимому, осуществляется не охлаждением языка, а по другому механизму. Здесь могут играть роль в первую очередь изменения объема внеклеточной жидкости или ее осмотических свойств, наступающие после приема воды, а также афферентная импульсация от рецепторов давления рта и глотки как форма обратной связи при лизании и глотании.

Почему же крысы в конце концов пьют холодную воду меньше, чем воду, имеющую температуру тела? Какое приспособительное значение может иметь такая реакция крыс?

Регуляция приема воды температурой воды для мелких животных, по-видимому, имеет существенное значение в связи с колебанием температуры окружающей среды. При холоде прием большого количества воды может охладить животное и понизить температуру тела. Холодная вода, охлажденная внешней низкой температурой в холодную погоду, сдерживает ее прием через охлаждение терморепцепторов языка и других терморепцепторов с которыми ей приходится соприкасаться до согревания ее до температуры тела.

При теплой погоде относительно теплая вода охлаждает рецепторы языка, глотки, пищевода и т. д. мало и прием воды соответствует удовлетворению потребности в воде.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии

(Поступило 27.7.1973)

აღმნიანისა და ცნობილთა ფიზიოლოგია

ბ. ბაჰრაძე, თ. სიმონიშვილი

ვირთაგვის მიერ შესული წყლის ტემპერატურის როლი  
 წყლის მოთხოვნილების რეგულაციაში

რეზიუმე

თუ თეთრ ვირთაგვებს 17 და 23,5 საათის განმავლობაში არ მიეცემთ წყალს და შემდეგ 7 და 0,5 საათის მანძილზე მიეწოდით მათ სხვადასხვა ტემპერატურის (12, 24, 32, 36, 42 და 48°C) მქონე მტკნარ წყალს, აღმოჩნდება, რომ ვირთაგვები უფრო მეტი რაოდენობით სვამენ ისეთ წყალს, რომელსაც აქვს თითქმის სხეულის ტემპერატურა (36°C) ან მასთან ახლოს მდგომი ტემპერატურა (32°C), ვიდრე წყალს, რომლის ტემპერატურა შორსაა სხეულის ტემპერატურისაგან (12, 24, 42 და 48°C).

პირის ღრუს რეცეპტორების გაცემა აკავებს წყლის მიღებას უფრო ადრე, ვიდრე აღდება უკრედგართა სითხის მოცულობა და მისი ოსმოსური თვისებები. პირის ღრუს რეცეპტორების ზედმეტად გათბობა აგრეთვე აკავებს წყლის მიღების აფერენტული სიგნალიზაციის გზით.

---

 HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY
 

---

N. A. BAKURADZE, T. G. SIMONISHVILI

 ON THE ROLE OF WATER TEMPERATURE IN THE REGULATION  
 OF ITS CONSUMPTION IN RATS

## Summary

Albino rats that had been deprived of water for 17 and 23.5 hours per day were given water at 12°, 24°, 32°, 36°, 42° and 48° C temperatures for 7 and 0.5 hours. The animals were found to drink more water of almost body temperature (36° or 32°C) than water at temperatures of 12°, 24°, 42° and 48°C. Cooling of the tongue receptors apparently suppresses water intake before the extracellular fluid and its osmotic properties return to a normal level, preventing the organism from cooling. Heating of the tongue receptors inhibits water consumption by signalling the damaging action of water of high temperature.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. F. Adolph, J. P. Barker, P. A. Hoy. *J. Physiol.*, 178, 1954, 538.
2. J. P. Peters. *Body Water. The Exchange of Fluids in Man*. Baltimore, 1935.
3. J. R. Robinson. *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.*, 28, 2, 1953, 158.
4. J. M. Holms, M. J. Gregersen. *J. Physiol.*, 162, 1950, 325.
5. A. V. Wolf. *Urinary Function of the Kidney*. N. Y., 1950.
6. Г. Ф. Кравчинский. *Физиология водно-солевого обмена*. М., 1963.
7. И. Н. Журавлев. *Новости медицины*, 14, 1949, 69.
8. Е. А. Борщевская. *О физиологических механизмах жажды*. Дисс. Л., 1945.
9. J. Mendelson, D. Chilay. *Science*, 170, 1418, 1970.
10. G. Karatos, R. M. Gold. *Science*, 176, 4035, 1972, 685.
11. J. L. Williams, F. R. Treidler, D. R. Thomas. *Psychonom. Sci.*, 1, 1964, 49.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

З. С. ХАНАЕВА

К ПРОИСХОЖДЕНИЮ КОЛЛИКУЛЯРНЫХ ОТВЕТОВ,  
 ВОЗНИКАЮЩИХ НА РАЗДРАЖЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 12.11.1973)

Зрительные импульсы — важнейший афферентный вход передних бугров четверохолмия (ПБЧ), достигают его как прямыми, идущими непосредственно от сетчатки [1, 2], так и непрямыми (через другие зрительные структуры) путями [2]. Считается, что прямая зрительная проекция в ПБЧ составлена из коллатералей наиболее крупных волокон зрительного тракта (ЗТ), основные ветви которых диаметром 10—15 мк заканчиваются главным образом в наружном колленчатом теле [1, 3, 4] и наиболее тонких волокон тракта — менее 2,5 мк в диаметре [1, 2, 4]. Однако до сих пор нет еще единого мнения относительно скоростей проведения импульсов по этим прямым ретиноколликулярным волокнам. Согласно данным ряда работ, колликулярный ответ, возникающий на раздражение ЗТ (длиннолатентный ответ большой амплитуды), связан с активацией высокопороговых тонких волокон тракта со скоростью проведения 3—8 м/сек [2]. Другие же исследователи показали, что наряду с медленнопроводящими, имеются и быстро-проходящие (70—40 м/сек) волокна [5—7].

Происхождение отдельных компонентов сложного ответа ПБЧ на световое раздражение может быть понято только при знании характеристик всех его входных каналов. С этой целью в описываемых ниже опытах изучался весь комплекс изменений потенциала поля ПБЧ, возникающий при электрическом раздражении (разной интенсивности) интсилатерального ЗТ.

Опыты проводились как на поверхности нембутализированных (20 мг/кг), так и на ненаркотизированных, обездвиженных листеноном кошках. Для отведения и раздражения подкорковых структур использовались стальные биполярные (диаметр 150—200 мк, межполюсное расстояние 0,5—1,0 мм) электроды, вводимые стереотаксически. Наиболее частой локализацией раздражающего электрода в ЗТ были ретроизмальные отделы последнего (А 12—11). Большинство записей от ПБЧ было сделано в фокусе его максимальной активности (серый поверх-

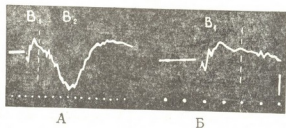


Рис. 1. Ответ ПБЧ, возникающий на умеренное раздражение ЗТ: А—малая скорость, Б—большая скорость раз-  
 вертки. Отклонения вверх—отрица-  
 тельность. Калибровка: 2 мсек и 100

мкВ

ностный и оптический слои) как моно-, так и биполярно. По окончании опыта производилась электрокоагуляция точек отведения и раздражения с их последующей гистологической идентификацией.

Общий вид потенциала ПБЧ, возникающего на одиночное (средней интенсивности) раздражение ЗТ, показан на рис. 1. Весь ответный комплекс может быть подразделен на две основные части: раннюю ( $B_1$ ) и позднюю ( $B_2$ ). Ранний ответ представляет собой низкоамплитудное (80—120 мкв) двухфазное колебание с латентным периодом (ЛП) 0,4—0,7 мсек для начального отклонения (1,2—2,0 мсек до ее пика), общей продолжительностью 3—4 мсек. Начальный компонент этого раннего ответа обнаруживает сравнительно высокую устойчивость, следуя за учащением раздражения ЗТ до 50—60/сек (рис. 2). За ран-

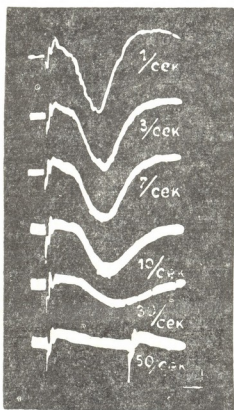


Рис. 2. Ответы ПБЧ, возникающие на возрастающую частоту ритмического раздражения ЗТ. Калибровка (здесь и на рис. 3): 5 мсек и 100 мкв

ним ответом следует большая (250—600 мкв), в основном положительная медленная волна, общей продолжительностью 40—60 мсек (поздний ответ). ЛП его составляет 8—10 мсек (11—15 мсек до пика). Он заметно падает в амплитуде уже при частоте 7—10/сек и убывает прогрессивно до частоты 30—40/сек (рис. 2).

Пороги возникновения этих двух разных частей сложного ответа ПБЧ также оказались различными. Результаты одного из таких опытов даны на рис. 3, а, б — две разные развертки одновременно регистрируемых ответов ПБЧ (верхние кривые на всех осциллограммах) и зарядного коленчатого тела (НКТ) (нижние кривые), возникающих на раздражение ЗТ при напряжении 0,5; 3, 5, 7, 10 в. Хорошо видно (первые осциллограммы сверху), что ранний ответ возникает при более слабых раздражениях, в то время как достаточно выраженный поздний ответ ПБЧ развивается при напряжениях стимула в 6—10 раз больших (вторые и третьи осциллограммы сверху) и достигает максимума при интенсивностях раздражения в 15—20 раз больших, чем пороговая интенсивность для получения раннего компонента ответа. При таких максимальных интенсивностях раздражения, которые были оптимальными для выявления позднего ответа (нижние осциллограммы),

ранний ответ не возрастает больше в амплитуде и часто оказывается даже значительно подавленным.

Резкие различия в ЛП и порогах возникновения этих двух частей ответа ПБЧ позволяют заключить, что они связаны с активацией разных групп волокон ЗТ. Исключительно короткий ЛП, низкие пороги возникновения и большая устойчивость при сравнительно высокой частоте раздражения ЗТ, характеризующие ранний ответ ПБЧ, дают основание связать его с волокнами ЗТ, скорость проведения по которым (согласно нашим подсчетам) составляет в среднем 54 (70—43) м/сек. Большой ЛП и высокие пороги возникновения поздней части ответа ПБЧ могут быть следствием проведения либо по прямым тонким ретиноколликулярным волокнам, либо через другие зрительные структуры (НКТ и зрительная кора). На основании наших опытов с одновременной регистрацией ответов в ПБЧ и ЗТ (на раздражение более периферической части ЗТ) можно предполагать, что поздний ответ ПБЧ

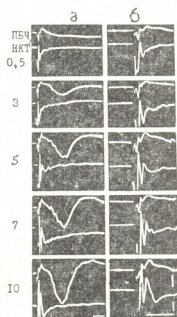


Рис. 3. Ответы ПБЧ и НКТ, возникающие на одиночные, возрастающей интенсивности, раздражения ЗТ. Цифры слева обозначают напряжение в вольтах

связан с медленнопроводящими волокнами ЗТ. Вторая возможность (переключение через другие зрительные структуры) отпала после того, как в опытах с удалением зрительной коры и электрокоагуляцией НКТ было показано (наши опыты), что ответы ПБЧ на световое раздражение не меняются существенно после указанных повреждений. Все это свидетельствует о том, что поздний ответ ПБЧ связан с медленнопроводящими высокопороговыми волокнами, скорость проведения по которым (по нашим подсчетам) должна составлять в среднем 3(6—2,5) м/сек.

Таким образом, прямая зрительная проекция в ПБЧ должна осуществляться в основном двумя группами волокон ЗТ: небольшим количеством низкопороговых быстропроводящих (70—43 м/сек) волокон, обуславливающих при своем возбуждении ранний компонент ответа ПБЧ, и сравнительно большим количеством высокопороговых медленнопроводящих (6—2,5 м/сек) волокон, ответственных за поздний компонент ответа ПБЧ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 15.11.1973)

ზ. ხანაევა

მხედველობითი ტრაქტის ბალზიანებით გამოწვეული  
 ოთხგორაკის წინა გორცვევის პასუხების წარმოშობის  
 საკითხისათვის

რეზიუმე

ნემბუტალით ზერეულდ დანარკოზებულ (20 მგ/კგ) და დაუნარკოზებულ, ლისტენონით იმობილიზებულ კატებზე, იფსილატერალური მხედველობითი ტრაქტის (მტ) ელექტრული გალიზიანებით გამოწვეული ოთხგორაკის წინა გორცვევის პასუხი შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: ადრეული დაბალი ამპლიტუდის პოტენციალისაგან, ფარული პერიოდით 0,4—0,7 მსეკ და მომდევნო დიდი ამპლიტუდის ნელი რხევისაგან, ფარული პერიოდით 8-10 მსეკ. პასუხის მოგვიანო ნაწილს აქვს გაცილებით უფრო მაღალი ზღურბლი, ვიდრე პასუხის ადრეულ ნაწილს. შეიძლება დავასკვნათ, რომ პასუხის ორი ნაწილი დაკავშირებულია მტ-ს ორი სხვადასხვა ჯგუფის ბოჭკოების აქტივაციასთან, რომლებშიც იმპულსთა გატარების სისწრაფე საშუალოდ 54 და 3 მ/სეკ-ის ტოლი აღმოჩნდა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Z. S. KHANAIEVA

 ON THE ORIGIN OF COLLICULAR RESPONSES TO OPTIC  
 TRACT STIMULATION

## Summary

In lightly nembutalized (20 mg/kg) and unanesthetized cats, immobilized with "Listenon" responses in the anterior colliculus evoked by a single electrical shock applied to the ipsilateral optic tract (OT) consisted of two main parts: an early (0.4—0.7 msec latency) low-amplitude potential, followed by a large one (8—10 msec latency). The threshold of the latter response was significantly higher than that of the early one. The conclusion can be drawn that these responses are associated with the activation of two different OT groups of fibres, whose conduction velocities were calculated at average 54 m/sec and 3 m/sec, respectively.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. W. Barris, W. R. Ingram and Ranson. *J. Comp. Neurol.*, 62, 1935, 117.
2. J. Altman. *J. Comp. Neurol.*, 115, 1962, 77.
3. G. H. Bishop, M. H. Clare, W. M. Landau. *Exp. Neurol.*, 24, 1969, 385.
4. J. Hayashi, I. Sumitomo, K. Iwama. *Jap. J. Physiol.*, 17, 1967, 638.
5. M. H. Clare, W. M. Landau, G. H. Bishop. *Exp. Neurol.*, 24, 1969, 400.
6. P. L. Marchiafava, G. C. Pepeu. *Arch. Ital. Biol.*, 104, 1967, 403.
7. R. W. Doty. In: R. Jung and M. Kornhuber (Eds.), *Neurophysiology and Psychophysics of the Visual System*. Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer, 1961, 215.

Д. А. ОНИАНИ, Л. Н. ВОРОБЬЕВ, А. Н. КУДРИН

## ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА И ИЗАДРИНА НА ПОДВИЖНОСТЬ ПРОТОПЛАЗМЫ КЛЕТОК *NITELLA*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 20.11.1973)

Ранее нами [1] было показано, что движение протоплазмы клеток *Nitella* значительно ускоряется под влиянием сравнительно малых доз ( $2 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-4}$  г/л) норадреналина и замедляется под влиянием сравнительно высоких доз того же вещества ( $2 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$  г/л).

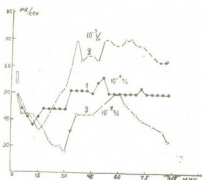
При этих дозах изменение подвижности протоплазмы является обратимым, т. е. после удаления вещества восстанавливается нормальная подвижность протоплазмы. Однако под влиянием чрезмерно высоких доз норадреналина ( $2 \cdot 10^{-1}$  г/л) подвижность протоплазмы клеток *Nitella* останавливается и наступившее изменение является необратимым, клетки гибнут.

Описанные факты указывают на то, что норадреналин обладает универсальным действием как на животных, так и на растительных клетках.

Вторым физиологически активным веществом из катехоламинов, испытанных нами на клетках *Nitella*, был адреналин. Оказалось, что действие адреналина характеризуется некоторым своеобразием, хотя в реакциях клетки как на адреналин, так и на норадреналин много общего.

Адреналин в концентрации  $10^{-4}$  г/л, в отличие от норадреналина, вызывает, как правило, первоначальное замедление движения протоплазмы (до 5 мк), которое достигает максимума через 10—15 мин (рис. 1). После этого подвижность протоплазмы постепенно ускоряется и через ряд колебаний за 40—50 мин превышает исходный уровень примерно на 3 мк/сек (рис. 1). Затем скорость движения протоплазмы возвращается к исходному уровню.

Рис. 1. Кинетика изменения скорости движения протоплазмы клеток *Nitella syncarpa* при действии различных концентраций адреналина: По вертикали—скорость движения протоплазмы, мк/сек; по горизонтали—время, мин 1— $10^{-4}$  г/л, 2— $10^{-3}$  г/л, 3— $10^{-2}$  г/л



Десятикратное увеличение концентрации адреналина ( $10^{-3}$  г/л), так же как и норадреналина, в течение первых 10—15 мин приводит к

замедленно движения протоплазмы (до 5—7 мк/сек), затем наблюдается интенсивное ускорение, и через 20—30 мин достигается максимум, превышающий начальный уровень почти на 10 мк (рис. 1). В дальнейшем это стационарное состояние с небольшими колебаниями поддерживается в течение получаса. Следует отметить, что такое сравнительно большое ускорение подвижности протоплазмы характерно именно для адреналина. Последующая фаза замедления очень растянута: через 2—3 часа скорость еще превышает начальную на 5 мк. Возвращение к исходному состоянию наблюдается через несколько часов.

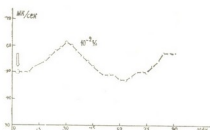
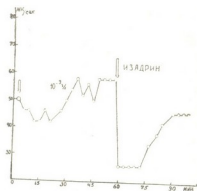


Рис. 2. Влияние изадрина ( $\alpha$ -адреноблокатора) на движение протоплазмы клеток *Nitella syncarpa*

Адреналин в концентрации  $10^{-2}$  г/л вызывает еще большее замедление движения протоплазмы, через 20—25 мин скорость уменьшается на 10 мк/сек. Затем начинается фаза ускорения подвижности протоплазмы, которая, колеблясь, через 50—60 мин достигает исходного уровня. Вслед за этим скорость движения протоплазматических частиц медленно падает и клетка гибнет.

Рис. 3. Последовательное действие адреналина ( $10^{-3}$  г/л) и изадрина ( $10^{-2}$  г/л) (отмечено стрелкой) на подвижность протоплазмы клеток



В концентрации адреналина  $10^{-1}$  г/л клетка гибнет моментально. Для выяснения характера «адренорецепторов» растительной клетки мы использовали изадрин [2], который в концентрации  $10^{-2}$  г/л вызывал в наших опытах первоначальное ускорение движения протоплазмы, стимулируя, по-видимому,  $\beta$ -адренорецепторы (рис. 2). Однако после воздействия  $10^{-3}$  г/л адреналина, когда наблюдалось ускорение движения (вызванное также возбуждением  $\beta$ -рецепторов), изадрин в концентрации  $10^{-2}$  г/л вызывал парадоксальный эффект: движение протоплазмы резко замедлялось (рис. 3). Можно думать [2], что в этом случае имеет место инициирование кооперативного перехода с одного уровня работы системы рецепторов (стимулирование  $\beta$ -рецептора, когда наблюдается повышенная скорость движения протоплазмы) на другой уровень, когда дополнительное возбуждение  $\beta$ -рецепторов приводит к резкому возбуждению  $\alpha$ -рецептора и быстрому замедлению подвижности протоплазмы или вызывает в  $\beta$ -адренорецепторное парабютическое торможение. Этот вопрос нуждается в специальном исследовании. Эта



мысль подтверждается, как нам кажется, и следующим характерным эффектом. Совместное действие адреналина в концентрации  $10^{-4}$  г/л или  $10^{-3}$  г/л и изадрина в концентрации  $10^{-2}$  г/л, которые в отдельности вызывали стимулирование, приводит к моментальной остановке движения протоплазмы и быстрой гибели клетки, вызывая состояние общеклеточного парабноза.

Таким образом, в действии адреналина и норадреналина на подвижность протоплазмы клеток *Nitella* имеются как общие, так и отличительные черты. Изменение чувствительности клеток *Nitella* к катехоламинам под влиянием изадрина позволяет предполагать возможность наличия специальных адренергических рецепторов в растительных клетках (в частности, у хоровых), что имеет важное значение для понимания общебиологических закономерностей активации внутриклеточного метаболизма через мембранные структуры.

Тбилисский государственный  
 университет

Московский государственный университет  
 I Московский медицинский институт

(Поступило 22.11.1973)

ბიოფიზიკა

ჯ. მნიანი, ლ. ვორობიოვი, ა. კუდრინი

ადრენალინისა და იზადრინის ბავლენა *NITELLA*-ს უჯრედის  
 პროტოპლაზმის ძვრადობაზე

რეზიუმე

ერთუჯრედიანი წყალმცენარე *Nitella*-ს პროტოპლაზმის მოძრაობაზე ადრენალინი მოქმედებს როგორც დამაჩქარებლად ( $10^{-4}$  გ/ლ,  $10^{-3}$  გ/ლ), ისე შემაკავებლად ( $10^{-2}$  გ/ლ,  $10^{-1}$  გ/ლ), რაც დამოკიდებულია აღებულ ნივთიერებათა კონცენტრაციაზე.

იზადრინის გავლენით ადრენალინის მოქმედება დაჩქარების ან შეკავების პროცესში მკვეთრად იცვლება საპირისპირო მოქმედებით.

BIOPHYSICS

D. A. ONIANI, L. N. VOROBYOV, A. N. KUDRIN

## EFFECT OF ADRENALINE AND ISADRIN ON THE PROTOPLASM MOTILITY IN THE CELLS OF *NITELLA*

### Summary

Different concentrations of adrenaline are shown to accelerate ( $10^{-4}$  g/l,  $10^{-3}$  g/l) or decelerate ( $10^{-2}$  g/l,  $10^{-1}$  g/l) the protoplasm motility in the unicellular cells of *Nitella*.

Isadrin results in the opposite alteration of the adrenaline (acceleration or deceleration) effects.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. А. Ониани, Л. Н. Воробьев, А. Н. Кудрин. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.
2. А. Н. Кудрин, И. Ф. Каторгина. Сб. «Актуальные проблемы фармакологии и фармации». М., 1971.



В. К. ЭКИЗАШВИЛИ, Н. Н. КОРОБЦОВА

## ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РНК-СИНТЕЗИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ЯДЕР В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ВЬЮНА ПРИ ПОМОЩИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ АВТОРАДИОГРАФИИ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 10.10.1973)

В раннем эмбриогенезе развивающихся зародышей вьюна (*Misgurnus fossilis*) клеточные ядра проходят фазы с разным функциональным состоянием. Согласно имеющимся данным, *in vivo* в течение дробления в зародышах вьюна синтез РНК в ядрах не происходит, но он сильно активируется сразу после окончания дробления [1, 2]. Позже в изолированных ядрах зародыша было показано, что ядра на стадии морулы мало активны в синтезе РНК в среде с умеренной ионной силой, в то время как ядра на 8-м часу развития (средняя бластула) в несколько раз более активны в расчете на ядро [3].

Эти результаты, полученные биохимическими методами, можно было ясно интерпретировать в случае гомогенной популяции клеток, а в случае эмбрионального развития, когда имеется сложная популяция клеток, в которых синтез РНК может происходить неодинаково, такой биохимический анализ не позволяет получить ответ на ряд вопросов. В частности, остается неясным, все ли ядра ранних зародышей неактивны до активации суммарного синтеза ядерной РНК и все ли ядра одинаково принимают участие в выявлении резкого увеличения РНК-синтезирующей активности ядер.

Методика. Ядра из бластомер получали по методу Дингмана и Спорна [4] с некоторыми модификациями. Изолированные ядра (100 мкг на ДНК) инкубировали при 25°C в реакционной смеси для определения эндогенной РНК-синтезирующей активности при низкой ионной силе. Объем реакционной смеси составлял 0,25 мл, АТФ, ЦТФ, ГТФ, УТФ — по 0,3 мкмоль. В качестве меченого предшественника брали <sup>3</sup>H-ГТФ с удельной активностью 6 мкюри/мл. После инкубации из каждой пробы отбирали по две капли инкубационной смеси, наносили на предметное стекло и сушили. Препараты ядер фиксировали жидкостью Карнуа и окрашивали гематоксилином по Каррачи, затем покрывали жидкой радиочувствительной эмульсией и экспонировали при температуре 4°C в течение 14 дней. Препараты проявляли при помощи амидилового проявителя. Об эндогенной РНК-синтезирующей активности ядер судили по числу зерен серебра за вычетом фоновой метки. Для каждой изученной стадии развития зародыша подсчитывали количество зерен в 60 ядрах. В качестве контроля брали препараты, обработанные РНК-азой.

Как видно из диаграмм, синтез РНК практически во всех ядрах зародышей в стадии морулы (5 часов) не происходит. Начиная со стадии ранней бластулы (7 часов), большинство ядер, а именно 80%, проявляет способность включить метку в суспензию ядер, а на стадии средней бластулы (8 часов) эта способность увеличивается и достигает

94%. С дальнейшим развитием зародыша — стадия гастрюлы (16—17 часов развития) доля активных ядер возрастает до 98,5%. Наиболее высокая РНК-синтезирующая активность отмечается на стадии средней бластулы, а в последующих стадиях (гастрюляция и органогенез) она снижается. Часть ядер на 8-м часу развития проявляет очень высокую РНК-синтезирующую активность, не наблюдающуюся в последующих стадиях. Диаграммы дают право заключить, что увеличение синтезирующей активности ядер зародышей после 7 и 8-часового развития происходит за счет сильного уменьшения доли слабо активных ядер и увеличения доли активных ядер.

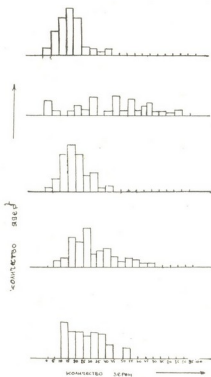


Рис. 1

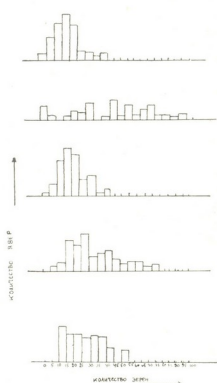


Рис. 2

Наши результаты, полученные методом количественной автордиографии, позволяют объяснить активацию суммарного темпа транскрипции. Выясняется, что активация складывается из следующих компонентов: а) увеличение количества ядер зародыша, б) увеличение доли ядер, принимающих участие в синтезе РНК, при одновременном уменьшении доли мало активных ядер.

Таким образом, в основе феномена первичной активации генома в зародышах вьюна лежит увеличение количества РНК-полимеразы. По нашим предварительным данным, полученным с солюбилизированными РНК-полимеразами из ядер зародышей вьюна, величина ДНК-зависимой активности в процессе развития увеличивается в несколько раз. Выяснение молекулярного механизма перечисленных изменений требует более углубленного подхода, в частности исследования РНК-полимераз в эмбриональных системах.

3. ეკიზაშვილი, ნ. კობოტოვა

ხლაკუნას ჩანასახების ბირთვებში ადრეული  
ემბრიოგენეზის დროს ავტორადიოგრაფიული მეთოდით  
რნმ-ს მასინთეზირებადელი აქტივობის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილი იყო, რომ ხლაკუნას ჩანასახების ბირთვებში ადრეული ემბრიოგენეზის დროს მორულის სტადიიდან ბლასტულის სტადიაზე გადასვლას თან ერთვის რნმ-ს მასინთეზირებადელი აქტივობის სწრაფი ზრდა, რასაც იწვევს ჩანასახის ბირთვებისა და რნმ-ს სინთეზში მონაწილე ბირთვების რაოდენობების გაზრდა და ამ პროცესში ნაკლებად აქტიური ბირთვების რაოდენობის შემცირება.

BIOCHEMISTRY

V. K. EKIZASHVILI, N. N. KOROBTSOVA

A QUANTITATIVE AUTORADIOGRAPHIC STUDY OF THE  
RNA-SYNTHESIZING ACTIVITY OF THE NUCLEI IN  
THE EMBRYOGENESIS OF THE LOACH

Summary

It has been found that RNA synthesis becomes active after cell division in the early embryogenic nuclei of the loach. The process of activation involves the following components: (a) an increase of the number of nuclei of the embryo, (b) an increase of the share of nuclei taking part in RNA synthesis, attended by a simultaneous decrease in the share of low-activity nuclei.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Кафрани, М. Я. Тимофеева. ДАН СССР, 154, 1964, 721.
2. R. Bachvarova, E. H. Davidson. Proc. Nat. Acad. Sci. US, 1966, 55, 358.
3. Р. А. Ахалкаци и др. Биохимия, 35, 1970, 1193.
4. C. W. Dingman, M. B. Sporne. J. Mol. Biol., 1964, 239, 3483.



