

24 / 974/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოამბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 75 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1974 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

5445

ტომი 75 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1974 СЕНТЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
საბჭოთავი კავშირი  
ბიბლიოთეკა



ს ა რ მ ე ლ ა ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გვიგინიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, ვ. ოკუჯაია ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯაფარიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкrelidze, Т. В. Гамкrelidze, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили, С. В. Дурмишidze, 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 15.9.1974; შეკვ. № 2222; ანაწყოების ზომა 7×12; ჭალადის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საალრიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 01026; ტირაჟი 1800

• • •

Подписано к печати 15.9.1974; зак. № 2222; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 01026; 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

შინაარსი

მათემატიკა

*ე. ნადარაია. განაწილების სიმკვრივის არაპარამეტრულ შეფასებათა მაქსიმალური გადახრის შესახებ	532
*ვ. კვარაცხელია. გაუსის ზომები ზოგიერთ ბანახის სივრცეში	535
*ი. ლაიტჩერი. კომპერენტული, საზღვრამდე უწყვეტი ანალიზური კონების შესახებ	539
*თ. შერვაშიძე. განაწილების სიმკვრივის პარამეტრულ შეფასებასთან დაკავშირებული ზოგიერთი სტატისტიკის შესახებ	544
*ო. ლონტი. პირობით გაუსის შემთხვევითი პროცესის ერთი კლასის ფალტრაციისათვის	548
*ნ. ფაჩულია. ფურიეს გარდაქმნის ერთი თვისების შესახებ	551
*გ. იურკინი. სიმრავლის ზედაპირული ზომის შესახებ	554
*ო. წერეთელი. $L_p(L)$ კლასის ფუნქციათა შეუღლებული ფუნქციების ინტეგრებადობის შესახებ	560
*ა. ხარაზიშვილი. ლებეგის ზომის გაგრძელების შესახებ	562

კიბერნეტიკა

*მ. ბენაშვილი. „მზმ—დისპეტჩერის“ დიალოგის თვითაწყობი მოდელი ენერგოგაერთიანების მუშაობის რეჟიმის ოპერატიული დაგეგმვის დროს	566
*გ. ბეგალიშვილი. განსაკუთრებული მართვების შესახებ	571

ფიზიკა

*ა. ლაბიბი, ლ. ნეკრასოვი, ლ. ცერცვაძე. ინეკეციური დენი გერმანიუმის ტელურიდის ამორფულ ფენაში	576
*ლ. აბესალაშვილი, ნ. ამაღლობელი, დ. გერსამია, ლ. გოგუაძე, მ. დასაევა, ს. ჯმუხაძე, რ. სალუქვაძე, მ. თოფურაძე, მ. ჩარგეიშვილი, ო. შაყულაშვილი, ო. შუღრა. ვანაწილებები მეორადი დამუხტული ნაწილაკების მრავლობითობის მიხედვით $\pi p$ , $\pi n$ და $\pi c$ ურთიერთმოქმედებებში $p=40$ გეე/ც იმპულსისათვის	580
*ი. ნასყიდაშვილი, ი. ლესელიძე, ე. ლაბიაშვილი, გ. ნაცვლიშვილი. პროგრამულად დატვირთული ტიტანის ელექტრონულ-მიკროსკოპიული გამოკვლევა	583

ბიოფიზიკა

*ი. ნიკოლაძე. დედამიწის მიმოქცევების სექტრის შეფასების ერთი ალგორითმის შესახებ	587
*ლ. თულიანი. კავკასიის რეგიონის დედამიწის ქერქში მოქმედი ძალების გამოთვლა	592

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

*ლ. უგულავა, ნ. ფირცხალავა, ა. პერესუნკო. $NbCl_5$ -ის კომპლექსები არომატული რიგის ამინებთან	596
*ა. შველაშვილი, ლ. ჭანტურია, ნ. ფირცხალავა, მ. თაგბერაძე, ა. კვიციანი, ბ. შჩედრინი. $\mu$ -ოქსალატო-დი-ბისპროპილენდიამინო-თეთია (II) დიროდანილის კრისტალური და მოლეკულური სტრუქტურა	599

\* ვარკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

\*ნ. მჭარელი შვილი, ე. დავითაშვილი, ვ. ნათიძე. აზოტმეკვა ლუ-  
ტეოუმის ურთიერთქმედება ტუტე ლითონებისა და ამონიუმის კარბონატებთან 604

ორბანული ძივია

\*კ. ზედელაშვილი, მ. შანშიაშვილი, ბ. ერშოვი. ადამანტანის რადია-  
ციულ-ქიმიური ვარდაქმნის შესწავლა 608

ფიზიკური ძივია

\*კ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. დოლიძე,  
შ. სანელაშვილი. ლითუმის და მავნიუმის შემცველი მონტმორილონიტის  
ქრომატოგრაფიული თვისებები 612

მლქტროქივია

\*ლ. ჭავჭავაძე, ნ. ლალიძე, ზ. ქარაუმიძე. დენის ქიმიურ წყაროში იონგაცე-  
ლითი ნაერთების გამოყენების საკითხისათვის 615

\*მ. ბაციკაძე, მ. ბეგიაშვილი. პოლიმეთილმეტაკრილატის და მაღალდისპერ-  
სული სპილენძის საფუძველზე ლითონპოლიმერების წარმოქმნა და მათი ელექ-  
ტრული თვისებები 619

\*ა. ლევიანი, ბ. სმირნოვი, უ. სამოილენკო. სპილენძის ელექტროკრიტა-  
ლიზაციის თვისებებების შესახებ ძნელდნობადი ლითონების საფუძველზე 623

\*რ. სირაძე, გ. ჯოხაძე. ლითუმის არსენატების მიღება ელექტროქიმიური მე-  
თოდით 625

ქიმიური ტექნოლოგია

\*ა. შვანგირაძე, ც. კურცხალია. კაპროლაქტამის წყალხსნარის მოშადება  
ელექტროდიალიზისთვის იონგაცვლითი მემბრანების გამოყენებით 631

ლითოლოგია

\*ს. მახარაძე. ახალციხის დებრესის ოლიგოცენური ნალექების ლითოლოგიურ-  
მინერალოგიური დახასიათებისათვის 635

საშენებლო მუშაენია

\*ვ. გვინჩიძე, ჯ. დოლიძე. ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციის გათვალისწინე-  
ბის მიხედვითი მეთოდი რკინა-ბეტონის სიხსტის კივიან ვანტურ კონსტრუქ-  
ციებში, ძალეების რეგულირების დროს 639

\*ლ. კაკუშაძე. მრუდღერძიანი მილის (ღრუ ძელის) ვანგარიშების ერთი ვარიანტი 643

საბადოთა დამუშადება და გამდიდრება

\*ი. ჭანჭლავა, რ. კაკუშაძე. სტატიკური დრეკადობის მოდულის განსაზღვრა  
ქიათურის მარგანეცის საბადოს ქანებისათვის 647

\*ნ. გომელაური, ს. კოჩინევა. სხვადსხვა რეაგენტი-რეგულატორის ზემოქმე-  
დება მანგანუმის მინერალების ფლოტაციასზე 652

მეტალურგია

\*ა. ვაბისიანი, ჰ. დონლაძე, დ. მაღლაკელიძე, ბ. მარგევი. ნახშირ-  
ბადის გავლენა მყარ რკინაში სულფადური ჩანართების მორფოლოგიაზე 655

\*ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. სურმავა,  
ვ. კიანეცკო, ს. მაკოვეცი. პროპორციული ტრისტორული ტემპერატუ-  
რის რეგულატორის გამოყენება ვაკუუმში ლითონთა აორთქლების კვლევი-  
სათვის 660

განაანათმცოდნეობა

\*ნ. ხაჩიძე, ო. ხაინდრავეა. სატაცის ტალისგებურობის გავლენა აირის სრიალის  
საკისრების მზიდუნარიანობაზე 664

\*ნ. ზალდასტანიშვილი, თ. მეგრელიძე. ბუნებრივიდან მშრალი ჩაის გრა-  
ვიტაციული ჩამოღინების სინქარების კვლევა 668

\*ო. ეზიკაშვილი, ნ. ხანიძე, ა. ცირეკიძე. არაუქმშვადი შემზეთი ფენის  
დაწნევა სატაცის ტალღისებურობით მრავალსოლიან ჰიდროდინამიკურ სრიალის  
საქისარში 672

ენერგეტიკა

\*დ. მამფორია, ნ. ლაზრიევა. წყალსაცავიდან სათავე ნაკვებობებში წყლის მიწო-  
დების ოპტიმალური დაგეგმარება 675

ელექტროტექნიკა

\*ბ. გელიშვილი, გ. გოგია. ასინქრონულამპრავიანი სავაერო საბავირო გზების  
დამუხრუჭების ერთი მეთოდის შესახებ 680

ბოტანიკა

\*რ. გაგნიძე, ფ. ჩხეიძე. კავკასიის ფლორის ზოგიერთი სახეობის ქრომოსომა  
რიცხვი 683

ბენეტიკა და სელექცია

\*მ. ნასყიდაშვილი, ნ. გუენ-ნ-ხიუ-ნ-გია. საშემოდგომო რბილი ხორბლის ჯი-  
შის თბილისური 5-დან N-ნიტროზოთილმარდოვანათი ინდუცირებული მუ-  
ტაციის მიღების განსაკუთრებული შემთხვევა 687

\*ა. გორგიძე. ხორბლის ევოლუციისათვის 691

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

\*ბ. სარაჯიშვილი, თ. გელაძე, შ. ბიბილეიშვილი, გ. შუბლაძე,  
ო. თოიძე. დღეგრძელთა ძილის კლინიკურ-ელექტროენცეფალოგრაფიული  
დახასიათება 694

\*ზ. მეტრეველი. კუნთის თითისტარას ელექტრულ განმუხტვათა სიხშირის ცვლი-  
ლების ზოგიერთი კანონზომიერება, კუნთის რიტმული გაქვიშვისას 699

ბიოქიმია

\*ნ. ალექსიძე, რ. ახალკაცი, მ. ბალავაძე, ნ. დოლიძე. აპმ და ბმმ აქტი-  
ვობის შედარებითი შესწავლა ბოცვერის თავის ტვინის ქერქის ნეირონისა და  
გლიის ფრაქციებში 703

\*დ. ჯონაძე, რ. გოგლიძე. დნმ-საგან დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზის ორი  
ფორმის შეფარდების შესახებ ერთი ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილთა უჯრედ-  
ების ბირთვებში 707

\*ნ. გუმბარიძე. ქლოროფენის შეავისა და კვერცხტინის გარდაქმნა კომშის ფოთლებში 711

ენტომოლოგია

\*ა. გეგეჭკორი. ფსილიდების (*Homoptera, Psilloidea*) ახალი სახეობები ამიერკავ-  
კასიიდან 716

\*ს. მედევეცი, ი. ჯამბაზიშვილი. ულვაშიფირფიტოვანი ხოჭოები (*Cole-  
optera, Scarabaeidae*) ორი სახეობის მატლის აღწერა საქართველოდან 719

ჰისტოლოგია

\*ზ. იგ. ზურაბაშვილი, თ. ჭურაძე. სინაფსური ბუშტუკების ცვლილებების შე-  
სახებ ექსპერიმენტის ბირობებში 723

მასპარეზობის მემორიანი

\*ჯ. დვალის. სისხლძარღვთა დაზიანების საკითხისათვის ჰემორაგიული ვასკულიტის  
დროს ბავშვთა ასაკში 727



- \*ა. არზუმანოვი, ი. ტოპერმანი, ვ. ხონელიძე, ბ. იაშვილი, ვ. კიკნაძე. ბიოფირების ზეგავლენა დამწვრობითი ჭრილობის შეხორცების პროცესზე ექსპერიმენტში 731
- \*ა. საგრაღიანი. პეტაგლოზინის დონის ცვლილება ვირუსული ჰეპატიტით დაავადებულების სანერწყვე ჭირკელის სეკრეტში 736
- ფსიქოლოგია**
- გ. ოდილაძე. გრაფემების სიხშირის ასახვა ვერბალურ ქცევაში და მეტყველების ეფექტი 737
- ენათმეცნიერება**
- ვ. გოგოლაშვილი. ზმნისწინისეულ ხმოვანთა ცვლასთან დაკავშირებული ზოგი საკითხი დიალექტებში 741
- ფილოლოგია**
- ვ. შეთეკაური. ფორმალური პარალელიზმი ქართულ ხალხურ პოეზიაში 745
- არქეოლოგია**
- მ. ნიორაძე. ახალი აღმოჩენები საკაიას მღვიმეში 749
- ტიმნიკის ისტორია**
- ვ. კიუნე, ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ი. ანდრიაშვილი. ტიხრების ამაღამურ-დიუუზური დამაგრება ტიხრებიანი მინანქრებისათვის 755

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

Э. А. Надарая. О максимальном уклонении непараметрических оценок плотности вероятностей	529
В. В. Кварацхелия. Гауссовские меры в некоторых банаховых пространствах	533
Ю. Лайтерер. О когерентных аналитических пучках, непрерывных вплоть до границы	537
Т. Л. Шервашидзе. О некоторых статистиках, связанных с параметрической оценкой плотности распределения	541
О. А. Глонти. О фильтрации одного класса условно-гауссовских случайных процессов	545
Н. Л. Пачулиа. Об одном свойстве преобразования Фурье	549
Г. И. Юркин. О поверхностной мере множеств	553
О. Д. Церетели. Об интегрируемости функций, сопряженных к функциям из класса $L^p(L)$	557
А. Б. Харазишвили. О продолжениях лебеговской меры	561

### КИБЕРНЕТИКА

М. А. Бенашвили. Самонастраивающаяся модель диалога «ЭВМ-диспетчер» при оперативном плачивании режима работы энергообъединения	565
Г. М. Бегалишвили. Об особых управлениях	569

### ФИЗИКА

А. М. Лабиб, Л. В. Некрасова, Л. П. Церцвадзе. Инжекционный ток в аморфной пленке теллурида германия	573
Л. Н. Абесалашвили, Н. С. Амаглобели, Д. В. Герсамия, Л. Г. Гоголадзе, М. А. Дасаева, С. В. Джмухадзе, Р. Г. Салуквадзе, М. В. Топуридзе, М. С. Чаргейшвили, О. А. Шакулашвили, О. С. Шудра. Распределение по множественности вторичных заряженных частиц в $\pi$ - $p$ , $\pi$ - $n$ и $\pi$ - $e$ -взаимодействиях при импульсе $p=40$ Гэв/с	577
И. А. Наскидашвили, И. К. Леселидзе, Э. С. Лапишвили, Г. И. Нацвлишвили. Электронномикроскопическое исследование программно-нагруженного титана	581

### ГЕОФИЗИКА

И. Е. Николадзе. Об одном алгоритме оценки спектра приливных вариаций силы тяжести	585
Л. И. Тулиани. Расчет сил, действующих в коре Кавказского региона	589

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. А. Угулава, Н. И. Пирцхалава, А. Ф. Пересунько. Комплексы $NbCl_5$ с ароматическими аминами	593
--	-----

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

- А. Е. Швелашвили, Л. М. Чантурия, Н. И. Пирхалава, М. Г. Тавберидзе, А. И. Квицашвили, Б. М. Щедрин. Кристаллическая и молекулярная структура  $\mu$ -оксалато-ди-биспропильдиаминачика (II)дироданида 597
- Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе. Взаимодействие азотнокислого лютеция с карбонатами щелочных металлов и аммония 601
- ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**
- Е. Н. Зеделашвили, М. И. Шаншиашвили, Б. Г. Ершов. Изучение радиационно-химического превращения адамантана 605
- ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**
- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Л. Ш. Долидзе, Ш. Д. Сабелашвили. Хроматографические свойства литий- и магнийсодержащих монтмориллонов 609
- ЭЛЕКТРОХИМИЯ**
- Л. Н. Джанаридзе, Н. И. Лагидзе, З. А. Карумидзе. К вопросу применения ионообменных соединений в химических источниках тока 613
- М. Г. Бацикадзе, М. К. Бегиашвили. Образование и электрические свойства металлополимеров на основе полиметилметакрилата и высокодисперсной меди 617
- А. И. Левин, Б. Н. Смирнов, В. Н. Самойленко. Об особенностях электрокристаллизации меди на подложках из тугоплавких металлов 621
- \* Р. В. Сирадзе, Г. М. Джохадзе. Получение арсенатов лития электрохимическим методом 625
- ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**
- А. В. Швангирадзе, Ц. С. Курцхалия. Подготовка водных растворов капролактама к электродиализу с применением ионообменных мембран 629
- ЛИТОЛОГИЯ**
- А. И. Махарадзе. К литолого-минералогической характеристике олигоценых отложений Ахалцихской депрессии 633
- СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**
- Г. И. Гвичидзе, Д. А. Долидзе. Приближенная методика учета деформации ползучести бетона при регулировании усилий в вантовых конструкциях с железобетонной балкой жесткости 637
- Л. А. Какушадзе. Один вариант расчета кривой трубы (полого бруса) 641
- РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ**
- И. Д. Джанджгава, Р. С. Какушадзе. Определение статического модуля упругости для горных пород Читурского марганцевого месторождения 645
- Н. Г. Гомелаури, С. М. Кочинева. Влияние различных реагентов-регуляторов на флотацию марганцевых минералов 649
- МЕТАЛЛУРГИЯ**
- А. Г. Габисиани, Г. А. Гонгадзе, Д. Л. Маглакелидзе, Б. Г. Маргиев. Влияние углерода на морфологию сернистых включений, выделяющихся в кристаллизующемся железе 653

- Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), Г. М. Сурмава, В. В. Кияненко,  
С. Е. Маковец. Пропорциональный тиристорный регулятор температу-  
ры для исследования процесса испарения металлов в вакууме 657

#### МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Н. А. Хачидзе, О. М. Хаиндрава. Влияние волнистого шипа на несущую  
способность газовых подшипников скольжения 661
- Н. К. Залдастанишвили, Т. Я. Мегрелидзе. Исследование скорости  
гравитационного истечения сухого чая из бункеров 665
- О. С. Езикашвили, Н. А. Хачидзе, А. Д. Цирекидзе. Сдвигание  
пленки несжимаемой смазки волнистостью шипа в многоклиновом гидро-  
динамическом подшипнике скольжения 669

#### ЭНЕРГЕТИКА

- Д. М. Мампория, Н. Л. Лазриева. Оптимальное планирование подачи  
воды из водохранилища в головные водозаборные устройства магистраль-  
ных каналов 673

#### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- В. П. Гелейшвили, Г. К. Гогиа. Об одном способе торможения подвес-  
ных канатных дорог с асинхронным приводом 677

#### БОТАНИКА

- Р. И. Гагнидзе, П. Б. Чхендзе. Числа хромосом некоторых видов флоры  
Кавказа 681

#### ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- П. П. Наскидашвили, Нгуен-Хью-Нгиа. О случае особого индуцирова-  
ния мутаций N-нитрозотилмочевины у сорта озимой мягкой пшеницы  
Тбилисури 5 685
- А. Д. Горгидзе. К эволюции пшеницы 689

#### ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- П. М. Сараджишвили, Т. Ш. Геладзе, Ш. И. Бибилишвили,  
Г. Н. Шубладзе, О. Ш. Тоидзе. Клинико-электроэнцефалографиче-  
ская характеристика сна долгожителей 693
- З. А. Метревели. Некоторые закономерности изменения частоты разряда  
мышечного веретена при ритмических растяжениях мышцы 697

#### БИОХИМИЯ

- Н. Г. Алексидзе, Р. Г. Ахалкаци, М. В. Балавадзе, Н. И. Доли-  
дзе. Сравнительное изучение активности АХЭ и БХЭ обогащенных  
фракций нейронов и клеток глии коры головного мозга кролика 701
- Д. И. Джохадзе, Р. И. Гоглидзе. О соотношении двух форм ДНК-зави-  
симой РНК-полимеразы в ядрах клеток различных тканей одного орга-  
низма 705
- Н. П. Гумбаридзе. Превращение хлорогеновой кислоты и кверцетина в ли-  
стьях айвы 709

#### ЭНТОМОЛОГИЯ

- А. М. Гегечкори. Новые виды псиллид (*Homoptera, Psylloidea*) из Закавказья 713



- С. И. Медведев, Я. С. Джамбазшвили. Описание двух видов личинок пластинчатосусых жуков (*Coleoptera, Scarabaeidae*) из Грузии 717

#### ГИСТОЛОГИЯ

- Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Об изменении синаптических мурьков в условиях эксперимента 721

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Д. М. Двали. К вопросу сосудистых поражений при геморрагическом васкулите у детей 725
- А. Г. Арзуманов, И. Б. Топерман, В. С. Хонелидзе, Б. П. Иашвили, В. Д. Кикнадзе. Влияние биологических пластин на процесс заживления ожоговых ран в эксперименте 729
- А. Л. Саградян. Изменение содержания гаптоглобина в секрете слюнных желез у больных вирусным гепатитом 733

#### ПСИХОЛОГИЯ

- \* Г. Ф. Одиладзе. Отражение частот графем в вербальном поведении и эффект речи 739

#### ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* Г. Б. Гоголашвили. Некоторые вопросы, связанные с изменением превербальных гласных в диалектах 744

#### ФИЛОЛОГИЯ

- \* Г. Е. Шетекаури. Формальный параллелизм в грузинской народной поэзии 748

#### АРХЕОЛОГИЯ

- \* М. Г. Ниоредзе. Новые открытия в пещере Сакажна 751

#### ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

- Г. Ф. Кюне, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), И. А. Андриашвили. Амальгамно-диффузионное прикрепление перегородок для перегородчатых эмалей 753

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

E. A. Nadaraia. On the maximal deviation of non-parametric estimates of probability density	532
V. V. Kvaratskhelia. Gaussian measures in some Banach spaces	536
I. Leiterer. On coherent analytic sheaves which are continuous on the boundary	539
T. L. Shervashidze. On some statistics connected with the parametric estimator of the density function	544
O. A. Glonti. On the filtering of a class of conditional Gaussian stochastic processes	548
N. L. Pachulia. On one property of the Fourier transformation	551
G. I. Yurkin. On the surface measure of a set	555
O. D. Cereteli. On the integrability of functions which are conjugates for the functions of the class $L\varphi(L)$	560
A. B. Kharazishvili. On the extensions of Lebesgue measure.	563

### CYBERNETICS

M. A. Benashvili. A self-adjusting model of the "computer dispatcher" dialogue during efficient planning of the operating mode of a power-lines association	568
G. M. Begalishvili. On special controls	572

### PHYSICS

A. M. Labib, L. V. Nekrasova, L. P. Tsertsvadze. Injection-current in thin amorphous Germanium—Telluride films	576
L. N. Abesalashvili, N. S. Amaglobeli, D. V. Gersamia, L. G. Gogvadze, M. A. Dasaeva, S. V. Jmukhadze, R. G. Salukvadze, M. B. Topuridze, M. S. Chargeishvili, O. A. Shakulashvili, O. S. Shudra. Multiplicity distributions of secondary charged particles in $\pi^+p$ , $\pi^-n$ and $\pi^-c$ interactions at the momentum $p=40$ Gev/c	580
I. A. Naskidashvili, I. K. Leselidze, E. S. Lapiashvili, G. I. Natsvlisili. Electron microscopic investigation of program-loaded titanium	584

### GEOPHYSICS

I. E. Nikoladze. On an algorithm of the estimation of the tidal gravity variation spectrum	588
L. I. Tuliani. Calculation of forces acting in the crust of the Caucasian Region	592

---

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

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- L. A. Ugulava, N. I. Pirtskhalava, A. Ph. Peresunko. Complexes of NbCl<sub>5</sub> with aromatic amines 596
- A. E. Shvelashvili, L. M. Chanturia, N. I. Pirtskhalava, M. G. Tavberidze, A. I. Kvitashvili, B. M. Shchedrin. Crystalline and molecular structure of  $\mu$ -oxalato-di-bispropylenediamine of zinc (II) of dirhodanide 600
- N. V. Mzareulishvili, E. G. Davitashvili, V. P. Natidze. The interaction of lutecium nitrate and the alkali metal carbonates and ammonium 604

## ORGANIC CHEMISTRY

- E. N. Zedelashvili, M. I. Shanshiashvili, B. G. Ershov. On the radiochemical transformation of adamantane 608

## PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, L. Sh. Dolidze, Sh. D. Sabelashvili. Chromatographic properties of montmorillonites containing lithium and magnesium 612

## ELECTROCHEMISTRY

- L. N. Japaridze, N. I. Lagidze, Z. A. Karumidze. On the use of ion-exchange compounds in the electrochemical sources of current 616
- M. G. Batsikadze, M. K. Begiashvili. Formation of metallopolymers on the basis of polymethyl methacrylate and high-dispersion copper and their electrical properties 620
- A. I. Levin, B. N. Smirnov, V. N. Samoylenko. On the peculiarities of electrocrystallization of copper on backings of refractory metal 623
- R. V. Siradze, G. H. Jokhadze. Production of arsenates of lithium by the electrochemical method 627

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- A. B. Shvangiradze, Ts. S. Kurtskhalia. Preparation of aqueous solutions of caprolactam for electro dialysis with the use of ionexchange membranes 632

## LITHOLOGY

- I. A. Makhradze. Towards the lithologic-mineralogical characterization of the Akhalts'khe depression of Oligocene deposits 636

## STRUCTURAL MECHANICS

- G. I. Gvinchidze, D. A. Dolidze. An approximate method of considering the concrete creep deformation in force adjustment in stayed structures with reinforced concrete stiffening girder 639
- L. A. Kakushadze. One version of calculation of a curved pipe (a hollow bar) 644

## EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- I. D. Janjgava, R. S. Kakushadze. Determination of the static modulus of elasticity for the rocks of the Chiatura manganese deposit 647
- N. G. Gomelauri, S. M. Kochineva. The influence of different reagent-regulators on the flotation of manganic minerals 652

## METALLURGY

- A. G. Gabisiani, G. A. Gongadze, D. L. Maglakelidze, B. G. Margie. The influence of carbon on the morphology of sulphide inclusions identifiable in crystallizing iron 656
- F. N. Tavade, G. M. Surmava, V. V. Kiyanenko, S. E. Makovets. A proportional thyristor temperature regulator for the investigation of the process of metal evaporation 660

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- N. A. Khachidze, O. M. Khaindrava. The influence of the pin corrugation on the load-carrying capacity of gas-fired sliding bearings 664
- N. K. Zaldastanishvili, T. Ya. Megrelidze. A study of the speed of gravitational outflow of dry tea from bunkers 668
- O. S. Ezikashvili, N. A. Khachidze, A. D. Tsirekidze. Compression of incompressible lubricant film by pivot corrugation in multiwedged hydrodynamic slide bearing 672

## POWER ENGINEERING

- D. M. Mamoria, N. L. Lazrieva. Optimal planning of water supply from reservoirs to head water intake structures of the man canals 676

## ELECTROTECHNICS

- B. P. Geleishvili, G. K. Gogia. On one method of braking asynchronous drive cableways 680

## BOTANY

- R. I. Gagnidze, P. B. Chkheidze. The chromosome numbers of some species of Caucasian flora 684

## GENETICS AND SELECTION

- P. P. Naskidashvili, Nguyen Hiu Nghia. Concerning a case of special induction of mutation when using *N*-nitrosoethyl urea in soft wheat *Tbilisuri 5* 687
- A. D. Gorgidze. Towards the evolution of wheat 692

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- P. M. Sarajishvili, T. Sh. Geladze, Sh. I. Bibileishvili, G. N. Shubladze, O. Sh. Toidze. The electroencephalogram sleep patterns of long-lived males 695



- Z. A. Metreveli. Some regularities of the change of discharge frequency of muscle spindles at rhythmic stretch 699

## BIOCHEMISTRY

- N. G. Aleksidze, R. G. Akhalkatsi, M. V. Balavadze, N. I. Dolidze. Comparative investigation of ACHE and BuCHE activity of enriched neuronal and glial fractions of rabbit cortex 703
- D. I. Jokhadze, R. I. Goglidze. On the ratio of two forms of DNA-dependent RNA—polymerase in cell nuclei of different tissues from one organism 708
- N. P. Gumbaridze. Transformation of chlorogenic acid and quercetin in quince leaves 711

## ENTOMOLOGY

- A. M. Gegechkori. New jumping plant-lice (*Homoptera, Psylloidea*) from Transcaucasia 716
- S. I. Medvedev, Ya. S. Jambazishvili. Description of two species of coleopterous beetles (*Coleoptera, Scarabaeidae*) from Georgia 720

## HISTOLOGY

- Zig. A. Zurabashvili, T. A. Churadze. On the change of synaptic vesicles under experimental conditions 723

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- D. M. Dvali. On vascular lesions in hemorrhagic vasculitis in children 728
- A. G. Arzumanov, I. B. Toperman, V. S. Khonelidze, B. P. Iashvili, V. D. Kiknadze. The influence of biological films on the process of healing of experimental burn lesions 731
- A. L. Sagradyan. Variation of haptoglobin (Hp) level in the salivary gland secretion of patients with infectious hepatitis 736

## PSYCHOLOGY

- G. Ph. Odiladze. Reflection of grapheme frequencies in verbal behaviour and the effect of speech 739

## LINGUISTICS

- G. B. Gogolashvili. Some questions related to preverbal vowel change in dialects 744

## PHILOLOGY

- G. E. Shetekauri. Formal parallelism in Georgian folk poetry 748

---

ARCHAEOLOGY

M. G. Nioradze. New finds in Sakazhia

752

HISTORY OF ENGINEERING

G. F. Kuhne, F. N. Tavadze, I. A. Andriashvili. Amalgam-diffusion securing of dividing strips in cloisonné enamels

755



Э. А. НАДАРАЯ

О МАКСИМАЛЬНОМ УКЛОНЕНИИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ  
 ОЦЕНОК ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 18.2.1974)

Пусть  $X_1, X_2, \dots, X_n$  обозначают независимые одинаково распределенные случайные величины, имеющие функцию плотности вероятностей  $f(x)$ . Довольно много работ посвящено исследованию непараметрических оценок  $f_n(x)$  (для библиографии см., например, [1—3]) плотности вероятностей  $f(x)$ , определенных посредством ограниченных и интегрируемых функций  $W$ :

$$f_n(x) = \frac{1}{h_n} \int_{-\infty}^{\infty} W\left(\frac{x-u}{h_n}\right) dF_n(u), \quad (W)$$

где  $F_n(x)$ —обычная эмпирическая функция распределения,  $\{h_n\}$ —последовательность положительных чисел, таких, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} h_n = 0$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} nh_n = \infty$ .

Настоящая заметка примыкает к работе [1].