А. В. АНТЕЛАВА, З. Д. КИРИКАШВИЛИ

## ВЫДЕЛЕНИЕ ТИРЕОИДНЫХ ПРОТЕИНАЗ ПРИ ДИФFUЗНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ЗОБЕ И НЕКОТОРЫЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 21.12.1973)

В последние годы накопилось много работ по изучению внутриклеточных протеиназ, выделенных из различных источников.

Что касается тиреоидных протеаз, то их свойства и физиологическая роль мало изучены. Изучение этих ферментов представляет большой интерес для биохимии щитовидной железы, поскольку с атойдопротеолизом связано выделение тиреоидных гормонов из тиреоглобулина.

Целью проведенной нами работы было изучение тиреоидных протеиназ при диффузном токсическом зобе.

Материалом для исследований служила тиреоидная ткань людей после операций по поводу различных заболеваний щитовидной железы. Тиреоидную ткань доставляли из клиники в замороженном виде (жидкий  $\text{CO}_2$ ). Затем ткань оттаивали и гомогенизировали. Полученный гомогенат трижды обрабатывали ацетоном при  $-16^\circ\text{C}$ .

Полученный ацетоновый порошок экстрагировали в течение двух часов 4-кратным объемом физиологического раствора. Суспензию центрифугировали 10 минут при 600 g. Осадок трижды экстрагировали с 1/10 объема физиологического раствора. Надосадочные жидкости объединяли, фильтровали через марлю. В экстракте определяли белок по методу Лоури [1] и при длине волны 280 мкм [2]. Протеолитическую активность определяли методом Ансона [3]. Экстракт фракционировали сульфатом аммония 0,4—0,7% насыщения. Первый осадок отбрасывали, второй растворяли в малом количестве физиологического раствора. Полученный раствор диализировали в течение суток против физиологического раствора.

Далее производили фракционирование спиртом (30—60%) при  $-16^\circ$ . Первый осадок отбрасывали как не имеющий протеолитической активности. Спиртовую фракцию, обладающую наибольшей протеолитической активностью, растворяли в малом количестве физиологического раствора и ставили на диализ — определяли белок и протеолитическую активность методом Ансона в экстракте.

Хроматографию на ДЭАЭ-целлюлозе осуществляли на колонке (2,2×30). ДЭАЭ-целлюлозу уравнивали 0,2 М трис-НСI буфером при pH 7,2. На колонку наносили 1—2 мл белкового раствора. Перед опытом через колонку пропускали 2/3 колоночного объема буфера до получения pH 7,2. Сначала проводили элюцию с буферным раствором, до тех пор, пока оптическая плотность вытекающей жидкости не достигала при длине волны 280 мкм фоновое значение. Затем проводили ступенчатую элюцию тем же буфером с возрастающей концентрацией 0,03—0,5 М NaCl. Скорость элюции составляла 16 мл/час, объем элюата — 4 мл. В каждой фракции элюата определяли содержание белка и активность фермента. Активные фракции, полученные после хрома-

тографии на ДЭАЭ-целлюлозе, объединяли и диализировали против физиологического раствора. Фракции большого пика лиофилизировали для изучения свойств тиреоидных протеаз. С целью определения гомогенности фракции использовали метод электрофореза в полиакриламидном геле [4] на приборе фирмы «Reanal».

Так как в тиреоидной ткани имеется комплексная система тиреоидных протеаз и пептидаз, мы поставили задачу идентифицировать эти ферменты по их действию на специфические синтетические субстраты. Для идентификации катепсина А в качестве субстрата был применен синтетический пептид карбобензоокси-глутамин-1-тирозин. Отщепляющийся тирозин определяли методом хроматографии [5]. Для катепсина В в качестве субстрата использовали бензил-1-аргининамид [6], а для катепсина С — глицин-1-фенилаланинамид [7], для катепсина Д — гемоглобин.

#### Очистка катепсина Д из тиреоидной ткани

Стадии очистки	Объем экстракта, мл	Содержание белка, мг/мл	Уд. активность, ед/мг белка	Суммарный выход	Степень очистки
Грубый экстракт	50	108	0,8	100	1
Фракционирование сульфатом 0,7% насыщения	4,1	51	1,32	2,83	1,65
Фракционирование спиртом (60%)	4,0	19,2	4,2	10,6	5,25
Хроматография на ДЭАЭ-целлюлозе	2,0	19,2	199	10,6	224,2

Аммиак, освободившийся в результате действия катепсина В и С, определяли микродиффузионным методом Зелингсена, модифицированным А. И. Силаковой [8], молекулярный вес — на сефадексе g-150 в камере 20×20 см [9]. Стандартную кривую строили по белкам с известным молекулярным весом.

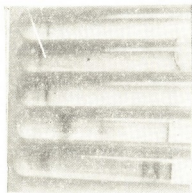


Рис. 1. Электрофорез катепсина на полиакриламидном геле (напряжение 300 в, продолжительность электрофореза 50 мин, концентрация полиакриламида 7,5%): а—экстракт ацетонового порошка, в—фракционирование спиртом, с—фракционирование на колонке ДЭАЭ-целлюлозы, д—фракционирование на колонке ДЭАЭ-целлюлозы

Из наших данных вытекает, что при диффузионном токсическом зобе при различных видах фракционирования удельная активность растет в тиреоидной ткани (см. таблицу).

Фракции, соответствующие высоким пикам, были объединены, dialизированы и лиофилизированы. После лиофилизации полученного препарата производили электрофорез на полиакриламидном геле. Как видно из рис. 1, электрофореграмма, соответствующая ацетоновому порошку, дает несколько фракций. Спиртовый экстракт дает заметно меньшее количество дисков, последняя электрофореграмма содержит уже только один диск. Таким образом, мы имеем наглядную картину постепенно нарастающего очищения фермента. После лиофилизации полученного препарата был определен также молекулярный вес белка в камере с сефадексом g-150. Выяснилось, что миграция нашего белка почти полностью соответствует миграции сывроточного альбумина (если полагать, что молекулярный вес также составляет около 67 000).

При диффузном токсическом зобе после фракционирования на ДЭАЭ-целлюлозе во всех полученных фракциях определяли субстратную специфичность. Брали 50 мкг фермента и 500 мкг субстрата в 0,1 М ацетатном буфере при различных рН, смотря по тому, какого вида катепсин мы определяли (рН 5,6 и 5,3). Выяснилось, что при диффузном токсическом зобе не обнаруживаются катепсины А, В, С. Полосу, полученную при электрофорезе на полиакриламидном геле, следует отнести к катепсину Д, который активно гидролизует денатурированный гемоглобин при рН 3,6.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило 21.12.1973)

ბიოქიმია

ა. ანთელავა, ზ. ძირიკაშვილი

თირეოიდული პროტეინაზების გამოყოფა და მისი  
 ზოგნირთი თვისება დიფუზური ტოქსიკური ჩივივის დროს

რეზიუმე

თერაპიის შემდეგ მიღებული თირეოიდული ქსოვილიდან ვამზადებდით აცეტონის ფხვნილს. ფიზიოლოგიურ ხსნარში ექსტრაქციის შემდეგ ვატარებდით ფრაქციონირებას ამონიუმის სულფატით, სპირტით — 16%-ზე და შემდეგ ქრომატოგრაფიას ДЭАЭ-ცელულოზის სვეტში. ფრაქციონირების შედეგად თანდათან იზრდებოდა თირეოიდული ქსოვილის ხვედრითი აქტივობა. მაღალი აქტივობის ფრაქციის დიალიზის, ლიოფილიზაციის შემდეგ დადგინდა ჰომოგენობა ელექტროფორეზით პოლიაკრილამიდის გელზე.

მიღებული ფერმენტების იდენტიფიკაცია ხდებოდა სხვადასხვა სპეციფიკურ სინთეტურ სუბსტრატებზე: კათექსინი А-კარბოგენზოოქსი I-გლუტამილ I-თიროზინი. კათექსინი-В-ბენზოლ I-არგინინი. კათექსინი-С-გლიცილ I-I-ფენილალანინილიდი. გამოირკვა, რომ А, В, С კათექსინების აქტივობა გამორიცხულია. ფერმენტის აქტივობა მიღებულია, როცა სუბსტრატად აღებულია დენატურირებული ჰემოგლობინი рН 3,6. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ეს არის D კათექსინი.

A. V. ANTELAVA, Z. D. KIRIKASHVILI

## ISOLATION OF THYROID PROTEINASES DURING DIFFUSE TOXIC GOITER AND SOME OF THEIR CHARACTERISTICS

## Summary

The purpose of this investigation was to ascertain the kinds of cathepsins in the pathological thyroid gland and their role in the pathogenesis of human diffuse toxic goiter.

The thyroid tissue of patients operated for diffuse pathologies of the thyroid gland was used as the material for the investigation.

The procedure of obtaining the enzyme from acetonic powder with the help of different methods of fractionation and the subsequent identification of A, B, C and D cathepsins in it under the action of some specific synthetic substrates is described. These substrates are: peptide-carbobenzo-oxyglutamyl l-tyrosine, benzoyl-l-arginine amide, glycyl-l-phenyl alanine amide and hemoglobin.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. O. H. Lowry *et al.* J. Biol. Chem., 193, 263, 1951.
2. М. Диксон, Э. Уэбб. Ферменты. М., 1961.
3. M. L. Ансон. J. Gen. Physiol., 22, 79, 1938.
4. Г. Маурер. Диск-электрофорез. М., 1971.
5. N. M. Lichtenstein, I. S. Fruton, Proc. Nat. Acad. Sci., 46, 1960.
6. K. Otto, Hoppe-Seyler's. Physiol. Chem., 348, 2, 1967.
7. R. I. Planta *et al.* Biochem. Biophys. Acta, 89, 1964.
8. А. И. Силакова, Г. П. Труш и др. Вопросы мед. химии, 8, 1962, 538.
9. Sephadex Gel Filtration in Theory and Practice. Thin-layer Gel Filtration Pharm. Fine Chemicals, 1966.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

З. В. ОРДЖОНИКИДЗЕ, В. Е. КУРАШВИЛИ, Р. Г. САЛАКАЯ

**МИКРОФЛОРА ЖЕЛЧИ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ  
ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И ЖЕЛЧНЫХ ПУТЕЙ**

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 23.10.1973)

Патология желчного пузыря и желчных путей остается актуальной проблемой современной медицины, что связано с широким распространением данных заболеваний, особенно хронических.

Многие вопросы патогенеза, диагностики и терапии еще не разрешены и требуют дальнейшей разработки.

В патогенезе воспалительного процесса желчного пузыря и желчных путей ведущую роль играет инфекция [1—3].

Для диагностики и рационального применения антибактериальных препаратов важное значение имеет не только существование инфекции, но и характер микробной флоры. Для определения вида микрофлоры широко используется дуоденальное зондирование.

Единого мнения о диагностической ценности этого метода нет. Большинство авторов [4—7] дуоденальное зондирование считает ценным методом, тогда как некоторые не рекомендуют исследование дуоденальной желчи [8, 9].

Целью нашего исследования было изучение характера микрофлоры желчи при воспалительных заболеваниях желчного пузыря и желчных путей. Для этого исследовалась дуоденальная желчь у больных различными формами холецистопатии, «операционная» желчь, полученная непосредственно во время операции из желчного пузыря, и «трупная» желчь, полученная во время вскрытия трунов из желчного пузыря у скончавшихся с хроническими формами воспалительного процесса желчевыводящей системы.

Всего было проведено 1022 исследования желчи, из них 1000 дуоденальной желчи у больных с хроническим холециститом, 14 «операционной» и 8 «трупной» желчи.

Посев дуоденальной, «операционной» и «трупной» желчи производился одновременно на 2% мясо-пептонный агар, сахарный бульон с 1% глюкозой, кровяной агар, желточно-солевой агар, эндо- и сусло-агар. Последовательность дальнейших бактериологических исследований была общепринятой.

В результате бактериологических исследований дуоденальная желчь в 51,3% случаев (у 513 больных) оказалась инфицированной, в 48,7% (у 487 больных) посев был стерильным, «операционная» желчь была инфицирована в 47,7% случаях, а «трупная» — в 63% случаев.

Сопоставление результатов посевов дуоденальной желчи из всех трех порций показало, что в основном один и тот же микроб обнаруживался во всех трех порциях, особенно совпадали результаты В и С-порций.

В общем микробная флора выявлена в 51,4% случаев (у 596 больных) при этом в 81,9% случаев была обнаружена моноинфекция, в 18,1% — микробные ассоциации.



Исследованием микробной флоры инфицированной желчи выявлено, что микрофлора ее разнообразна. Наиболее часто отмечалась кишечная палочка в чистой культуре (64,8%) или в ассоциации с други-

Микрофлора желчи при хронических заболеваниях желчного пузыря и желчных путей

Бактерии	Сравнительная частота обнаружения различных видов микроорганизмов					
	в отдельности и вместе с другими микроорганизмами		в том числе			
			в чистой культуре		в ассоциации	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Кишечная палочка	354	67,8	339	64,8	15	3,8
Энтеробактер-клебсиелла	34	6,4	33	6,1	1	0,2
Фекалис-алкалигенес	14	2,6	13	2,4	1	0,2
Золотистый стафилококк	48	9,1	39	7,4	9	1,7
Белый стафилококк	16	3,0	11	2,1	5	0,9
Синегнойная палочка	43	8,2	37	7	6	1,2
Протей	27	5,1	20	3,8	7	1,3
Энтерококк	26	4,9	13	2,4	13	2,5
Кандида	17	3,2	16	3	1	0,2

ми микробами (3,8%), на втором месте по высеваемости стояли стафилококки (9,1% — золотистый, 3,0% — белый), в чистой культуре (9,5%) или в ассоциации (2,6%), далее — синегнойная палочка (8,2%), энтеробактер-клебсиелла (6,3%), протей (5,1%), энтерококк (4,9%), кандида (3,2%), фекалис-алкалигенес (2,6%) (см. таблицу).

Все виды микробов в основном высевались в монокультуре, но если были в ассоциациях, то чаще всего с энтерококком.

Сравнение результатов по дуоденальной, «операционной» и «трупной» желчи показало, что во всех трех случаях преобладающей флорой является кишечная палочка. Следует отметить, что стафилококки ни разу не были обнаружены ни в «операционной», ни «трупной» желчи.

Таким образом, при воспалительных заболеваниях желчного пузыря и желчных путей встречаются те же микробы, что и при других неспецифических воспалительных заболеваниях, но состав их несколько иной.

Этиологическая роль кишечной палочки и стафилококков в воспалительных процессах как желчевыводящей системы, так и других органов давно известна.

Заболевания желчевыводящей системы аутогенные и источником аутоинфекции могут служить воспалительные очаги в различных тканях организма человека и пищеварительный тракт. Такие микробы, как синегнойная палочка, протей и кандида, в кишечнике могут появиться вследствие широкого применения антибиотиков [10—12], и источником вторичной инфекции, по-видимому, является кишечник. В желчевыводящую систему они попадают из кишечника и впоследствии становятся этиологическим фактором различных проявлений холецистопатии.

Энтеробактер-клебсиелла при воспалительных заболеваниях желчевыводящей системы обнаруживалась различными авторами в дуоденальной желчи в 4—26,2% случаев [3, 12, 13].

Что касается фекалис-алкалигенес, этот непатогенный микроб, очевидно, не может вызывать заболевание желчевыводящей системы. Можно предполагать, что фекалис-алкалигенес, выделяемые из желчи, пред-

ставляют собой разновидность кишечной палочки, потерявшую характерные признаки, например ферментативную активность, под действием антибиотиков или изменения места обитания.

Стрептококки в желчи мы не смогли обнаружить ни разу. Это согласуется с данными одних авторов, но противоречит данным других [4]. Известно, что стрептококки быстро гибнут в желчи [15], поэтому, согласно П. Ф. Самсоновой [1], если высевается стрептококк — это или фекальный стрептококк, или погрешность при взятии материала.

Отсутствие микробной флоры при воспалительных заболеваниях желчевыводящей системы можно объяснить многими причинами: снижением воспалительного процесса в результате терапии, малым количеством микробов, изменчивостью микробов под влиянием каких-нибудь факторов, аллергической и вирусной природой и др. [4, 16—18].

Нормальная желчь обычно стерильна [18], и присутствие и приживаемость микрофлоры в желчи говорит о ее этиологической роли в различных проявлениях холецистопатии.

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод, что при хронических заболеваниях желчевыводящей системы для определения вида микрофлоры дуоденальное зондирование является ценным методом.

Тбилисский институт  
 усовершенствования врачей  
 МЗ СССР

(Поступило 26.10.1973)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ზ. ორჯონიძე, ვ. შურაშიძე, რ. სალუაიძე

ნაღველის მიკროფლორა ნაღვლის ბუშტისა და სანაღველ  
 გზების ქრონიკული დაავადებების დროს

რ ე ზ ი მ ე

ნაღვლის ბუშტის და სანაღველ გზების ქრონიკული დაავადების დიაგნოზით 1022 ავადმყოფის ნაღვლის (მათ შორის 1000 დუოდენალური ნაღველი, 14 ოპერირებულის, 8 გვამის) ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის შედეგად აღმოჩნდა ინფიცირებული 51,3%-ს შემთხვევაში დუოდენალური ნაღველი, 47,7%-ში ოპერირებული და 63,0%-ში გვამის ნაღველი. 81,9% შემთხვევაში აღმოჩნდა მონოინფექცია, ხოლო 18,1% — მიკრობული ასოციაცია.

ნაღველიდან გამოყოფილი მიკროფლორა მრავალგვარია: უფრო ხშირად გვხვდება ნაწლავის ჩხირი — შემთხვევათა 68,6%, სტაფილოკოკი 12,1%, ლურჯ-მწვანე ჩირქის ჩხირი 8,2%, ენტერობაქტერ-კლებსიელა 6,3%, პროტეუსი 5,1%. ენტეროკოკი 4,9%, კანდიდა 3,2%-ში.

ნორმალური ნაღველი ჩვეულებრივად სტერილურია და ნაღველში მიკროფლორის ბინადრობა და შეგუება მიუთითებს მათ ეტიოლოგიურ როლზე ქოლექციტოპათიის სხვადასხვა გამოვლინებისას. დუოდენალური ზონდაჟი ერთადერთი რაციონალური მეთოდია ქრონიკული ქოლექციტოპათიის ეტიოლოგიური ფაქტორის დასადგენად.

Z. V. ORJONIKIDZE, V. E. KURASHVILI, R. G. SALAKAIA

MICROFLORA OF THE GALL IN CHRONIC DISEASES  
OF THE CHOLECYST AND GALL DUCTS

## Summary

Results of the bacteriological analysis of the gall of 1022 patients with the diagnosis of chronic cholecystitis (of which the duodenal gall was studied in 1000 patients, in 14 the gall was obtained from operated patients and in 8 cases the gall was from corpses) showed that the gall was infected in 51.3 % cases of patients, in 47.7% of operated persons and in 63.0% cases of corpses. Monoinfection was found in 81.9% cases and microbic associations in 18.1 % of cases. Secreted microflora of the gall is diverse the most common flora being: *Escherichia coli* in 68.6% cases; staphylococcus in 11.1% cases, blue-pus bacillus in 8.2% cases, *Enterobacter-Klebsiella* in 6.3% cases, *Proteus* in 5.1% cases, enterococcus in 4.9% and *Candida* in 3.2% cases. Normal gall is usually sterile, whereas existence and adaptation of the microflora of the gall indicates its etiological role in different cases of cholecystopathy. Duodenal probing is the only valuable method of determining the etiological factor in chronic cholecystopathy.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Я. Губергриц. Болезни желчных путей. М., 1963.
2. А. М. Ногаллер. Заболевания желчного пузыря и желчных путей. М., 1969.
3. М. С. Поляк. ЖМЭИ, № 11, 1965, 115.
4. А. Я. Губергриц. Хронические заболевания желчных путей. М., 1966.
5. И. Мадьяр. Заболевания печени и желчных путей. Будапешт, 1966.
6. Е. О. Немсадзе. Труды I гор. клин. больницы ГССР, т. V, 1958, 309.
7. К. И. Симбирякова. Врач. дело, 2, 1960, 118.
8. I. Bartelt. Dtch. med. Wchr., 1957, Bd. 82, S. 2070.
9. М. Кеçлик *et al.* Ćs. Gastroenterologie, 1967, 21, 1, 17-23.
10. А. Л. Ариевич, Э. К. Степанищева. Кандидозы как осложнение антибиотикотерапии. М., 1965.
11. А. Б. Черномордик. Клин. мед., 3, 1958, 52.
12. А. Б. Черномордик. Клин. мед., 11, 1972, 105.
13. С. И. Шершорина, В. Н. Савельева. ЖМЭИ, 9, 1972, 134.
14. Н. Г. Васильева. Антибиотики, 4, 1964, 364.
15. А. Л. Мясников. Болезни печени и желчных путей. М., 1956.
16. С. М. Рысс, В. Г. Смагин. Клин. мед., 3, 1958, 20.
17. Т. Б. Толпегина, Р. Х. Буришова. Хронический холецистит и аллергия. Казань, 1959.
18. H. Godenkämper. Über die Bacteriologie der Gallenwege-verh. dtisch, ges Verdaunungs u. Stoffwechselkr. Stuttgart, 1954, 17. Tagung.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Д. В. ТАРКАШВИЛИ, М. З. МАЧАВАРИАНИ, Т. А. ДАТАШВИЛИ,  
В. Н. КАНДЕЛАКИ

К ВОПРОСУ ИНОКУЛЯЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ И  
ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЯ ФАСОЛИ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 14.11.1973)

Многочисленные опыты, проведенные в нашей стране, убедительно показывают высокую эффективность бактериальных удобрений. Вместе с тем, обращают на себя внимание случаи отсутствия эффекта от применения нитрагина. Вопросам, касающимся инокуляции бобовых растений, интересуются ученые ряда стран уже длительное время.

Имеется обширная литература по изучению факторов эффективности симбиоза бактерий и бобовых растений. Некоторые исследователи отмечают специфичность клубеньковых бактерий, заражающих лишь определенные сорта бобовых [1, 2], некоторые же выделяют сортовые особенности бобовых растений, являющихся восприимчивыми или невосприимчивыми к инокуляции [3—7].

Разноречивость имеющихся по этому вопросу материалов требует дополнительных исследований, результаты которых, несомненно, помогут в приготовлении и использовании высокоэффективных бактериальных препаратов.

В наших опытах исследовалось более чем 100 сортов и популяций фасоли. Методика постановки опыта была следующей: до посева все семена протраивались сулемой и спиртом, затем в продолжение 1 часа промывались стерильной водой, после чего (кроме полевых образцов) заражались равным количеством суспензии свежей 3-дневной монокультуры клубеньковых бактерий. Во время определения интенсивности естественной и искусственной инокуляций различных сортов фасоли учитывались количество и вес клубеньков. Образцы для опыта брались в период бутонизации растений.

Данные полевых опытов (табл. 1) показали, что сорта фасоли, выращенные в одинаковых почвенных и климатических условиях, сильно различаются по степени естественной зараженности: одни заражаются интенсивнее, чем другие, некоторые же совсем не имеют клубеньков. Например, сорта Щедрая и Рачули цители (варианты 10 и 20) на корнях имели 462 и 420 клубеньков весом 3,190 и 3,240 г соответственно, а сорта Самарцвле-7 и Цанава-3 — 86 и 101 клубеньков весом 0,420 и 1,030 г соответственно. У растений в вариантах 9, 25, 40, 57 и 69 клубеньки не были обнаружены.

Особенно важно подчеркнуть тот факт, что радиомутант, полученный из полувьющегося сорта Рачули цители (21), оказался сильно зараженным, а мутант 25 — незараженным. Кроме того, хемомутант 45, полученный из слабозараженного сорта Борджомула-16, проявил весьма высокий потенциал восприимчивости к инокуляции. На их корнях было обнаружено 315 клубенька весом 2,810 г.

Интенсивность естественной инокуляции фасоли в условиях полевого опыта (10 растений)

Варианты опыта	Сорта фасоли	Характеристика растений	Высота растений, см	Длина корней, см	Количество клубеньков	Вес клубеньков, г
10	Щедрая	Полувьющееся	36	15	462	3,190
17	Шавшетура	Вьющееся	46	19	354	2,150
20	Рачули цители	Полувьющееся	35	15	420	3,240
21	"	Радиомутант	36	21	342	3,160
45	Борджомула-16	Хемомутант	25	16	315	2,810
53	Тхилисфера	Вьющееся	58	17	283	2,440
55	Шемодгмура	"	60	23	294	2,590
59	Цителтесла	"	46	18	359	2,300
60	Гурули лобио	"	61	21	431	3,960
4	Самарцвле-7	Карликовое	25	18	86	0,420
5	Качкача	"	28	20	75	0,390
7	Цанава-3	"	24	19	101	1,030
36	Борджомула-16	"	20	16	53	0,100
62	Вира лобио	"	25	13	94	0,360
9	Абхазура	Карликовое	24	18	—	—
25	Рачули цители	Радиомутант	32	13	—	—
40	Борджомула-16	"	25	15	—	—
57	Дзадза лобио	Карликовое	30	17	—	—
68	Квителтесла	"	24	15	—	—

Таблица 2

Интенсивность искусственной инокуляции фасоли в условиях вегетационного опыта (песчаная культура)

Варианты опыта	Сорта фасоли	Характеристика растений	Высота растений, см	Длина корней, см	Количество клубеньков	Вес клубеньков, г
17	Шавшетура	Вьющееся	41	16	583	3,580
21	Рачули цители	Радиомутант	36	23	743	4,240
53	Тхилисфера	Вьющееся	49	23	671	4,0
55	Шемодгмура	"	54	25	576	3,950
59	Цителтесла	"	39	19	704	4,400
60	Гурули лобио	"	55	16	622	3,860
7	Цанава-3	Карликовое	26	18	125	0,340
9	Абхазура	"	28	21	107	0,390
10	Щедрая	Полувьющееся	37	18	133	0,500
25	Рачули цители	Радиомутант	27	15	128	0,620
45	Борджомула-16	Хемомутант	25	15	181	1,040
57	Дзадза лобио	Карликовое	28	20	13	0,040
69	Квителтесла	"	29	17	44	0,210
4	Самарцвле-7	Карликовое	27	20	—	—
5	Качкача	"	24	18	—	—
20	Рачули цители	Полувьющееся	35	16	—	—
36	Борджомула-16	Карликовое	22	17	—	—
40	"	Хемомутант	23	19	—	—
62	Вира лобио	Карликовое	20	16	—	—

Анализируя данные табл. 2, можно говорить о том, что высокорастущие сорта фасоли, по сравнению с карликовыми, характеризуются высокой естественной зараженностью.

Сорта фасоли, изученные в полевых опытах, исследовались также в вегетационных условиях. Представлял интерес вопрос восприимчивости некоторых сортов фасоли к инокуляции в условиях монобактериальной культуры.

Из данных табл. 2 видно, что во многих вариантах опыта наблюдается увеличение количества клубеньков. Например, на корнях радиомутанта 21 в полевых опытах обнаружено 342 клубенька весом 3,160 г, а в вегетационных условиях — 743 клубенька весом 4,240 г; на корнях радиомутанта 25, не имеющего в полевых условиях клубеньков, в вегетационных опытах обнаружено 128 клубеньков. Аналогичные данные были получены в вариантах 9, 57 и 69.

Представляет интерес и тот факт, что сорта фасоли Самарцвლე-7, Качкача и др., являющиеся слабозараженными в полевых условиях, не имели клубеньков в вегетационных опытах.