Пусть  $a \leq x \leq b$ —конечный промежуток. Разделим  $[a, b]$  на  $s_n$  отрезков  $\Delta_i, i = \overline{1, s_n}$ , равной длины  $h_n = (b-a)/s_n$ . Пусть  $t_i, i = \overline{1, s_n}$ —середины интервалов  $\Delta_i, i = \overline{1, s_n}$ , и определим функции  $T_n(x)$  и  $\sigma_n(x)$  следующим образом:

$$T_n(x) = f_n(t_i) \text{ и } \sigma_n(x) = \left[ h_n^{-1} \int_{-\infty}^{\infty} W^2\left(\frac{t_i-u}{h_n}\right) f(u) du \right]^{1/2}, \text{ если } x \in \Delta_i.$$

В [1, 2] нами была доказана

Теорема 1. Пусть  $f(x)$  ограничена на всей оси, непрерывна в  $[a, b]$  и  $\min_{a \leq x \leq b} f(x) > 0, W(x)$  удовлетворяет условиям:

- 1°.  $W(x)$  обращается в нуль вне конечного интервала  $[-L, L]$ ;
- 2°. ограничена; 3°. симметрична,  $W(x) = W(-x)$ ; 4°.  $\int_{-L}^L W(x) dx = 1$ . Если  $s_n (\log s_n)^3 = o(n)$  при  $n \rightarrow \infty$ , то

$$P \left\{ \sqrt{nh_n} \max_{a \leq x \leq b} \left| \frac{T_n(x) - E T_n(x)}{\sigma_n(x)} \right| < l_n + \frac{\lambda}{l_n} \right\} \rightarrow e^{-2e^{-\lambda}},$$

ქ. შარაშიძის ხელ. ნაგ. ნიშნ.  
 საბჭოთა მეცნიერებათა აკადემია

и, кроме того, если  $f(x)$  имеет на сегменте  $[a, b]$  непрерывную производную, 5°.  $W(x)$  является функцией с ограниченным изменением; 6°. и  $W(u) \in L_1$  и  $s_n$  и  $n$  подчинены добавочным условиям:  $n \log s_n = o(s_n^3)$  и ряд  $\sum_{n=0}^{\infty} \exp\{-\gamma n h_n^2\}$  сходится при любом  $\gamma > 0$ , то при  $n \rightarrow \infty$

$$P \left\{ \sqrt{nh_n} \max_{a < x < b} \left| \frac{T_n(x) - f(x)}{\sqrt{f(x)}} \right| \leq l_n + \frac{\lambda}{l_n} \right\} \rightarrow e^{-2e^{-\lambda}}, \quad (1)$$

где  $l_n$  — корень уравнения  $\frac{1}{s_n} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{l_n}^{\infty} \exp\left[-\frac{x^2}{2}\right] dx$

$$(l_n = O(\sqrt{\log s_n})), \quad \sigma = \left( \int W^2(u) du \right)^{1/2}.$$

Наша задача — выяснить, при каких условиях можно заменить  $T_n(x)$  в (1) с самой  $f_n(x)$ .

Пусть  $k(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{itx} W(x) dx \in L_1$ ,  $\varphi_n(t) = n^{-1} \sum_{j=1}^n \exp\{itX_j\}$  и

$\bar{\varphi}(t) = E \exp\{iX_1 t\}$ . Легко можно заметить, что

$$f_n(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-itx} k(th_n) \varphi_n(t) dt. \quad (2)$$

Теорема 2. Пусть  $f(x)$  удовлетворяет условиям теоремы 1. Если к условиям 1°—6° добавить, что  $t^2 k(t) \in L_1$  и  $s_n$  и  $n$  подчинены условиям:

$s_n (\log s_n)^3 = o(n)$ ,  $n \log s_n = o(s_n^3)$  и ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \exp[-\gamma n h_n^2] < \infty$  для любого  $\gamma > 0$ , то при  $n \rightarrow \infty$

$$P \left\{ \sqrt{nh_n} \max_{a < x < b} \left| \frac{f_n(x) - f(x)}{f^{1/2}(x)} \right| < \left( l_n + \frac{\lambda}{l_n} \right) \sigma \right\} \rightarrow e^{-2e^{-\lambda}}.$$

Доказательство. Положим

$$B_n = \sqrt{nh_n} l_n \left| \sup_{a < x < b} |f_n(x) - E f_n(x)| - \sup_{a < x < b} |T_n(x) - E T_n(x)| \right|.$$

Пользуясь представлением (2) оценки  $f_n(x)$ , получаем

$$E B_n^2 \leq \frac{1}{2\pi} n h_n l_n^2 \sup_{0 < x < 1/h_n} \int_{-\infty}^{\infty} \left| 1 - \exp\left(it \left(x h_n (b-a) - [x(b-a)] h_n - \right.\right.\right.$$



$$\left. - \frac{h_n}{2} \right) \left. \right|^2 \cdot |k(h_n \cdot t)| dt \int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{E} |\varphi_n(t) - \varphi(t)|^2 |k(h_n t)| dt, \quad (3)$$

где  $[a]$  обозначает целую часть  $a$ . Стсюда с помощью неравенства  $|e^{ix} - 1| < |x|$  и  $\mathbf{E} |\varphi_n(t) - \varphi(t)|^2 \leq \frac{4}{n}$  легко устанавливается, что

$$\mathbf{E} B_n^2 = O\left(\frac{\ln s_n}{s_n}\right). \quad (4)$$

С другой стороны, имеем

$$\sigma_n(x) - \sigma f^{1/2}(x) = O(h_n), \quad x \in \Delta_i. \quad (5)$$

Тогда из (4) и (5) следует, что

$$\sqrt{nh_n} l_n \max \left| \frac{f_n(x) - \mathbf{E} f_n(x)}{\sigma_n(x)} \right| - l_n^2 \text{ и}$$

$$\sqrt{nh_n} l_n \max_{a < x < b} \left| \frac{T_n(x) - \mathbf{E} T_n(x)}{\sigma_n(x)} \right| - l_n^2$$

имеют одинаковое предельное распределение при  $n \rightarrow \infty$ .

Далее, обозначим

$$\eta_n^{(1)} = \max_{a < x < b} \left| \frac{f_n(x) - \mathbf{E} f_n(x)}{\sigma_n(x)} \right|, \quad \eta_n^{(2)} = \max_{a < x < b} \left| \frac{f_n(x) - f(x)}{\sigma f^{1/2}} \right|$$

$$\eta_n = \eta_n^{(2)} - \eta_n^{(1)}.$$

и покажем, что  $\mathbf{P} \left\{ |\eta_n| \geq \frac{\varepsilon}{l_n \sqrt{nh_n}} \right\} \rightarrow 0$  ( $\varepsilon > 0$ ) при  $n \rightarrow \infty$ .

Действительно,

$$\left| \left| \frac{f_n(x) - \mathbf{E} f_n(x)}{\sigma_n(x)} \right| - \left| \frac{f_n(x) - f(x)}{\sigma f^{1/2}(x)} \right| \right| \leq \left| \frac{f(x) - \mathbf{E} f_n(x)}{\sigma_n(x)} \right| +$$

$$+ \left| \frac{f_n(x) - f(x)}{\sigma f^{1/2}(x)} \right|. \quad (6)$$

В силу теоремы 1 работы [4] легко видеть, что  $|f_n(x) - f(x)|$  ограничено равномерно с вероятностью единица относительно  $x$  и  $n$ . Далее, учитывая  $\mathbf{E} f_n(x) = f(x) + O(h_n)$ , из (6) получаем, что с вероятностью единица  $|\eta_n| \leq c \frac{1}{s_n}$ . С другой стороны, для достаточно больших  $n$  разность  $\varepsilon/l_n \sqrt{nh_n} - \frac{C}{s_n}$  положительна. Значит,  $\mathbf{P} \left\{ |\eta_n| \geq \frac{\varepsilon}{l_n \sqrt{nh_n}} \right\} \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ .

Наконец, утверждение теоремы следует из неравенства

$$\mathbf{P} \left\{ \eta_n^{(2)} \leq \left( l_n + \frac{\lambda}{l_n} \right) (nh_n)^{-1/2} \right\} \geq \mathbf{P} \left\{ \eta_n^{(1)} < \frac{l_n + \frac{\lambda - \varepsilon}{l_n}}{\sqrt{nh_n}} \right\} -$$

$$- \mathbf{P} \left\{ |\eta_n| \geq \frac{\varepsilon}{l_n \sqrt{nh_n}} \right\},$$

$$P \left\{ \eta_n^{(2)} \leq \left( l_n + \frac{\lambda}{l_n} \right) (nh_n)^{-1/2} \right\} \leq P \left\{ \eta_n^{(1)} < \left( l_n + \frac{\lambda + \varepsilon}{l_n} \right) (nh_n)^{-1/2} \right\} - \\ - P \left\{ |\eta_n| \geq \frac{\varepsilon}{l_n \sqrt{nh_n}} \right\}.$$

З а м е ч а н и я. а) Теоремы 1 и 2 дают возможность строить доверительные области с заданным коэффициентом доверия  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ , для оценки неизвестной плотности  $f(x)$  по данным выборки.

б) Теорема 2 обнаруживает, что порядок роста  $\xi_n = \sqrt{nh_n} \eta_n^{(2)}$  в точности характеризуется величиной  $l_n$ . В самом деле, из доказанной теоремы тотчас же следует, что для всякого  $\varepsilon > 0$  при  $n \rightarrow \infty$

$$P \left\{ \left| \frac{\xi_n}{l_n} - 1 \right| < \varepsilon \right\} \rightarrow 1.$$

Другими словами, величина  $\xi_n$  относительно устойчива по вероятности.

с) Аналогично можно установить предельное распределение максимального уклонения двух независимых непараметрических оценок типа (W) плотности вероятности  $f(x)$ .

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики

(Поступило 21.2.1974)

მათემატიკა

მ: ნადარაია

ბანაწილების სიმკვრივის არაპარამეტრულ შეფასებათა  
 მაქსიმალური გადახრის შესახებ

რეზიუმე

მოქმენილია (W) შეფასებათა თეორიული განაწილების სიმკვრივედან  
 მაქსიმალური გადახრის ზღვართი განაწილების კანონი.

MATHEMATICS

E. A. NADARAIA

ON THE MAXIMAL DEVIATION OF NON-PARAMETRIC  
 ESTIMATES OF PROBABILITY DENSITY

Summary

The rule of the limiting distribution of maximal deviation of (W) estimates from the theoretical distribution is found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Надарая. Сообщения АН ГССР, 59, № 1, 1970.
2. Э. А. Надарая. Аннотации докладов семинара ИПМ при ТГУ, № 6, 1972.
3. E. Schuster. Ann. Math. Statist., 40, 3, 1969.
4. Э. А. Надарая. Теория вероятностей и ее применения, 10, 1, 1965.



В. В. КВАРАЦХЕЛИЯ

ГАУССОВСКИЕ МЕРЫ В НЕКОТОРЫХ БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 7.2.1974)

1. Пусть  $X$  — вещественное банахово пространство с нормой  $\|\cdot\|$ ,  $X^N$  — тихоновское произведение счетной совокупности пространств  $X$  и

$$I_p(X) = \left\{ x = \{x_k\}, x_k \in X: \sum_{k=1}^{\infty} \|x_k\|^p < +\infty \right\}, \quad 1 \leq p < +\infty.$$

В настоящем сообщении находятся условия, необходимые и достаточные для того, чтобы заданная гауссовская мера в  $X^N$  была сосредоточена на  $I_p(X)$  для случая, когда  $X = I_s$  ( $1 \leq s < +\infty$ ). Эти условия можно интерпретировать как условия  $p$ -абсолютной сходимости почти наверное ряда, составленного из гауссовских случайных элементов со значениями в  $X$ . Полученные результаты можно также перефразировать как утверждение об общем виде характеристических функционалов всех гауссовских мер в банаховых пространствах  $I_p(I_s)$ . Для числового случая ( $X = R^1$ ) соответствующий результат был получен Н. Н. Вахания (см. [1]).

2. Топология в линейном пространстве  $X^N$  задается базой окрестностей нуля, состоящей из множества вида

$$O_{\varepsilon, n}(0) = \bigcap_{k=1}^n \{x = \{x_k\}, x_k \in X: \|x_k\| < \varepsilon\}, \quad \varepsilon > 0, \quad n \geq 1.$$

Измеримыми множествами в  $X^N$  будем называть множества, принадлежащие минимальной  $\sigma$ -алгебре, содержащей все борелевские цилиндрические множества.

В множество  $I_p(X) \subset X^N$  можно ввести норму:

$$\|x\|_{I_p(X)} = \left( \sum_{k=1}^{\infty} \|x_k\|^p \right)^{1/p},$$

относительно которой оно является банаховым пространством. Банахово пространство  $I_p(X)$  сепарабельно тогда и только тогда, когда сепарабельно  $X$ . В дальнейшем мы будем предполагать, что  $X$  сепарабельно.

Измеримыми в  $I_p(X)$  называются борелевские в сильной топологии множества. Нетрудно показать, что множество  $E$  в  $I_p(X)$  измеримо тогда

и только тогда, когда оно как множество в топологическом пространстве  $X^N$  измеримо там. В частности,  $l_p\{X\}$  измеримо в  $X^N$ . Далее, отсюда следует, что если  $\mu$  есть вероятностная мера в  $X^N$ , сосредоточенная на  $l_p\{X\}$  (т. е.  $\mu(l_p\{X\})=1$ ), то  $\mu$  есть вероятностная мера также и в  $l_p\{X\}$ . Обратно, каждую вероятностную меру в  $l_p\{X\}$  можно считать сужением на  $l_p\{X\}$  вероятностной меры  $\tilde{\mu}$  в  $X^N$ , полагая  $\tilde{\mu}(A) = \mu(A \cap l_p\{X\})$  для каждого измеримого  $A \subset X^N$ .

Укажем простое достаточное условие, при выполнении которого вероятностная мера  $\mu$  в  $X^N$  будет сосредоточена в  $l_p\{X\}$ .

Лемма 1. Если

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_X \|u\|^p \mu^{(k)}(du) < +\infty, \quad 1 \leq p < +\infty,$$

то  $\mu(l_p\{X\}) = 1$ .

$\mu$  с верхним индексом означает соответствующую проекцию вероятностной меры. Именно:

$$\mu^{(k)}(F) = \mu\{x, x \in X^N : x_k \in F\},$$

где  $x = (x_1, \dots, x_k, \dots)$ ,  $k \geq 1$ ,  $F$  — борелевское множество в пространстве  $X$ .

3. В соответствии с определением гауссовской вероятностной меры в общем локально-выпуклом линейном топологическом пространстве вероятностную меру в  $X^N$  назовем гауссовской, если все случайные величины  $f(x)$ ,  $f \in X^{N*}$  ( $X^{N*}$  — топологическое сопряженное пространство пространства  $X^N$ ) имеют гауссовские распределения на числовой оси. Это определение равносильно естественному требованию гауссовости всех проекций вероятностной меры  $\mu$ .

Аналогично определяется гауссовость меры в  $l_p\{X\}$  (пространство, сопряженное к  $l_q\{X^*\}$ , является  $l_q\{X^*\} \cdot \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ ).

Исходя из сказанного можно показать, что если  $\mu$  — гауссовская вероятностная мера в  $X^N$  и  $\mu(l_p\{X\})=1$ , то  $\mu$  будет гауссовской мерой и в  $l_p\{X\}$ . Обратно, если  $\mu$  — гауссовская мера в  $l_p\{X\}$ , то при рассмотрении ее как вероятностной меры в  $X^N$  она будет гауссовской и в  $X^N$ .

Таким образом, задача описания всех гауссовских вероятностных мер в  $l_p\{X\}$  сводится к нахождению необходимых и достаточных условий сосредоточенности гауссовских вероятностных мер из  $X^N$  в  $l_p\{X\}$ . Как уже отмечалось, в настоящей статье эта задача решается для случая  $X=l_s$ . В дальнейшем мы всегда будем предполагать, что  $1 \leq p, s < +\infty$ .

4. Известно, что в произвольном сепарабельном банаховом пространстве норма в любой положительной степени по гауссовской вероятностной мере интегрируема [2]. Используя этот факт и лемму 1, можно доказать следующий результат:

**Теорема 1.** Для того чтобы гауссовская вероятностная мера  $\mu$  в  $l_s^N$  была сосредоточена в  $l_p(l_s)$ , необходимо и достаточно выполнение следующих условий:

- а)  $\{m_i\} \in l_p(l_s)$
- б) 
$$\sum_{i=1}^{\infty} \left( \sum_{k=1}^{\infty} r_{kk}^{(i)s} \right)^{p/s} < +\infty,$$

где  $m_i$  — математическое ожидание, а  $R_i = \|r_{kj}^{(i)}\|$  — ковариационный оператор проекции  $\mu^{(i)}$  меры  $\mu$ ,  $i=1, 2, \dots$ .

5. Переформулируем предыдущую теорему, высказав ее как утверждение об общем виде характеристических функционалов всех гауссовских вероятностных мер в  $l_p(l_s)$ . Имея в виду результаты теоремы 1 и Н. Н. Вахания (см. [1], стр. 150—151), можно доказать следующую теорему:

**Теорема 2.** Характеристический функционал произвольной гауссовской вероятностной меры в пространстве  $l_p(l_s)$  имеет вид

$$\chi(f) = \exp \left\{ i \sum_{k=1}^{\infty} f_k(m_k) - \frac{1}{2} \sum_{k,j=1}^{\infty} (R_{kj} f_k, f_j) \right\}$$

$$f = \{f_k\} \in l_q(l_s),$$

где последовательность  $\{m_k\}$  и бесконечная симметрическая неотрицательно определенная матрица  $\|R_{kj}\| = \|\|r_{ij}^{(k)}\|\|$  удовлетворяют условиям а) и б) теоремы 1. Обратно, если эти условия выполнены, то указанное выражение представляет собой характеристический функционал некоторой (единственной) гауссовской вероятностной меры в  $l_p(l_s)$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.2.1974)

მათემატიკა

3. კვარაცხელია

ბაუსის ზომები ზომიერ ბანახის სივრცეებში

რეზიუმე

მოცემულია გაუსის ზომების სრული დახასიათება  $l_p(l_s)$  ( $1 \leq p, s < +\infty$ ) სივრცეებში კოვარიაციული ოპერატორების ენაზე.

V. V. KVARATSKHELIA

## GAUSSIAN MEASURES IN SOME BANACH SPACES

## Summary

Complete characterization of Gaussian measures on  $l_p\{l_s\}$  spaces is given in terms of covariance operators.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Вахания. Вероятностные распределения в линейных пространствах. Тбилиси, 1971.
2. А. В. Скороход. Теория вероятностей и ее применения, 15, № 3, 1970, 519—520.





Ю. ЛАЙТЕРЕР

О КОГЕРЕНТНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПУЧКАХ, НЕПРЕРЫВНЫХ  
 ВПЛОТЬ ДО ГРАНИЦЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 7.2.1974)

Пусть  $D \subset \subset \mathbb{C}^n$  — строго псевдовыпуклая область с гладкой границей. Обозначим через  $\bar{A}$  пучок ростков функций, непрерывных на  $\bar{D}$  и аналитических в  $D$ . В [1] доказана

Теорема 1. *Имеет место  $H^p(\bar{D}, \bar{A}) = 0$  для всех  $p > 0$ .*

В случае  $p = 1$ , этот результат усатновлен в [2], в работе [3] доказывается более сильная теорема. В связи с теоремой 1 следует назвать еще целый ряд работ, отметим только [4—9].

1. В настоящем сообщении получено обобщение теоремы 1 на случай любого когерентного пучка  $\bar{A}$ -модулей.

Определение. Пусть  $F$  — пучок модулей над пучком  $\bar{A}$ . Пучок  $F$  называется когерентным пучком  $\bar{A}$ -модулей, если для каждой точки  $z \in \bar{D}$  и любого целого  $m \geq 0$  существует относительно открытая окрестность  $U \subset \bar{D}$  точки  $z$ , над которой  $F$  допускает свободную резольвенту длины  $m$ :

$$\bar{A}^{pm} \mid U \rightarrow \dots \rightarrow \bar{A}^{p_0} \mid U \rightarrow F \mid U \rightarrow 0.$$

Аналогично теореме В Картана имеет место

Теорема  $\bar{B}$ . *Пусть  $F$  — когерентный пучок  $\bar{A}$ -модулей на  $\bar{D}$ . Тогда  $H^p(\bar{D}, F) = 0$  для всех  $p > 0$ .*

При доказательстве теоремы  $\bar{B}$  устанавливается следующее предложение, которое можно понимать как аналог теоремы А Картана:

Теорема  $\bar{A}$ . *Пусть  $F$  — когерентный пучок  $\bar{A}$ -модулей на  $\bar{D}$ . Тогда*

- (i) *существует конечное число сечений  $f_1, \dots, f_p$  пучка  $F$  над  $\bar{D}$ , которые порождают  $F$  на  $\bar{D}$ ;*
- (ii) *если  $g_1, \dots, g_q$  — сечения  $F$  над  $\bar{D}$ , которые его порождают на  $\bar{D}$ , и если  $f$  — произвольное сечение  $F$  над  $\bar{D}$ , то найдутся комплексные функции  $\varphi_1, \dots, \varphi_q$ , непрерывные на  $\bar{D}$  и аналитические в  $D$ , такие, что  $f = \sum \varphi_j f_j$  на  $\bar{D}$ .*

2. Теорема  $\bar{B}$  выводится из теоремы  $\bar{A}$  и теоремы 1 по схеме первой части доказательства теоремы 7.4.3 из [10]. Для доказательства тео-

ремы  $\bar{A}$  используем индуктивный процесс, предложенный А. Картаном в аналогичной аналитической ситуации (см. доказательство теоремы 7.2.1 из [10]). По существу в этой индуктивной схеме заменим только «аналитический» индукционный шаг новым «аналитическим и непрерывным вплоть до границы» индукционным шагом. Для этого решаем задачу типа леммы А. Картана для матриц-функций, непрерывных вплоть до границы. Так как возникающая матрица-функция имеет специальный вид

$$\begin{pmatrix} I_1 & 0 \\ F & I_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 & G \\ 0 & I_2 \end{pmatrix},$$

где  $I_1, I_2$  — единичные матрицы некоторых порядков, эту факторизационную задачу можно свести к двум задачам, одна из которых аддитивная, а другая — еще и мультипликативная, но уже чисто аналитическая. Аддитивную задачу решим с помощью теоремы 1 (для  $p=1$ ), а решение мультипликативной проблемы вытекает из теоремы Х. Граурта о том, что любое топологически тривиальное аналитическое расслоенное пространство над областью голоморфности является аналитически тривиальным.

3. Приведем одно приложение. Пусть  $E$  — банахово пространство и  $L(E)$  — алгебра линейных ограниченных операторов в  $E$ . Обозначим через  $\Phi(E)$  множество всех  $\Phi$ -операторов из  $L(E)$ , т. е. множество всех операторов  $T \in L(E)$ , для которых ядро  $\text{Ker } T$  конечномерно, а образ  $\text{Im } T$  является замкнутым подпространством конечной коразмерности.

**Теорема 2.** Пусть  $A$  — непрерывная на  $\bar{D}$  и аналитическая в  $D$  оператор-функция со значениями из  $\Phi(E)$ , для которой размерность ядра  $\dim \text{Ker } A(z)$  не зависит от  $z \in \bar{D}$ . Тогда существуют непрерывные на  $\bar{D}$  и аналитические в  $D$  оператор-функции  $P$  и  $R$ , все значения которых являются проекторами из  $L(E)$ , такие, что  $\text{Im } A(z) = \text{Im } P(z)$  и  $\text{Ker } A(z) = \text{Im } R(z)$  для всех  $z \in \bar{D}$ .

Эта теорема доказывается по схеме доказательства из работы [11] (где решается соответствующая аналитическая проблема) заменой теоремы В Картана выше сформулированной теоремой В.

**Следствие 1.** В предположениях теоремы 2 существует непрерывная на  $\bar{D}$  и аналитическая в  $D$  оператор-функция  $B$  со значениями из  $L(E)$ , такая, что

$$ABA = A \text{ на } \bar{D}.$$

ი. ლაიტერერი

კოჰერენტული, საზღვრამდე უწყვეტი ანალიზური  
კონების შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ  $D \subset \subset C^n$  მკაცრად ფსევდოკონვექსილი არეა და  $\bar{A}$  არის ფუნქცი-  
ების წინაზარდთა კონა, უწყვეტი  $\bar{D}$  არეში და ანალიზური  $D$ -ში. ნაშრომში  
მტკიცდება, რომ თუ  $F$  არის  $\bar{A}$ -მოდულების კოჰერენტული კონა, მაშინ  
 $H^p(\bar{D}, F) = 0$  ყველა დადებითი  $p$ -სათვის.

MATHEMATICS

J. LEITERER

ON COHERENT ANALYTIC SHEAVES WHICH ARE CONTINUOUS  
ON THE BOUNDARY

Summary

Let  $D \subset \subset C^n$  be a strictly pseudoconvex domain and  $\bar{A}$  be the sheaf  
of germs of functions continuous on  $\bar{D}$  and analytic in  $D$ . The main result  
is the following: Let  $F$  be a coherent sheaf of  $\bar{A}$ -modules. Then  $H^p(\bar{D}, F) =$   
 $= 0$  for all  $p > 0$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Lieb. Math. Ann. 190, 6—44, 1970; Math. Ann. 199, 1972, 241—256.
2. N. Kerzman. Comm. Pure Appl. Math., 24, 1971, 301—379.
3. П. Л. Поляков. Матем. сб., т. 88, вып. 2, 1972, 238—255.
4. Г. М. Хенкин. Матем. сб., т. 78, вып. 4, 1969, 611—632.
5. H. Grauert, I. Lieb. Rice Univ. Studies, 56, 2, 1970, 29—50.
6. Г. М. Хенкин. Матем. сб., т. 82, вып. 2, 1970, 300—308.
7. N. Kerzman, A. Nagel. J. Funct. Anal., 7, 1971, 212—215.
8. N. Øvrelid. Math. Scand., 28, 1971.
9. А. В. Романов, Г. М. Хенкин. Изв. АН СССР, сер. матем., т. 35, 1971,  
1171—1183.
10. Л. Хермандер. Введение в теорию функций нескольких комплексных пере-  
менных. М., 1968.
11. М. А. Шубин. Матем. иссл. (Кишинев), т. 5, вып. 4, 1970, 153—165.



МАТЕМАТИКА

Т. Л. ШЕРВАШИДZE

О НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИКАХ, СВЯЗАННЫХ С  
 ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ ПЛОТНОСТИ  
 РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 28.1.1974)

Пусть  $f(x; t)$ , где  $x \in R^k$ , а параметр  $t \in T \subset R^m$ , является плотностью распределения и случайный вектор  $X$  имеет плотность  $f(x) = f(x; \theta)$ , причем  $\theta$  принадлежит  $T$  вместе с окрестностью  $U_\theta$ . Подставив в  $f(x; \theta)$  вместо  $\theta$  ее оценку  $\hat{\theta}$  по выборке  $X_j, j = \overline{1, n}$ , из  $X$ , получим оценку  $f(x; \hat{\theta}) = \hat{f}(x)$  плотности  $f(x)$ .

Рассмотрим статистику

$$\Phi(\hat{\theta}; \omega) = n \int [\hat{f}(x) - f(x)]^2 \omega(x) dx, \quad (1)$$

где  $\omega(x) = \omega(x; \theta)$  и  $\omega(x; t), t \in U_\theta$  — семейство неотрицательных функций от  $x$ .

Пусть запись  $u(x) \in L^2(\omega)$  для функции  $u(x)$  означает, что  $u^2(x) \omega(x) \in L$ . Обозначим  $a_i(x; t) = \frac{\partial f(x; t)}{\partial t_i}, i = \overline{1, m}, A_\omega = \left\| \int a_i(x; \theta) a_j(x; \theta) \omega(x) dx \right\|, i, j = \overline{1, m}, N(a; C)$  невырожденное нормальное распределение со средним  $a$  и ковариационной матрицей  $C, n(x|a, C)$  — соответствующую плотность, а  $G_m(x)$  — функцию распределения  $\chi^2$  с  $m$  степенями свободы.

Теорема 1. Если

1° почти всюду по  $x |a_i(x; t)| \leq g(x) \in L^2(\omega)$  при  $t \in U_\theta$  и  $a_i(x; t)$  непрерывна по  $t$  в  $U_\theta, i = \overline{1, m},$

2° распределение случайного вектора  $\sqrt{n}(\hat{\theta} - \theta)$  при  $n \rightarrow \infty$  слабо сходится к  $N(0, K),$  то предельное распределение (1) задается соотношением

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P \{ \Phi(\hat{\theta}; \omega) < u \} = F(u),$$

где  $F(u)$  — функция распределения неотрицательно определенной квадратичной формы с матрицей  $A_\omega$  от компонент случайного вектора с распределением  $N(0, K).$

Доказательство следует из формулы Лагранжа, теоремы о мажорированной сходимости интегралов Лебега и свойств эквивалентных по

(<sup>1</sup>) Все интегралы берутся по  $R^k.$

вероятности последовательностей случайных величин. При  $\omega(x; t) \equiv 1$  теорема несколько обобщает результат автора [1] о распределении статистики  $\Phi(\widehat{\theta}) = \Phi(\widehat{\theta}; 1)$ .

Нетрудно видеть, что для статистики

$$\psi(\widehat{\theta}) = n \int [\widehat{f}(x) - f(x)]^2 [f(x)]^{-1} dx, \quad (2)$$

напоминающей по виду статистику  $\chi^2$  К. Пирсона, при специально подобранном  $\widehat{\theta}$  имеет место следующее

Следствие. В условиях теоремы 1 при  $\omega(x; t) = [f(x; t)]^{-1}$  и  $K = A_1^{-1}/f$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\{\psi(\widehat{\theta}) < u\} = G_m(u).$$

Рассмотрим теперь независимые выборки  $X_j^{(i)}$ ,  $j = \overline{1, n_i}$ ,  $i = \overline{1, s}$ , из  $X$ , на основании которых построим оценки  $\widehat{\theta}_i$  параметра  $\theta$  и соответствующие оценки  $\widehat{f}_i(x) = f(x; \widehat{\theta}_i)$  плотности  $f(x)$ ,  $i = \overline{1, s}$ . Обозначим  $m_s = \min_i n_i$ ,  $n = \sum_{i=1}^s n_i$ ,  $\bar{f}(x) = n^{-1} \sum_{i=1}^s n_i \widehat{f}_i(x)$  и  $\bar{\omega}(x) = n \left\{ \sum_{i=1}^s n_i [\omega(x; \widehat{\theta}_i)]^{-1} \right\}^{-1}$ .

Очевидно, что предельное при  $m_s \rightarrow \infty$  распределение статистики

$$\sum_{i=1}^s \Phi(\widehat{\theta}_i; \omega) \text{ равно } [F(u)]^{s*} \text{ (} s* \text{ означает } s\text{-кратную свертку).}$$

Как утверждает теорема 2, замена  $f(x)$  и  $\omega(x)$  на  $\bar{f}(x)$  и  $\bar{\omega}(x)$  в последней статистике как бы „понижает степень свободы“ предельного распределения.

Теорема 2. Если почти всюду по  $x$   $\frac{\omega(x; t)}{\omega(x)} \leq \omega_0(x)$  при  $t \in U_\theta$  и выполнены условие 1° с функцией  $\omega(x)\omega_0(x)$  вместо  $\omega(x)$  и условие 2° для каждого вектора  $\widehat{\theta}_i$ , то для статистики

$$\Phi(\widehat{\theta}_1, \dots, \widehat{\theta}_s; \omega) = \sum_{i=1}^s n_i \int [\widehat{f}_i(x) - \bar{f}(x)]^2 \bar{\omega}(x) dx \quad (3)$$

имеет место соотношение

$$\lim_{m_s \rightarrow \infty} P\{\Phi(\widehat{\theta}_1, \dots, \widehat{\theta}_s; \omega) < u\} = [F(u)]^{(s-1)*}.$$

Доказательство теоремы 2 исходит из соотношения

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^s n_i [\widehat{f}_i(x) - \bar{f}(x)]^2 &= \sum_{i=1}^s [V n_i (\widehat{f}_i(x) - f(x))]^2 - \\ &- \left[ \sum_{i=1}^s \sqrt{\frac{n_i}{n}} V n_i (\widehat{f}_i(x) - f(x)) \right]^2 \end{aligned}$$

и вместе с упомянутыми в связи с теоремой 1 средствами использует метод характеристических функций. Отметим также, что в условиях теоремы 2  $\frac{\bar{w}(x)}{w(x)}$  при  $\hat{\theta}_i \in u_0$ ,  $i = \overline{1, m}$ , не превосходит  $w_0(x)$  и по вероятности сходится к 1.