Таким образом, нашими исследованиями показаны: возможность регуляции степени восприимчивости к инокуляции бобовых растений путем радио- и хемомутации, высокая восприимчивость к инокуляции вьющихся сортов, по сравнению с карликовыми, необходимость более глубокого изучения факторов, обуславливающих высокую эффективность в бобово-ризобияльном симбиозе.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 22.11.1973)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

დ. ტარკაშვილი, მ. მაჩავარიანი, თ. დათაშვილი, ვ. კანდელაკი

ლოგოს სხვადასხვა ჯიშისა და პოპულაციის  
ინოკულაციის საკითხისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია *Rh. phaseolis* 100-ზე მეტი ჯიში და პოპულაცია. ერთნაირ პირობებში კულტივირებისას მათი ინოკულაციის ხარისხი მკვეთრად განსხვავებულია. დადგინდა კორელაციული კავშირი მცენარის სიმაღლესა და კოჩრების ოდენობას შორის — მხვიარა ფორმები კუტებთან შედარებით ხასიათდებიან ინოკულაციისადმი მაღალი მიდრეკილებით. გამომკვლავებულია პარკოსანი მცენარეების ინოკულაციის რეგულირების შესაძლებლობა ქემო- და რადიო მუტაგენების გამოყენებით.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

D. V. TARKASHVILI, M. Z. MACHAVARIANI, T. A. DATASHVILI,  
V. N. KANDELAKI

ON THE INOCULATION OF DIFFERENT VARIETIES OF  
BEAN PLANTS AND THEIR POPULATIONS

Summary

More than 100 varieties and populations of *Rh. phaseolis* have been studied. The degree of inoculation of different bean varieties varied considerably under the same conditions of cultivation. Correlation dependence

has been found between the plant height and the number of tubercles: climbing varieties are characterized by a high susceptibility to inoculation in comparison with dwarf forms. The feasibility of regulating the inoculation of leguminous plants through radio- and chemomutation has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Рубенчик. XI Международный микробиологический конгресс. Тезисы докладов. М., 1966.
2. Е. Н. Мишустин, В. Т. Емцеев. Микробиология. М., 1970.
3. Ю. С. Бородулина. Труды Всесоюзного ин-та с/х микробиологии, т. 12, 1951.
4. М. З. Мачавариани. Труды Ин-та полеводства АН ГССР. т. VI, 1951.
5. В. Л. Кретович. Сб. «Основы биохимии растений». М., 1955.
6. P. S. Nutman. Proc. Roy. Soc. B., 156, № 962, 1962.
7. Л. М. Доросинский. Сб. «Биологическая фиксация атмосферного азота». Киев, 1968.



ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Н. Л. БАГАТУРИЯ, Г. И. СОЛОВЬЕВА

*PARATYLENCHUS PARAMONOVII* SP. NOV. (NEMATODA:  
CRICONEMATIDAE)—НОВАЯ НЕМАТОДА ИЗ КОРНЕЙ КАПУСТЫ  
В ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 19.12.1973)

В октябре 1969 г. при маршрутном изучении фауны нематод капусты в Восточной Грузии на корнях визуально здорового растения обнаружена самка из рода *Paratylenchus*, отличающаяся от всех известных видов паратиленхов.

*Paratylenchus paramonovi* sp. n.

Самка. L=490 мк; a=35; b=4,4; c=11; v=82%; копье=37,8 мк.

Тело стройное, слегка изогнуто вентрально. Диаметры тела: головной 5,5 мк, кардиальный 19,4 мк, вульварный 16,6 мк, анальный 11,1 мк. Голова усеченноконическая, с 3—4 кольцами кутикулы, губное кольцо слегка обособлено. Ширина колец кутикулы в середине тела 1,8 мк. Боковое поле 1/4 ширины тела, с четырьмя инцизурами. Дейриды не обнаружены. Выделительная пора на границе пищевода и кишечника на расстоянии 105,3 мк от переднего конца тела. Гемизонид позади выделительной поры, на расстоянии 108,1 мк от переднего конца тела. Длина гемизонида около 4 мк. Гемизион и цефалиды не обнаружены. Копье стройное с очень крупными головками, образующими якорнообразное основание копыя. Мегенхиум 24,3 мк, теленхиум 13,5 мк, ширина основания 5,5 мк, m=64,2%. Проток спинной пищеводной железы открывается на расстоянии 5,5 мк от основания копыя. Пищевод типичный, с массивным прометакорпусом, тонким истмусом и грушевидным кардиальным бульбусом. Общая длина пищевода 110,8 мк (длина прометакорпуса 69,3 мк, истмуса 24,9 мк, кардиального бульбуса 16,6 мк). Кардия сравнительно крупная, имеет форму равностороннего треугольника со слегка сглаженными углами и длиной сторон около 3 мк. Нервное кольцо охватывает истмус и удалено от переднего конца тела на 80,3 мк. Губы вульвы не отличаются друг от друга по размерам и форме. Латеральные вульварные мембраны имеются. Половая трубка сравнительно короткая, достигает лишь середины тела, ее длина 146,8 мк. Ооциты расположены односторонне, за исключением зоны размножения, где клетки расположены беспорядочно. Сперматека имеется (16,6×13,7 мк), со спермой. Преутеральная железа состоит из семи групп клеток, ее длина 24,9 мк. Задняя матка имеется, ее длина 13,9 мк. Вагина толстостенная, ее длина 11,1 мк. Позади вульвы тело постепенно сужается. Поствульварных колец кутикулы на вентральной стороне 61, на дорсальной 70. Ректум и анус слабо различимы. Хвост конический, терминус округлый (рис. 1).

Дифференциальный диагноз. Новый вид наиболее сходен с *P. nanus* Cobb, 1923 [1] по общей конфигурации, форме го-

ловы, ширине колец кутикулы (у *P. nanus* 1—2 мк), удаленности отверстия протока спинной пищеводной железы от основания копыя, значению  $m$  (у *P. nanus* 63—68% [2]). Отличается от *P. nanus* длиной тела (490 мк против 350—423 мк), копыя (37,8 мк против 28—33 мк), величиной  $a$  (35 против 17—27), положением выделительной

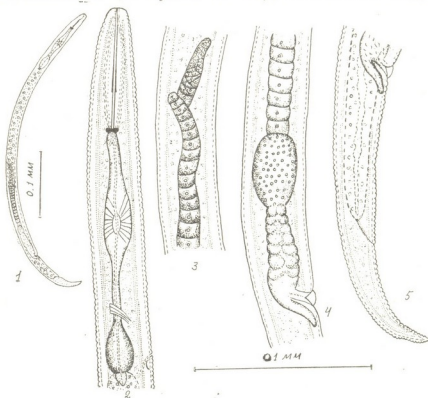


Рис. 1. *Paratylenchus paramonovi* sp. nov. Самка. 1—общий вид, 2—область пищевода, 3,4—строение половой системы, 5—хвостовой конец тела

поры и гемизонид (у *P. nanus* выделительная пора в пределах кардиального бульбуса, гемизонид иногда сразу позади нее, иногда отстоит на несколько колец кутикулы позади), длиной пищевода (110,8 мк против 83—103 мк), формой кардиального бульбуса (крупный грушевидный против маленького округлого), формой губ вульвы (у *P. nanus* передняя губа больше задней), более коротким яичником (у *P. nanus* начинается в 50 мк позади пищевода), размерами и формой задней матки (13,9 мк с полостью против 11,7 мк без полости), числом пост-вульварных (67—70 против 48—58 по [3]) и хвостовых (29 против 20, по Cobb, 1923) колец кутикулы.

Кроме того, отмечено некоторое сходство с *P. neonanus* Mathur, Khan, Prasad, 1967 [4] в размерах тела (*P. neonanus* 330—510 мк), форме головы и отношении длины хвоста к анальному диаметру (3,5 а. д.). От *P. neonanus* новый вид отличается более стройными самками ( $a=35$  против 21—22) с более длинным хвостом ( $c=11$  против 20) и копыем (37,8 мк против 34—35 мк) с более крупными головками (5,5 мк против 2 мк), ближе расположенным к головкам копыя отверстием протока спинной пищеводной железы (5,5 мк против 11,3 мк) и более удаленной выделительной порой (105,3 мк против 67 мк).

Типовой хозяйин. Капуста сорта Брауншвейгская, корни визу-  
ально здорового растения.

Типовое местонахождение. СССР, Восточная Грузия, Ка-  
рельский район, Рунский совхоз.

Типовой экзemplар (голотип) хранится в коллекции лаборатории  
паразитологии Института биологии Карельского филиала АН СССР.

Академия наук Грузинской ССР

Институт зоологии

(Поступило 21.12.1973)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ნ. ბაგატურია, ზ. სოლოვევა

*PARATYLENCHUS PARAMONOV* sp. n. (NEMATODA:  
*CRICONEMATIDAE*) — ნემატოდის ახალი სახეობა  
კომპოსტოს ფესვებიდან (აღმოსავლეთ საქართველო)

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია ახალი სახეობა *Paratylenchus paramonovi* sp. n. კომპოს-  
ტოს ფესვებიდან. მოცემულია ამ სახეობის დიფერენციალური დიაგნოზი, გა-  
ნაზომი და ნახატი.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

N. L. BAGATURIA, G. I. SOLOVYEVA

A NEW SPECIES OF NEMATODE *PARATYLENCHUS*  
*PARAMONOV* sp. n. (NEMATODA: *CRICONEMATIDAE*)  
FROM THE ROOTS OF CABBAGE IN EASTERN  
GEORGIA

Summary

A new species, *Paratylenchus paramonovi* sp. n. from the roots of cab-  
bage is described.

The differential diagnosis, measurement and figure of the species are  
given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. A. Cobb. Notes on *Paratylenchus*, a genus of nemas. J. Wash. Acad. Sci., 13(12):  
fig. 1, 1923, 254—257.
2. M. W. Brzeski, A. Sczyciel. Studies on the nematodes of the genus  
*Paratylenchus* Micoletzky, 1922 (Nematoda: Paratylenchinae) in Poland. Nematologi-  
ca, 9(4): 1963, 613—625.
3. I. Reuver. Untersuchungen über *Paratylenchus amblycephalus* n. sp. (Nemato-  
da: Criconematidae). Nematologica, 4(1): 3—15, figs. 1—6, 1959.
4. V. K. Mathur, E. Khan, S. K. Prasad. *Paratylenchus neonanus* n. sp. (Nem-  
atoda: Criconematidae) from India. Labdev. J. Sci. and Technol., 1(2): 1967,  
146—147.



Э. К. ОРДЖОНИКИДЗЕ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОЖИДАНИЯ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ИНСЕКТИЦИДОВ В ПЛОДАХ ВИШНИ В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 11.11.1973)

В последнее время большое внимание уделяется изучению вопросов, связанных с разложением инсектицидов под действием факторов внешней среды.

Е. И. Спыну и Л. Н. Иванова [1] среди факторов, влияющих на процесс исчезновения остаточных количеств пестицида с обработанных объектов, отмечают метеорологические условия (температуру, влажность воздуха, осадки и др.).

Имеются литературные данные о том, что УФ-лучи вызывают быстрое разложение фозалона, в то время, как в естественных условиях рассеянные солнечные лучи не приводят к резкому снижению содержания препарата в растении. Установлено также, что повышенная температура и осадки, если они имеют место спустя некоторое время после обработки инсектицидами растений, не оказывают решающего влияния на продолжительность разложения препарата, но в комплексе с ней определяют продолжительность сохранения препарата.

Многие авторы [2, 3] большую роль в разложении фосфорорганических препаратов приписывают солнечной радиации и в первую очередь ультрафиолетовой части спектра.

По мнению Ф. И. Патрашку [4], летучесть метилнитрофоса, метатиона и сумитиона зависит главным образом от климатических факторов (температуры и скорости движения воздуха). Препараты исчезают с обработанной поверхности в основном при испарении.

С целью изучения влияния климатических факторов на продолжительность сохранения фосфорорганических препаратов в плодах вишни опыты были проведены в двух климатически отличающихся друг от друга областях республики: в Западной Грузии (влажные субтропики) в Батуми и в Восточной Грузии (умеренно теплый и континентальный климат) в Гори и Тбилиси.

Опыты проводились с 19 июня по 12 июля 1973 г.

Остаточные количества пестицидов в плодах вишни определялись методом тонкослойной хроматографии (М. А. Клисенко и М. В. Письменная). Опыты и наблюдения проводились на тех деревьях, в плодах которых внесенное количество пестицида составляло точно 2,5 мг-кг. Плоды исследовались на наличие осадков через день после обработки деревьев инсектицидами до их полного исчезновения.

Данные о температуре воздуха, сумме осадков, скорости ветра, суточной относительной влажности воздуха были получены в Управлении гидрометеорологической службы Грузинской ССР. Суммарная радиация солнца измерялась походным альбедометром [5].

Результаты исследования приводятся в таблице.

Продолжительность сохранения фосфорорганических препаратов в различных климатических зонах Грузии

Местность	Метеорологические условия в период проведения опытов					Продолжительность сохранения препарата, дни			
	Средняя температура воздуха, С°	Сумма осадков, мм	Средняя относительная влажность воздуха, %	Средняя скорость ветра, м/сек	Суммарная солнечная радиация, кал/см <sup>2</sup> мин	Фосфамид	Карбофос	Метатион (метилтипрофос)	Гардона
Батуми	21,3	137,6	78,8	1,65	10,6	18	18	18	19
Гори	19,2	45,6	71,2	2,6	8,6	22	22	23	22
Тбилиси	21,2	62,7	68,6	2,2	8,9	22	22	22	23

В Тбилиси и Гори в период проведения опытов отмечались сходные погодные условия и препараты сохранялись до 22—23 дней, тогда как во влажной зоне они разлагались за 18—19 дней.

Как видно из таблицы, разница в температуре воздуха в период проведения наших исследований в этих районах была незначительной, так что этот фактор не мог оказывать существенного влияния на процесс разложения пестицидов, не наблюдалось также большой разницы и в скорости ветра.

Таким образом, в период проведения опытов значительной оказалась разница в количестве осадков: в Батуми их выпало на 75,4 — 92,0 мм больше, чем в Тбилиси и Гори. Имеются также расхождения в суммарной солнечной радиации и средней относительной влажности воздуха. Именно эти три фактора, по нашему мнению, в указанных условиях ускоряли разложение фосфорорганических препаратов в обрабатываемых объектах. Однако полученная разница (4—5 дней) в продолжительности сохранения фосфорорганических препаратов несущественна и теоретического значения не имеет.

Итак, нашими исследованиями установлено, что времена ожидания испытанных фосфорорганических инсектицидов для двух климатически отличающихся друг от друга зон — Западной и Восточной Грузии — существенно не различаются и находятся в пределах 18—23 дней.

Грузинский научно-исследовательский  
институт защиты растений

(Поступило 23.11.1973)

ანბნამოლოგია.

მ. ორჯონიკიძე

ალუბლის ნაყოფებში ფოსფორორგანული ინსექტიციდების  
ლოდინის პერიოდის განსაზღვრა საქართველოს  
ზოგბერთი რაიონისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია ფოსფორორგანული პრეპარატების — ფოსფამიდის, კარბოფოსის, მეტათიონის (მეთილნიტროფოსის) და გარდონას დაშლის ხანგრძლივობა ალუბლის ნაყოფებში ბათუმში, გორსა და თბილისში. დადგენილია, რომ ბათუმში აღნიშნული პრეპარატების ლოდინის პერიოდი შეადგენს 18—19 დღეს, თბილისსა და გორში კი 22—23 დღეს.

E. K. ORJONIKIDZE

DETERMINATION OF THE LATENCY TIME OF ORGANOPHOSPHORIC  
PREPARATIONS IN CHERRY FRUIT IN SOME REGIONS  
OF GEORGIA

## Summary

The latency time of organophosphoric preparations: *phosphamide*, *carbophos*, *metathion* and *gardona* in fruit has been established for conditions of eastern and western Georgia.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Спыну, Л. Н. Иванова. Гигиена и санитария, № 10, 1970.
2. J. H. Ruzicka, J. Thomson, B. Wheals. J. Chromatog., 33, № 3, 430, 1968.
3. T. H. Mitchell *et al.* J. Chromatog., 32, № 1, 17, 1969.
4. Ф. И. Патрашкы. Химия в сельском хозяйстве, № 2, 1972.
5. Руководство гидрометеорологических станций по актинометрическим наблюдениям. Л., 1957.

Н. Ш. АВИДЗБА, Э. Г. НАДАРАЯ

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПРЕПАРАТА ТҚ-ІА ПРОТИВ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЦИТРУСОВЫХ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 27.9.1973)

Одним из факторов, снижающих рентабельность культуры цитрусовых, под которыми только в Грузинской ССР занято до 14 тыс. га [1], являются такие сосущие вредители, как пушистая цитрусовая подушечница *Chloropulvinaria aurantii* Kkll., цитрусовая белокрылка *Dialeurodes citri* Ashm., японская восковая ложнощитовка *Ceroplastes japonicus* Green и др. Вредоносность их состоит в нарушении у растений физиологических процессов, изменении интенсивности фотосинтеза, транспирации, дыхания и, как производственный результат этого, в снижении урожая и товарного качества плодов. Задача уменьшения и ликвидации указанных потерь может быть решена путем правильной организации борьбы с вредителями на основе производственно проверенных научных рекомендаций.

Несмотря на достижения и перспективу биологического метода ведущее место в цитрусоводстве пока еще принадлежит химметоду. Однако широко применяемая в практике субтропического земледелия минерально-масляная эмульсия № 30 в известных случаях вызывает частичные ожоги и осыпание листьев, что является их существенным недостатком. Замена их возможна менее фитотоксичными препаратами, к числу которых можно отнести ТҚ-ІА.

Ингибированная нефтемасляная эмульсия—препарата ТҚ-ІА разработан в лаборатории химии нефти Института физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР (Л. Д. Меликадзе, И. Л. Эдилашвили, З. И. Гургенидзе, Р. Я. Кипиани, Д. И. Шония). Испытание его в пятикратной повторности проводилось на экспериментальной базе Сухумского филиала ВНИИЧиСК, в лабораторно-полевых и лабораторных условиях, на полновозрастных насаждениях лимонов, грейпфрутов, мандаринов, на 5—7-летних саженцах цитрусовых и срезаемых побегах лавра благородного, при наличии эталона (препарат № 30) и контроля, с соблюдением регистрации температуры и относительной влажности воздуха.

Результаты опыта определялись на 10-й день после опрыскивания подсчетом живых и мертвых особей из расчета 500 вредителей на вариант на основании технической эффективности ТҚ-ІА [2].

Определение фитоцидного действия ТҚ-ІА путем наблюдений за ожогами и опадением листьев в различные вегетационные периоды в течение месяца производилось на полновозрастных мандариновых деревьях, зараженных пушистой цитрусовой подушечницей и цитрусовой белокрылкой. Растения обрабатывались при температуре 30,5°С и пониженной относительной влажности воздуха (51%). Пониженная влажность воздуха уменьшает обеспеченность листьев водой, что может



явиться причиной более свободного доступа масла в ткань листьев. Повышенная температура воздуха увеличивает быстроту проникновения масла. Сочетание этих двух факторов и вызывает большую повреждаемость растений (ожоги и опадение листьев) [3].

Результаты учетов показали, что препарат ТК-1А в 1, 2, 3, 4 и 5% концентрации по препарату не дает ни ожогов, ни осыпания старой и молодой листвы мандаринов. Эталон же (препарат № 30) и 4% концентрации по препарату вызывает на 8—10-й день после опрыскивания ожоги листьев до 25%, а в 5% концентрации на 15-й день — частичное их осыпание.

Сравнительное изучение токсичности действия ТК-1А и препарата № 30 в 1, 2, 3% концентрациях по препарату проводилось при температуре 35°C и относительной влажности воздуха 72%. В результате установлено, что эффективность ТК-1А в 1, 2, 3% концентрациях против цитрусовой белокрылки и японской восковой ложнощитовки в стадии личинок III возраста равна действию эталона в этих же концентрациях. Эффективность же ТК-1А в 1, 2, 3% концентрациях против личинок III возраста пушистой цитрусовой подушечницы несколько ниже действия на них препарата № 30 (эталон) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты применения ТК-1А					
№ п/п.	Вариант	Концентрация, в % по препарату	Гибель личинок III возраста, % от контроля		
			Пушистая цитрусозная подушечница	Цитрусозная белокрылка	Японская восковая ложнощитовка
1	ТК-1А	1	48	85	52
2	ТК-1А	2	68	89	67
3	ТК-1А	3	75	98	83
4	№ 30	1	63	86	82
5	№ 30	2	80	90	84
6	№ 30	3	84	98	87
7	Контроль	—	6	8	4

С целью выяснения эффективности в летний период смесей препаратов ТК-1А и № 10 с фосфорорганическими препаратами была постав-

Таблица 2

Результаты применения смесей минерально-масляных эмульсий с фосфорорганическими препаратами

№ п/п	Вариант	Концентрация, % по препарату	Гибель, %							
			Цитрусозная белокрылка		Пушистая цитрусозная подушечница		Японская восковая ложнощитовка			
			Возраст							
		II		III		II		III		
1	ТК-1А+цианокс	2+0,2	95	81	100	95	95	93		
2	№ 30+цианокс	2+0,2	75	73	97	96	94	86		
3	ТК-1А+ДДВФ	2+0,2	95	86	96	92	100	96		
4	№ 30+ДДВФ	2+0,2	91	78	97	87	100	97		
5	ТК-1А+Би-58	2+0,2	96	90	99	97	100	90		
6	№ 30+Би-58	2+0,2	89	86	97	90	100	89		
7	Контроль	—	2	7	5	3	7	5		



лена серия опытов на разных биообъектах. Обработка растений во всех опытах проводилась ручным лабораторным опрыскивателем (табл. 2).

Необходимо отметить, что смеси цианокса, ДДВФ и Би-58 с ТК-1А по эффективности выше, чем смеси этих же препаратов с минерально-масляной эмульсией № 30.

Прибавка к минерально-масляным эмульсиям фосфорорганических препаратов способствовала повышению их эффективности против личинок цитрусовой белокрылки, пушистой цитрусовой подушечницы и японской восковой ложнощитовки как II, так и III возрастов.

С целью выяснения влияния дождевания на эффективность минерально-масляных эмульсий нами был поставлен опыт на полновозрастных деревьях цитрусовых при температуре воздуха 35,5° и относительной его влажности 87% (табл. 3).

Влияние дождевания на эффективность ТК-1А

Таблица 3

№ п/п	Вариант	Концентрация, % по препарату	Время полива	Смертность личинок III возраста, %	
				Пушистая цитрусовая подушечница	цитрусовая белокрылка
1	ТК-1А	2	Полив	57	57
2	ТК-1А	2	Спустя час полива	69	71
3	ТК-1А	2	Спустя 3 часа полива	72	70
4	ТК-1А	2	Полив за 1 час до опрыскивания	82	86
5	ТК-1А	2	Без полива	89	93
6	№ 30	2	Полив	31	64
7	№ 30	2	Спустя 1 час полива	35	28
8	№ 30	2	Спустя 3 часа полива	58	69
9	№ 30	2	Полив за 1 час до опрыскивания	60	80
10	№ 30	2	Без полива	71	87
11	Контроль	—	—	6	1

Во всех вариантах опыта с дождеванием эффективность ТК-1А против пушистой цитрусовой подушечницы и цитрусовой белокрылки выше, чем действие в тех же условиях препарата № 30, несмотря на то что проведение полива в течение 3 часов после опрыскивания отрицательно сказывается на токсических свойствах минерально-масляных эмульсий.

Таблица 4

№ п/п	Вариант	Концентрация, % по препарату	Биохимические показатели, %			Органолептическая оценка 1962/1973 г.					
			Кислотность	Вит. С	Сумма сахаров	Внешний вид	Отделяемость	Пленчатость	Сочность	Вкус	Всего
1	Тк-1А	2	1,02	30,94	7,5	8,9	13,2	12,1	26,7	28,0	88,9
2	№ 30	2	1,15	31,8	7,3	8,5	13,2	12,4	26,7	26,1	86,9
3	Контроль	—	1,1	35,7	8,0	8,6	12,4	11,8	24,2	22,5	79,5

Вопрос влияния ТК-1А на интенсивность транспирации в листьях цитрусовых изучался нами на полновозрастных мандариновых деревьях при температуре 30,2°С и относительной влажности воздуха 67%.

На 3, 5, 10, 15 и 20-й день после опрыскивания проводилось фиксирование степени интенсивности процесса транспирации.

В ходе проведенного исследования установлено, что уже на 5-й день после опрыскивания препаратами № 30 и ТК-1А в 2% концентрации в листьях мандарина происходит восстановление интенсивности транспирации. На 10-й день и далее в вариантах ТК-1А и № 30 интенсивность транспирации была значительно выше, чем в контроле, где листья оставались поврежденными, и сажистый налет отрицательно сказывался на процессе транспирации.

Полученные нами данные биохимического анализа и органолептической оценки плодов мандарина позволяют считать, что по сумме органолептических показателей плоды деревьев, обработанных ТК-1А, выше плодов в вариантах эталона и контроля (табл. 4).

Сухумский филиал Всесоюзного  
научно-исследовательского института  
чая и субтропических культур

(Поступило 4.10.1973)

ენტომოლოგია

ნ. ავიძბა, ე. ნადარაია

პრეპარატ TK-1A-ს ციტრუსებზე უმთავრესი  
მაგნებულების წინააღმდეგ გამოყენების შედეგები

რეზიუმე

აფხაზეთის ტენიან სუბტროპიკულ პირობებში შევისწავლეთ ინჰიბირებული მინერალური ზეთის კონცენტრირებული ემულსიის — პრეპარატ TK-1A-ს მოქმედება. პრეპარატი TK-1A-ს ფიტოციდური მოქმედება ციტრუსოვან ნარგავებზე დადებითია. ლაბორატორიულ და ლაბორატორიულ-მინდვრულ პირობებში დადგენილია TK-1A-ს ეფექტურობა *Chloropulvinaria aurantii* Kkll., *Dialeurodes citri* Ashm., *Ceroplastes japonicus* Green და სხვათა მიმართ. ნაჩვენებია TK-1A-ს დადებითი გავლენა ტრანსპირაციაზე მანდარინის ფოთლებში. მოცემულია TK-1A-თი დამუშავებული მანდარინის ნაყოფის ბიოქიმიური და ორგანოლექტიკური შეფასების დადებითი მაჩვენებლები.

ENTOMOLOGY

N. Sh. AVIDZBA, E. G. NADARAIA

RESULTS OF THE APPLICATION OF THE TK-1A PREPARATION  
AGAINST THE CHIEF PESTS OF CITROUS PLANTS

Summary

The TK-1A preparation (concentrated emulsion of inhibited petroleum oil) has been tested under the conditions of humid subtropics of Abkhazia. A positive assessment of the phytocide effect of TK-1A on citrus plants is given. It has also been found to be effective in laboratory and field and laboratory conditions against pulvinaria, *Chloropulvinaria aurantii* Kkll., cloudy-winged whitefly, *Dialeurodes citri*. Ashm. and scale, *Ceroplastes japonicus* Green. The positive influence of TK-1A on the transpiration of tangerine leaves is shown, and the positive indices of biochemical and organoleptic assessment of tangerine-fruit treated with TK-1A are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Е. Джакели. Субтропические культуры, № 3, 1971.
2. К. А. Гар. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. М., 1963.
3. А. А. Багдарина. Труды ВИЗРа, вып. 4, 1935.

В. А. ЯСНОШ

НОВЫЙ ВИД *ERETMOCERUS* HALDEMAN (*HYMENOPTERA*,  
*APHELINIDAE*) ИЗ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Качавели 24.10.1973)

Виды *Eretmocerus* известны как внутренние паразиты алейродид (*Homoptera*, *Aleyrodoidea*), которые нередко повреждают ценные сельскохозяйственные культуры или декоративные растения. В Грузии к их числу принадлежит опасный вредитель citrusовых на Черноморском побережье — citrusовая белокрылка *Dialeurodes citri* Ashm., капустная белокрылка *Aleyrodes proletella* L., оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) и др. [1,2]. Эретмоцерусы часто являются эффективными паразитами белокрылок, и некоторые их виды с успехом используются для биологической борьбы, что определяет практический интерес к изучению этих полезных насекомых.

В фауне СССР до недавнего времени был известен единственный вид — *E. mundus* Mercet [3]. Недавно из Средней Азии описан паразит розанной белокрылки *E. nikolskajae* Myartseva [4]. В настоящей статье приведено описание третьего нового вида — *E. neobemisiae* sp. n., выведенного из *Neobemisia atraphaxius* Danz. на курчавке в аридных районах Восточной Грузии, и дана определительная таблица видов *Eretmocerus* Haldeman, распространенных в Советском Союзе.

*Eretmocerus neobemisiae* Jasnosh sp. n.

Самка. Голова и тело оранжево-желтые, вентральная поверхность тела светлее, ноги светло-желтые, усики и жилки крыльев светлые. Лоб с теменем шире длины, глазки в тупоугольном треугольнике. Основной членик усиков цилиндрический, примерно в 5 раз длиннее ширины и равен поворотному и членикам жгутика вместе взятым, поворотный членик в 3 раза длиннее ширины, 1-й членик жгутика меньше 2-го, с дорзальным краем, составляющим около 1/2 длины вентрального края (почти треугольный), 2-й членик жгутика не длиннее своей ширины, булава шпательвидная, примерно в 5 раз длиннее наибольшей ширины, с 3—4 сенсиллами в 4—5 рядах (рис. 1); щит средне-

Рис. 1. *Eretmocerus neobemisiae*, усик  
самки



спинки с двумя парами щетинок; передние крылья немного более чем в 2,5 раза длиннее ширины, с бахромой около 1/5 наибольшей ширины крыла, субмаргинальная жилка значительно длиннее маргинальной, с

тремя щетинками, маргинальная жилка едва длиннее радиальной (18:17), также с тремя крупными щетинками вдоль наружного края, перед голой косою полоской два ряда волосков (10—12) (рис. 2); 1-й членик средних лапок по длине равен двум последующим, шпора средних голеней короче 1/2 длины 1-го членика; наружные пластинки яйцекада с продольным килем, идущим ближе к наружному краю по всей длине пластинки, примерно в 2,5 раза длиннее ширины и с несколькими волосками, внутренние пластинки с одним длинным волоском, ножны составляют около 1/3 длины всего яйцекада. Длина 0,8—1 мм.



Рис. 2. *Eretmocerus neobemisiae*, основание переднего крыла

Рис. 3. *Eretmocerus neobemisiae*, усик самца

Самец отличается от самки окраской, усиками и гениталиями. Голова снизу желтая, сверху оранжево-желтая, с коричневатой поперечной полосой по краю затылка и слегка буроватыми областями снизу у рта; дорзальная поверхность груди оранжево-желтая с коричневатыми переднеспинкой, щитом среднеспинки, заднеспинкой и постфрагмой, края этих склеритов (швы) темно-коричневые, вентральная поверхность груди желтая. Брюшко сверху оранжево-желтое с темно-коричневыми посредине первыми тергитами, с вентральной стороны оранжево-коричневатое. Ноги желтые. Основной членик усиков и основание булавы коричневатые, поворотный членик темно-коричневый, булава желтая, с темными сенсиллами. Крылья незатемненные, с бурыми жилками. Ноги светлые, со слегка буроватыми вершинами голеней и лапками. Основной членик усиков в 4 раза длиннее ширины, поворотный треугольный, не длиннее ширины, булава примерно в 9 раз длиннее ширины, с многочисленными сенсиллами в 13—14 рядах (рис. 3). Фаллобаза гениталий в 6 раз длиннее ширины. Длина 0,8—1 мм.

*Eretmocerus neobemisiae* sp. n. близок к недавно описанному из Туркмении *E. nikolskajae* Myartseva [4]. Признаки различий даны в определительной таблице, которая приводится ниже. Новый вид также имеет сходство с *E. paulistis* Hempel, который был выведен в Бразилии из *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) [5], а также—с недавно описанным из Индии *E. maslhooi* Nayat—паразитом алейродид на травах [6].

Самка *Eretmocerus* sp. n. отличается от самки *E. paulistis* Hempel более длинной радиальной жилкой передних крыльев, которая лишь слегка короче маргинальной; субмаргинальной и маргинальной жилками с тремя крупными щетинками, а также более темной оранжево-желтой окраской тела. Самец отличается более коротким поворотным члеником усиков и оранжево-желтой окраской тела с темно-коричневыми пятнами. Сравнение сделано по препарату *E. paulistis*, идентифицированному проф. Де Сантисом (коллекция Национального музея в Ла Плата, Бразилия).

Самка нового вида отличается от самки *E. mashhoodi* Hayat усиками с основным члеником, который по длине равен поворотному членику и членикам жгутика вместе взятым, более короткими поворотным члеником и булавой, а также интенсивной оранжево-желтой окраской дорзальной поверхности тела. Самец нового вида отличается от самца *E. mashhoodi* более короткими основным и поворотным члениками усиков и оранжево-желтой с темно-коричневыми пятнами окраской тела.

Материал. Закавказье, Восточная Грузия, предгорье, ксерофитные станции, Вашловани, 15.VII.1973, 1 самка — голотип, 5 самок, 7 самцов; Карсани, VII.1966, 1 самец; 12.VII.1968, 3 самца; 3.VIII.1971, 2 самца (И. А. Ходжеванишвили, В. А. Яснош).

Выведен из *Neobemisia atraphaxius* Danzig на *Atraphaxis spinosa*, *A. caucasica*.

Голотип и паратипы хранятся в коллекции Зоологического института АН СССР в Ленинграде, часть паратипов — в Грузинском институте защиты растений (Тбилиси).

Ниже приводится определительная таблица видов *Eretmocerus* фауны Советского Союза. Все отечественные виды относятся к группе желтых эретмоцерусов, у которых поворотный членик усиков самки не более чем в 3 раза длиннее своей ширины и шпательвидная булава; один вид широко распространен в Палеарктике, два распространены в Закавказье и Средней Азии.

#### Определительная таблица видов *Eretmocerus* Haldeman фауны СССР:

1(2) 1-й членик жгутика усиков самки почти квадратный, 2-й несколько длиннее своей ширины. Передние крылья с бахромкой более 1/3 наибольшей ширины крыла, маргинальная жилка значительно длиннее радиальной. Самец темно-желтый, булава усиков в 15—16 раз длиннее ширины. Юг Европейской части СССР, Кавказ, Средняя Азия, Приморский край. Паразит *Asterobemisia avelanae* Sign., *Bemisia* sp. . . . .  
. . . . . *E. mundus* Mercet.

2(1) 1-й членик жгутика усиков самки почти треугольный и меньше 2-го. Передние крылья с бахромкой не длиннее 1/3 наибольшей ширины крыла, маргинальная жилка немного длиннее радиальной. Булава усиков самца не более чем в 10 раз длиннее ширины.

3(4) Поворотный членик усиков самки в 3 раза длиннее ширины, бахромка передних крыльев около 1/5 наибольшей ширины крыла. Поворотный членик усиков самца треугольный, не длиннее ширины. Первые тергиты брюшка полностью темно-коричневые. Закавказье (Грузия). Паразит *Neobemisia atraphaxius* Danz . . . *E. neobemisiae* sp. n.

4(3) Поворотный членик усиков самки немного менее чем в 3 раза длиннее ширины. Бахромка передних крыльев около 1/3 наибольшей ширины крыла. Поворотный членик усиков самца в 2 раза длиннее ширины, бока тергитов брюшка коричневатые. Средняя Азия (Туркмения). Паразит *Bulgarialeurodes cotesi* Mask. . . *E. nikolskajae* Myartseva.

3. იანოში

ახალი სახეობა *ERETMOCERUS HALDEMAN*  
 (HYMENOPTERA, APHELINIDAE) საქართველოდან

რეზიუმე

პარაზიტული მწერები გვ. *Eretmocerus* Hald.-დან ცნობილია როგორც ალეიროდიდების ეფექტური პარაზიტები. ალეიროდიდების ზოგიერთი წარმომადგენელი ხშირად აზიანებს როგორც სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს, ისე დეკორატიულ მცენარეებს. შრომაში მოცემულია მეცნიერებისათვის ახალი სახეობის — *Eretmocerus neobemisiae*, sp. n. აღწერა, რომელიც გამოყვანილია *Neobemisia atraphaxius* Danz.-დან. აღნიშნული მავნებელი გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოს არიდულ რაიონებში. შრომას თან ერთვის საბჭოთა კავშირში გავრცელებული გვ. *Eretmocerus*-ში შემავალი სახეობების სარკვევი ცხრილი.

ENTOMOLOGY

V. A. JASNOSH

NEW SPECIES OF *ERETMOCERUS HALDEMAN* (HYMENOPTERA,  
*APHELINIDAE*) FROM GEORGIA

Summary

Description of *Eretmocerus neobemisiae* sp. n. reared from *Neobemisia atraphaxius* Danzig (Homoptera, Aleyrodoidea) on *Atraphaxis* spp. in Eastern Georgia is given. It is the third species of this genus found in the fauna of the USSR. The key of species distributed in the Soviet Union is given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Тимофеева. Сообщения АН ГССР, 28, 5, 1962, 587—592.
2. Е. М. Данциг. Энтотомол. обзор., 43, 3, 1964, 633—646.
3. М. Н. Никольская и В. А. Яснош. Афелиниды Европейской части СССР и Кавказа. Л., 1966, 294.
4. С. Н. Мярцева. Изв. АН Туркменской ССР, сер. биол. наук, 4, 1973, 81—85.
5. H. Compere. Univ. Calif. Publ. Ent., 6, 1936, 277—322.
6. M. Hayat. Entomophaga, 17 (1), 1972, 99—105.



М. Ш. ЦХАДАДЗЕ

## К ВОПРОСУ УЛЬТРАСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЦНС ЖИВОТНЫХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 1.2.1973)

Целью проведенного исследования являлось изучение ультраструктурных изменений в ЦНС животных при облучении. Материал охватывает четыре случая (собаки). У животных вызывалась лучевая болезнь с помощью однократного тотального облучения на аппарате РУМ-3 в дозе 700 р. На 12—14-е сутки, т. е. в период разгара лучевой болезни, которая устанавливалась гематологическими и клиническими методами, животные забивались. Бралась следующие участки мозга: 4, 17, 7, 52 поля, мозжечок, аммонов рот, медиальная и латеральная области зрительного бугра, варолиев мост, продолговатый и спинной мозг. Материал исследовался архитектурными и ультраструктурными методами. Кусочки мозга фиксировались в 96° спирте, 70% пиридине и 2% растворе четырехоксида осмия на С-коллидиновом буфере. Препараты окрашивались методом Ниссля, импрегнировались по Кахалу. Кусочки мозга, предназначенные для электронномикроскопических исследований, после заливки в эпон резались на ультратоме «Райхерт» (Австрия) и просматривались в электронном микроскопе типа УЭМВ-100В при ускоряющем напряжении 75 кв.

Изучение структуры мозга архитектурным методом показывает, что острая лучевая болезнь вызывает наиболее интенсивные изменения со стороны медиальной области зрительного бугра и в наружных комплексах корковых слоев 4 и 17 полей. Здесь имеют место растворение тела клетки, сильнейшая вакуолизация цитоплазмы, перераспределение тигроида и изменение его характера, набухание, дислокация, эктопия ядер и т. д. Со стороны глии наблюдается резкое увеличение числа перинейрональных саттелитов, непосредственно прилегающих к телу клетки; число свободно лежащих клеток глии уменьшено. На препарате отмечается большое число «клеток теней», часть клеток гомогенно закрашена. Со стороны дендритного леса наблюдаются его извитость, появление большого числа — «окон», резкая переимпрегнация нейронов, неправильная дихотомизация, изменение тонкой сети волоконца. Шипиковый аппарат уменьшен и изменен.

Со стороны сосудистой системы обнаруживаются периваскулярный отек, дистония стенок сосудов и набухание эндотелиальных клеток.

Изучение материала 4 и 17 полей и медиальной области зрительного бугра электронномикроскопическим путем показывает, что в клетках медиального ядра зрительного бугра, особенно в ганглиозных, отмечаются резкое просветление матрикса, обеднение цитоплазмы мембранными и гранулярными элементами, уменьшение величины эндоплазматического ретикулума и изменение его характера, изменение соотношения свободных и связанных рибосом, уменьшение числа митохондрий (интенсивное разрушение крист), изменение цистерн аппарата Гольд-

жи, резкое увеличение числа лизосом, появление большого количества лизосомных пакетов, изменение характера и распределения ядерного

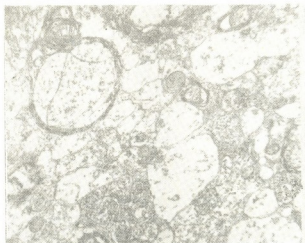


Рис. 1

хроматина, появление крупных осинофильных пространств между глыбками хроматина, изменение конфигурации ядерной мембраны. Элект-

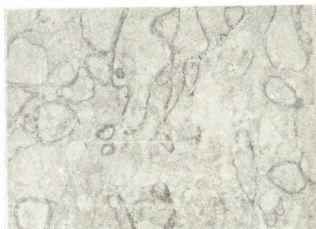


Рис. 2

ронная плотность нуклеоплазмы понижена, мембранная щель между наружными и внутренними листами изменена. В ресинаптической тер-

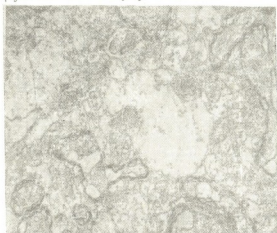


Рис. 3

минали увеличивается количество пузырьков. Клетки астроцитарной глии набухшие. Число лизосом увеличено. Снижена электронная плотность цитоплазматического матрикса, уменьшено количество цистерн эндоплазматической сети. Число лизосом в клетках олигодендроглии резко повышено. Увеличены число и величина зерен гликогена в клетках как астроцитарной, так и олигодендроглии. Миелиновые волокна



высокой электронной плотности. Отмечаются «пустые» пространства.

Изучение материала электронномикроскопическим путем подтверждает данные, полученные методом световой микроскопии, касающиеся заинтересованности определенных структур.

Таким образом, острая лучевая болезнь вызывает наиболее интенсивные изменения в медиальной области зрительного бугра и наружных комплексах корковых слоев 4 и 17 полей.

Институт психиатрии  
им. М. М. Асатнани  
МЗ ГССР

(Поступило 16.11.1973)

ჰისტოლოგია

მ. ცხადაძე

ულტრასტრუქტურული ცვლილებების შესახებ მასპერიმენტულ  
ცხოველთა ცნს დასხივების დროს

რეზიუმე

ელექტრონული მიკროსკოპიის საშუალებით ექსპერიმენტული მასალის შესწავლა ადასტურებს სინათლის მიკროსკოპიის მეოთხით მიღებულ მონაცემებს და ეხება გარკვეული სტრუქტურების შესწავლას.

მწვავე სხივური დაავადება იწვევს მეტად მნიშვნელოვან ცვლილებებს მხედველობის ბორცვის მედიალურ ნაწილში და მე-4 და მე-17 ვილების გარეთა ქერქოვან კომპლექსში.

HISTOLOGY

M. Sh. TSKHADADZE

## STUDY OF ULTRASTRUCTURAL ALTERATIONS IN THE ANIMAL CNS DURING RADIATION

### Summary

An electron microscopic study supports the data obtained by means of light microscopy concerning the interest of particular structures.

Acute radiation disease causes the most intensive alterations in the medial region of the thalamus and in the external complexes of cortical layers of the 4th and 17th fields.



ЦИТОЛОГИЯ

З. Г. ЦАГАРЕЛИ, П. П. СИГУА, К. С. ОТХМЕЗУРИ,  
В. А. ОКРОШИДZE, З. С. СВАНИДZE, Е. С. ЧЕРТКОВА

УЛЬТРАСТРУКТУРА ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ ПРИ  
НЕФРИТАХ У ДЕТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 4.12.1973)

При лечении ряда заболеваний возникает необходимость в весьма тонком анализе патологически измененных элементов крови. В связи с этим выявление субмикроскопических изменений клеток крови при различных патологических состояниях, в частности при нефрите у детей, и в сочетании с другими лабораторными и клиническими показателями является весьма перспективным.

В данном сообщении освещены изменения, происходящие в форменных элементах белой крови — лейкоцитах, а также в тромбоцитах. Для исследования кровь бралась у 50 больных обоего пола в возрасте от 3 до 14 лет. Контрольную группу составила кровь, взятая у здоровых детей того же возраста.

Нейтрофильные гранулы имеют несколько удлинненную форму, ростки их, обнаруживаемые в больших количествах в нормальных условиях [1, 2], в случае описываемой патологии укорачиваются и количество их уменьшается. В норме содержимое гранул гомогенно, контуры четко очерчены. При нефрите матрикс гранул просветляется и они принимают вид вакуолей. Количество митохондрий уменьшается, оставшиеся набухают и округляются, матрикс их просветляется. Внутренние перегородки короткие, неупорядоченные и едва различимы. Свободные лизосомы не обнаруживаются.

Эозинофильные лейкоциты по наружному контуру, общему виду цитоплазмы, ядру, митохондриям и другим внутриклеточным структурам в норме почти не отличаются от нейтрофильных [3]. При нефрите претерпевают изменения лишь эозинофильные гранулы, которые и в норме резко отличаются от нейтрофильных. Матрикс эозинофильных гранул в норме, плотный, при нефрите растворяется и гранулы принимают вид вакуолей с отчетливо видимой оболочкой. Внутри них зерна полностью исчезают, число липидных гранул увеличивается. Изучение базофилов очень затруднено, так как содержание их в нормальной крови очень мало.

Характерные изменения выявляются в гранулах базофильных лейкоцитов. В норме они яйцевидной формы, нередко соединяются, образуя скопления неправильной формы [1]. В случае заболевания нефритом обнаружить разрозненные единичные гранулы в базофилах не удается.

В электронном микроскопе лимфоцит представляет собой крупную клетку, все содержимое которой занято ядром. Узкая кайма цитоплазмы часто образует выпячивания. Величина, форма и количество выпячиваний варьируют. В норме эти вариации объясняются различиями в возрасте лимфоцитов [3]. В патологических случаях пределы вариабель-

ности цитоплазматических выпячиваний лимфоцита увеличиваются. Узкая полоска цитоплазмы имеет мелкозернистый светлый матрикс, в котором содержатся небольшое число митохондрий, жировые включения, вакуоли; аппарат Гольджи плохо развит. При нефрите изменения

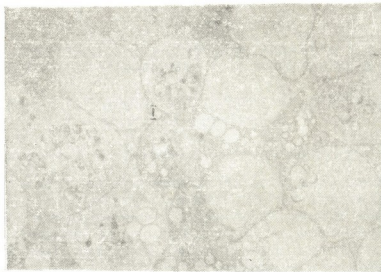


Рис. 1. Эритроциты с просветленной нежной грануляцией. В центре (1) скопление ретикулоцитов с большим количеством вакуоленодобных образований ( $\times 20000$ )

претерпевают в основном митохондрии. Они набухают, просветляется матрикс, разрушаются внутренние перегородки. Лимфоциты, характеризуются наличием в цитоплазме и других цитоплазматических включений, хотя и не специфичных для них, однако довольно часто обнару-



Рис. 2. Лимфоцит (1) со значительным количеством лизосом, с вакуолями (2), содержащими несколько более плотных пузырьков и окруженных мембраной ( $\times 20000$ )

живающихся. К таковым относятся тельца Голла, представляющие собой липидные включения; прозрачные вакуоли, ограниченные мембраной и содержащие несколько более плотных пузырьков, свободно лежащих в прозрачном матриксе; азурофильные гранулы, окруженные тонкой осмиофильной мембраной. Ядро лимфоцитов бесструктурное, гомогенное, имеет одно ядрышко. При нефрите хроматин собирается в глыбки по периферии ядра.



Моноциты отличаются от всех рассмотренных форм лейкоцитов большим количеством круглых и овальных, с хорошо развитой системой крист, мелких митохондрий и канальцев эндоплазматического ретикулума [2]. В случае нефрита моноциты характерно изменяются, митохондрии набухают, матрикс их просветляется, кристы разрушаются, канальцы эндоплазматического ретикулума гипертрофируются. В норме аппарат Гольджи в моноцитах развит достаточно хорошо, что не отмечается при нефрите. Имеет место обилие пеницилловидных пузырьков различной величины. Ядро моноцитов крупное, неправильной формы, с глубокими выступами и инвагинациями. Ядрышко маленькое, компактное. Хроматин даже в норме распределен неравномерно и собирается в глыбки. Гетерогенность нуклеоплазмы и извилистость ядерного контура в патологических условиях усиливается.

Тромбоциты очень полиморфны по своей форме и имеют вид округлых или овальных тел [1]. Гиалоплазма тромбоцитов тонкозерниста, причем зернистость, равномерная в норме, при нефрите имеет тенденцию к комковатости. Ядро трудно различимо. Встречается много мелких гранул, есть данные, что они способны фагоцитировать. В патологических условиях число этих гранул резко уменьшается. Встречаются митохондрии, которые изменяются стереотипно. Как в нормальных, так и в патологических условиях в тромбоцитах прослеживаются нити фибрина.

Проведенные исследования показали, что ультраструктурная организация белой крови больных нефритом претерпевает значительные изменения. Они выявляются как в ультраструктурных образованиях, типичных для любых клеток, так и в специфических гранулах лейкоцитов, на основании чего представляется возможным по ультраструктурной организации клеток белой крови и морфологической картине оргanelл судить о тяжести данного заболевания.

Сравнительно небольшое число наблюдений (50 больных) не дает нам возможности разделение больных по группам в зависимости от клинических форм. Однако создается впечатление, что деление больных по формам заболевания даст возможность установить в дальнейшем коррелятивные взаимоотношения между ультраструктурными изменениями форменных элементов крови, с одной стороны, и клиническими вариантами заболевания, с другой. Именно в таком аспекте планируется наше дальнейшее исследование.

Особо перспективным кажется дальнейшее изучение взаимозависимости отношений биохимической картины сыворотки с ультраструктурными изменениями ее форменных элементов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт морфологии

(Поступило 6.12.1973)

ციტოლოგია

ზ. ტაბაგელი, პ. სიგუა, ძ. ოთხმეფური, ზ. სვანიძე,  
ვ. ოპროშიძე, ა. ჩიბრაკვაძე

სისხლის ფორმირების ელემენტების ულტრასტრუქტურა  
ნეფრიტის დროს ბავშვთა ასაკში

რეზიუმე

შესწავლილია ნეფრიტით დაავადებულ ბავშვთა სისხლის ფორმირების ელემენტების ულტრასტრუქტურა.

დადგინდა, რომ ლეიკოციტების სტრუქტურაში აღინიშნება ცვლილებები, რომლებიც შელავნდება როგორც ყველა უჯრედში არსებულ ორგანოებში, ისე სისხლის ფორმიანი ელემენტებისათვის სპეციფიკურ მარცვლოვანების გარდაქმნაში.

## CYTOLOGY

S. G. TSAGARELI, P. P. SIGUA, K. S. OTKHEMZURI, Z. S. SVANIDZE,  
 V. A. OKROSHIDZE, E. S. CHERTKOVA

### THE ULTRASTRUCTURE OF FORM ELEMENTS OF THE BLOOD IN CHILDREN WITH NEPHRITIS

#### Summary

The ultrastructural organization of the blood of children suffering from nephritis was studied. The electron microscopic picture of the blood was found to be considerably altered in comparison with the norm. These alterations are manifested both in the ultrastructural formations typical of all cells and in the specific granules of the leucocytes. The findings allow to judge about the severity of the disease in question according to the ultrastructural organization of the white blood cells and to the morphological picture of the organelles.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Бесси. Сб. «Электронномикроскопическая анатомия». М., 1967.
2. В. В. Глаголева, Ю. С. Чечулин. Ультраструктурная основа нарушения функции сердечной мышцы. М., 1968.
3. Э. И. Терентьева, З. Г. Шишканова. Атлас ультраструктуры клеток кровеносной ткани. М., 1972.

Н. В. АНДРЕС

## ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА СУКЦИНАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В СЕРДЕЧНОЙ И СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦАХ КУРИНОГО ЭМБРИОНА В ХОДЕ РАЗВИТИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 21.9.1973)

Несмотря на многочисленные работы, посвященные изучению активности дыхательных ферментов в эмбриогенезе, составить представление о времени появления их и характере изменения в эмбриогенезе довольно трудно.

Так, некоторые авторы обнаруживают сукцинатдегидрогеназу (СДГ-азу) в сердце куриного эмбриона и эмбрионов крысы на 7-й день развития [1—3], другие же сообщают о появлении фермента уже на 4-й день развития [4, 5].

В работах по изучению лактатдегидрогеназной (ЛДГ-азной) активности описываются главным образом изменения изoenзимного спектра ЛДГ-азы в эмбриогенезе [6—16], и почти все авторы начинают свои исследования с 7-го дня развития.

Представляется сомнительным, чтобы запасающие энергию системы, показателями работы которых являются дыхательные ферменты, бездействовали вплоть до 7-го дня развития. С целью изучения динамики ферментов СДГ-азы и ЛДГ-азы нами была поставлена серия экспериментов по определению активности этих ферментов в сердечной и скелетной мышцах куриного эмбриона с самых ранних стадий развития.

Активность ферментов определялась гистохимически по модифицированной нами методике. Сердца вырезались из эмбрионов начиная со 2-го дня эмбрионального развития и помещались в инкубационную среду, содержащую в случае определения СДГ-азной активности 0,2М р-р сукцината Na, 1% р-р NBT и фосфатный буфер при pH 7,6, а при определении ЛДГ-азной активности лактат Na (1N, pH 7,4), 6 мг ДПН, 0,05М р-р MgCl<sub>2</sub>, 1% р-р NBT и трис-буфер при pH 7,4. После часовой инкубации производилась фиксация в формалине в течение 20 минут, затем производилась обычная заливка в парафин. Парафиновые блоки резались на микротоме, срезы ничем больше не окрашивались.

Эта методика позволила нам впервые показать, что сердце 44-часового куриного эмбриона обладает и СДГ-азной, и ЛДГ-азной активностью (рис. 1). На этом рисунке представлен продольный срез через сердце 10-сомитного куриного эмбриона. Видно, что эндокард обладает меньшей активностью, чем миокард.

На стадии 25—27 пар сомитов, т. е. у 2,5-суточного эмбриона (рис. 2), активность СДГ-азы распределяется следующим образом: наибольшая активность наблюдается в желудочке, несколько меньшая — в предсердии и наименьшая — в эндокарде.

К 3-м суткам активность СДГ-азы в сердце куриного эмбриона возрастает по сравнению со 2-ми сутками. На стадии 40 пар сомитов в появляющихся трабекулах активность фермента выше, чем в компактном миокарде. Эндокард имеет очень низкую активность.

В ходе развития активность СДГ-азы в желудочке непрерывно растет, в предсердии же остается почти на одном очень низком уровне, так что на срезах 19-дневного куриного эмбриона предсердие по сравнению с желудочком имеет слегка розоватую окраску, обусловленную моноформазанам, что также говорит о низкой активности этого фермента о предсердии.



Рис. 1. Активность СДГ-азы в сердце куриного эмбриона на стадии 10 пар сомитов (ув. 40 $\times$ )



Рис. 2. Активность СДГ-азы в сердце куриного эмбриона на стадии 25 пар сомитов (ув. 20 $\times$ ). Обозначения: 1—миокард желудочка, 2—эндокард, 3—миокард предсердия



Рис. 3. Активность СДГ-азы в сердце 20-суточного куриного эмбриона

На рис. 3 представлена СДГ-азная активность в желудочке куриного эмбриона на стадии 20 суток. Резкого скачка в активности СДГ-азы в сердце вылупившегося цыпленка не происходит.

Изменение активности ЛДГ-азы в сердце куриного эмбриона сходно с таковым СДГ-азы, и поэтому отдельно описывать его мы не будем. Следует отметить только, что активность ЛДГ-азы ниже активности СДГ-азы на всех стадиях развития сердца.

Иная картина наблюдается в динамике развития этих ферментов в эмбриогенезе скелетных мышц куриного зародыша.



Рис. 4. Активность СДГ-азы в скелетной мышце 1-суточного цыпленка

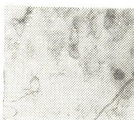


Рис. 5. Активность ЛДГ-азы в 1-суточной культуре куриных скелетных миобластов



Рис. 6. Активность ЛДГ-азы в 11-суточной культуре куриных скелетных миобластов

Первые следы СДГ-азной активности в скелетной мышце конечностей и куриного эмбриона становятся заметными только на 11-й день развития. К 13-му дню она возрастает, но все еще очень низка, на что указывает слабое розовое диффузное окрашивание, обусловленное присутствием моноформазанов.

Активность ЛДГ-азы впервые в скелетной мышце отмечается на 7-е сутки развития. В ходе развития активность обоих ферментов возрастает, но активность ЛДГ-азы всегда выше, чем СДГ-азы.

При вылуплении в скелетной мышце ног куриного эмбриона наблюдается скачок в СДГ-азной и ЛДГ-азной активности. На рис. 4

представлена СДГ-азная активность в скелетной мышце ногу вылупившегося 1-суточного цыпленка. Мы нашли, что на всех стадиях развития активность ЛДГ-азы в скелетной мышце куриного эмбриона выше активности СДГ-азы.