При  $s=2$  и  $w(x; t) \equiv 1$  (3) сводится к статистике

$$\Phi(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} \int [\hat{f}_1(x) - \hat{f}_2(x)]^2 dx, \quad (4)$$

предельное распределение которой в условиях теоремы 2 совпадает с предельным распределением  $\Phi(\hat{\theta})$ , [1].

Для взаимного сравнения оценок  $\hat{f}_i(x)$  удобна статистика

$$\Psi(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_s) = \sum_{i=1}^s n_i \int [\hat{f}_i(x) - \bar{f}(x)]^2 [\bar{f}(x)]^{-1} dx. \quad (5)$$

Следствие. Если выполнены условия теоремы 2 при  $w(x; t) = [f(x; t)]^{-1}$  и  $K = A_{1/j}^{-1}$ , то

$$\lim_{m_s \rightarrow \infty} P\{\Psi(\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_s) < u\} = G_{(s-1)m}(u).$$

В случае нормальной плотности  $n(x|a, C)$ , параметры которой оцениваются выборочными средним значением  $\hat{a}$  и ковариационной матрицей  $\hat{C}$ , статистики (1) и (3) при  $w(x; t) \equiv 1$  изучались в работах [2-5]. Что касается (2), то из известных свойств  $\hat{a}$  и  $\hat{C}$  вытекает, что предельное при  $n \rightarrow \infty$  распределение статистики

$$\Psi(\hat{a}, \hat{C}) = \int [n(x|\hat{a}, \hat{C}) - n(x|a, C)]^2 [n(x|a, C)]^{-1} dx$$

равно  $G_{\frac{k(k+3)}{2}}(u)$ .

Если матрица  $2I - \hat{C}\hat{C}^{-1}$  положительно определена, вероятность чего сколь угодно близка к 1, то

$$\Psi(\hat{a}, \hat{C}) = n \left\{ |\hat{C}\hat{C}^{-1}(2I - \hat{C}\hat{C}^{-1})|^{-1/2} \exp [(\hat{a} - a)' \hat{C}^{-1} [2(2I - \hat{C}\hat{C}^{-1})^{-1} - I](\hat{a} - a) - 1] \right\}. \quad (6)$$

В частности, при  $k=1$ ,  $\hat{c} < 2c$ , где  $c = \sigma^2$ ,

$$\Psi(\hat{a}, \hat{c}) = n \left\{ \left[ \frac{\hat{c}}{c} \left( 2 - \frac{\hat{c}}{c} \right) \right]^{-1/2} \exp \left[ \frac{(\hat{a} - a)^2}{c \left( 2 - \frac{\hat{c}}{c} \right)} \right] - 1 \right\}.$$

Статистики (1-6) могут служить для построения критериев согласия и однородности.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

(Поступило 1.2.1974)



თ. შერვაშიძე

განაწილების სიმკვრივის პარამეტრულ შეფასებასთან  
დაკავშირებული ზოგიერთი სტატისტიკის შესახებ

რეზიუმე

(1)—(5) სტატისტიკებისათვის მიღებულია ზღვართი განაწილება. ნორ-  
მალური სიმკვრივის შემთხვევაში (2) უდრის (6)-ს.

MATHEMATICS

T. L. SHERVASHIDZE

ON SOME STATISTICS CONNECTED WITH THE PARAMETRIC  
ESTIMATOR OF THE DENSITY FUNCTION

Summary

Limit distributions are obtained for the statistics (1)—(5). In the  
case of normal density (2) is equal to (6).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Л. Шервашидзе. Труды ИПМ ТГУ, II, 1969.
2. Г. М. Мания. Теория вероят. и ее примен., XIV, 2, 1969.
3. Г. М. Мания. Сообщения АН ГССР, 47, № 2, 1967.
4. Г. М. Мания. Сообщения АН ГССР, 67, № 2, 1972.
5. Т. Л. Шервашидзе. Труды ИПМ ТГУ, I, 1969.



О. А. ГЛОНТИ

О ФИЛЬТРАЦИИ ОДНОГО КЛАССА УСЛОВНО-ГАУССОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 30.1.1974)

Пусть частично наблюдаемый случайный процесс  $(\theta, \xi) = (\theta(x, t), \xi(t))$ ,  $0 \leq t \leq T$ ,  $x \in D \subset R^n$ , заданный на вероятностном пространстве  $(\Omega, F, P)$  с функциональным фазовым пространством для ненаблюдаемой компоненты  $\theta$ , подчиняется внутри ограниченной области  $R = D \times [0, T]$  из  $R^{n+1}$  следующей системе стохастических интегро-дифференциальных уравнений с частными производными:

$$d\theta(x, t) = [L\theta(x, t) + \int k(y, x, t; \xi) \theta(y, t) dy] dt + \sigma_1(x, t; \xi) d\omega_1(t) + \sigma_2(x, t; \xi) d\omega_2, \quad (1)$$

$$d\xi(t) = \left[ \int H(x, t; \xi) \theta(x, t) dx \right] dt + B(t; \xi) d\omega_2(t) \quad (2)$$

$$\left( L = \sum_{i,j}^n a_{ij}(x, t) D_i D_j + \sum_i^n b_i(x, t) D_i, \quad D_i = \frac{\partial}{\partial x_i} \right);$$

$\omega_1$  и  $\omega_2$  — независимые между собой винеровские процессы; для любого  $x$  случайная величина  $(\theta(x, 0), \xi(0))$  предполагается независимой от  $\omega_1$  и  $\omega_2$  с начальным условием  $(A)\theta(x, 0) = \Phi(x)$ , где  $\Phi(x)$  является гауссовской при условии  $\xi_0$ , т. е. предполагается, что для любого конечного множества аргументов  $\{x_\alpha, \alpha = 1, \dots, k\}$  априорное совместное распределение

$$P\{\theta(x_1, 0) \leq \theta_1, \dots, \theta(x_k, 0) \leq \theta_k | \xi_0\} = P\{\Phi(x_1) \leq \theta_1, \dots, \Phi(x_k) \leq \theta_k | \xi_0\}$$

является нормальным, и граничным условием  $(B) L\theta(x, t) \rightarrow 0$  при  $x \rightarrow \partial D$  ( $\partial D$  — граница  $D$ ),  $0 \leq t \leq T$ .

Пусть выполняются следующие предположения:

1) Граница  $\partial D$  имеет локальное представление с непрерывной по Гельдеру четвертой производной.

2) На  $\bar{R}$  ( $\bar{R}$  — замыкание  $R = D \times [0, T]$ ) коэффициенты  $L$  ограничены и непрерывны по Гельдеру вместе с их первыми двумя производными по  $x_i$ .

3) Существует действительное число  $k$ ,  $0 < k < \infty$ , такое, что

$$\sum_{i,j}^n a_{ij}(x, t) \eta_i \eta_j \geq k \sum_i^n \eta_i^2 \text{ для любого вектора } \eta.$$



4) Каждый из функционалов  $\sigma_1(\cdot, t; \xi)$ ,  $\sigma_2(\cdot, t; \xi)$ ,  $k(\cdot, \cdot, t; \xi)$ ,  $H(\cdot, t; \xi)$ ,  $B(t; \xi)$  предполагается неупреждающим относительно случайного процесса  $\xi = (\xi(t))$ ,  $t \geq 0$ .

Пусть для каждого  $u \in C^1$  ( $C^1$ —пространство непрерывных на  $[0, T]$  функций со значениями из  $R^1$ ).

5) Коэффициенты  $\sigma_1(x, t; u)$  и  $\sigma_2(x, t; u)$  и их первые четыре производные по компоненте  $x$  непрерывны по Гёльдеру на  $\bar{R}$ .

6)  $\sigma_i(x, t; u)$ ,  $L\sigma_i(x, t; u)$ ,  $i=1, 2$ , стремятся к нулю при  $x \rightarrow \partial D$  в  $\bar{R}$ .

7) Ядро  $k(y, x, t; u)$  ограничено, измеримо и непрерывно по Гёльдеру по  $x, t$  на  $\bar{R}$  равномерно по  $y$ .

8)  $H(x, t; u)$ —векторнозначная функция, которая определена и непрерывна по Гёльдеру на  $\bar{R}$ .

9) Матрица  $B(t; u)$  непрерывна на  $[0, T]$ ,  $B(t; u)B'(t; u) = \Sigma_t$  положительно определена.

$$10) P \left[ \int_0^T \int H(x, t; u) \theta(x, t) dx \right]^2 dt < \infty = 1.$$

11) Для любого  $u_1, u_2 \in C^1$  и любого из элементов  $g(t; u)$  матрицы  $B(t; u)$

$$|g(t; u_1) - g(t; u_2)|^2 \leq L_1 \int_0^t |u_1(s) - u_2(s)|^2 dK(s) + L_2 |u_1(t) - u_2(t)|^2,$$

$$g^2(t; u) \leq L_1 \int_0^t (1 + |u(s)|^2) dK(s) + L_2 (1 + |u(t)|^2),$$

где  $K(s)$ —неубывающая непрерывная справа функция с  $0 \leq K(s) \leq 1$ ,  $L_1, L_2$ —константы, а  $|u(s)|^2 = u_1^2(s) + \dots + u_l^2(s)$ .

12)  $\theta(x, 0)$  имеет непрерывную по Гёльдеру вторую производную,  $\theta(x, 0)$  и  $L\theta(x, 0) \rightarrow 0$  при  $x \rightarrow \partial D$ .

Справедлива.

**Теорема 1.** Пусть выполнены условия 1)–12). Тогда случайный процесс  $(\theta, \xi) = (\theta(x, t), \xi(t))$ ,  $x \in D$ ,  $0 \leq t \leq T$ , удовлетворяющий системе (1), (2), (A), (B), является условно-гауссовским, т. е. для любых  $0 = t_0 < < t_1 < \dots < t_n < t$  и любого конечного множества аргументов  $\{x_\alpha, \alpha = 1, \dots, k\}$  апостериорное совместное распределение

$$F_{\xi_t}^{\theta}(\theta_0^{(1)}, \dots, \theta_0^{(k)}; \dots; \theta_n^{(1)}, \dots, \theta_n^{(k)}) = P\{\theta(x_1, t_0) \leq$$

$$\leq \theta_0^{(1)}, \dots, \theta(x_k, t_0) \leq \theta_0^{(k)}; \dots; \theta(x_1, t_n) \leq \theta_n^{(1)}, \dots, \theta(x_k, t_n) \leq \theta_n^{(k)} | F_t^{\xi}\}$$

является ( $P$ -п. н.) гауссовским ( $F_t^{\xi} = \sigma\{\omega : \xi(s, \omega), s \leq t\}$ ).



Следующая теорема посвящается уравнениям нелинейной фильтрации.

**Теорема 2.** В условиях теоремы 1  $m(x, t) = M[\theta(x, t) | F_t^\xi]$  и

$$\Gamma(x, y, t) = M[\theta(x, t) - m(x, t)]' [\theta(y, t) - m(y, t)] | F_t^\xi$$

удовлетворяют следующей системе стохастических уравнений:

$$dm(x, t) = \left( Lm(x, t) + \int k(y, x, t; \xi) m(y, t) dy \right) dt + \left( \sigma_2(x, t; \xi) B(t; \xi) + \right. \\ \left. + \int H(y, t; \xi) \Gamma(y, x, t) dy \right) \Sigma_t^{-1} \left\{ d\xi(t) - \right. \\ \left. - \left( \int H(y, t; \xi) m(y, t) dy \right) dt \right\}, \quad (3)$$

$$\Gamma_t(x, y, t) = [L_x + L_y] \Gamma(x, y, t) + \int k(y, z, t; \xi) \Gamma(x, z, t) dz + \\ + \int k(z, x, t; \xi) \Gamma(z, y, t) dz + (\sigma_1(x, t; \xi) \sigma_1(y, t; \xi) + \sigma_2(x, t; \xi) \sigma_2(y, t; \xi) - \\ - \left[ \sigma_2(x, t; \xi) B(t; \xi) + \int H(z, t; \xi) \Gamma(x, z, t) dz \right]' \Sigma_t^{-1} \times \\ \times \left[ \sigma_2(y, t; \xi) B(t; \xi) + \int H(z, t; \xi) \Gamma(z, y, t) dz \right] \quad (4)$$

с начальными условиями (C)  $m(x, 0)$ ,  $\Gamma(x, y, 0)$  и граничными условиями (D) с вероятностью 1  $m(x, t)$  и  $Lm(x, t) \rightarrow 0$  при  $x \rightarrow \partial D$ ;  $\Gamma(x, y, t)$ ,  $L_x \Gamma(x, y, t)$  и  $L_y \Gamma(x, y, t) \rightarrow 0$  при  $x$  или  $y \rightarrow \partial D$  ( $L_x$  означает операцию  $L$ , действующую на  $\Gamma(x, y, t)$  как на функцию от  $x$ ).

**Пример.** Пусть частично наблюдаемый процесс  $(\theta, \xi)$ ,  $t > 0$  управляется следующими уравнениями:

$$d\theta(x, t) \equiv 0, \text{ т. е. } \theta(x, t) \equiv \theta(x),$$

$$d\xi(t) = \left( \int H(x, t; \xi) \theta(x) dx \right) dt + B(t; \xi) d\omega(t), \quad \xi_0,$$

где  $x \in D \subset R^1$ ,  $B > 0$ .

Тогда из (3), (4) получим

$$m(x, t) = \frac{m(x, 0) + \int_0^t \frac{1}{B^2(s; \xi)} \left( \int \Gamma(x, z, 0) H(z, s; \xi) dz \right) d\xi(s)}{1 + \int_0^t \frac{1}{B^2(s; \xi)} \left( \iint \Gamma(z, u, 0) H(z, s; \xi) H(u, s; \xi) dz du \right) ds},$$

$$\Gamma(x, y, t) = \frac{\Gamma(x, y, 0)}{1 + \int_0^t \frac{1}{B^2(s; \xi)} \left( \iint \Gamma(z, u, 0) H(z, s; \xi) H(u, s; \xi) dz du \right) ds}$$

В заключение заметим, что результаты теорем 1 и 2 получены нами в основном методами, развитыми Р. Ш. Липцером, А. Н. Ширяевым [1, 2] и Г. Дж. Кушнером [3, 4].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

(Поступило 1.2.1974)

მათემატიკა

ო. ლონტი

პირობით გაუსის შემთხვევითი პროცესის ერთი  
 კლასის ფილტრაციისათვის

რეზიუმე

პირობით გაუსის შემთხვევითი პროცესისათვის, რომელიც უშვებს (1), (2), (A), (B) წარმოდგენას, მიღებულია არაწრფივი ფილტრაციის განტოლებები (3), (4), (C), (D).

MATHEMATICS

O. A. GLONTI

## ON THE FILTERING OF A CLASS OF CONDITIONAL GAUSSIAN STOCHASTIC PROCESSES

Summary

The equations (3), (4), (C), (D) for nonlinear filtering of conditional gaussian stochastic processes which have the representation (1), (2), (A), (B) are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Труды МИАН СССР, т. 104, 1968, 135—180.
2. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов (нелинейная фильтрация и смежные вопросы). М., 1974.
3. Н. J. Kushner. SIAM J. Control, 6, 4, 1968, 596—614.
4. Н. J. Kushner. SIAM J. Control, 8, 3, 1970, 346—359.



Н. Л. ПАЧУЛИА

ОБ ОДНОМ СВОЙСТВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 28.1.1974)

В данной статье приводятся теоремы, утверждающие, что преобразование Фурье  $c_f$  функции  $f$  принадлежит  $L_s (s \geq 1)$ , причем рассматриваются как простые, так и двойные интегралы Фурье.