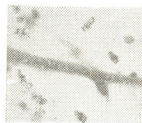


Рис. 7. Активность СДГ-азы и меченные  $H^3$ -тимидином миобласты в 11-суточной культуре куриных скелетных миобластов

Однако определение активности дыхательных ферментов, проведенное нами на срезах или в целом органе, не дает нам достаточно ясной и полной картины внутриклеточной локализации этих ферментов. Для выяснения этого вопроса мы провели определение активности ЛДГ-азы и СДГ-азы на культурах скелетных и сердечных миобластов.

Оказалось, что 1-суточная культура миобластов обладает небольшой ЛДГ-азной активностью (рис. 5). На рисунке видно, что ядра совершенно не обладают ЛДГ-азной активностью, а цитоплазма миобластов имеет слабую диффузную окраску и гранулы диформазана.

В 4-суточной культуре, где появились миотубы, отмечается возрастание активности ЛДГ-азы. Еще большей ЛДГ-азной активностью обладают мышечные волокна в 11-дневной культуре (рис. 6). На этом рисунке видно дифференцированное мышечное волокно, цитоплазма которого интенсивно окрашена.

Проведенное нами определение активности СДГ-азы позволило обнаружить фермент только на 11-е сутки, т. е. в высоко дифференцированных волокнах. Миобласты и миотубы СДГ-азной активностью не обладают.

Для более наглядной картины, перед тем как определить активность СДГ-азы в 11-суточной культуре, мы поместили ее в  $H^3$ -тимидин на 1 час. Ядра миобластов пометились, а мышечные волокна окрасились после определения активности СДГ-азы (рис. 7). Цитоплазма миобластов на этом рисунке совершенно не окрашена, следовательно, синтезирующие ДНК миобласты не обладают СДГ-азной активностью. Мышечные волокна, ядра которых полностью прекратили синтез ДНК, обладают высокой СДГ-азной активностью.

В культуре сердечных миобластов СДГ-азная и ЛДГ-азная активность обнаруживается уже через сутки после посева, причем активность СДГ-азы выше активности ЛДГ-азы.

Таким образом, при исследовании культуры скелетных и сердечных миобластов было показано, что динамика накопления ферментов СДГ-азы и ЛДГ-азы является идентичной таковой *in vivo*. Если в сердце уже на ранних стадиях в недифференцированных миобластах имеются оба фермента, то в скелетной мышце оба фермента присутствуют только в высоко дифференцированных мышечных волокнах. В скелетной мышце появление СДГ-азной активности может служить показателем степени ее дифференцированности.



## ბ. ანდრესი

სუპცინატ- და ლაქტატდეჰიდროგენაზის სინთეზის  
 თაჰისნაგურბანი ქათმის ჩანასახის გულის და  
 ჩონჩხის კუნთებში

## რეზიუმე

ჰისტოქიმიურად შესწავლილია სუპცინატ- (სდჰ-აზა) და ლაქტატდეჰიდროგენაზის (ლდჰ-აზა) სინთეზის თავისებურებანი ქათმის ჩანასახის გულის და ჩონჩხის კუნთებში ჩანასახის განვითარების სხვადასხვა სტადიებზე. ნაჩვენებია, რომ გულის კუნთში სდჰ-აზას და ლდჰ-აზას აქტიუობა მქლავნდება ჩანასახის განვითარების მეორე დღეს, ხოლო ჩონჩხის კუნთში ლდჰ-აზას აქტიუობა მქლავნდება მეშვიდე დღეზე, სდჰ-აზას აქტიუობა კი მეცამეტე დღეზე.

მიობლასტების კულტურაში მხოლოდ მაღალიდფერენცირებული კუნთის უჯრედები ხასიათდებიან სდჰ-აზას აქტიუობით, ხოლო მიობლასტები ლდჰ-აზას აქტიუობით. გულის მიობლასტები ამქლავნებენ როგორც ლდჰ-აზას, ისე სდჰ-აზას აქტიუობას.

CYTOLOGY

N. V. ANDRES

SYNTHESIS OF SUCCINIC DEHYDROGENASE AND LACTIC  
 DEHYDROGENASE IN THE CARDIAC AND SKELETAL  
 MUSCLES OF CHICKEN EMBRYOS IN THE COURSE OF  
 DEVELOPMENT

## Summary

The author has observed the activity of SDH and LDH in the skeletal and cardiac muscles of chicken embryos from the first to the 21st day of development. SDH and LDH were found to appear in the heart on the second day of development. In the skeletal muscles SDH was observed on the 13th day only, and LDH on the 7th day of development.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. R. Potter, W. C. Schneider, G. J. Liebl, *Cancer Res.*, 5:21-24, 1945.
2. W. G. Cooper. *Anat. Rec.*, 123, 1:103-124, 1955.
3. P. C. Greenfield, E. J. Boell, *J. Exptl. Zool.*, 118, 4:491-500, 1968.
4. F. Moog. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 55:57-66, 1962.
5. T. Sippel. *J. Exptl. Zool.*, 123:205-221, 1964.
6. C. L. Markert, F. M. Miller. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 45:763-763, 1959.
7. K. D. Cahn, M. Kaplan, L. Levine, E. Zwilling. *Science*, 136:962-969, 1962.
8. D. T. Lindsay. *J. Exptl. Zool.*, 152:75-89, 1963.
9. E. S. Vessell. *Nature*, 210:421, 1966.
10. C. J. Masters, M. Hinks. *Biochim. Biophys. Acta.*, 113, 3:611-613, 1966.
11. M. S. Kanungo, S. N. Singh. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 21, 5:454-459, 1965.
12. L. Seppo, M. Rajasalni. *Science*, 153, 3742:1401-1403, 1966.
13. R. A. Bridges, E. F. Freier. *Exptl. Cell. Res.*, 40:375-385, 1966.
14. R. G. Kessel, E. G. Ellgaard. *Exptl. Cell. Res.*, 45, 1:243-246, 1967.
15. W. A. Withycombe. *Nature*, 213, 5075:513-514, 1957.
16. J. A. Stewart, J. Papaconstantinon. *Biochim. Biophys. Acta*, 121, 1:69-78, 1966.

Г. И. БАХТАДЗЕ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ЦИТОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
КОЛИЧЕСТВА ДНК ДВУХ ВИДОВ АМФИБИИ—*RANA RIDIBUNDA*  
И *RANA MACROCNEMIS*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 14.9.1973)

В последнее время карносистематика приобретает все большее значение в разрешении спорных вопросов систематики животных и растений. Обычно разные виды, а часто и подвиды животных отличаются разным набором хромосом. Однако встречаются и такие виды, которые не различаются ни по составу, ни по морфологии хромосом. К ним относятся, например, *Rana ridibunda* и *Rana temporaria*, у которых рядом авторов [1—3] показано наличие равного количества хромосом. Все представители класса амфибий характеризуются относительно сходным набором хромосом. Незначительное различие в хромосомных наборах имеют представители хвостатых амфибий [4, 5]. Все представители семейства *Bufonidae* имеют гаплоидный хромосомный набор, равный 11, а представители семейства *Hylidae*—равный 12 [1,3].

В связи с вышесказанным интересно было исследовать количество ДНК у двух видов амфибий — *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis* и сравнить полученные данные с данными хромосомного анализа. Эти два вида были выбраны потому, что не совсем ясно систематическое положение *Rana macrocnemis* и сравнение этого вида с таким типичным представителем семейства *Ranidae*, как *Rana ridibunda*, позволило бы более надежно определить место этого вида в данном семействе.

Цитогенетическое исследование кариотипов двух видов амфибий — *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis* показало наличие равного числа хромосом в составе их хромосомных наборов (1,2). Количественные измерения структуры хромосом указывают на незначительные различия в их морфологии. Тем более необходимым являлось исследование количества ДНК с целью выяснения, одинаковы ли эти два вида и по количеству ДНК в ядрах клеток.

Для определения количества ДНК был использован метод фотографической цитофотометрии, модифицированный В. Я. Бродским [6]. Количество ДНК изучалось в 100 ядрах из мазка крови от каждого вида. Эти ядра после окраски по Фельгену фотографировались на пленку микрат-200 с коэффициентом контрастности эмульсии 0,7. С негативов на бумагу проецировались контуры ядер, их площади измерялись планиметром. Пленки фотометрировались фотометром МФ-4, и на полученных кривых вычислялась оптическая плотность вещества. Количе-

ство ДНК в ядрах определялось как произведение оптической плотности ядра на его площадь. Результаты измерений обрабатывались общеизвестным методом статистического анализа [7].

Результаты исследования количества ДНК в ядрах *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis* показали, что в ядре *Rana ridibunda* в среднем содержится  $9,034 \cdot 10^{-4} \pm 0,51 \cdot 10^{-4}$  количества ДНК, выраженного в  $\text{см}^2$  и логарифмических единицах оптической плотности. Количество ДНК у этого вида амфибий колеблется от  $8,0 \cdot 10^{-4}$  до  $9,9 \cdot 10^{-4}$ . Ошибка средней ариф-



Рис. 1. Хромосомный набор *Rana ridibunda*



Рис. 2. Хромосомный набор *Rana macrocnemis*

метической равна 5,68%. Среднее количество ДНК на ядро *Rana macrocnemis* составляет  $6,38 \cdot 10^{-4} \pm 0,18 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$  и логарифмических единиц оптической плотности. Количество ДНК у этого вида амфибий колеблется от  $6,03 \cdot 10^{-4}$  до  $7,01 \cdot 10^{-4}$  (рис. 3). Ошибка средней арифметической равна 2,78%. Различие между количеством ДНК у этих двух видов амфибий статистически достоверно.

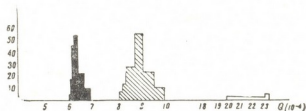


Рис. 3. Гистограмма количества ДНК *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis*

Следовательно, цитофотометрическим анализом установлено, что, несмотря на одинаковое количество хромосом в карิโอטיפах *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis*, в этих наборах имеется различное количество ДНК. Это говорит о том, что ядерный аппарат *Rana macrocnemis* содержит на 30% меньше наследственного материала, чем ядерный аппарат *Rana*

*ridibunda*. Последнее дает основание считать, что *Rana ridibunda* и *Rana macrocnemis* в систематическом отношении не являются близкородственными формами.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт зоологии

(Поступило 20.9.1973)

ციტოლოგია

ბ. ბახტაძე

სამეცნიერო ორი სახეობის *RANA RIDIBUNDA* და  
*RANA MACROCNEMIS* ღვინის რაოდენობის  
 შედარებითი ციტოფოტომეტრიული გამოკვლევა

რეზიუმე

ფოტოგრაფიული ციტოფოტომეტრიის მეთოდით გამოკვლეული იყო ღვინის რაოდენობა ამფიბიათა კლასის *Ranidae*-ს ოჯახის ორის სახეობის — *Rana ridibunda* და *Rana macrocnemis*-ის ბირთვებში.

ნაჩვენებია იყო, რომ *Rana ridibunda*-ს ბირთვები საშუალოდ შეიცავს  $9,034 \times 10^{-4} \pm 0,51 \cdot 10^{-4}$  ღვინის რაოდენობას, გამოხატულს  $\text{cm}^2$  და ოპტიკური სიმკვრივის ლოგარითმულ ერთეულებში. *Rana macrocnemis*-ის ბირთვი კი საშუალოდ შეიცავს  $6,38 \cdot 10^{-4} \pm 0,18 \cdot 10^{-4}$  ღვინის რაოდენობას, გამოხატულს იმავე ერთეულებში.

ღვინის რაოდენობის ასეთი მკვეთრი განსხვავება მეტყველებს იმაზე, რომ სისტემატიკური თვალსაზრისით კი ორი სახეობა არ წარმოადგენს ახლონათესურ ფორმებს.

CYTOLOGY

G. I. BAKHTADZE

COMPARATIVE CYTOPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF THE  
 DNA AMOUNT IN TWO SPECIES OF AMPHIBIA:  
*RANA RIDIBUNDA* AND *RANA MACROCNEMIS*

Summary

The DNA amount in two species of Amphibia: *Rana ridibunda* and *Rana macrocnemis* has been investigated by the photographic cytophotometric method. The nuclei of *Rana ridibunda* have been found to contain  $9.034 \cdot 10^{-4} \pm 0.51 \cdot 10^{-4}$  of DNA amount, and *Rana macrocnemis*  $6.38 \cdot 10^{-4} \pm 0.18 \cdot 10^{-4}$ , expressed in  $\text{cm}^2$  and logarithmic units of optical density.

This difference between the contents of DNA strongly supports the view that in the systematic aspect these two species of Amphibia do not appear to be closely related.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Прокофьева. Труды Ин-та генетики АН СССР, т. 10, 1935.
2. N. Iriki. Studies on Amphibian chromosomes of *Hyla arborea japonica* quenther *Memox. Coll of Sci. Kyoto Imp. Univ № 5 ser. B, 1930.*
3. N. Iriki. Studies on Amphibian chromosomes. On the fixation of the chromosomes of *Hyla arborea japonica* and some other animals, *Sci. Report of the Tokyo Bunica Dargacu sec. Bi, 1932.*
4. G. Galgano. Evolution degli spermatocit di y ordinee cromosomi pseudosessali in alcune specie di amphibi. *Arch. Ital. di Anatom e di Embryol., 1932, 1933.*
5. H. Callan. Chromosomes and nucleoli of the axolotle *Ambystoma mexicanum*. *J. Cell Science, X, 82—108, 1956.*
6. В. Я. Бродский. Трофика клетки. М., 1967.
7. И. А. Ойвин. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, т. 4, 1960, 76—85.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

### СУБМИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АППАРАТА ГОЛЬДЖИ РЕГЕНЕРИРУЮЩЕГО СУХОЖИЛИЯ

(Представлено академиком И. К. Пипия 22.7.1973)

Вопрос о функциональной морфологии аппарата Гольджи сухожильных клеток вообще и в частности при тенопластике до сих пор не затрагивался ни в одной морфологической работе. Изучению этого вопроса и посвящается настоящее исследование.

Эксперименты (30) проводились на 15 кроликах. Дефект ахиллова сухожилия (3 см) замещался ауто-, гомо-, гетеротрансплантатами и капроном. Животные забивались в различные сроки — от 3 дней до 14 месяцев. Маленькие кусочки исследуемого материала фиксировались в 5% растворе глютаральдегида на фосфатном буфере (рН 7,2), дофиксация проводилась по Миллонигу. После проведения в спиртах восходящей крепости (2% уранилацетата) заливались в аралдит. Ультратонкие срезы дополнительно контролировались по Рейнольдсу и исследовались в электронном микроскопе JEM-7A при ускоряющем напряжении 80 кВ.

Изучая серийные электронограммы, мы стали свидетелями сложных превращений аппарата Гольджи тенобластов в процессе развития и становления регенерата.

В клетках 3-дневной регенерационной бластемы цитоплазма слабо развита. Аппарат Гольджи в подавляющем большинстве клеток не обнаруживается. В относительно зрелых тенобластах вблизи ядра определяются контуры пластинчатого АГ, созданные мелкими элементами трубчатой системы.

В срок 6—15 дней после тенопластики в белоксинтезирующих тенобластах АГ достигает максимального развития, что можно считать показателем высокой секреторной активности этого органоида. Мощная система АГ распространяется на большую территорию цитоплазмы, главным образом в околоядерной зоне. Она расположена параллельно к ядерной мембране, реже перпендикулярно к ней, образуя множественные самостоятельные группы в нескольких полях (4—10). Каждая из них представлена двумя основными профилями — трубчатой и вакуолярной. Трубчатые элементы с локальными расширениями создают 4—7 рядов вытянутых уплощенных цистерн с протяженностью 1—3  $\mu$ . Вакуолярная система состоит из крупных вакуолей и мелких пузырьков. Первые округлой, овальной или неправильной формы, различной величины (0,2—3  $\mu$ ). Преобладают крупные вакуоли. Число их варьирует от 3 до 30. Мелкие пузырьки с диаметром 400—1000  $\text{Å}$  окружены гладкой мембраной. Таких пузырьков в системе АГ очень много. Элементы аппарата Гольджи контактируют с ядром, гранулярным эндоплазматическим ретикулумом и рибосомами. Вся система АГ заполнена аморфным веществом низкой электронной плотности. В некоторых тенобластах преобладают вакуолярные и везикулярные про-

филли АГ. Вакуоли характеризуются электроннопрозрачным секретом. Их мембраны местами имеют разрывы, по-видимому, для выделения в цитоплазму секретироземой в вакуолях субстанции. При соприкосновении последней с рибосомами образуются белковые агрегаты и субфибриллы средней или высокой электронной плотности. Из вакуолей АГ секрет накапливается и в везикулах, которые также опорожняются в цитоплазме (рис. 1).



Рис. 1. Хорошо развитый аппарат Гольджи в тенобласте 10-дневной регенерационной бластемы после гомопластики: В—вакуоли; Вз—везикулы; ГЭР—гранулярный эндоплазматический ретикулум. Электронномикрофотография (x 56000)

В срок 20—30 дней после тенопластики в период интенсивного фибриллогенеза характерно прогрессивное нарастание как полей распространения АГ, так и числа и размеров его структурных элементов в рамках одного и того же поля (уплощенных цистерн, вакуолей и микропузырьков). На данном этапе дифференцировки АГ, как и на предыдущем, в некоторых тенобластах вакуолярные структуры преобладают над трубчатыми. Вакуоли крупные (1—2  $\mu$ ), округлой или овальной формы, число их достигает 28, а иногда и больше. Содержимое их низкой электронной плотности. Возрастает число Гольджи-пузырьков с диаметром 400—800  $\text{Å}$ . Матрике их заполнен слегка осмнофильным веществ-

Рис. 2. В тенобластах 20-дневного регенерата после аутопластики сильно развитый АГ представлен преимущественно вакуолярной системой (В). П—полисомы. Электронномикрофотография (x 55000)



вом (рис. 2). В некоторых тенобластах одинаково хорошо развиты все профили АГ. Вакуоли крупные, удлинённые (1—3  $\mu$ ), заполнены электронно-прозрачным секретом. Трубочатая система представлена 6—10 уплощенными, вытянутыми цистернами с длиной 1—3  $\mu$ . Много темных мелких пузырьков. Элементы АГ образуют непрерывную цепь параллельно к каналам ГЭР (рис. 3). Эти морфологические особенности АГ свидетельствуют о его высокой секреторной активности.



Рис. 3. В тенобластах 25-дневного регенерата после гомопластики АГ имеет сильно развитые вакуолярные (В) и трубчатые системы (ТС). Электронномикрофотография (x 56000)

После замещения трансплантатов новообразованной сухожильной тканью (2—4 месяца после тенопластики) интенсивность обменных процессов в ней понижается и по мере дифференцировки и старения клеток регенерата затухает. В соответствии с этим постепенно уменьшаются зоны распространения АГ, а также число и размеры входящих в его состав структурных элементов. Каждая группа АГ состоит из 3—5 плоских цистерн (0,5—1  $\mu$ ), вакуолей (1—1,5  $\mu$ ) и небольшого количества мелких пузырьков. Одновременно происходит усложнение в систе-

ме упаковки пузырьков, вакуолей и цистерн. Вся система АГ выглядит более компактным, слегка осмиофильным содержимым. Примечательно, что на данном этапе дифференцировки АГ из трех его элементов преобладают трубчатые профили. Все это указывает на пониженную секреторную активность аппарата Гольджи.

В дальнейшем (6—14 месяцев после тенопластики) наблюдаются последующие этапы становления АГ. В тенобластах регенерата он представлен трубчатой и вакуолярной формами. Число и размеры их резко уменьшаются. Число узких, плоских цистерн не превышает 4—5, а протяженность их 0,8—1  $\mu$ . Вакуоли немногочисленны (2—5), величиной 0,3—1  $\mu$ . В теноцитах АГ редуцирован или же полностью отсутствует.

Подводя итоги нашим наблюдениям, можно сказать, что структурные изменения аппарата Гольджи, являющиеся отражением его функции, говорят об активном участии этого органоида в биосинтезе специфических белков и фибриллогенезе. Косвенным доказательством этого является топографически тесный контакт АГ со структурными элементами клетки, ответственными за биосинтез коллагена.

Вопрос о том, какое именно вещество синтезируется в системах АГ, крайне сложен, и на нашем материале, естественно, решен быть не может. Однако тот факт, что на всех этапах дифференцировки тенобластов в системах АГ была обнаружена электроннопрозрачная субстанция, наводит на мысль, что аппарат Гольджи является продуцентом не специфических белков, а, скорее всего, мукополисахаридов, идущих на построение коллагеновых фибрилл.

Изучение субмикроскопической структуры аппарата Гольджи регенерирующего сухожилия в условиях тенопластики расширило наши знания о функциональной морфологии этого важного органоида и приблизило к познанию сложной системы живой клетки.

Институт травматологии  
и ортопедии  
МЗ СССР

(Поступило 7.9.1973)

მეცნიერებათა აკადემიის  
გეოგრაფიული მხარეთმცოდნეობის  
ინსტიტუტი

მ. მუხომბარაძე

მორბენანი მყისის გოლჯის აპარატის სუბმიკროსკოპული  
სტრუქტურის აღწერისათვის

რეზიუმე

ავტორის მიერ პირველად შესწავლილია აუტო-, ჰომო-, ჰეტერო- და ალო-ტენობლასტიკის პირობებში მორეგენირე მყისის გოლჯის აპარატის ულტრა-სტრუქტურა რეგენერაციული ბლასტემის ჩასახვიდან ვიდრე მის დიფერენციაციამდე. ნაჩვენებია ამ ორგანოიდის აქტიური როლი კოლაგენის ბიოსინთეზისა და ფიბრილოგენეზის პროცესში. გამოთქმულია მოსაზრება გოლჯის აპარატის სისტემაში მუკოპოლისაქარიდების სეკრეციის შესახებ.



M. V. MSHVIDOBADZE

SUBMICROSCOPIC DESCRIPTION OF THE GOLGI APPARATUS  
OF A REGENERATING TENDON

## Summary

The ultrastructure of the Golgi apparatus of a regenerating tendon has been studied for the first time from the emergence of the regenerating blastema to its differentiation under conditions of auto-, homo-, hetero- and allotoplasmy. It is shown that the Golgi apparatus attains maximum development in the tenoblasts during intensive synthesis of collagen, attesting to the active role of these organoids in fibrillogenesis. The view is advanced on the secretion of mucopolysaccharides in the systems of the Golgi apparatus.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Л. А. ПОЧИАНИ

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА ПРИ АСФИКСИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 5.10.1973)

В процессе угасания и восстановления сердечной деятельности при различных патологических состояниях и реанимации выявлен ряд общих закономерностей изменений биоэлектрической активности сердца [1, 2]. Однако изменения фазовой структуры сердечного цикла (ФС) еще недостаточно изучены. Между тем, исследование особенностей кардиодинамики (КД) терминальной деятельности сердца во многом бы способствовало выявлению как механизмов его нормального функционирования, так и компенсаторных возможностей сердца и гемодинамики в целом.

На 30 ненаркотизированных кроликах были исследованы основные показатели и индексы КД левых отделов сердца при асфиксии, вызванной фармакологическим исключением естественного дыхания (50 мг прокурана или тубарина на 1 кг веса) (I серия) или путем прекращения искусственного дыхания (ИД) на фоне предварительного выключения естественного (ЕД) (II серия). Методика поликардиографического (ПК) исследования и измерения межфазных интервалов с автоматическим списыванием результатов на перфоленту (ПЛ), а также программы для прямого ввода этих данных с ПЛ в ЭВМ М-220 и их обработки были описаны ранее [3—6]. Данные машинной обработки результатов отдельных опытов выводились в виде отпечатанных на АЦПУ таблиц для каждого этапа наблюдения и записывались на магнитную ленту. Результаты всех опытов при повторном списывании с ленты группировались на ЭВМ по одноименным признакам адресного материала [6] и сразу же выдавались в виде статистически обобщенной сводной таблицы для данного этапа наблюдения во всех опытах.

ПК данные после выключения дыхания записывались непрерывно. Когда прекращался сердечный выброс и исчезали сердечные тоны, а АД падало до 10—20 мм рт. ст., опять включался ИД. Так повторялось несколько раз, пока не восстанавливалось собственное дыхание или не наступала смерть. В части опытов одновременно с трахеотомией, необходимой для осуществления ИД, выделялись оба блуждающих нерва, которые перерезались или до начала асфиксии (три опыта), или на разных стадиях развития асфиксии (шесть опытов) и подвергались электрической стимуляции.

Опыты показали, что в обеих сериях ФС изменяется практически одинаково. Сразу после прекращения легочной вентиляции на фоне резкого возрастания АД частота сердечбиений резко замедляется, достигая за 30—45 сек минимума (см. таблицу). На этом начальном этапе параллельно с увеличением длительности сердечного цикла (СЦ) увеличивается продолжительность электрической и механической систол, а также периода изгнания. Вместе с этим, продолжительность периода напряжения заметно уменьшается, преимущественно за счет укорочения

Фазовая структура СЦ на разных этапах после начала асфиксии

№	Фазы СЦ и показатели	ФОН ЕД		ФОН ИД		5—15 сек		45—50 сек		120 сек		220 сек		240 сек	
		$\bar{X}$	$\pm m$	$\bar{X}$	$\mp \psi$	$\bar{X}$	$\pm m$	$\bar{X}$	$\pm m$	$\bar{X}$	$\pm m$	$\bar{X}$	$\pm m$	$\bar{X}$	$\pm m$
1	Сердечный цикл, мсек	212,6	0,43	192,8	1,56	447,0	6,36	944,7	6,62	480,3	,78	405,6	,51	418,6	63,
	Систола														
2	Электрическая	151,1	0,27	130,7	0,29	178,0	1,95	174,7	0,96	178,0	0,98	135,1	0,44	162,0	0,52
3	Механическая	111,9	0,35	99,8	0,35	123,2	0,64	124,2	0,28	130,2	0,29	132,1	0,23	130,8	0,23
4	Общая	136,5	0,40	118,3	0,29	137,3	0,58	137,5	0,29	148,8	0,31	150,0	0,60	159,4	0,44
5	П. Напряжения	71,1	0,66	52,7	0,53	43,1	1,33	53,8	0,51	74,4	0,73	92,9	0,52	97,2	0,54
6	Ф. Асинхронного сокращения	24,6	0,38	18,6	0,31	11,9	0,42	14,6	0,18	15,6	0,27	20,6	0,24	28,4	0,41
7	Ф. Изометрического сокращения	46,5	0,54	34,2	0,43	31,2	1,26	45,2	0,46	55,8	0,67	72,4	0,47	68,5	0,45
8	П. Изгнания	65,4	0,41	65,7	0,25	92,1	1,09	79,1	0,39	74,4	0,61	59,7	0,40	62,1	0,24
9	Ф. Быстрого изгнания (БИ)	38,2	0,16	36,9	0,19	46,1	0,39	32,5	0,25	51,8	0,28	41,8	0,59	39,0	0,15
10	Ф. Медленного изгнания (МИ)	27,2	0,44	28,9	0,31	45,9	1,16	46,5	0,46	22,6	0,67	17,9	0,72	23,1	0,38
	Диастола														
11	Электрическая	61,4	0,51	62,2	1,58	268,9	6,65	770,0	6,69	302,3	1,75	270,5	0,75	256,6	0,82
12	Механическая	110,6	0,55	93,0	1,60	323,8	6,30	320,5	6,69	350,1	0,83	273,5	0,65	287,9	0,78
13	АС ф. диастолы	57,1	0,26	63,3	0,32	61,7	0,93	100,3	0,98	81,7	0,42	84,9	0,35	91,9	0,28
22	Гемодинамический интервал	-14,6	0,48	-12,4	0,41	-40,7	2,03	-37,2	1,00	-29,2	1,02	14,9	0,75	-2,6	0,75
	Систолические показатели														
23	По ЭКГ	0,7	0,00	0,7	0,01	0,4	0,01	0,2	0,00	0,4	0,00	0,3	0,00	0,4	0,00
24	По ФКГ	0,5	0,00	0,5	0,00	0,3	0,00	0,1	0,00	0,3	0,00	0,3	0,00	0,3	0,00
25	Систолический коэффициент	0,1	0,00	0,8	0,01	0,7	0,01	0,7	0,01	0,7	0,00	0,9	0,00	0,8	0,00
26	Внутрисистолический показатель	53,5	0,41	65,8	0,34	74,7	0,96	63,6	0,35	57,1	0,48	45,2	0,31	47,5	0,20
27	Внутрисистолический коэффициент	0,9	0,01	1,2	0,01	2,6	0,07	1,3	0,01	1,0	0,01	0,6	0,01	0,6	0,00
28	Индекс напряжения миокарда	52,1	0,51	44,6	0,46	31,4	0,98	43,5	0,38	50,0	0,50	61,9	0,43	61,0	0,48
29	Отношение фаз МИ и БИ	0,7	0,01	0,3	0,01	1,0	0,03	1,4	0,02	0,4	0,01	0,4	0,02	0,6	0,21
30	Максимальное АД	115,3	0,09	106,1	0,59	155,4	3,2	102,2	0,21	60,9	0,18	15,0	0,00	8,8	0,03
35	Пульс, мин	281,2	0,57	311,1	2,52	135,2	1,9	63,5	0,44	124,0	0,20	147,9	0,72	143,3	0,22
36	Дыхание, мин	99,1	0,98	50,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

фазы асинхронного сокращения, тогда как фаза изометрического сокращения изменяется не так резко.

Ко времени максимального увеличения длительности СЦ (45—55 сек) на I этапе первоначально повышенное АД постепенно снижается до исходных величин и в течение всего дальнейшего наблюдения гипотензия неуклонно прогрессирует. В дальнейшем (60—180 сек) сердечные сокращения учащаются. Учащение сердцебиений на данном этапе, видимо, нельзя рассматривать как компенсаторную реакцию на понижение АД, так как экстренная перерезка предварительно отпреарированных блуждающих нервов уже через 100—120 сек асфиксии не оказывает какого-либо влияния на ритм сердца и АД, так же как и электрическая стимуляция центрального конца блуждающего нерва при односторонней ваготомии. С другой стороны, электрическая стимуляция периферических концов вагуса сопровождается резким замедлением и без того замедленного сердцебиения, нередко вызывая его остановку с характерным феноменом «ускользания». Все эти факты говорят о том, что к концу 2—3 минуты асфиксии нарушается центральная парасимпатическая регуляция сердечной деятельности, в то время как периферические механизмы, в том числе окончания эфферентных волокон и эффекторная система, еще продолжают функционировать. Следовательно, постепенное учащение резко замедленного сердцебиения на II этапе наблюдения — многогенного происхождения за счет изменения метаболизма в водителе ритма, в то время как резкая брадикардия на I этапе должна быть связана с активацией центральных парасимпатических структур. Следует отметить также, что, несмотря на резкое угнетение центральных парасимпатических регуляторных механизмов сердца на II этапе, эти изменения являются обратимыми, ибо через 10—15 мин после возобновления ИД на фоне 1,5—3-минутной асфиксии наблюдается восстановление не только собственного дыхания, но и обычных реакций сердца на стимуляцию центрального конца блуждающего нерва.

Фазовая структура СЦ на II этапе значительно изменена как качественно, так и количественно. Первые признаки гиподинамики левых отделов сердца наблюдаются уже к моменту максимального замедления сердцебиений. Этот синдром становится все более выраженным по мере того, как понижается АД. Например, период напряжения для обеих серий опытов в начале асфиксии уменьшается в среднем с  $52,7 \pm 0,53$  при ИД до  $43,1 \pm 1,3$  мсек, а затем постепенно увеличивается, достигая ко 2-й минуте  $81,7 \pm 0,6$  мсек. При этом данный период СЦ вначале уменьшается в основном за счет фазы асинхронного сокращения, в то время как увеличение главным образом происходит за счет фазы изометрического сокращения. На I и II этапах характерно также постепенное, но значительное увеличение продолжительности электрической систолы (ЭС). Однако через 90—100 сек после прекращения легочной вентиляции ЭС начинает прогрессивно укорачиваться, достигая в терминальной стадии величин меньше исходных.

Начало второй волны удлинения ЭС наиболее точно характеризует III этап изменений при асфиксии. В это время (конец 4—5 минуты асфиксии) сердце уже не реагирует на сильную электрическую стимуляцию даже периферического конца вагуса и путем только возобновления ИД не удается повысить АД и восстановить собственное дыхание и фазовую структуру СЦ. Причиной связи между этими изменениями не должно быть, но при нарушении функции периферических эффекторных механизмов парасимпатической регуляции сердечной деятельности независимо от того, происходит оно за счет изменений в мышечных клетках водителей ритма или в нервных окончаниях, наблюдается

четкий параллелизм между изменениями и развитием тяжелых нарушенных нервных механизмов регуляции сосудистого тонуса и дыхания. На данном этапе путем внутриаартериальной инъекции полиглютина, хоть и удастся временно повысить АД и частично восстановить ФС сердечного цикла, но собственное дыхание независимо от продолжительности ИД не восстанавливается. Практически не восстанавливаются также эффекты электрической стимуляции вагуса на сердце.

Институт экспериментальной и  
 клинической хирургии  
 МЗ ГССР

(Поступило 19.10.1973)

მაკაბრიმენტული მედიცინა

ლ. ფოჩინანი

გულის მოქმედების ფაზური სტრუქტურის დინამიკა

ასფიქსიის დროს

რეზიუმე

შეისწავლებოდა შინაური კურღლების კარდიოინამიკა საკუთარი და ხელოვნური სუნთქვის გამოთიშვის და აღდგენის სხვადასხვა ეტაპზე. დადგინდა, რომ მარცხენა პარკუტის პიპოლინამიის (გულის უკმარისობის) ფაზური სინდრომი ვითარდება სუნთქვის გამოთიშვის მე-3—4 წუთზე, რასაც წინ უსწრებს არტერიალური წნევის მკვეთრი დაცემა. ხელოვნური და საკუთარი სუნთქვის აღდგენის შემთხვევაში მარცხენა პარკუტის ფაზური სტრუქტურის რაიმე მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ აღინიშნება თუ არტერიული წნევა უბრუნდება ან უახლოვდება საწყის დონეს.

EXPERIMENTAL MEDICINE

L. A. POCHIANI

## THE DYNAMICS OF THE CARDIAC CYCLE STRUCTURE DURING ASPHYXIA

Summary

Changes in the rabbit's cardiac cycle structure were studied during the stoppage and restoration of natural or artificial respiration. The syndrome of the left ventricular hypodynamia (cardiac insufficiency) was found to develop within 3-4 minutes after the onset of asphyxia, preceded by a significant fall in systemic blood pressure. No considerable abnormalities were noted after the renewal of both kinds of ventilation, provided blood pressure recovered to a normal value.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Неговский. Оживление организма и искусственная гипотермия. М., 1960.
2. Д. Г. Максимов, В. Б. Малкин. Физиол. ж. СССР, 54, № 8, 1968, 942.
3. К. Ш. Надарейшвили, М. М. Джанджгава, Л. А. Починани. Сообщения АН ГССР, 59, № 3, 1970, 677.
4. К. Ш. Надарейшвили, М. М. Джанджгава, Л. А. Починани. Сообщения АН ГССР, 64, № 3, 1971, 679.
5. Н. Н. Киквадзе, Г. Ш. Васадзе, Л. А. Починани, К. Ш. Надарейшвили. Сообщения АН ГССР, 64, № 1, 1971, 233.
6. Г. Ш. Васадзе, М. М. Джанджгава, Н. Н. Киквадзе, К. Ш. Надарейшвили, Л. А. Починани, Н. Б. Шарашенидзе. Сб. «Вопросы биологической и медицинской техники». Тбилиси, 1972.
7. В. К. Сельцер. Бюлл. эксп. биол. и мед., 66, № 9, 1968, 9.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Л. САГРАДЯН

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕЗЕРВНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ  
В СЕКРЕТЕ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ ВИРУСНОМ ГЕПАТИТЕ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 28.12.1973)

Вопросу изучения резервной щелочности слюны при различных патологических состояниях клиницистами уделено очень мало внимания.

Буферные свойства слюны играют роль защитного фактора, они способны ослабить или нейтрализовать действие кислоты, что объясняется присутствием в ней бикарбонатов и фосфатов натрия и калия, а также наличием белков.

Ш. А. Султанов, Г. К. Хамидов, З. Я. Абдуллоджоев и Л. С. Калимулина [1—4], на большом клиническом материале нашли определенную зависимость показателей резервной щелочности от тяжести клинического течения вирусного гепатита: у данных больных резервная щелочность крови падает. Мнения авторов по вопросу нормализации резервной щелочности при легкой, средней и затяжной формах болезни в периоде реконвалесценции расходятся, одни авторы отмечают нормализацию, другие же отрицают ее.

Нами методом Еременко в чашках Конвея (1951) исследована резервная щелочность слюны у 209 больных вирусным гепатитом, из них в возрасте до 16 лет — у 125, от 16 до 50 лет — у 55, 50 лет и выше — у 29 (мужчин — 118, женщин — 91). Больных легкой формой болезни было 119, среднетяжелой формой — 54, тяжелой — 2, вирусным гепатитом с холестатическим компонентом — 13, хроническим гепатохолециститом — 6, желчнокаменной болезнью — 4, циррозом печени — 3, цирроз-раком — 6, вирусным гепатитом с сопутствующими заболеваниями — 2. Всего было произведено 1675 исследований.

Для установления исходных данных содержания резервной щелочности в слюне здоровых лиц было обследовано 26 доноров. Содержание резервной щелочности в слюне колебалось у них в пределах 25,40—68,20 об. %  $\text{CO}_2$ , среднее значение равнялось  $40,01 + 10,49$  об. %  $\text{CO}_2$ .

У всех больных, обследованных между 3 и 14-м днем от начала заболевания, содержание резервной щелочности в слюне оказалось пониженным.

На основании наших исследований нами составлена таблица данных содержания резервной щелочности в слюне по степени тяжести, периодам болезни и возрастным группам (табл. 1).

Из этой таблицы видно, что в слюне больных вирусным гепатитом в периоде разгара болезни понижается содержание резервной щелочности, причем при легкой форме болезни в возрасте до 16 лет оно колеблется в пределах нормы (на 9,3% ниже нормы), в возрасте от 16 до 50 лет и выше падает несколько больше, чем в возрасте до 16 лет (на 21% ниже нормы). В дальнейшем в периоде угасания содержание резервной щелочности повышается, а в периоде выздоровления

почти достигает нормы. При среднетяжелой форме эти величины в периодах болезни более понижены, чем при легкой форме. При этом в возрасте от 16 до 50 лет и выше эти величины в периодах разгара и угасания имеют более пониженные показатели, чем в возрасте до 16 лет. При тяжелой форме болезни содержание резервной щелочности в слюне в периодах разгара и угасания более низкое, чем при среднетяжелой и легкой формах болезни.

Таблица 1

Степень тяжести заболевания	Возраст	Средняя величина содержания резервной щелочности		
		Разгар	Угасание	Выздоровление
Л е г к а я	До 16 лет	36,39	36,50	38,82
" "	От 16 до 50 лет	31,58	33,07	37,27
" "	От 50 лет и выше	30,17	32,52	37,48
Среднетяжелая	До 16 лет	33,83	35,58	37,98
" "	От 16 до 50 лет	27,65	34,44	37,75
" "	От 50 лет и выше	27,32	34,98	36,50
Т я ж е л а я	От 16 до 50 лет	22,10	29,19	34,40
Вирусный гепатит с холестати- ческим компонентом	До 16 лет	35,10	37,24	37,95
" "	От 16 до 50 лет	33,85	36,57	37,45

В табл. 2 даны статистические показатели содержания резервной щелочности в слюне в динамике болезни при вирусном гепатите в зависимости от тяжести болезни и возраста. В разгар болезни содержание резервной щелочности слюны понижено, и чем тяжелее протекает заболевание, тем резче выражено это снижение.

Многими авторами [1, 3, 4] при изучении резервной щелочности сыворотки крови при вирусном гепатите установлена такая же картина, как и нами при изучении резервной щелочности слюны [1, 3].

В периоде реконвалесценции наблюдается постепенное повышение содержания резервной щелочности, но даже при легкой форме заболевания оно не достигает нормы.

Примечательным является еще и тот факт, что резервная щелочность у индивидуумов, предрасположенных к карнесу и иммунных (с интактными зубами), одинакова. Это указывает на зависимость резервной щелочности слюны не от местных причин, а от общей направленности обменных процессов целого организма.

При вирусном гепатите с холестатическим компонентом содержание резервной щелочности в слюне в периоде разгара болезни, так же как и при вирусном гепатите без холестатического компонента, падает, при этом его уровень находится в зоне между легкой и среднетяжелой формами вирусного гепатита. В периодах угасания и выздоровления наблюдается постепенное повышение содержания резервной щелочности, но до нормы оно не доходит.

При циррозе печени динамическая кривая содержания резервной щелочности в слюне носит волнообразный характер с амплитудой ко-



лебания до 35 об.% CO<sub>2</sub>, которая находится в зависимости от общего состояния больного.

Аналогичная кривая динамических изменений содержания резервной щелочности в слюне наблюдается при цирроз-раке с той разницей, что амплитуда колебаний имеет относительно малую величину—до 25 об.% CO<sub>2</sub>.

Таблица 2

Степень тяжести заболевания	Возраст	Средняя величина содержания резервной щелочности, об. % CO <sub>2</sub>											
		Разгар				Угасание				Выздоровление			
		Статистические показатели											
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
Легкая	До 16 лет	36,39	20,66	2,28	15,95	36,50	20,84	2,22	16,43	38,82	13,26	2,77	14,01
	От 16 до 50 лет	31,58	19,06	4,63	6,83	33,07	17,92	5,54	5,97	37,27	21,79	8,24	4,53
Среднетяжелая	От 50 лет и выше	30,17	17,21	3,21	7,12	32,52	18,31	4,92	6,82	37,48	16,11	7,25	7,81
	До 16 лет	33,83	12,50	2,32	14,58	35,58	14,17	3,03	11,75	37,98	13,17	5,87	6,46
Тяжелая	От 16 до 50 лет	27,65	25,94	7,50	3,68	34,44	22,27	5,95	5,79	37,75	17,64	8,82	4,28
	От 16 до 50 лет	27,32	20,41	9,13	3,00	34,99	12,62	4,01	8,75	36,50	16,91	6,91	5,28
	От 16 до 50 лет	22,10	—	—	—	29,17	—	—	—	34,40	—	—	—

На основании вышесказанного можно заключить, что у больных вирусным гепатитом буферные свойства слюны, играющие роль защитного фактора, так же как и в крови, нарушены вследствие понижения резервной щелочности.

Содержание резервной щелочности в слюне, так же как и рН слюны, является косвенным показателем направленности и интенсивности течения болезни. Так же как и в крови, в слюне наблюдается падение резервной щелочности, коррелируемое со степенью тяжести заболевания и возрастом: чем меньше возраст, тем меньше величина отклонения резервной щелочности от нормы.

Изучение резервной щелочности в слюне у больных вирусным гепатитом имеет большое диагностическое и прогностическое значение и может быть использовано в клинике как один из вспомогательных методов для суждения о состоянии кислотно-щелочного равновесия организма больного, а следовательно, о ходе патологического процесса.

Тбилисский государственный институт усовершенствования врачей  
МЗ СССР

(Поступило 28.9.1973)

მასპირებთული მიმღისა

ბ. საგრაღინი

სარეზერვო ტუტინობის შედგენილობის ცვლილება  
სანარჩვევო ჯირკვლავის სპარემში ვირუსული  
ჰეპატიტის დროს

რეზიუმე

სარეზერვო ტუტინობის შესწავლას ვირუსული ჰეპატიტით დაავადებულ ავადმყოფების ნერწყვი ავადმყოფობის დინამიკაში დიდი დიაგნოსტიკური და



პროგნოსტიკური მნიშვნელობა აქვს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას კლინიკაში როგორც ერთ-ერთი დამხმარე მეთოდი ავადმყოფის ორგანიზმის მკავა-ტუტიანობის წონასწორობის მდგომარეობის გარკვევისათვის.

სარეზერვო ტუტიანობის განსაზღვრა ნერწყვში, ისე როგორც ნერწყვის pH-ის დადგენა, ავადმყოფობის მიმდინარეობის ინტენსივობის მაჩვენებელია.

---

 EXPERIMENTAL MEDICINE
 

---

A. L. SAGRADYAN

 CHANGE OF RESERVE ALKALINITY IN THE SECRETION  
 OF THE SALIVARY GLANDS OF PATIENTS WITH VIRUS  
 HEPATITIS

## Summary

Study of reserve alkalinity in the saliva of patients with virus hepatitis is of considerable diagnostic and prognostic significance and it may be used in clinics as an auxiliary method with a view to evaluating the acid-alkali balance in patients. Reserve alkalinity as well as pH indicate the trend and intensity of the disease. The content of reserve alkalinity in the saliva and the blood falls in correlation with age, the younger the individual the smaller the value of deviation of reserve alkalinity in the saliva from the norm. It should also be noted that the content of reserve alkalinity is the same in individuals predisposed to virus hepatitis and in those immune to the disease, pointing to the dependence of reserve alkalinity on the metabolism of the entire organism.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. А. Султанов. Сб. «Эпидемический гепатит (болезнь Боткина)». Ташкент, 1959, 117—124.
2. Г. К. Хамидов. Сб. «Эпидемический гепатит (болезнь Боткина)». Ташкент, 1959, 87—92.
3. Я. Абдулходжаев. Труды Центр. ин-та усовершенствования врачей, т. 43, вып. 4. М., 1966, 143—151.
4. Л. С. Калимулина. Сб. «Вопросы клинической стоматологии», т. 41, вып. 1. Фрунзе, 1966, 54—55.

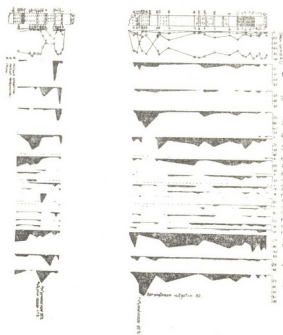
И. И. ШАТИЛОВА

## ДАННЫЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 17.10.1973)

В Западной Грузии морские четвертичные отложения встречаются главным образом на территории Колхидской низменности, где буровыми скважинами вскрыты полные разрезы плейстоцена и голоцена. Некоторые из этих разрезов были подвергнуты палинологическим исследованиям [1, 2], позволившим восстановить четвертичную историю западногрузинской растительности, в развитии которой выделилось три этапа. В силу ряда причин (наличия большого интервала между кернами, широкого распространения галечно-песчаных отложений, лишенных пыльцы и спор) эти этапы соответствуют крупным отрезкам времени, охватывающим несколько геохронологических единиц. Как изменялась растительность в пределах каждой из них — вопрос дальнейших палинологических исследований, которые должны быть направлены в сторону большей детализации и установления характерных комплексов для отдельных дробных единиц плейстоцена и голоцена. Такие комплексы могут быть основой для геохронологического подразделения четвертичных отложений, лишенных фаунистических остатков.

Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма четвертичных отложений, вскрытых буровой скважиной в районе с. Сунца: 1—*Pinus*, 2—*Picea orientalis*, 3—*Abies nordmanniana*, 4—*Ilex*, 5—*Fagus orientalis*, 6—*Juglans*, 7—*Carpinus caucasica*, 8—*Rhododendron*, 9—*Castanla sativa*, 10—*Acer*, 11—*Corylus*, 12—*Quercus*, 13—*Quercus pontica*, 14—*Hedera*, 15—*Zelkova carpinifolia*, 16—*Tilia*, 17—*Ulmus*, 18—*Pterocarya pterocarpa*, 19—*Alnus*, 20—травянистые растения, 21—споры



В этой связи особый интерес представляют скважины, пробуренные Грузинским геологическим управлением у с. Сунца и в районе Патара-Поти (Западная Грузия). В процессе бурения этих скважин производился детальный отбор керна. Итоги палинологического исследования



разреза Патара-Поти были опубликованы Н. С. Мамацашвили. В наше распоряжение Д. В. Церетели любезно предоставил материал из скважины у с. Супса.

Мощность всего разреза достигает 143 м (рис. 1). По устному сообщению Д. В. Церетели, отложения лишены остатков фауны, позволяющих определить возраст отдельных слоев. По палинологическим данным весь разрез делится на несколько зон.

Слой от 141 до 127 м характеризуются спорово-пыльцевым комплексом, характерным для позднего плейстоцена. В его составе преобладает пыльца древесных растений: *Pinus*, *Picea orientalis*, *Abies nordmanniana*, *Fagus orientalis*, *Carpinus caucasica*, *Alnus*. Примесь к ним образуют *Corylus*, *Quercus*, *Castanea*, *Acer*, *Rhododendron*. Выше 127 м состав комплекса меняется. Сокращается количество пыльцы бука и граба, увеличивается содержание пыльцы ели, дуба понтийского, травянистых растений и папоротников семейства *Polypodiaceae*. На уровне 116,5 м состав комплекса вновь меняется. Количество пыльцы дуба уменьшается, преобладающими растениями становятся хвойные и бук.

От 115 до 73 м отложения представлены мощной толщей конгломератов, лишенных палинологических остатков. Отложения, содержащие пыльцу, появляются после 73 м. Представленный в них комплекс близок по составу к комплексу нижележащих слоев, залегающих на глубине 118—115 м. Отмечаются лишь некоторые изменения в составе споровых растений (увеличивается количество спор *Ophoglossum vulgatum*) и в процентном содержании ели. Выше 60 м комплекс приобретает облик, характерный для голоценовых отложений Колхиды: сокращается количество пыльцы хвойных и преобладающими породами становятся бук, граб, каштан и ольха.

Естественно возникает вопрос: что могут отражать изменения в составе комплексов нижних слоев разреза? Отражают ли они какие-то местные изменения в составе растительности, не связанные с общими явлениями, или их можно объяснить климатическими колебаниями, происходившими на Кавказе в конце плейстоцена.

Появление в спектре большого количества пыльцы понтийского дуба, представленного обычно единичными зернами, указывает, вероятно, на снижение границы его распространения. В настоящее время он произрастает в субальпийском поясе в виде полустелющегося кустарника. Развитие его связано со снежным покровом. Границы распространения понтийского дуба, по данным А. Г. Долуханова [4], резко снижаются по мере увеличения континентальности климата.

Если допустить, что подобное явление имело место в изучаемый нами отрезок времени, то оно могло повлечь за собой перемещение зоны распространения понтийского дуба. Позже площадь его обитания, видимо, сократилась и преобладающими породами стали пихта, ель и бук.

Изменения в комплексе, отмечаемые в интервале от 127 до 60 м, соответствуют, по-видимому, изменениям в составе растительности, имевшим место в конце плейстоцена. В это время, как отмечает Д. В. Церетели [5], на Кавказе произошло ухудшение климатических условий, снижение снеговой линии, что, вероятно, повлекло за собой снижение растительных зон.

Таким образом, по палинологическим данным, весь разрез Супса можно разделить на две части. Нижние слои мы относим к осадкам

позднеплейстоценового бассейна, приблизительно на уровне 60 м они сменяются отложениями голоценового возраста.

Приводим список растений, пыльца и споры которых были встречены во всех слоях описанного разреза: *Lycopodium selago* L., *Ophryoglossum vulgatum* L., *Bothrychium* sp., *Polypodium vulgare* L., *Polypodium serratum* (Willd.) Futo, *Cystopteris* sp., *Polypodiaceae* gen. indet., *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach, *Picea orientalis* L., *Pinus* sp., *Pterocarya pterocarpa* (Michx.) Kunth, *Juglans regia* L., *Salix* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Carpinus orientalis* Mill., *Carpinus caucasica* A. Grossh., *Corylus* sp., *Fagus orientalis* Lipsky, *Castanea sativa* Mill., *Quercus pontica* C. Koch, *Quercus iberica* Stev., *Quercus* sp., *Ulmus foliacea* Gilib., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus* sp., *Zelkova carpinifolia* (Pall.) Dipp., *Morus alba* L., *Polygonum* sp., *Caryophyllaceae* gen. indet., *Chenopodiaceae* gen. indet., *Nuphar luteum* (L.) Smith, *Rhus* sp., *Acer* sp., *Ilex colchica* Pojark., *Evonymus* sp., *Staphylla colchica* Stev., *Tilia caucasica* Rupr., *Malva* sp., *Eleagnus* sp., *Trapa colchica* N. Alb., *Chamaenerium* sp., *Cornus* sp., *Hedera colchica* C. Koch, *Turgenia* sp., *Umbelliferae* gen. indet., *Rhododendron* sp., *Fraxinus* sp., *Labiata* gen. indet., *Knautia* sp., *Cephalaria* sp., *Artemisia* sp., *Compositae* gen. indet., *Graminea* gen. indet., *Sparganium* sp., *Typha latifolia* L.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило 25.10.1973)

პალეობიოლოგია

ი. შატილოვა

დასავლეთ საქართველოს მეოთხეული ნალექების

პალინოლოგიური შემსავლის შედეგები

რეზიუმე

შრომში მოცემულია მცენარეთა სია, რომელთა მტვერი ნაპოვნია დასავლეთ საქართველოს მეოთხეულ ნალექებში. პალინოლოგიური კომპლექსების ცვალებადობის საფუძველზე შესწავლილი ნალექები, რომლებიც მოკლებულია ფაუნისტურ ნაშთებს, თარიღდება ზედა პლეისტოცენად და პოლოცენად.

PALAEOBIOLOGY

I. I. SHATILOVA

## DATA ON A PALYNOLOGICAL INVESTIGATION OF THE QUATERNARY DEPOSITS OF WESTERN GEORGIA

Summary

A list of the plants from the Quaternary deposits of western Georgia is given. An attempt is made to establish the age of the layers on the basis of changes in the palynological complexes. It is suggested that the layers represent deposits of the Upper Pleistocene and Holocene basins.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Шатилова. ДАН СССР, т. 176, № 2, 1967.
2. И. И. Шатилова. Общие вопросы эволюционной палеобиологии, VI. Тбилиси, 1973.
3. Н. С. Мамацшвили, Р. Д. Хазарадзе. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.
4. А. Г. Долуханов. Проблемы ботаники, т. 9, 1967.
5. Д. В. Церетели. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1964.

ზ. სარჯველიანი

### ქართული კუარცხ- ძირის სვანური შესატყვისისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. გამყრელიძემ 14.11.1973)

სამეცნიერო ლიტერატურაში ქართული კუარცხლ „ფეხი“ (მდრ.: კუარცხლ-ბერკი) ფორმის კანონზომიერ შესატყვისებად მიჩნეულია მეგრული კუჩხ-ი, ქანური კუჩხ-ე, სვანური ქიშხ/კეშხ ([1], 109). ვარაუდობენ, რომ სვანურში კ ვაფორმატა, ჩხ კომპლექსმა კი შხ მოგვცა ([1], 109; [2], 63; [3], 31; [4], 12—13).

სვანური ქიშხ/კეშხ ფორმების ქართულ კუარცხლ-თან უშუალო დაკავშირებას საგარაუდებელი სვანური შესატყვისის ვოკალიზმი უშლის ხელს: ქართული ა ხოვანის შესატყვისად სვანურში ა იყო მოსალოდნელი, გვაქვს კი ი/2 (ქიშხ < \*ქავახ? კეშხ < \*ქავახ?). ეს გარემოება საკმაო საფუძველს იძლევა ეჭვი შევიტანოთ იმაში, რომ სვანური ქიშხ/კეშხ უშუალოდ ქართული კუარცხლ ფორმიდან მომდინარეობენ.

ზოგი ენათმეცნიერის აზრით, სვანურ ქიშხ/კეშხ ფორმებს საფუძვლად მეგრულ-ქანურიდან ხასესები კუჩხ- ძირი დაედო ([5], 1094—1095; [6], 54).

ხომ არ შეიძლება დაიძებნოს კუარცხ- ძირის სვანური შესატყვისი? ჩვენი აზრით, კუარცხ- ძირის კანონზომიერი სვანური ვარიანტი დაცულია ზოგ სახელურ და ზმნურ წარმონაქმნში: კვახხა „კოჭლი“, მუკვჩხი „კოჭლი“, ლიკვჩხელ „ხტომა, კუნტრუში“.

კვახხა და ვარვილდ ხადა „კოჭლი დევი ყარაულად ეღა“ (სვანური პროზაული ტექსტები, I, 204, 7—8); დესა ანკად კვახხა და „არ მოვიდა კოჭლი დევი“ (იქვე 204, 33).

კვახხა ფორმაში გამოიყოფა კვახხ, ა და ა სეგმენტები. კვახხ ძირია, ა მაწარმოებელი (ა სუფიქსი ამ შემთხვევაში უქონლობაზე მიუთითებს. კვახხა სიტყვისიტყვით ნიშნავს: „ფეხა“, ე. ი. უფეხო, კოჭლი; მდრ.: გამოთქმა: „კუდა ხარი“, რასაც, ჩვეულებრივ, უკუდო ხარზე იტყვიან), ბოლოკიდური ა სახელობითის ნიშანია.