Пусть функция  $f \in L(R_1)$ ,  $R_1 = (-\infty, \infty)$  и

$$\int_{R_1} c_f(u) e^{iux} du \tag{1}$$

— ее интеграл Фурье, где

$$c_f(u) = \frac{1}{2\pi} \int_{R_1} f(y) e^{-iyu} dy.$$

Положим

$$\Delta_u^{(k)}(f; x) = \sum_{\mu=0}^k (-1)^\mu c_k^\mu f[x + (k - 2\mu)u],$$

$$\omega_r^{(k)}(R_1, \delta) = \sup_{|u| < \delta} \|\Delta_u^{(k)}(f; x)\|_{L_r(R_1)}.$$

Будем обозначать через  $p$  и  $p_1$  взаимно сопряженные числа, т. е. такие, что  $1/p + 1/p_1 = 1$ .

Справедливы следующие теоремы:

Теорема 1. Пусть  $f \in L_q(R_1) \cap L_p(R_1)$ ,  $1 \leq q < p \leq 2$ . Если  $s \in [1, q_1/p_1]$ ,  $\alpha \in (1/ps, 1]$ ,

$$\left\{ \frac{1}{t} \int_0^t \left| \frac{\Delta_u^{(k)}(f; x)}{u^\alpha} \right|^p du \right\}^{1/p} \leq F(x) \tag{2}$$

и  $F \in L_q(R_1) \cap L_p(R_1)$ , то  $c_f \in L_s(R_1)$ .

Теорема 2. Пусть  $f \in L_p(R_1)$ ,  $p \in (1, 2]$ . Если

$$\int_1^\infty \frac{\omega_p^{(k)}\left(R_1; \frac{\pi}{t}\right)}{p\sqrt{t}} dt < \infty,$$

то  $c_f \in L(R_1)$ .



Заметим, что если условия теоремы 1 выполнены при  $q = 1$ , то  $c_j \in L_s(R_1)$ ,  $\forall s \geq 1$ . Далее, если  $f, F \in L_p(R_1)$ ,  $p \in (1, 2]$ ,  $\alpha \in (1/p, 1]$  то  $c_j \in L(R_1)$ , что означает абсолютную сходимость интеграла (1).

Пусть дана функция  $f \in L(R_2)$ ,  $R_2 = (-\infty, \infty; -\infty, \infty)$  и

$$\iint_{R_2} c_j(t, \tau) e^{i(xt+y\tau)} dt d\tau \quad (4)$$

— ее интеграл Фурье, где

$$c_j(t, \tau) = \frac{1}{4\pi^2} \iint_{R_2} f(x, y) e^{-i(xt+y\tau)} dx dy.$$

Положим

$$\Delta_u^{(k)}(f; x, y) = \sum_{\mu=0}^k (-1)^\mu c_k^\mu f[x + (k - 2\mu)u, y],$$

$$\Delta_v^{(l)}(f; x, y) = \sum_{\nu=0}^l (-1)^\nu c_l^\nu f[x, y + (l - 2\nu)v],$$

$$\Delta_{u,v}^{(k,l)}(f; x, y) = \Delta_u^{(k)}[\Delta_v^{(l)}(f; x, y)],$$

$$\omega_r^{(k,l)}(R_2; \delta_1, \delta_2) = \sup_{\substack{|u| < \delta_1 \\ |v| < \delta_2}} \|\Delta_{u,v}^{(k,l)}(f; x, y)\|_{L_r(R_2)},$$

$$\omega_r^{(k)}(R_2, \delta_1) = \sup_{|u| < \delta_1} \|\Delta_u^{(k)}(f; x, y)\|_{L_r(R_2)},$$

$$\omega_r^{(l)}(R_2, \delta_2) = \sup_{|v| < \delta_2} \|\Delta_v^{(l)}(f; x, y)\|_{L_r(R_2)}.$$

Вышеприведенные результаты можно обобщить на случай двойных интегралов Фурье следующим образом:

Теорема 3. Пусть  $f \in L_q(R_2) \cap L_p(R_2)$ ,  $1 \leq q < p \leq 2$ . Если  $s \in [1, q_1/p_1]$ ,  $\alpha_i \in (1/ps, 1]$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ ,

$$\left\{ \frac{1}{t\tau} \iint_0^\tau \left| \frac{\Delta_{u,v}^{(k,l)}(f; x, y)}{u^{\alpha_1} v^{\alpha_2}} \right|^p du dv \right\}^{1/p} \leq F_1(x, y),$$

$$\left\{ \frac{1}{t} \int_0^t \left| \frac{\Delta_u^{(k)}(f; x, y)}{u^{\alpha_3}} \right|^p du \right\}^{1/p} \leq F_2(x, y),$$

$$\left\{ \frac{1}{\tau} \int_0^\tau \left| \frac{\Delta_v^{(l)}(f; x, y)}{v^{\alpha_4}} \right|^p dv \right\}^{1/p} \leq F_3(x, y),$$

и  $F_j \in L_q(R_2) \cap L_p(R_2)$ , то  $c_j \in L_s(R_2)$ .

Теорема 4. Пусть  $f \in L_p(R_2)$ ,  $p \in (1, 2]$ . Если

$$\int_1^\infty \int_1^\infty \frac{\omega_p^{(k,l)} \left( R_2; \frac{\pi}{t}, \frac{\pi}{\tau} \right) dt d\tau}{\rho_1 \sqrt{t\tau}} < \infty, \quad (5)$$

$$\int_1^\infty \frac{\omega_p^{(k)} \left( R_2; \frac{\pi}{t} \right) dt}{\rho_1 \sqrt{t}} < \infty, \quad (6)$$

$$\int_1^\infty \frac{\omega_p^{(l)} \left( R_2; \frac{\pi}{\tau} \right) d\tau}{\rho_1 \sqrt{\tau}} < \infty, \quad (7)$$

то  $c_f \in L(R_2)$ .

Замечания, сделанные нами выше для теоремы 1, сохраняют силу и для теоремы 3. Отметим, что теорема 4 при  $p=2$ , была получена О. Д. Габисония в работе [1], только заменой  $\omega_p^{(k,l)}$ ,  $\omega_p^{(k)}$ ,  $\omega_p^{(l)}$  в интегралах (5)–(7) на интегральные модули соответствующих переменных.

Сухумский государственный  
педагогический институт

(Поступило 1.2.1974)

მათემატიკა

ბ. შახუღია

ფუნქციის ბარდაქმნის ერთი თვისების შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები, რომლებიც ამტკიცებენ, რომ  $f$  ფუნქციის ფურიეს გარდაქმნა  $c_f$  აკმაყოფილებს პირობას:  $c_f \in L_s(R_1)$ ,  $s \geq 1$ .

MATHEMATICS

N. L. PACHULIA

## ON ONE PROPERTY OF THE FOURIER TRANSFORMATION

### Summary

The paper presents theorems which assert that the Fourier transformation  $c_f$  of the function  $f$  satisfies the condition  $c_f \in L_s(R_1)$ ,  $s \geq 1$ .

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Д. Габисония. Сообщения АН СССР, 21, № 1, 1966, 171—174.



Г. И. ЮРКИН

О ПОВЕРХНОСТНОЙ МЕРЕ МНОЖЕСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 4.2.1974)

В настоящей статье рассматривается поверхностная мера множеств, лежащих на поверхностях, не являющихся непрерывными. Поверхности эти определяются следующим образом.

Определение 1. Функцию двух действительных переменных  $z = \omega(x, y)$ , определенную на интервале  $J_0 = \mathcal{E} \{a_1 \leq x \leq b_1; a_2 \leq y \leq b_2\}$ ,  $(x, y)$

будем называть  $L$ -непрерывной на этом интервале, если для любого положительного числа  $\varepsilon$  можно указать конечную или счетную систему открытых множеств  $\{G_i\}$ , сумма диаметров которых меньше, чем  $\varepsilon$ , и на множестве  $J_0 - \sum_i G_i$  функция  $\omega(x, y)$  непрерывна.

Множество точек  $\mathcal{E} \{(x, y) \in J_0; z = \omega(x, y)\}$ , где  $z = \omega(x, y)$  является  $L$ -непрерывный, будем называть  $L$ -непрерывной поверхностью и обозначать через  $\omega(J_0)$ .

Определение 2. Будем говорить, что последовательность функций  $\{\omega_n(x, y)\}$ , определенных на интервале  $J_0$ ,  $L$ -равномерно сходится на этом интервале к функции  $\omega(x, y)$ , если для любого  $\varepsilon > 0$  можно указать такое  $n_0$ , что для каждого  $n \geq n_0$  существует конечная или счетная система множеств  $\{H_i\}$ , сумма диаметров которых меньше, чем  $\varepsilon$ , и на множестве  $J_0 - \sum_i H_i$  выполняется неравенство  $|\omega(x, y) - \omega_n(x, y)| < \varepsilon$ .

Определение 3. Площадь  $L$ -непрерывной поверхности  $\omega(J_0)$  будем называть  $\liminf_{n \rightarrow \infty} |P_n(J_0)|$  для всевозможных последовательностей полиэдральных поверхностей  $\{P_n(J_0)\}$ ,  $L$ -равномерно сходящихся к поверхности  $\omega(J_0)$ .

Здесь через  $|P_n(J_0)|$  обозначена площадь полиэдральной поверхности в элементарно-геометрическом смысле. Площадь  $L$ -непрерывной поверхности обозначается через  $L[\omega(J_0)]$ .

Пусть  $J \subset J_0$  — произвольный интеграл. Часть поверхности  $\omega(J_0)$  соответствующую интервалу  $J$ , будем называть криволинейным интервалом, а площадь этой части поверхности будем называть площадью криволинейного интервала и обозначать через  $L[\omega(J)]$ .

Пусть теперь  $E$  — произвольное множество, лежащее на поверхности  $\omega(J_0)$ . Обозначим через  $\underline{E}$  ортогональную проекцию этого множества на плоскость  $XOY$ . Далее пусть  $\{J_i\}$  — Любая конечная или

счетная система интервалов, покрывающая множество  $\underline{E}$ . Тогда нижнюю грань множества чисел вида  $\sum L[\omega(J_i)]$  будем называть внешней поверхностной мерой множества  $E$  относительно поверхности  $\omega(J_0)$  и обозначать через  $\sigma_{\omega}^*(E)$ .

Доказано, что определенная таким образом внешняя мера  $\sigma_{\omega}^*(E)$  удовлетворяет пяти условиям Каратеодори, характеризующим внешние меры множеств ([1], стр. 12).

Основная теорема этой работы формируется следующим образом:

**Теорема 1.** Если произвольное множество  $E$  одновременно лежит на двух  $L$ -непрерывных поверхностях  $u(J_0)$  и  $v(J_0)$  конечной площади, то выполняется равенство  $\sigma_u^*(E) = \sigma_v^*(E)$ .

Доказательство этой теоремы опирается на следующие предложения:

**Лемма 1.** Если  $L$  — непрерывная поверхность  $\omega(J_0)$  имеет конечную площадь, то, каково бы ни было положительное число  $\varepsilon$ , существует другое положительное число  $\delta$ , такое, что для каждого множества  $E$  поверхности  $\omega(J_0)$ , ортогональные проекции которого на оси  $OX$  и  $OY$  имеют внешнюю линейную меру меньше, чем  $\delta$ , выполняется неравенство  $\sigma_{\omega}^*(E) < \varepsilon$ .

**Теорема 2.** Если  $L$ -непрерывная поверхность  $\omega(J_0)$  имеет конечную площадь, то для каждого положительного числа  $\varepsilon$  существует непрерывная поверхность  $\omega_{\varepsilon}(J_0)$  конечной площади, обладающая следующими свойствами:

1°. Каково бы ни было множество  $E$  поверхности  $\omega(J_0)$ , выполняется неравенство  $|\sigma_{\omega}^*(E) - \sigma_{\omega_{\varepsilon}}^*(E)| < \varepsilon$ , где  $E_1$  — пересечение множества  $E$  с непрерывной поверхностью  $\omega_{\varepsilon}(J_0)$ .

2°. Функция  $z = \omega_{\varepsilon}(x, y)$  совпадает с  $L$ -непрерывной функцией  $z = \omega(x, y)$  всюду на интервале  $J_0$ , кроме, возможно, конечного или счетного числа интервалов  $\{J_{ik}\}$ , проекции которых на оси  $OX$  и  $OY$  имеют меру меньшую, чем  $\varepsilon$ .

Всесоюзный заочный  
машиностроительный институт

(Поступило 7.2.1974)

მათემატიკა

ბ. იურკინი

სიმრავლის ზედაპირული ზომის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია გარკვეული აზრით უწყვეტ ზედაპირზე განსაზღვრული სიმრავლის ზომის ერთი თვისება.

G. I. YURKIN

ON THE SURFACE MEASURE OF A SET

Summary

The paper deals with one property of the measure of a definite set on a surface, continuous in a certain sense.

ՃՈՇՈՂԱԹՄՆԸ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Я. Верченко. Матем. сб., т. 10, 1942, 11—24.



О. Д. ЦЕРЕТЕЛИ

ОБ ИНТЕГРИРУЕМОСТИ ФУНКЦИЙ, СОПРЯЖЕННЫХ  
 К ФУНКЦИЯМ ИЗ КЛАССА  $L\varphi(L)$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 12.3.1974)

Введем обозначения:  $\Phi(L)$  ( $\Phi$  — неотрицательная неубывающая функция, определенная на  $[0, \infty)$ ) — класс измеримых  $2\pi$ -периодических функций  $f$ , для которых функция  $\Phi \circ |f|$  интегрируема на  $(0, 2\pi)$ ;  $M$  — множество непрерывных, неотрицательных и неубывающих функций  $\varphi$ , определенных на  $[0, \infty)$  и удовлетворяющих условиям  $\varphi \neq 0$  и  $\varphi(2t) = O(\varphi(t))$  при  $t \rightarrow \infty$ ;  $\tilde{f}$  — функция, сопряженная к функции  $f \in L$  (см. [1], стр. 528);  $\mu$  — мера Лебега. Условимся также вместо  $\{x: f(x) > t, x \in (0, 2\pi)\}$  писать  $[f > t]$ .

Справедлива следующая теорема:

Теорема 1. Пусть  $\varphi_i \in M, i=1, 2, u$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_1(t) / \varphi_2(t) = 0. \quad (1)$$

Тогда: а) какова бы ни была функция  $f \in L\varphi_1(L)$ , существует такая функция  $F \in L\varphi_1(L)$ , что  $|F| = |f|$  и  $\tilde{F} \in L\varphi_1(L)$ ; б) существует функция  $f_0 \in L\varphi_1(L)$ , такая, что, какова бы ни была функция  $F$ , удовлетворяющая условию  $|F| = |f_0|$ ,  $\tilde{F} \notin L\varphi_2(L)$ .

Утверждение а) этой теоремы является обобщением теоремы из [2] (положить  $\varphi(t) = 1, t \geq 0$ ) и доказывается совершенно так же, с использованием вместо леммы 2 из [2] утверждения п. 21 работы [3]. Следует при этом учесть

Замечание 1. Для того чтобы функция  $\varphi: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty), \varphi \neq 0$ , являющаяся неубывающей и непрерывной, принадлежала множеству  $M$ , необходимо и достаточно, чтобы при некотором  $\alpha > 0$

$$\int_u^\infty \frac{\varphi(t) dt}{t^{\alpha+1}} = O\left(\frac{\varphi(u)}{u^\alpha}\right), \quad u \rightarrow \infty. \quad (2)$$

Достаточность этого условия отмечалась в п. 1 работы [3]. Докажем необходимость. Пусть  $\varphi(2t) \leq c\varphi(t)$  при  $t \geq a > 0$  и  $\alpha > p = \lg_2 c$ . Пусть, далее,  $t > u \geq a$  и целое число  $n \geq 0$  таково, что  $2^n u < t \leq 2^{n+1} u$ . Тогда, используя неравенство  $\varphi(2^{n+1} u) \leq c^{n+1} \varphi(u)$ , получаем, что при  $t > u \geq a$   $\varphi(t) t^{-\alpha-1} \leq \varphi(2^{n+1} u) t^{-p} t^{p-\alpha-1} \leq c \varphi(u) u^{-p} t^{p-\alpha-1}$ , откуда (2) уже следует непосредственно.