კუაჩხ ძირიდანაა ნაწარმოები მუ-კუჩხ-ი „კოჭლი“:

ემხუ მუკვჩხი აფხნეგ აცვირ: „ერთი კოჭლი ამხანაგი დატოვა“ (სვანური პოეზია, I, 154, 64).

სვანური ლი-კვჩხ-ელ „კუნტრუში, ხტომა“ ზმნის აწმყოს ფორმებია:

ხუ-ი-კუჩხ-ელ „კუნტრუშებ, ვხტი,

ხ-ი-კუჩხ-ელ კუნტრუშებ, ხტი,

ი-კუჩხ-ელ კუნტრუშებს, ხტის“.

მ. ქალ დ ა ნ ის აზრით, ზემოთ მოტანილი პარადიგმისათვის ამოსავალია:

\*ხუ-ი-კუაჩხ-იელ-ე

\*ხ-ი-კუაჩხ-იელ-ე

\*ი-კუაჩხ-იელ-ე ([7], 44).

ზმნური ფორმებისათვის რომ კუაჩხ ძირია ამოსავალი, ამას თითქოს ადასტურებს სვანური პოეზიის ენაში დადასტურებული იკვახხიელღ „დახტიანა“.

სვანურში გვაქვს კაჩხუ „კოჭი“, რომელიც ტ-ს მეტათეზისის შედეგად აღმდგენი კუაჩხ ფორმიდან. მნიშვნელობის გადაწყვეა ადვილად ასახსნილია.



ვეტიკობთ, სავსებით შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ ზემოთ განსახილველ სვანურ სახელურ და ზმნურ დერევატებს საფუძვლად უდევს კუარჩხ- ფორმა, რომელიც წარმოადგენს ქართული კუარცხ- ძირის კანონზომიერ სვანურ შესატყვისს. რ სვანურში დაკარგულია, ხოლო ჩ აფრიკატის შენარჩუნება იმით აიხსნება, რომ სვანურში ჩხ ჰარმონიული ჯგუფის შემადგენლობაში შემავალი ჩ უცვლელად შემოინახება ([4], 12; [3], 30—31).

სვანურიდან ჩანს ნასესხები მეგრული კვარჩხ-ი „უკულმართი“, კვარჩხ-ან-ი „მარცხენა“. ამ სიტყვათა კვარჩხ ძირის ქართულ კუარცხ-თან დაკავშირება სათუო არ უნდა იყოს. კვარჩხ-ის სვანურიდან მომდინარეობას ა ხმოვანი მოწმობს (მეგრულ-ქანურში კუარცხ ძირმა კანონზომიერად მოგვცა კუჩხ- < \*კუოჩხ- < \*კუოჩხ-).

სვანურიდან მეგრულში შეთვისებული ეს ფორმები იმითაცაა მნიშვნელოვანი, რომ ისინი აღსატურებენ კუარცხ- ძირის შესატყვის სვანურ ფორმაში თავდაპირველად რ-ს არსებობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა  
ინსტიტუტი

(შემოვიღა 7.12.1973)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

З. А. САРДЖВЕЛАДЗЕ

### СВАНСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ ГРУЗИНСКОГО КОРНЯ კუარცხ- ოვარცხ- „НОГА“

Резюме

Сванским эквивалентом грузинского корня კუარცხ- ოვარცხ- считается ჭიშხ- ჭიშხ- ([1], стр. 109; [2], стр. 63; [3], стр. 31; [4], стр. 12—13).

Однако наличие гласной фонемы *o* *i* в сванском на месте ожидаемой закономерной *ა* *ა* заставляет усомниться в том, что сванское ჭიშხ- и грузинское კუარცხ- всходят к одному и тому же архетипу.

Нами сделана попытка доказать, что закономерный сванский эквивалент грузинского корня (груз. კუარცხ: сван. \*კუარჩხ- > კუარჩხ-) сохранен в именных и глагольных формах, соответственно კუარჩხ-ჰა ოვარჩხ-ჰა; მუ-კუჩხ-ი მი-ოვარჩხ-ი; ლი-კუჩხ-ელ ლი-ოვარჩხ-ელ.

LINGUISTICS

Z. A. SARJVELADZE

### THE SVAN EQUIVALENT FOR THE GEORGIAN ROOT კუარცხ ოვარცხ („LEG“)

Summary

Georgian ოვარცხ and Svan ჭიშხ are considered to be cognate forms by kartvelologists ([1], p. 109; [2], p. 63; [3], p. 31; [4], p. 12—13).

However, the non-regular correspondence of vowels [ Geo. *a*: Sv. *i* in these forms, instead of the regular Geo. *a*: Sv. *a*, renders this assumption doubtful.

In the present article an attempt is made to prove that the Svan equivalent for Georgian *ḡwarəx* is preserved in some nominal and verbal derivatives: *ḡwaḡxäj*, *mu-ḡwḡx-i*, *li-ḡwḡx-el*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Клишов. Этимологический словарь картвельских языков. М., 1964.
2. არნ. ჩიქობავა. ჰანურ-მეგრულ-ქართული 'მედარებითი' ლექსიკონი. ტფილისი, 1938.
3. გ. შაქავერიანი. საერთო-ქართველური კონსონანტური სისტემა. თბილისი, 1965.
4. თ. გამყრელიძე. ლეზაფრიკატიზაცია სვანურში. «გადაწერის წესები» დიაქრონიულ ფონოლოგიაში. თბილისი, 1968.
5. Н. Я. Марр. Изв. АН, СПб, 1912.
6. არნ. ჩიქობავა. სახელის ფუძის უძველესი აგებულება ქართველურ ენებში. თბილისი, 1942.
7. მ. ქალდანი. სვანური ენის ფონეტიკა, I. თბილისი, 1969.



ზ. ჩიჯავაძე

„ხელი“ და „ბინდ-ბანდი“ ვეფხისტყაოსანში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჯიბლაძემ 15.10.1973)

რუსთველის პოემის 1951 წლის გამოცემაზე დართულ ლექსიკონში მრავალ სტროფზე (8, 9, 21, 310, 378, 479, 731...) მითითებით ლექსიკური ერთეული „ხელი“ ახსნილია, როგორც „გიჟი, შმაგი; ხელ-მქმნელი — გამაშმაგებელი; ხელობა — გიჟობა, ჭკუაშეშლილობა; ხელქმნილი — გახელებული“ [1]. 1957 წლის გამოცემის ლექსიკონშიც იგივე სიტყვა სათანადო სტროფების (250, 928, 979, 1313...) დამოწმებით განმარტებულია როგორც „გონწართმეული, გაღარეული; ხელ-მქმნელი — ჭკუიდან შემშლელი; ხელ-ქმნილი — ჭკუიდან შემშლილი; ახელებს — რევს, ჭკუიდან შლის“ [2]. ვინაიდან „ხელი“ მართლაც ასეთი მნიშვნელობით გვხვდება მრავალ ქართულ სასულიერო და ზოგიერთ სხვა თხზულებაში, სულხან-საბა ორბელიანი მსგავს განმარტებას გვაძლევს.

მიუხედავად ამისა ვეფხისტყაოსნის „ხელი“ სიტყვის ზემომოტიანილი განმარტების უმართებულობა იქიდან ჩანს, რომ ავთანდილი ამ ძეგლში „ხელად“ სახელდებულია თერთმეტჯერ, ტარიელიც მრავალჯერ, ხოლო ნესტან-დარეჯანი ერთხელ. მაგალითად: არაბი რაინდი თავის თავს ხშირად უწოდებს „ხელს“; ვარ მიჯნური ხელი ვინმე (250); მისთვის ხელმან, გამოჭრილმან, ღბინი ჩემი ვაალქატე (251). იგივე რაინდი ტარიელს ეტყვის: ვერ მიცნობ ავთანდილს, შენთვის ვაჭრილსა და ხელსა? (871). როგორც ვხედავთ, ვეფხისტყაოსანში „ხელად“ იწოდება ერთ-ერთი უბრძანესი, ფილოსოფიურად განსწავლული, ფრიად ზნეკეთილი ვაჟკაცი, რომელმაც თავისი დიდებულებოვანობით, მამაკობა-გმირობითა და მაღალი მოქალაქეობრივი შეგნებით საკუთარი სიცოცხლე ყოფნა-არყოფნის სასწორზე დადო და დაღუპვისაგან იხსნა ტარიელი და ნესტან-დარეჯანი. და განა შეიძლება „ხელი“ სიტყვის ზემომოტიანილი განმარტებანი გავიზიაროთ, როცა ის ამ პერსონაჟსა და მის მსგავსთ მიემართება?

რას უნდა აღნიშნავდეს ამ თხზულებაში „ხელი“? ჩვენი დაკვირვებით, ეს სიტყვა ეწოდება სატროფოსთან შეყრის გზამკვვეთილ მიჯნურს, ე. ი. „ხელი“ არ შეიძლება იყოს სატროფოსთან შეერთებისათვის დიდი დაბრკოლების არმქონე მიჯნური. ამითაც უნდა აიხსნას, რომ ვეფხისტყაოსანში „მიჯნური“ და „ხელი“ თითქმის სინონიმები ჩანს (ვარ მიჯნური, ხელი ვინმე. 250; იხ. აგრეთვე მე-8 სტროფის II, III და IV ტაქები და 21-ე სტროფი).

ჩვენი განმარტების სისწორეს და იმას, რომ შოთას პოემაში „ხელი“ მეტაფორული გაგებით არის გამოყენებული, ადასტურებს შემდეგი გარემოება: ონიერებით, ზრდილობითა და სპეტაკი ზნეობით შემკული ასმათი ტარიელთან საუბარში ავთანდილისავე თანდასწრებით ამ უკანასკნელს „ხელად“ თვლის: ვხედავ, ესე ხელი ვინმე მოყმე შენთვის წაგეგბის, ცნას მიზეზი შენთა წყალუთა, თუ რა ღონე დაედების (301). იგივე ასმათი მრავალგზის მეფედ ხმობილ ტარიელს, რომლისებრი, პოეტის თქმით, „არვინ შობილა“, „ხელად“ აცნობს უცხო სტუმარს: ტარიელ არის სახელი იმა მოყმისა ხელისა (260). თვით ტარიელიც მეტაფორულად „ხელს“, „უცნობოს“ „ხელ-ქმნილს“ უწოდებს თავს (886, 501 და სხვა).

ჩვენს მიერ მოცემული ახსნის მართებულობა იქიდანაც ჩანს, რომ მიჯნურნი ვაღატანითი მნიშვნელობით მრავალ სხვა ძეგლშიც გვხვად, სულელად იწოდებიან. მაგ., გოტპოლდ ეფრაიმ ლესინგის (XVIII ს.) „ნათან ბრძენის“ 48. „მოამბე“, ტ. 73, № 3, 1974





თანახმად, მიჯნური რაინდი ნათანს ეუბნება: „თქვენ კარგად უწყით, ვიდრე ვაძაღვი და რამაც სისხლი ამიღულა, ჰკუთა დამიბნელა. მე სულელი ვარ! თქვენთან მოვედი იმ განზრახვითა, ვით მშობელ მამას გადაგეხვიოთ“ [3].

ამავე მწერლის სხვა თხზულების მიჯნური ქალი მინა თავის თავზე ამბობს: „ხომ ხედავთ, მინა ისეთივე თავდაჯერებული და სულელია, როგორც იყო“ [3]. ამავე მწერლის ნაწარმოების გმირი თავდავიწყებამდე გამიჯნურებული სარა მეტოქეს მიმართავს: „თუ ასე ვგაბრაზეთ, ლედი, მე პატივბასა ვთხოვ. მე გულფიცხი სულელი ვარ... დაივიწყეთ ჩემი წინდაუხედაობა“ [3].

უ. შექსპირსაც უდიდესი ტრფიალება მეტაფორულად სიგიჟედ ანუ „ბრძნულ სიგიჟედ“ მიაჩნია: ტრფობა კვამლია წარმომდგარი ოჯგირით და ხენე-შით, თუ გზა დაუხშეს, ცრემლების ზღვად იქცევა მაშინ, მაინც რა არის სიყვარული? სიგიჟე არი, ბრძნული სიგიჟე, ნალველი და სიმწარე მტკბარი [4]. ამასთან დაკავშირებით შეგვიძლია გავიხსენოთ ილიას სატრფიალო ლექსიც:

შენ მოსწყვიტე ქორთა ვარდი, გადმომიგდე საყვარელსა და მითხარი:  
ჩემო გიჟო! ჩემ სახსოვრად გქონდეს ესა.  
ან შენ მაშინ რა იცოდი, ან, შენ გიჟმა რა იცოდა,  
რომ იმ ვარღზე აღრე შენი სიყვარული დასქენებოდა.  
(„გახსოვს ტურფავ...“).

აღნიშნულის გამო დაბეჭდვებით შეიძლება ითქვას, რომ ტარიელი, ნესტანი და ავთანდილი ისეთივე „ხელნი“ არიან, როგორც ალ ასტრაბადი გორანის (XI ს.) რამინი, ნიზამი განჯელის (XII ს.) ომანინი [5] და ალიშერ ნაივის (XV ს.) ფარჰადი [6]. ეს პერსონაჟებიც ტარიელივით უცნობოდ ეცემიან მიწაზე სატრფოს პირველად ნახვისთანავე.

ახლა საპასუხო კითხვა: ვეფხისტყაოსანში „ხელი“ გვგვდება თუ არა პირდაპირი, ე. ი. ტრადიციული გავებით? იგი ჰკუთიდან შემოიღეს, გადაარეულს აღნიშნაეს სწორედ მაშინ, როცა არ მიემართება ტარიელს, ავთანდილს, ნესტანს და მრავალ სხვას. მაგ.:

რაცა ვითხარ, მომისმინე, ბრძენი გეტყვი, არა ხელი (663);  
მისი ჰერეტა გააშმაგებს კაცსა ბრძენსა ვითა ხელსა (1449);  
ესე ამბავი მასთანა ვთქვი დიაცურად, ხელურად (1206).

ამრიგად, „ხელი“ ვეფხისტყაოსანში გვგვდება ოთხგვარი მნიშვნელობით: 1) ტრფიალების დიდი გრძნობის მქონე, სატრფოსთან შეერთების გზადახშული მიჯნური (279, 501, 503, 911, 928 და ა. შ.); ხელ-ქმნილი — მიჯნურობის გრძნობის მოზღვავეებით სატრფოსთან შეუყრელობის გამო გულშეუხებელი — ცნობა-დაკარგული (378), ასეთი მიჯნურობით დაუძღურებული (281). ხელობა სატრფოსთან შეყრის გზადახშული მიჯნურის მდგომარეობაში ყოფნა (840, 928, 1496, 1156...); 2) მოვალეობა, სამოხელო სამსახური (784), ხელისანი, ხელქვეითი (1124); 3) ვიცი, ჰკუთიდან შემოიღილი (547, 1049, 663, 1206(!); 4) „მაჯას წინათი“ (საბა).

დ. კარიჭაშვილის ახსნით „ბინდ-ბანდი“ არის „უფრო სუსტი სიბნელე, ვიდრე ბინდი“ [7]. იუსტ. აბულაძის მიხედვით იგი ეწოდება „ოდნავ შებნელებულ ყამს“ [1]. ა. შანიძის თანახმად „ბინდ-ბანდი“ იგივეა, რაც „ბინდ-ბუნდი“. თუ „ბინდ-ბანდი“ და „ბინდ-ბუნდი“ სინონიმებია, მაშინ გვექნება დადამებო-სა და გათენების „ბინდ-ბანდი“, მაგრამ პოემაში ეს სიტყვა რამდენადმე სხვა მნიშვნელობისად ჩანს.

ჩვენი მიზანია გავარკვიოთ — პოემაში „ბინდ-ბანდი“ დადამების სუსტი სიბნელეა თუ გათენებისა!

გავიხსენოთ შესატყვისი ეპიზოდი ვეფხისტყაოსნიდან. გულანშაროს ეპართა უფროსის მეუღლე — ფატმანი მალემსობოს წარავლენს ქაჯეთში სალამოს ყამს. ეს მონა პატრონს ჰპირდება — „ხეალებ“ მო-

(! „ხელის“ მეორე და მესამე მნიშვნელობანი აღნიშნული იყო სხვა მკვლევართა მიერ.

გიტან ნესტან-დარეჯანის ამბავსო და ისარვით გაექანება ქაჭეთისაკენ, სადაც ის მაშინ მიაღწევს, როცა „ქმნილ იყო ოდენ ბინდ-ბანდი ბნელისა“ (1277). ვინაიდან მზვერავი მალემსროლი გულანშაროდან სალამოს გაემგზავრა და ქაჭეთს მივიდა ბინდ-ბანდზე, ეს სიტყვა ვერ იქნება სალამოს სუსტი სიბნელე, რადგან სალამოს წასული, ცხადია, იმავე სალამოს ვერ მიაღწევდა ქაჭეთს. აქ ბინდ-ბანდში ვერ ვივარაუდებთ ვერც მეორე დღის სალამოს სუსტ სიბნელეს, რადგან მზვერავმა ფატმას აღუთქვა „ხვალე“ მოვლო. ეს მონა რომ მისულიყო ქაჭეთში მეორე დღის სალამოს, მაშინ გულანშაროში ის მეორე დღეს, ე. ი. „ხვალე“ ვერ მოვიდოდა. აქედან გამოდის, რომ ვეფხისტყაოსანში „ბინდ-ბანდი“ უნდა აღნიშნავდეს განთიადის სუსტ სიბნელეს. ასეთ განმარტებას მოწმობს სულხან-საბას ახსნაც: „ბინდ-ბანდი“ არის „შერიყუება“, „რიყურაჟი — ბინდ-ბანდი“. ჩვენს მოსაზრებას ამავრებს აგრეთვე ის გარემოება, რომ ამავე მალემსროლმა უფრო აღრეც შეძლო დაახლოებით ერთი ღამის განმავლობაში გაველო გზა გულანშაროდან ქაჭეთამდის: გულანშაროდან მისვლა, ქაჯთა ქალაქის სათანადო პუნქტების დაზვერვა და დაბრუნება ორმა მალემსროლმა მოასწრო სამი დღის განმავლობაში (1239).

ზემოთქმულის გამო უნდა დავასკვნათ: „ბინდ-ბანდი“ არის გარიყრაჟის სუსტი სიბნელე ანუ რიბი-რაბო, ცისკარი ან განთიადს მიახლოებული ჟამი.

შ. რუსთაველის სახ. ქართული ლიტერატურის  
 ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 2.11.1973)

## ФИЛОЛОГИЯ

### Ш. Я. ЧИДЖАВДЗЕ

#### «ХЕЛИ» И «БИНД-БАНДИ» В «ВИТЯЗЕ В ТИГРОВОЙ ШКУРЕ»

#### Резюме

Доказывается, что в «Витязе в тигровой шкуре» слово «хели» (ხელი) упоминается не в трех, а в четырех значениях. «Хели» в отношении Тариэла, Автандила и Нестан-Дареджан — метафорическое слово, обозначающее влюбленного (миджнура), лишенного возможности соединиться с любимым человеком из-за внешних препятствий.

«Бинд-банди» (ბინდ - ბანდი) в «Витязе в тигровой шкуре» означает предрассветные сумерки, или «риби-рабо» (რიბი - რაბო).

## PHILOLOGY

Sh. Ya. CHIJAVADZE

#### THE CONNOTATION OF THE WORDS *KHELI* ('MADMAN') AND *BIND-BANDI* ('SEMI-DARKNESS') IN RUSTAVELI'S POEM "THE KNIGHT IN THE PANTHER'S SKIN"

#### Summary

It is demonstrated that the word *kheli* ('madman') occurs in the Poem not in three but in four connotations. *Kheli* in reference to Tariel, Avtandil and Nestan-Darejan is a metaphorical word denoting one in love (*mijnur*)

who is deprived of the possibility of joining his or her love due to external circumstances. The word *bind-bandi* ('semi-darkness') in the Poem denotes 'false dawn', the same as *ribi-rabo*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1951.
2. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1957.
3. გ. ე. ლესინგი. დრამები. თბილისი, 1958, 456, 173, 123.
4. უ. შექსპირი. თხზულებანი. თბილისი, 1955, 26.
5. ნ. ციციშვილი. შვიდი მთეები. თბილისი, 1971, 49.
6. ა. ნავთი. ფარხადი და შირინი. თბილისი, 1946, 127, 129.
7. შ. რუსთაველი. ვეფხისტყაოსანი. თბილისი, 1903.

73-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

- აგლაძე რ. 623  
 ადამია რ. 436  
 ავალიშვილი პ. 109  
 ავიძბა ნ. 712  
 აზატიანი ვ. 379  
 აკიმოვი ვ. 59, 64, 340, 343, 599  
 ამალღობელი ნ. 308  
 ამირანაშვილი ა. 592  
 ანდრესი ნ. 728  
 ანდრიანოვი კ. 603  
 ანდრონიკაშვილი თ. 375  
 ანთელავა ა. 691  
 ანთელავა ი. 497  
 ანჯაფარიძე დ. 59, 343  
 არაქელოვი ვ. 560  
 ასტახინი ვ. 83  
 ასელედინი რ. 116  
 ბაგრატიშვილი თ. 404  
 ბადრიძე შ. 505  
 ბაირამოვი ვ. 88  
 ბაკურაძე ნ. 675  
 ბალაშვილი მ. 467  
 ბანცური რ. 552  
 ბარამიძე ლ. 612  
 ბასმანოვა ს. 623  
 ბალათურია ნ. 703  
 ბახტაძე გ. 731  
 ბეგალიშვილი გ. 296, 562  
 ბეჭაია გ. 174  
 ბეჭაური ნ. 79  
 ბიჭიაშვილი ა. 619  
 ბოგატი ს. 284  
 ბოქურავა მ. 191  
 ბონდარევა ი. 124  
 ბროუჩეკი ფ. 347  
 ბუსიევი ა. 59, 64, 340, 343  
 გაბელაია შ. 436  
 გაბიაშვილი მ. 157  
 გაბუნია ლ. 492  
 გაბუნია ნ. 103  
 გაგუა გ. 149  
 გავაშელი ა. 109  
 გამყრელიძე ლ. 560  
 გამყრელიძე ნ. 19  
 გაბონოვა ი. 368  
 გარნოვსკი ა. 360  
 გაფრინდაშვილი ვ. 456, 404  
 ვახოძე რ. 608  
 გერმანი ე. 195  
 გვასალია ნ. 596  
 გვერდწითელი ი. 612  
 გვილაგა მ. 172  
 გიგაური რ. 383  
 გიგინეიშვილი კ. 188  
 გიკაშვილი მ. 669  
 გოგორიშვილი ა. 363  
 გოლდბაუმი ნ. 652  
 გორენკო მ. 203  
 გოცაძე თ. 336  
 გრადუსოვი ბ. 147  
 გრიაზნოვა ზ. 616  
 გუგუნავა ვ. 328  
 გუგუშვილი რ. 223  
 გუდოვი ი. 188  
 გულისაშვილი ბ. 239  
 გუმბარიძე ნ. 475  
 დავითაშვილი ე. 68  
 დავლიანიძე გ. 587  
 დათაშვილი თ. 699  
 დგებუაძე გ. 127  
 დვალისხვილი ბ. 288  
 დინკინი ვ. 35  
 დობოჯგინიძე ლ. 556  
 დოლიძე მ. 668  
 დოლიძე ც. 659  
 ებრალიძე ტ. 572  
 ედილაშვილი ი. 383  
 ეკოზაშვილი ვ. 687  
 ელიზბარაშვილი მ. 39  
 ემელიანიოვა ი. 64, 599  
 ენუქიძე ნ. 463  
 ეპიშინა გ. 616  
 ერშოვი ბ. 368  
 ვანიშვილი ვ. 503  
 ვაშიაძე ა. 131  
 ვეკუა ა. 492  
 ვერულაშვილი რ. 103  
 ვორობიოვი ლ. 459, 683  
 ვორონოვა ნ. 472  
 ვოსკობოინიკი ნ. 48  
 ზაიცივი ბ. 599  
 ზამზახიძე დ. 124  
 ზამკოვი ა. 439  
 ზაუტაშვილი ბ. 640  
 ზედელაშვილი ე. 368  
 ზეზინა ნ. 188  
 ზესაშვილი ვ. 109  
 თავართქილაძე კ. 596  
 თაყაძე ფ. 427  
 თაყელოძე ს. 436  
 თაქთაქიშვილი მ. 311  
 თაყაძე გ. 420  
 თედორაძე გ. 463  
 თევზაძე გ. 28  
 თევზაძე ლ. 360  
 თვალავაძე ვ. 223  
 თოფურაძე გ. 79  
 თოფჩიშვილი მ. 109  
 იაშვილიკოვი ვ. 423  
 იასნოვი ვ. 716  
 იმნაძე მ. 584  
 იოსელიანი გ. 127  
 იოსელიანი ც. 308  
 კაკულია გ. 207  
 კაკულია ქ. 436  
 კალანდარიშვილი დ. 276  
 კალანდაძე ნ. 356  
 კანდელაკი ვ. 699  
 კარახანოვი ლ. 124  
 კარსანიძე ნ. 644  
 კაჭარავა ნ. 157  
 კიკელიძე გ. 48  
 კიკელიძე ნ. 48  
 კვანტალიანი ე. 91  
 კვარაცხელია რ. 96  
 კვახაძე ნ. 496  
 კობაძე თ. 109  
 კორობიოვი ნ. 687  
 კრუპენიკოვა რ. 375, 616  
 კულდინი ა. 459, 683  
 ლეკვიშვილი ე. 76



ლეიშვილი ნ. 603  
 ლიტენი ე. 79  
 ლომიათა ო. 331  
 ლომთათიძე ზ. 198

მაატი რ. 336  
 მაზია ვ. 280  
 მაისურაძე დ. 423  
 მაისურაძე ნ. 351  
 მალასიძე გ. 319  
 მალბახიძე ვ. 324  
 მარდაღიშვილი თ. 153  
 მარუაშვილი ლ. 395, 631  
 მაჩაიძე ზ. 627  
 მაჭავარიანი გ. 172  
 მაჭავარიანი ი. 548  
 მაჭავარიანი მ. 198, 699  
 მეგრელიშვილი რ. 572  
 მეიფარიანი ლ. 231  
 მელიქიძე ი. 423  
 მეტრეველი ჯ. 623  
 მეფარიშვილი ა. 231  
 მეცხვარიშვილი რ. 39  
 მიმინოშვილი ზ. 39  
 მიქაძე ო. 427  
 მიშველაძე ბ. 324  
 მოღებაძე მ. 68  
 მგავანაძე ი. 371  
 მსხილაძე გ. 416  
 მუსხრიაძე მ. 379  
 მშვიდლობაძე მ. 223, 735  
 მხეიძე ო. 408

ნადარაია ე. 712  
 ნადარეიშვილი ჯ. 116  
 ნადირაშვილი მ. 612  
 ნადირაძე დ. 136, 404  
 ნამიჩიეიშვილი ო. 308  
 ნამორაძე მ. 379  
 ნანობაშვილი ე. 619  
 ნასყიდაშვილი პ. 449  
 ნიკოლაიშვილი გ. 127  
 ნიკოლაიშვილი ე. 107  
 ნოღია ა. 592  
 ნოსკოვი ლ. 136  
 ნოსოვი ვ. 423  
 ნოლაიდელი ა. 603, 608

ობოლაშვილი ე. 24  
 ოგანოვი ს. 560  
 ოთხმეზური კ. 723  
 ონიანი ჯ. 459, 683  
 ორჯონიკიძე ბ. 203  
 ორჯონიკიძე გ. 487  
 ორჯონიკიძე ე. 706

ორჯონიკიძე ზ. 695  
 ოქროშიძე ვ. 723  
 პლამენეცკი ბ. 280

ყივილაშვილი კ. 165  
 ქლენტი ნ. 454

რაკიცი ა. 427  
 რამიშვილი გ. 576  
 რუხაძე რ. 291

საბელაშვილი შ. 375  
 საგრაღიანი ა. 743  
 სადაგაშვილი გ. 391  
 სალაყაია რ. 695  
 სამსონია შ. 88  
 სამსონიძე გ. 219  
 სამსონიძე თ. 219  
 სარჯველაძე ზ. 749  
 სეხნიაძე გ. 587  
 სვანიძე ზ. 723  
 სიგუა პ. 723  
 სიღამონიძე ნ. 608  
 სიღოროვი ვ. 163  
 სიმონიშვილი თ. 675  
 სიხარულიძე ნ. 182  
 სლეპჩენკო ლ. 52, 316  
 სმირნოვა ო. 88  
 სოლოვიოვა გ. 703  
 სულაძე რ. 210, 648  
 სულხანიშვილი გ. 544  
 სუპატაშვილი გ. 644  
 სუქნიძე ც. 174