Утверждение б) мы выведем из сформулированной ниже теоремы 2. Известно, что если  $f \in L_{\varphi}(L)$ ,  $\varphi \in M$ , то  $\mu[|\tilde{f}| > t] = o(1/t\varphi(t))$  при  $t \rightarrow \infty$  (см. [1], стр. 579, [3], теорема 3). Теорема 2 показывает, что эта оценка не может быть улучшена.

Теорема 2. Пусть  $\varphi_1 \in M$ , а функция  $\varphi_2: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  такова, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_1(t) / \varphi_2(t) = 0. \quad (3)$$

Тогда существует функция  $f \in L_{\varphi_1}(L)$ , такая, что  $\tilde{f} \in L_{\varphi_1}(L)$  и для любого  $a \geq 0$

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow \infty} t \varphi_2(t) \mu[|\tilde{f}| > t + a] = \infty. \quad (4)$$

Доказательство. В силу (3) существует такая последовательность  $\{a_k\}_{k=1}^{\infty}$ ,  $a_k > 0$ ,  $k = 1, 2, \dots$ ,  $\lim a_k = \infty$ , что

$$\sum_{k=1}^{\infty} k \varphi_1(a_k) / \varphi_2(a_k) < \infty. \quad (5)$$

Положим

$$s(t) = \alpha \sum_{2a_k > t} k / a_k \varphi_2(a_k), \quad t \geq 0,$$

где множитель  $\alpha$  подобран так, что  $s(0) = \pi$ . Пусть  $F$  —  $2\pi$ -периодическая нечетная функция, определенная на  $(0, \pi)$  равенством  $F(x) = \inf\{t : s(t) \leq x\}$ ,  $x \in (0, \pi)$ . Так как  $\lim a_k = \infty$  и для любого  $a \geq 0$   $a_n \varphi_2(a_n) s(a_n + a) \geq \alpha n$  при  $a_n > a$ , то ввиду равенства  $\mu[|F| > t] = 2s(t)$

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow \infty} t \varphi_2(t) \mu[|F| > t + a] = \infty \text{ при любом } a \geq 0. \quad (6)$$

Кроме того,

$$\begin{aligned} \int_0^{\pi} F_{\varphi_1} \circ F &= \int_0^{\infty} s(t) d(t\varphi_1(t)) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{k}{a_k \varphi_2(a_k)} \int_0^{2a_k} d(t\varphi_1(t)) = \\ &= 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{k \varphi_1(2a_k)}{\varphi_2(a_k)} < \infty \end{aligned}$$

в силу (5). Следовательно,  $F \in L_{\varphi_1}(L)$ . Функция  $f = -\tilde{F}$  является искомой. Действительно, в силу теоремы 20 из [3]  $f \in L_{\varphi_1}(L)$ , а (4) следует из (6) ввиду равенства  $\tilde{f} = F$ .

Для доказательства утверждения б) теоремы 1 теперь достаточно положить  $f_0 = \tilde{f}$ , где  $f$  — функция, существование которой утверждается теоремой 2. Действительно, если бы для некоторой функции  $F$ ,  $|F| = |f_0|$ , имели бы  $\tilde{F} \in L_{\varphi_2}(L)$ , то в силу равенства  $\tilde{\tilde{F}} = -F + I$  ( $I$  — среднее значение

ние  $F$  на  $(0, 2\pi)$  и теоремы 3 из [3] (см. соотношение (29) из указанной работы) имели бы и равенство  $\lim_{t \rightarrow \infty} t \varphi_2(t) \mu\{|F-I| > t\} = 0$ , что ввиду неравенства  $\mu\{|\tilde{f}| > t + |I|\} \leq \mu\{|F-I| > t\}$ ,  $t > 0$ , противоречило бы (4).

Замечание 2. Теорема 1 (впрочем, и теорема 2) представляет интерес лишь для функций  $\varphi_1 \in M$ , удовлетворяющих дополнительно следующему условию: каково бы ни было число  $l > 1$ ,  $\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_1(lt) / \varphi_1(t) = 1$ .

Действительно, можно показать, используя теоремы 4 и 5 из работы [3], что если  $\varphi \in M$ , то  $\tilde{f} \in L\varphi(L)$  для всех функций  $f \in L\varphi(L)$  тогда и только тогда когда при некотором  $l > 1$   $\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi(lt) / \varphi(t) > 1$  (ср. [5]).

Доказательство следующей теоремы аналогично доказательству первой части теоремы 1.

Теорема 3. Пусть  $\Phi: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  — непрерывная неубывающая функция, а оператор  $N$ , отображающий  $L$  во множество всех  $2\pi$ -периодических измеримых функций, удовлетворяет условию

$$|N(f)(x)| \leq A \sup_{0 < |t| < \pi} \left| \frac{1}{t} \int_0^t f(x+u) du \right|, \quad f \in L, \quad x \in (0, 2\pi),$$

где  $A$  зависит лишь от  $N$ . Тогда, какова бы ни была функция  $f \in L \cap \Phi(L)$ , существует функция  $F \in L \cap \Phi(L)$ , такая, что  $|F| = |f|$  и  $N(F) \in L \cap \Phi(L)$ .

В качестве  $N$  можно взять  $N(f)(x) = \sup_{\zeta \in \Omega_\sigma(x)} |f(\rho, \theta)|$ ,  $x \in [0, 2\pi)$ , где  $f(\rho, \theta)$  — интеграл Пуассона функции  $f \in L$ ,  $\zeta = \rho e^{i\theta}$ , а  $\Omega_\sigma(x)$ ,  $0 \leq \sigma < 1$ , — открытая область, ограниченная двумя касательными, проведенными из точки  $e^{ix}$  к окружности  $|z| = \rho$ , и наибольшей дугой окружности, заключенной между точками касания (см. [4], теорема 15 и [6], гл. IV, доказательство теоремы (7.10)). Заметим, что отсюда и из теоремы 2' работы [7] в предположении, что

$$\varphi(u) = \int_0^u \chi(t) dt,$$

где  $\chi \geq 0$ ,  $\chi(2t) = O(\chi(t))$  при  $t \rightarrow \infty$ , можно вновь получить утверждение а) теоремы 1.

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

(Поступило 15.3.1974)

O. წამბეთელი

$L\varphi(L)$  კლასის ფუნქციონალური ფუნქციების  
 ინტეგრირებადობის შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ,  $M$  არის  $[0, \infty)$  ინტერვალზე განსაზღვრული ისეთი არაუარყოფითი და ზრდადი  $\varphi \neq 0$  ფუნქციების სიმრავლე, რომლებიც  $\varphi(2t) = O(\varphi(t))$ ,  $t \rightarrow \infty$  პირობას აკმაყოფილებენ, ხოლო  $L\varphi(L)$ ,  $\varphi \in M$ ,  $2\pi$ -პერიოდულ ზომად  $f$  ფუნქციონალური კლასი, რომელთათვის  $f\varphi \circ |f|$  ფუნქცია არის ინტეგრირებადი  $(0, 2\pi)$  ინტერვალზე.  $\tilde{f}$  აღნიშნავს  $f \in L$  ფუნქციის შეუღლებულ ფუნქციას (იხ. [1], გვ. 528). ნაშრომის ძირითადი შედეგია შემდეგი თეორემა, რომლის პირველი ნაწილი [2] ნაშრომში დამტკიცებული თეორემის განზოგადებას წარმოადგენს.

თეორემა. ვთქვათ,  $\varphi_i \in M$ ,  $i=1, 2$ , და ადგილი აქვს (1) ტოლობას. მაშინ: ა) როგორც გინდა იყოს  $f \in L\varphi_1(L)$ , არსებობს  $F \in L\varphi_1(L)$  ისეთი, რომ  $|F| = |f|$  და  $\tilde{F} \in L\varphi_1(L)$ ; ბ) არსებობს  $f_0 \in L\varphi_1(L)$  ისეთი, რომ როგორც გინდა იყოს  $F$ , რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $|F| = |f_0|$ ,  $\tilde{F} \in L\varphi_2(L)$ .

MATHEMATICS

O. D. CERETELI

ON THE INTEGRABILITY OF FUNCTIONS WHICH ARE  
 CONJUGATES FOR THE FUNCTIONS OF THE CLASS  $L\varphi(L)$

Summary

Let  $M$  be the set of non-negative continuous and nondecreasing functions  $\varphi$  defined on  $[0, \infty)$  and satisfying the conditions  $\varphi \neq 0$ ,  $\varphi(2t) = O(\varphi(t))$ ,  $t \rightarrow \infty$ , and let  $L\varphi(L)$ ,  $\varphi \in M$ , be the class of  $2\pi$  periodic measurable functions  $f$  for which the function  $f\varphi \circ |f|$  is integrable on  $(0, 2\pi)$ .  $\tilde{f}$  denotes the conjugate of  $f \in L$  ([1], p. 528).

The main result of this article is the following theorem the first part of which is the generalization of the theorem proved in [2].

*Theorem.* Let  $\varphi_i \in M$ ,  $i=1, 2$ , and  $\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_1(t) / \varphi_2(t) = 0$ . Then: a) for every  $f \in L\varphi_1(L)$  there exists  $F \in L\varphi_1(L)$  such that  $|F| = |f|$  and  $\tilde{F} \in L\varphi_1(L)$ ; b) there exists  $f_0 \in L\varphi_1(L)$  such that  $\tilde{F} \in L\varphi_2(L)$  for every  $F$  satisfies the condition  $|F| = |f_0|$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. О. Д. Церетели. Матем. заметки, т. 4, № 4, 1968, 461—465.
3. О. Д. Церетели. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, Сборник работ по теории функций, 5, т. 43, 1973, 149—168.
4. G. H. Hardy and G. E. Littlewood. Acta Mathematica, 54, 1930, 81—116.
5. Robert Ryan. Pacific J. Math., 13, № 4, 1963, 1371—1377.
6. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. 1. М., 1965.
7. D. L. Burkholder, R. F. Gundy and M. L. Silverstein. Trans. Amer. Math. Soc., 151, 1970, 137—153.



УДК 517.51.

МАТЕМАТИКА

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О ПРОДОЛЖЕНИЯХ ЛЕБЕГОВСКОЙ МЕРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокелии 14.1.1974)

Пусть  $E_n$  —  $n$ -мерное евклидово пространство,  $D_n$  — группа всех изометрических преобразований  $E_n$ ,  $C$  — подгруппа  $D_n$ . Множество  $X \subset E_n$  называется  $C$ -абсолютно нульмерным (см. [1]), если для каждого  $Y \subset E_n$ , являющегося счетной  $C$ -конфигурацией  $X$ , выполняются следующие условия: а) существует  $C$ -мера  $\mu_0$ , такая, что  $\mu_0^*(Y) = 0$ , б) для любой  $C$ -меры  $\mu$ , области определения которой принадлежит  $Y$ ,  $\mu(Y) = 0$ .

Пример. Предположим, что  $C$  содержит всюду плотное в  $E_n$  множество параллельных переносов  $E_n$ , а для всякой счетной  $C$ -конфигурации  $Y$  части  $X$  пространства  $E_n$  найдется конечное семейство  $(g_i)_{1 \leq i \leq p}$  движений из  $C$ , такое, что  $\bigcap_{1 \leq i \leq p} g_i(Y) = \emptyset$ . Тогда  $X$  есть  $C$ -абсолютно нульмерное множество.

В дальнейшем изложении мы будем считать, что в  $C$  входит континуальная всюду плотная часть трансляций  $E_n$ .

При  $n \geq 1$  в  $E_n$  существуют  $C$ -абсолютно нульмерные множества, неизмеримые в смысле Лебега (см. [2]).

Без особого труда можно доказать, что объединение конечного числа  $C$ -абсолютно нульмерных частей  $E_n$   $C$ -абсолютно нульмерно.

$C$  другой стороны, имеет место

Теорема 1. Если  $n \geq 1$ , то найдется последовательность  $(A_k)_{k \in N}$  подмножеств  $E_n$ , для которой справедливы нижесприводимые соотношения:

- 1)  $(\forall k) (k \in N \rightarrow A_k \text{ } C\text{-абсолютно нульмерно})$ ,
- 2)  $(\forall k) (k \in N \rightarrow A_k \text{ есть множество точек общего положения в } E_n)$ ,
- 3)  $(\forall k) (\forall l) (|k, l| \subset N \text{ \& } k \neq l \rightarrow A_k \cap A_l = \emptyset)$ ,
- 4) для произвольного счетного семейства  $(g_i)_{i \in N}$  изометрических преобразований  $E_n$  пересечение  $\bigcap_{i \in N} g_i (\bigcup_{k \in N} A_k)$  представляет собой массивную часть  $E_n$ .

Из 4), в частности, вытекает, что объединение  $\bigcup_{k \in N} A_k$  не является  $C$ -абсолютно нульмерным множеством.

С помощью теоремы 1 получаются различные утверждения относительно продолжений меры Лебега.

Определение 1. Будем говорить, что часть  $X$  пространства  $E_n$  обладает свойством однозначности, если соотношение  $(\exists \mu) (\mu \text{ есть } C\text{-мера \& } X \text{ принадлежит } \sigma\text{-алгебре, на которой задана } \mu, \text{ \& } t = \mu(X))$

однозначно по  $t$  [3]. Пусть все элементы области определения  $C$ -меры  $\mu$  имеют свойство однозначности. В таком случае  $\mu$  назовем однозначно определимой.

Классическим примером полной однозначно определимой  $C$ -меры служит лебеговская мера. Однако это не единственный пример.

**Теорема 2.** Если  $n \geq 1$ , то в  $E_n$  существует полная однозначно определимая  $D_n$ -мера  $\mu$ , строго продолжающая меру Лебега.

Приведенное предложение следует из того факта, что при  $n \geq 1$  в  $E_n$  имеются  $D_n$ -абсолютно нульмерные подмножества, неизмеримые в смысле Лебега.

**Определение 2.** Пусть  $L_n$  — класс всех частей  $E_n$ , измеримых относительно лебеговской меры. Множество  $X \subset E_n$  будем называть  $C$ -нормальным, если  $X$  представимо в виде  $(Z \cup Z_1) \setminus Z_2$ , где  $Z \in L_n$ , а  $Z_1$  и  $Z_2$  —  $C$ -абсолютно нульмерные части  $E_n$ .  $C$ -нормальной мерой называется такая мера  $\mu$ , которая задается на  $C$ -инвариантной  $\sigma$ -алгебре частей  $E_n$ , состоящей только из  $C$ -нормальных подмножеств  $E_n$ .

Введем обозначения:  $O_n = \mathcal{G}_\mu$  ( $\mu$  — однозначно определимая  $C$ -мера в  $E_n$ ),  $H_n = \mathcal{H}_\mu$  ( $\mu$  —  $C$ -нормальная мера в  $E_n$ ).

В множестве всех  $C$ -мер  $E_n$  рассмотрим соотношение порядка  $R\{\mu, \mu'\}$  —  $\mu'$  продолжает  $\mu$ . Это отношение индуцирует соответствующие порядки на  $O_n$  и  $H_n$ .

Имеют место следующие утверждения:

**Теорема 3.** В классе  $O_n$ , наделенном соотношением  $R\{\mu, \mu'\}$ , нет максимальных элементов.

Иными словами, каждая мера, принадлежащая  $O_n$ , допускает строгое продолжение в пределах этого класса.

**Теорема 4.** Множество  $H_n$ , наделенное порядком  $R\{\mu, \mu'\}$ , не обладает максимальными элементами.

Последние два предложения легко выводятся из теоремы 1.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 17.1.1974)

მათემატიკა

ა. ხარაზშვილი

წიგნების ზომის გაგრძელების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია  $E_n$  სივრცის ( $n \geq 1$ ) აბსოლუტურად ნულზომის ქვესიმრავლეთა მიმდევრობის მაგალითი, რომელთა გაერთიანება არ არის აბსოლუტურად ნულზომის სიმრავლე.