ტარეილაძე ე. 531  
 ტარყაშვილი დ. 699  
 ტიმჩენკო ა. 454  
 ტლუზგოვი ხ. 540  
 ტოგონიძე ბ. 35  
 ტორონჯაძე დ. 59, 343  
 ტრეფილოვი ვ. 427  
 ტროშინი ა. 379  
 ტყემელაშვილი რ. 603

უგრეხელიძე დ. 479  
 უგულავა ა. 567  
 უგულავა მ. 388  
 ულმანი ვ. 336  
 ურუშაძე ზ. 195  
 ურუშაძე თ. 147  
 უსტიაშვილი ი. 308

ფირცხალავა ნ. 71, 360,  
 627

ფიცხელაური თ. 699  
 ფოჩიანი ლ. 740  
 ფრედლინი ლ. 79  
 ფრუძე გ. 191  
 ფურცელაძე თ. 668

ქადაგიშვილი ა. 182  
 ქართველიშვილი ლ. 391  
 ქარქაშაძე ზ. 140  
 ქარჩავა ჯ. 99  
 ქეზულაძე ნ. 383  
 ქეზუაძე კ. 31  
 ქიტიბერიძე კ. 153  
 ქირიკაშვილი ზ. 691  
 ქორიძე ზ. 375

ლონტი ა. 227  
 ლოლობერიძე მ. 191

ყალაბეგაშვილი მ. 409  
 ყარყარაშვილი მ. 363  
 ყაჭვიშვილი გ. 71  
 ყაჭვიშვილი ზ. 483  
 ყვავაძე ე. 207  
 ყურაშვილი ვ. 695

შამბა ნ. 432  
 შანშიაშვილი მ. 368  
 შატერვაშვილი ე. 48  
 შატილოვა ი. 747  
 შულთა ნ. 68  
 შენგელია ფ. 399  
 შულთაია დ. 536

ჩან ხან მაი 580  
 ჩაჩავა გ. 388  
 ჩერნოკლსკი ბ. 388  
 ჩერტოკოვა ე. 723  
 ჩიჭავაძე შ. 753  
 ჩხაიძე ლ. 304  
 ჩხეიძე გ. 144  
 ჩხეიძე ნ. 172  
 ჩხეიძე ს. 616  
 ჩხუბიანიშვილი რ. 663

ცაგარელი ზ. 723  
 ცარციძე მ. 219  
 ცენტოვსკი ვ. 388, 627  
 ცინცაძე გ. 351  
 ცინცაძე ჯ. 331  
 ციციშვილი გ. 91  
 ციციშვილი ვ. 76  
 ციციშვილი ლ. 363  
 ციციშვილი ნ. 55  
 ცომიაია ა. 443

ცომია ნ. 619  
 ცეტიშვილი მ. 363  
 ცხადაძე მ. 719  
 ცხაკია ა. 336

ძოწენიძე ზ. 379

წერეთელი ა. 356  
 წვინაშვილი დ. 120

ჭავჭავაძე ვ. 572  
 ჭანაშვილი შ. 668

ჭელიძე გ. 636  
 ჭინკარაული გ. 445  
 ჭირაქაძე მ. 347  
 ჭრელაშვილი მ. 157  
 ჭრიყიშვილი დ. 479

ხალვაში ე. 43  
 ხანავეა ზ. 179, 680  
 ხვედელიძე მ. 284  
 ხიდურელი ვ. 195  
 ხიმშიაშვილი გ. 284  
 ხუნჯუა თ. 592

ხუტუა ა. 216

ჯაოშვილი თ. 404  
 ჯაფარიძე კ. 371  
 ჯაშიაშვილი თ. 83, 603  
 ჯიკაძე მ. 653  
 ჯოშვილი ბ. 71  
 ჯიშკარიანი გ. 64, 340,  
 599  
 ჯობაძე დ. 467  
 ჰაიტცი ვ. 88

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 73-го ТОМА

Авалишвили П. И. 111  
 Авидзба Н. Ш. 709  
 Агладзе Р. И. 621  
 Адамия Р. Ш. 433

Азатян В. В. 377  
 Акимов В. К. 57, 61, 337,  
 341, 597

Амаглобели Н. С. 305  
 Амиранашвили А. Г. 589  
 Анджапаридзе Д. И. 57,  
 341

Андрес Н. В. 725  
 Андрианов К. А. 601  
 Андроникашвили Т. Г.  
 373

Антелава А. В. 689  
 Антелава И. П. 499  
 Аракелов В. А. 557  
 Астахин В. В. 81  
 Ахвледiani P. A. 113

Багатурия Н. Л. 701  
 Багратишвили Т. Д. 401  
 Бадридзе Ш. А. 507

Байрамов В. А. 85  
 Бакурадзе Н. А. 673  
 Балашвили М. И. 465  
 Банцური Р. Д. 549  
 Барамидзе Л. В. 609  
 Басманова С. Н. 621  
 Бахтадзе Г. И. 729  
 Бегалишвили Г. М. 293,  
 561

Бекаури Н. Г. 77  
 Бекая Г. Л. 173  
 Бичиашвили А. Д. 617  
 Богатый С. А. 281  
 Бокучава М. А. 189  
 Бондарева И. Д. 121

Броучек Ф. И. 345  
 Бусев А. И. 57, 61, 337,  
 341

Ванишвили В. Н. 501  
 Вашакидзе А. С. 129  
 Векуа А. К. 489  
 Верулашвили Р. Д. 101  
 Воробьев Л. Н. 457, 681  
 Воронова Н. В. 469  
 Воскобойник Н. Б. 45

Габелая Ш. Л. 433  
 Габидзашвили М. А. 159  
 Габунია Л. К. 489  
 Габунია Н. В. 101  
 Гавашели А. М. 111  
 Гагуа Г. И. 151  
 Гамкрелидзе Л. И. 557  
 Гамкрელიძე Н. Г. 17  
 Гапонов И. С. 365  
 Гаприндашвили В. Н.  
 353, 401

Гарновский А. Д. 357  
 Гахокидзе Р. А. 605  
 Гвасалия Н. В. 593  
 Гвердцители И. М. 609  
 Гвилава М. Э. 169  
 Герман Э. Д. 193  
 Гигаური Р. Д. 385  
 Гигинейшвили К. А. 185  
 Гикашвили М. Ш. 671  
 Глonti A. O. 225  
 Гогоберидзе М. К. 189  
 Гогорishვილი П. В. 361  
 Гольдбаум Н. И. 649  
 Горленко М. В. 201  
 Гоцадзе О. Д. 333  
 Градусов Б. П. 145

Гризнава З. В. 613  
 Гугунава Г. Е. 325  
 Гугушвили Р. М. 221  
 Гудков И. Н. 185  
 Гулисашвили Б. А. 237  
 Гумбаридзе Н. П. 473

Давиташвили Е. Г. 65  
 Давლიანიძე Г. К. 585  
 Даташвили Т. А. 697  
 Двалишвили Б. П. 285  
 Дгебуაძე Г. А. 125  
 Джаошвили О. А. 401  
 Джапаридзе К. Г. 369  
 Джашиашვილი Т. К. 81,  
 601

Джелня М. И. 609  
 Джикаева М. А. 655  
 Джиошвили Б. Д. 69  
 Джишқариანი Г. И. 61,  
 337, 597

Джохадзе Д. И. 465  
 Дзоеნიძე З. Г. 377  
 Дობორჯგინიძე Л. Г.  
 553

Долидзе М. Д. 665  
 Долидзе Ц. В. 657  
 Дынькин В. Н. 33

Емельянова И. А. 61, 597  
 Енукидзе Н. Е. 461  
 Епшина Г. П. 613  
 Ершов Б. Г. 365

Жгенти Н. А. 453  
 Жижилაშვილი К. М. 166

Зайцев Б. Е. 597  
 Замбахიძე დ. ვ. 121



- Замков А. А. 437  
 Зауташвили Б. З. 637  
 Зедлашвили Е. Н. 365  
 Зезина Н. В. 185  
 Зесашвили В. И. 111  
  
 Имнадзе М. П. 581  
 Иоселиани Г. А. 125  
 Иоселиани Ц. И. 305  
  
 Кадагишвили А. Я. 181  
 Какулия Г. А. 205  
 Какулия Дж. Р. 433  
 Калабегашвили М. Г. 412  
 Каландадзе Н. Д. 353  
 Каландаришвили Д. Г. 273  
 Канделаки В. Н. 697  
 Караханов Л. М. 121  
 Каркарашвили М. В. 361  
 Каркашадзе З. И. 137  
 Карсанидзе Н. К. 641  
 Картвелишвили Л. Г. 389  
 Карчава Д. Е. 97  
 Качарава Н. Ф. 159  
 Качейшвили Г. Е. 69  
 Качейшвили З. Г. 481  
 Квавадзе Э. Ш. 205  
 Кванталиани Е. К. 89  
 Кварацхелия Р. К. 93  
 Квахадзе Н. Н. 493  
 Кебуладзе Н. А. 381  
 Кекелидзе Г. П. 45  
 Кекелидзе Н. П. 45  
 Кемхадзе К. Ш. 29  
 Кимеридзе К. Р. 156  
 Кирикашвили З. Д. 689  
 Копадзе Т. В. 111  
 Коридзе З. И. 373  
 Коробцова Н. Н. 685  
 Крупеникова А. Ю. 373, 613  
 Кудрин А. Н. 457, 681  
 Курашвили В. Е. 693  
  
 Леквеншвили Э. Г. 73  
 Лекишвили Н. Г. 601  
 Литвин Е. Ф. 77  
 Ломая О. В. 329  
 Ломтатидзе З. Ш. 197  
  
 Маац Р. 333  
 Мазья В. Г. 317  
 Майсурадзе Л. А. 421  
  
 Майсурадзе Н. А. 349  
 Маласидзе Г. А. 317  
 Мальбахов В. М. 321  
 Мардалейшвили Т. К. 156  
 Маруашвили Л. И. 393, 629  
 Мачавариани Г. И. 169  
 Мачавариани И. Д. 545  
 Мачавариани М. З. 197, 697  
 Мачандзе З. И. 625  
 Мегрелишвили Р. Ш. 569  
 Мейпарiani Л. И. 229  
 Меликидзе И. Г. 421  
 Мепаришвили А. Ш. 229  
 Метревели Дж. А. 621  
 Мецхваришвили Р. Я. 37  
 Мжаванадзе И. А. 369  
 Микадзе О. И. 425  
 Миминошвили З. Н. 37  
 Мшвеладзе Б. А. 321  
 Модебадзе М. Е. 65  
 Мехиладзе Г. Г. 413  
 Мусеридзе М. Д. 377  
 Мхеидзе О. Р. 405  
 Мшвидобадзе М. В. 221, 733  
  
 Надарая Э. Г. 709  
 Надарейшвили Дж. Г. 113  
 Надирадзе Д. Г. 401  
 Надирадзе Д. П. 133  
 Надирашвили М. Д. 609  
 Намичеишвили О. М. 305  
 Наморадзе М. А. 377  
 Нанобашвили Е. М. 617  
 Наскидашвили П. П. 450  
 Николашвили Г. У. 125  
 Николашвили Е. Н. 105  
 Ногайдели А. И. 601, 605  
 Нодия А. Г. 589  
 Носков Л. Д. 133  
 Носов В. Н. 421  
  
 Оболашвили Е. И. 21  
 Оганов С. С. 557  
 Окрошидзе В. А. 721  
 Оншани Д. А. 457, 681  
 Орджоникидзе Б. Г. 201  
 Орджоникидзе Г. Г. 485  
 Орджоникидзе З. В. 693  
 Орджоникидзе Э. К. 705  
 Отхмезури К. С. 721  
  
 Пирцхалава Н. И. 85, 103, 357, 625  
 Пицхелаури Т. Г. 305  
 Пламеневский Б. А. 277  
 Починани Л. А. 737  
 Пруидзе Г. Н. 189  
 Пурцеладзе Т. Д. 665  
  
 Ракицкий А. Н. 425  
 Рамшшвили Г. Я. 573  
 Рухадзе Р. В. 289  
  
 Сабелашвили Ш. Д. 373  
 Саградян А. Л. 741  
 Садагашвили Г. Р. 389  
 Салакая Р. Г. 693  
 Самсонидзе Г. Г. 217  
 Самсонидзе Т. Г. 217  
 Самсония Ш. А. 85  
 Сарджвеладзе З. А. 750  
 Сванидзе З. С. 721  
 Сехианадзе Г. А. 585  
 Сигуа П. П. 721  
 Сидамонидзе Н. Н. 605  
 Сидоров В. П. 161  
 Симоишвили Т. Г. 673  
 Сихарулидзе Н. И. 181  
 Слепченко Л. А. 49, 313  
 Смирнова О. В. 85  
 Соловьева Г. И. 701  
 Сукнидзе Ц. Г. 173  
 Суладзе Л. Ф. 209  
 Суладзе Р. Г. 645  
 Сулханчшвили Г. И. 541  
 Супаташвили Г. Д. 641  
  
 Тавадзе Ф. Н. 425  
 Таварткиладзе К. А. 593  
 Тавхелидзе С. И. 433  
 Такадзе Г. И. 417  
 Тактакшшвили М. И. 309  
 Гарнеладзе В. И. 529  
 Таркашвили Д. В. 697  
 Твалавадзе В. Т. 235  
 Тевзадзе Г. Н. 25  
 Тевзадзе Л. А. 357  
 Тедорадзе Г. А. 461  
 Тимченко А. С. 453  
 Ткешелашвили Р. Ш. 601  
 Тлехугов Х. Т. 537  
 Тогоидзе В. А. 33  
 Топуридзе Л. Ф. 77  
 Топчашвили М. В. 111  
 Торонджадзе Д. Д. 57, 341

- Трефилов В. И. 425  
 Трошин А. Ф. 377  
 Угрехелидзе Д. Ш. 477  
 Угулава А. И. 565  
 Угулава М. М. 385  
 Ульман В. 333  
 Урушадзе З. Д. 193  
 Урушадзе Т. Ф. 145  
 Устиашвили И. А. 305  
 Фрейдлин Л. Х. 77  
 Хайтц В. 85  
 Халваши Э. X. 41  
 Ханаева З. С. 177, 677  
 Хведелидзе М. А. 297  
 Хидурели В. К. 193  
 Химшашвили Г. Н. 281  
 Хунджау Т. Г. 589  
 Хучуа А. В. 213  
 Цагарели З. Г. 321  
 Царцидзе М. А. 217  
 Цвенишвили Д. X. 117  
 Центовский В. М. 385, 625  
 Церетели А. В. 353  
 Цинцадзе Г. В. 349  
 Цинцадзе Д. Г. 329  
 Цицишвили Б. Г. 73  
 Цицишвили Г. В. 89  
 Цицишвили Л. Д. 361  
 Цидишвили Н. Д. 53  
 Цкетишвили М. Г. 361  
 Цомая А. А. 441  
 Цомая Н. И. 617  
 Цхададзе М. Ш. 717  
 Цхакая А. Д. 333  
 Чавчавадзе В. В. 569  
 Чашшвили Ш. Ш. 665  
 Чан Хань Май 577  
 Чачава Г. Н. 385  
 Челидзе Г. Ф. 633  
 Чернокальский Б. Д. 358  
 Черткова Е. С. 721  
 Чиджавадзе Ш. Я. 755  
 Чинчараული Г. П. 447  
 Чиракадзе М. А. 345  
 Чрелашвили М. Н. 159  
 Чрикшვილი Д. И. 477  
 Чхаидзе Л. Л. 301  
 Чхеидзе Г. Б. 141  
 Чхеидзе Н. И. 169  
 Чхеидзе С. С. 613  
 Чхუბანიшვილი Р. И. 661  
 Шамба Н. А. 429  
 Шаншашвили М. И. 365  
 Шатберашвили Э. Б. 45  
 Шатилова И. И. 745  
 Шелия Н. Г. 65  
 Шенгелия Ф. К. 397  
 Шудра О. С. 305  
 Шулая Д. А. 533  
 Эбралидзе Т. Д. 569  
 Эдилашвили И. Л. 381  
 Экизашвили В. К. 685  
 Элизбарашвили М. А. 37  
 Ямщиков В. С. 421  
 Яснош В. А. 713

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 73

- Adamia R. Sh. 436  
 Agladze R. I. 624  
 Akhvediani R. A. 116  
 Akimov V. K. 59, 64, 340, 344, 599  
 Amaglobeli N. S. 308  
 Amiranashvili A. G. 592  
 Andres N. V. 728  
 Andrianov K. A. 603  
 Andronikashvili T. G. 375  
 Anjaparidze D. I. 59, 344  
 Antelava A. V. 692  
 Antelava I. P. 499  
 Arakelov V. A. 560  
 Astakhin V. V. 83  
 Avalishvili P. O. 111  
 Avidzba N. Sh. 712  
 Azatian V. V. 380  
 Badridze Sh. A. 507  
 Bagaturia N. L. 703  
 Bagratishvili T. D. 404  
 Bairamov V. A. 88  
 Bakhtadze G. I. 731  
 Bakuradze N. A. 676  
 Balashvili M. I. 468  
 Bantsuri R. D. 552  
 Baramidze L. V. 612  
 Basmanova S. N. 624  
 Begalishvili G. M. 296, 562  
 Bekaia G. L. 175  
 Bekauri N. G. 80  
 Bichiashvili A. D. 619  
 Bogatyi S. A. 284  
 Bokuchava M. A. 191  
 Bondareva I. D. 124  
 Brouček F. I. 348  
 Busev A. I. 59, 64, 340  
 Chachava G. N. 388  
 Chanishvili Sh. Sh. 668  
 Chan Khanh Mai 180  
 Chavchanidze V. V. 572  
 Chernokalski B. D. 388  
 Chertkova E. S. 724  
 Chijavadze Sh. Ya. 755  
 Chincharauli G. P. 447  
 Chirakadze M. A. 348  
 Chkhaidze L. L. 304  
 Chkhaidze G. B. 144  
 Chkhaidze N. I. 172  
 Chkhaidze S. S. 616  
 Chkhubianishvili R. I. 664  
 Chrelashvili M. N. 160  
 Chrikishvili D. I. 480  
 Datashvili T. A. 699  
 Davitashvili H. G. 68  
 Davlianidze G. K. 187  
 Dgebuadze G. A. 128  
 Doborjginidze L. G. 556  
 Dol dze M. D. 668  
 Dolidze Ts. B. 609  
 Dvalishvili B. P. 288  
 Dynkin V. N. 35  
 Dzotsenidze Z. G. 380  
 Ebralidze T. D. 572  
 Edilashvili I. L. 399  
 Ekizashvili V. K. 687  
 Elizbarashvili M. A. 39  
 Emelyanova I. A. 64, 599  
 Erukidze N. E. 463  
 Epishina G. P. 616



- Ershov B. G. 368
- Freidlin L. Kh. 80
- Gabelaia Sh. L. 436
- Gabidzashvili M. A. 160
- Gabunia L. K. 492
- Gabunia N. V. 104
- Gagua G. I. 152
- Gakhokidze R. A. 608
- Gar.krelidze L. I. 560
- Gamkrelidze N. G. 19
- Gaponova I. S. 368
- Gaprindashvili V. N. 356, 404
- Garnovsky A. D. 360
- Gavasheli A. M. 111
- German E. D. 195
- Gigauri R. D. 388
- Gig'neishvili K. A. 188
- Gikashvili M. Sh. 671
- Glonti A. O. 227
- Gogoberidze M. K. 191
- Gogorishvili P. V. 363
- Goldbaum N. I. 652
- Gorlenko M. V. 203
- Gotsadze O. D. 335
- Gradusov B. P. 147
- Gryaznova Z. V. 616
- Gudkov I. N. 188
- Gugunava G. E. 328
- Gugushvili R. M. 224
- Gulisashvili B. A. 240
- Gumbar'dze N. P. 476
- Gvasalia N. V. 596
- Gverdsiteli I. M. 612
- Gvilava M. E. 172
- Heitz W. 88
- Imnadze M. P. 584
- Ioseliani G. A. 128
- Ioseliani Ts. I. 308
- Jaoshvili O. A. 404
- Japaridze K. G. 372
- Jashiashvili T. K. 83, 303
- Jasnosh V. A. 716
- Jelia M. I. 612
- Jikaeva M. A. 656
- Jioshvili B. D. 72
- Jishkariani G. I. 64, 340, 599
- Jokhadze D. I. 468
- Kacheishvili G. E. 72
- Kacheishvili Z. G. 484
- Kadagishvili A. Ya. 183
- Kakulia G. A. 207
- Kakulia J. R. 436
- Kalabegashvili M. G. 412
- Kalandadze N. D. 356
- Kalendarishvili D. G. 276
- Kandelaki V. N. 699
- Karakhanov L. M. 124
- Karchava J. E. 100
- Karchava N. F. 160
- Karkarashvili M. V. 363
- Karkashadze Z. I. 140
- Karsanidze N. K. 644
- Kartvelishvili L. G. 391
- Kebuladze N. A. 383
- Kekelidze G. P. 48
- Kekelidze N. P. 48
- Kemkhadze K. Sh. 32
- Khalvashi E. Kh. 44
- Khanaeva Z. S. 180, 680
- Khidureli V. K. 195
- Khimshiashvili G. N. 284
- Khuchua A. V. 216
- Khvedelidze M. A. 300
- Kimeridze K. R. 156
- Kirikashvili Z. D. 692
- Kopadze T. V. 111
- Koridze Z. I. 375
- Korobtsova N. N. 687
- Krupennikova A. Yu. 375, 616
- Kudrin A. N. 459, 683
- Kurashvili V. E. 696
- Kvakhadze N. N. 496
- Kvantaliani E. K. 92
- Kvaratskhelia R. K. 96
- Kvavadze E. Sh. 207
- Lekishvili N. G. 603
- Lekveishvili E. G. 76
- Litvin E. F. 80
- Loma'a O. V. 331
- Lomtadidze Z. Sh. 199
- Maaz R. 336
- Machaidze Z. I. 627
- Machavariani I. D. 548
- Machavariani G. I. 172
- Machavariani M. Z. 199, 699
- Maisuradze L. A. 424
- Maisuradze N. A. 351
- Malbakhov V. M. 324
- Malasidze G. A. 320
- Mardaleishvili T. K. 156
- Maruashvili L. I. 395, 631
- Maz'ja V. G. 280
- Megrelishvili R. Sh. 572
- Meipariani L. I. 231
- Melik'dze I. G. 424
- Meparishvili A. Sh. 231
- Metreveli J. A. 624
- Metskhvarishvili R. I. 39
- Mikadze O. I. 427
- Mim'noshvili Z. N. 39
- Mishveladze B. A. 324
- Mkheidze O. R. 408
- Modebadze M. E. 68
- Mshvidobadze M. V. 224, 735
- Mskhiladze G. G. 416
- Museridze M. D. 380
- Mzhavanadze I. A. 372
- Nadaraia E. G. 712
- Nadareishvili J. G. 116
- Nadiradze D. G. 404
- Nadiradze D. P. 136
- Nadirashvili M. D. 612
- Namicheishvili O. M. 308
- Namoradze M. A. 380
- Nanobashvili H. M. 619
- Naskidashvili P. P. 451
- Nikolaishvili E. V. 107
- Nikolaishvili G. U. 128
- Nodia A. G. 192
- Nogaideli A. I. 603, 608
- Noskov L. D. 136
- Nosov V. N. 424
- Obolashvili E. I. 24
- Oganov S. S. 560
- Okroshidze V. A. 724
- Oniani D. A. 683
- Oniani J. A. 459
- Orjonikidze B. G. 203
- Orjonikidze E. K. 707
- Orjonikidze G. G. 487
- Orjonikidze Z. V. 696
- Otkhmezuri K. S. 724
- Pirtskhalava N. I. 72, 360, 627
- Pirtskhelaury T. G. 308
- Plamenevski B. A. 280
- Pochiani L. A. 740

Pruidze G. N. 191  
 Purtseladze T. D. 668  
  
 Rakitski A. N. 427  
 Ramishvili G. Ya. 576  
 Rukhadze R. V. 292  
  
 Sabelashvili Sh. D. 375  
 Sadagashvili G. R. 391  
 Sagradyan A. L. 744  
 Salakaia R. G. 696  
 Samsonia Sh. A. 88  
 Samsonidze G. G. 219  
 Samsonidze T. G. 219  
 Sarjveladze Z. A. 750  
 Sekhniadze G. A. 587  
 Shamba N. A. 432  
 Shanshiashvili M. I. 368  
 Shatberashvili E. B. 48  
 Shatilova I. I. 747  
 Shelia N. G. 68  
 Shengelia F. K. 399  
 Shudra O. S. 308  
 Shulaia D. A. 536  
 Sidamonidze N. N. 608  
 Sidorov V. P. 163  
 Sigua P. P. 724  
 Sikharulidze N. I. 183  
 Simonishvili T. G. 676  
 Slepchenko L. A. 52, 316  
 Smirnova O. V. 88  
 Solovyeva G. I. 703  
 Suknidze Ts. G. 175  
 Suladze L. F. 211  
 Suladze R. G. 648  
 Sulkhanishvili G. I. 544  
  
 Supatashvili G. D. 644  
 Svanidze Z. S. 724  
  
 Takadze G. I. 420  
 Taktakishvili M. I. 312  
 Tarieladze V. I. 532  
 Tarkashvili D. V. 699  
 Tavadze F. N. 427  
 Tavartkiladze K. A. 596  
 Tavkhelidze S. I. 436  
 Tchelidze G. F. 636  
 Tedoradze G. A. 463  
 Tevzadze G. N. 28  
 Tevzadze L. A. 360  
 Timchenko A. S. 455  
 Tkeshelashvili R. Sh. 603  
 Tlekhugov Kh. T. 540  
 Togonidze V. A. 35  
 Topchishvili M. V. 111  
 Topuridze L. F. 80  
 Toronjadze D. D. 59, 344  
 Treflov V. I. 427  
 Troshin A. F. 380  
 Tsagareli S. G. 724  
 Tsartsidze M. A. 219  
 Tsentovski V. M. 388, 627  
 Tsereteli A. V. 356  
 Tsintsadze G. V. 351  
 Tsintsadze J. G. 331  
 Tsitsishvili G. V. 92  
 Tsitsishvili L. D. 363  
 Tsitsishvili N. D. 55  
 Tsitsishvili V. G. 76  
 Tskhadadze M. Sh. 719  
  
 Tskhadaia A. D. 336  
 Tskitishvili M. G. 363  
 Tsomaia A. A. 443  
 Tsomaia N. N. 619  
 Tsveniashvili D. Kh. 120  
 Tvalavadze V. T. 236  
  
 Ugrekhelidze D. Sh. 480  
 Ugulava A. I. 567  
 Ugulava M. M. 388  
 Ulman W. 336  
 Urushadze T. F. 147  
 Urushadze Z. D. 195  
 Ustiashev I. A. 308  
  
 Vanishvili V. N. 503  
 Vashakidze A. S. 132  
 Vekua A. K. 492  
 Verulashvili R. D. 104  
 Vorobiev L. N. 459, 683  
 Voronova N. V. 472  
 Voskoboinik N. B. 48  
  
 Yamshchikov V. S. 424  
  
 Zaitsev B. E. 599  
 Zambakhidze D. V. 124  
 Zamkov A. A. 439  
 Zautashvili B. Z. 640  
 Zedelashvili H. N. 368  
 Zesashvili V. I. 111  
 Zezina N. V. 188  
 Zhgenti N. A. 455  
 Zhizhilashvili K. M. 166

## 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 представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном



листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

## ა ბ ტ ო რ ტ ა ს ა ჯ შ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა 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 აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ ვალდებულაა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციის, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოსადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაყის შემთხვევაში, როცა აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტს მოიხიბვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად სავერცხელ მზასხებით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამომუშავებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს ვადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამომუშავებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გახდაზა, ქვეთავების მიხედვით ვადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს ცალკეზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებზე უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემციობის შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწე-



ბება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდევ ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რომ მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მიჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი, 60, კუტუბოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

639  
ЭБЛО 1 856.  
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 7618

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СОВЕТСКОГО