აქედან გამომდინარე მტკიცდება თეორემები ლებეგის ზომის სხვადასხვა ტიპის გაგრძელებების შესახებ.

A. B. KHARAZISHVILI

ON THE EXTENSIONS OF LEBESGUE MEASURE

Summary

It is proved that with  $n \geq 1$  there exists a sequence of absolutely measure zero subsets of  $E_n$ , a combination of which does not yield an absolutely measure zero part of  $E_n$ . Hence, a number of theorems is derived on various extensions of Lebesgue measure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. С. Пхакадзе. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, XXV, 1958.
2. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
3. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.



М. А. БЕНАШВИЛИ

САМОНАСТРАИВАЮЩАЯСЯ МОДЕЛЬ ДИАЛОГА  
 «ЭВМ-ДИСПЕТЧЕР» ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ  
 РЕЖИМА РАБОТЫ ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 25.4.1974)

Опыт применения программы ЗАКЭС-7<sup>(1)</sup> для оперативного планирования режимов работы Закавказского энергообъединения показал актуальность подобных программ [1], но в перспективе более гибких в отношении учета непредвиденных факторов и самонастраивающихся, в смысле автоматического устранения просчетов при задании исходных данных для любых непредвиденных ситуаций, кроме распада системы на произвольные подсистемы.

Рассматривается задача планирования режима энергообъединения, включающего  $D$  четко разграниченных подсистем,  $M$  регулируемых ГЭС,  $N$  регулируемых ТЭС,  $S$  нерегулируемых электростанций,  $U$  контролируемых линий и имеющего  $Q$  внешних связей. Цикл планирования  $T \leq 24$  часа разбивается на  $\tau$  интервалов длительностью  $\Delta t = 1$  час.

Для каждого интервала задаются общесистемное ограничение

$$\sum_{j=1}^M P_j^r + \sum_{i=1}^N P_{Ti}^r + \sum_{v=1}^S P_{cv}^r - \sum_{r=1}^Q P_{mr}^r = P^r \quad (1)$$

и локальные (по подсистемам) ограничения по балансу активных мощностей

$$P_{Ldmin} \leq P_{Ld}^r \leq P_{Ldmax}$$

где

$$P_{Ld}^r = \sum_{j=1}^m P_j^r + \sum_{i=1}^n P_{Ti}^r + \sum_{v=1}^s P_{cv}^r - P_d^r. \quad (2)$$

Здесь  $P_j^r$ ,  $P_{Ti}^r$ ,  $P_{cv}^r$  — мощности  $j$ -й ГЭС,  $i$ -й ТЭС и  $v$ -й нерегулируемой станции;  $P_{mr}^r$  — мощность  $r$ -го перетока;  $P^r$ ,  $P_d^r$  — электропотребления системы в целом и  $d$ -й подсистемы;  $P_{Ldmax}$  и  $P_{Ldmin}$  — допустимые пределы генерации или приема перетока  $d$ -й подсистемы;  $R_{Ld}$  — суммарный переток  $d$ -й подсистемы;  $m$ ,  $n$ ,  $s$  — число ГЭС, ТЭС и нерегулируемых станций

(<sup>1</sup> ЗАКЭС-7 внедрена с апреля 1971 г. Ежедневно производится 3—35 расчетов по программе.)



подсистемы. Заданы также обычные станционные и сетевые ограничения [1—3].

В отличие от точных оптимизационных моделей, для применения которых требуются большой объем исходной информации и большое время счета, в данном случае превалирование требования оперативности вынуждает рассматривать только основные факторы, т. е. оперативно доступную диспетчеру информацию. В связи с этим и оптимизация понимается в приближенном смысле [1].

Критерии оптимальности делятся на общесистемные (тип 1), локальные по объектам (тип 2) и локальные по времени (тип 3). Учитываемые независимо от воли диспетчера критерии относим к классу безусловных, а зависящие от диспетчера — к классу условных.

Критерии более высокого ранга и заданные для типа с меньшим номером имеют приоритет в случае возникновения противоречивой ситуации, но диспетчеру должна быть предоставлена возможность изменять это правило. С этой целью, а также для ускорения внесения изменений в исходные данные по конкретным объектам или интервалам целесообразно использовать специальный пульт с автоматической блокировкой набора взаимно противоречивых критериев или недопустимых величин на клавиатуре пульта. Аналогичную блокировку можно осуществить и программным путем.

Приводим перечень критериев в порядке убывания приоритетов.

#### Безусловные критерии

1а. Минимум общесистемных небалансов мощности с приоритетом пиковых часов.

1б. Приоритет более экономичных ТЭС перед менее экономичными в покрытии нагрузки<sup>(1)</sup>.

1в. Приоритет ГЭС перед ТЭС в покрытии неравномерной части графика.

1г. Резервирование энергии и пиковой мощности на заданных ГЭС.

1д. Покрытие нагрузки в порядке ее убывания по часам суток.

Если расчет баланса производится для системы, то перечисленные критерии относятся к типу 1, если для подсистемы, то к типу 2.

Диспетчер может повлиять на характер учета 1г и 1д; например, программа ЗАКЭС-7 позволяет задать шкалу предпочтения временных интервалов для критерия 1д и выбрать любую ГЭС для резервирования при учете 1г [1]. Критерий 1в вводится для минимизации динамических составляющих расхода топлива или затрат на топливо [4].

#### Условные критерии

2а. Минимум расхода топлива или затрат на топливо по системе (тип 1), по подсистемам или по отдельным ТЭС (тип 2).

2б. Экономия гидроресурсов по системе (тип 1), по подсистемам или по отдельным ГЭС (тип. 2).

2в. Аварийная сработка водохранилищ по системе (тип 1), по отдельным ГЭС (тип 2) или в определенные часы суток (тип 3).

2г. Максимум выработки по системе (тип 1), по подсистемам или по объектам (тип 2), либо в определенные часы суток (тип 3).

(1) Примерно равноэкономичные ТЭС целесообразно эквивалентировать.

2д. Минимизация выработки по системе (тип 1), по подсистемам или по объектам (тип 2), либо по часам суток (тип 3).

Все безусловные критерии, а также условные 2а и 2б (тип 1) учтены в программе ЗАКЭС-7, для применения которой требуется минимальный объем исходной информации [1]. Для учета остальных критериев не требуется дополнительной информации, кроме самих критериев с указанием объектов, на которые их действие распространяется.

Адаптация распространяется в первую очередь на учет критерия 1а и осуществляется путем минимизации небалансов мощности за счет использования расширенных диапазонов изменения переменных (заданных пределов располагаемой мощности ТЭС и ГЭС, суточных выработок ГЭС, перетоков), которые будем называть расширениями. Адаптация с более низким рангом приоритета может быть распространена для остальных критериев, например для 2г (из коммерческих соображений — для максимальной выдачи дорогостоящей пиковой мощности), 2д и др.

Базовый алгоритм включает следующие макроблоки:

1. Расчет баланса системы и определение перетоков  $P_{Ld}^r$ .
2. Проверка условий (2), при нарушении которых — присвоение  $P_{Ld}^r$  ближайших допустимых значений  $P'_{Ld}$  (при необходимости — использование расширений).
3. Расчет внутрисистемных балансов для подсистем со скорректированными значениями  $P'_{Ld}$ .
4. Уточнение параметров сети по каждой подсистеме и ввод режима в ближайшую допустимую область при превышении пропускной способности линий.

Адаптивный алгоритм расчета баланса [1] системы или подсистемы включает следующие блоки (адаптивные блоки помечены\*).

1. Занесение в искомый план постоянных составляющих и вычет их из электропотребления.
2. Занесение во все часы максимумов располагаемой мощности ТЭС и вычисление небалансов  $R^r$  («выработка минус потребление»).
- 3\*. Зануление  $R^r > 0$  за счет разгрузки ТЭС с учетом критерия 1б и с использованием при необходимости расширений нижних пределов располагаемой мощности ТЭС.
- 4\*. Зануление  $R^r < 0$  путем загрузки регулируемых ГЭС с учетом критериев 1а, 1в, 1г, 1д и с использованием расширений.
- 5\*. Проверка наличия задания условных критериев:
  - при задании 2а — переход к блоку 6;
  - при задании 2б — переход к блоку 7;
  - при задании 2в — максимальная нагрузка указанных ГЭС в указанные часы и переход к блоку 7;
  - при задании 2г — максимальная нагрузка указанных электростанций в указанные часы и переход к блоку 6;
  - при задании 2д — минимизация мощностей по указанным объектам и часам и переход к блоку 6.
6. Минимизация излишков запланированной суточной выработки ГЭС за счет разгрузки ТЭС и переход к блоку 7.

7\*. Вычисление потоков мощности на линиях (расчет потокораспределения) и ввод режима в допустимую область путем коррекции мощностей, влияющих на потоки, вышедшие за заданные пределы.

Помимо непосредственного применения для целей оперативного планирования, полученный план покрытия нагрузки может быть эффективно применен в качестве исходного приближения (близкого к оптимальному) для программ, основанных на переборе допустимых вариантов покрытия нагрузки [3, 4].

Грузинский институт энергетики  
и гидротехнических сооружений

(Поступило 5.5.1974)

კომპიუტერული

მ. ბენაშვილი

„ეგმ — დისპეტჩერის“ დიალოგის თვითადავსებელი მოდელი  
ენერგობაერტიანების მუშაობის რეჟიმის  
ოპტიმალური დაგეგმვის დროს

რეზიუმე

დასმულია ენერგოგაერთიანების დღეღამური მუშაობის რეჟიმის ხანმოკლე დაგეგმვის ამოცანა და ალგორითმი, რაც უზრუნველყოფს მრავალმიზნობრივ მიზლოებით ოპტიმიზაციას. გამოყოფილია პირობითი და უპირობო, ლოკალური და გლობალური ოპტიმუმის კრიტერიუმები. გამოიყენება საწყისი ინფორმაციის მინიმალური რაოდენობა. ნაჩვენებია კავშირები მთელი სისტემისა და ქვესისტემის რეჟიმის დაგეგმვის ამოცანებს შორის.

CYBERNETICS

M. A. BENASHVILI

A SELF-ADJUSTING MODEL OF THE "COMPUTER DISPATCHER"  
DIALOGUE DURING EFFICIENT PLANNING OF THE OPERATING  
MODE OF A POWER-LINES ASSOCIATION

Summary

The problem of short-term planning of the daily operation regime of a power-lines association is posed and the algorithm ensuring multipurpose approximate optimization is presented. The criteria of conditional and unconditional, local and global optimums are identified. The properties of these optimums are also considered. The minimum quantity of initial information is applied. The relationship between the problem of planning for the whole system and the operation regime of the subsystems are also shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Бенашвили, А. С. Демирханова. Техн. информ. ГрузНИНТИ, сер. АСУ и вычислит. техника, № 9, 1972.
2. В. М. Горштейн. Электричество, № 8, 1965.
3. Н. В. Габашвили, М. А. Бенашвили, III. С. Авлохов, К. Н. Камкмидзе. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 1, 1967.
4. М. А. Бенашвили. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973.



Г. М. БЕГАЛИШВИЛИ

ОБ ОСОБЫХ УПРАВЛЕНИЯХ

(Представлено академиком В. В. Чавчавадзе 15.4.1974)

Дан объект, закон движения и управления которым задается системой дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = f(x, u), \quad u \in U, \quad (1)$$

где  $x = (x^1, x^2, \dots, x^n) \in R^n$  — вектор фазового состояния,  $f = (f^1, f^2, \dots, f^n) \in E^n$  — заданная вектор-функция,  $R^n, E^n$  —  $n$ -мерные евклидовы пространства,  $u$  — управляющий векторный параметр, принимающий свои значения из заданного множества  $U$ . За класс допустимых управлений примем слабоизмеримые управления [1].

Будем рассматривать две задачи оптимального управления.

Задача 1. В пространстве переменных  $(x^2, x^3, \dots, x^n) \in R^{n-1}$  заданы гладкие многообразия  $S_0$  и  $S_1$  с размерностями меньше  $n-1$ . Обозначим через  $\tilde{S}_i$  семейство прямых, параллельных оси  $x^1$  и проходящих через  $S_i, i=0, 1$ . Первая задача оптимальности заключается в выборе таких точек  $x_0 \in \tilde{S}_0, x_1 \in \tilde{S}_1$  и затем такого допустимого управления  $u(t), t_0 \leq t \leq t_1$ , чтобы существовала соответствующая им траектория  $x(t), t_0 \leq t \leq t_1$ , (т. е. абсолютно непрерывное решение (1) при  $u=u(t)$ , удовлетворяющее условиям  $x(t_0)=x_0, x(t_1)=x_1$ ), и разность  $x^1(t_1) - x^1(t_0)$  была наименьшей.

Задача 2. В  $R^n$  заданы гладкое многообразие  $S_0$ , моменты  $t_0, t_1 (t_1 > t_0)$  и функция  $\Phi(x)$ . Во второй задаче требуется выбрать такую точку  $x_0 \in S_0$  и такое допустимое управление  $u(t), t_0 \leq t \leq t_1$ , чтобы на решении (1) при  $u=u(t)$  и  $x(t_0)=x_0$  была наибольшей  $\Phi(x(t_1))$ .

Предположение. Функции  $\frac{\partial^2 f^i(x, u)}{\partial x^i \partial x^p}, \frac{\partial^2 \Phi(x)}{\partial x^i \partial x^p}$  существуют и непрерывны по  $x \in R^n$ .

Примем обозначения и построения работы [2] со следующими добавлениями: при  $k=1$  выполняется условие  $\tau_i < \tau_j$  при  $i < j$ ; при  $k=0$  имеем  $\tau_i > \tau_j$  при  $i < j$ ; при  $k=1$   $I_s^k$  означает отрезок  $[\tau_s, t_1]$ , а при  $k=0$  — отрезок  $[t_0, \tau_s]$ ;  $y_k(\varepsilon_1, t) = x(t) + \varepsilon_1 \varphi_k(t)$ . Кроме того, вместо обычной частной производной  $\partial/\partial x^i$  везде будем использовать обобщенную частную производную  $\nabla^i$  из работы [3]. Далее, введем условие взаимной коррелированности координат вектора  $\nabla^i f(x, u)$ . Пусть при всех  $u \in U$  координаты вектора  $f(x, u)$  связаны функциональной зависимостью  $F: f^i(x, u) = F(x, f^a(x, u), f^b(x, u), \dots, f^v(x, u))$ . Тогда аппроксимационную вектор-функцию  $\varphi_v(x), x \in G_v, v \in N$  назовем коррелированной, если ее соответ-

ствующие координаты связаны той же функциональной зависимостью  $F: \varphi_v^i(x) = F(x, \varphi_v^a(x), \varphi_v^b(x), \dots, \varphi_v^y(x))$ . Координаты вектора  $\nabla^i f(x, u)$  назовем взаимно коррелированными, если производные в равенстве (2) работы [3] взяты от коррелированной аппроксимационной вектор-функции. В работе [3] и в данной статье мы всегда будем считать, что координаты вектор-функции  $\nabla^i f(x, u)$  взаимно коррелированы и  $D_i[f(t)]$  означает класс измеримых почти везде конечных на  $[t_0, t_1]$  вектор-функций  $\nabla^i f(x(t), u(t))$  с взаимно коррелированными координатами.

Теорема 1<sup>s</sup> ( $s \geq 1$ ). Пусть выбор  $x_0, x_1, u(t), t_0 \leq t \leq t_1$  оптимален для задачи 1 и пусть  $V(x) = \{f(x, u) : u \in U\}$  компактно. Тогда существуют абсолютно непрерывная ненулевая вектор-функция  $\psi^k(t) = (\psi_1^k(t), \psi_2^k(t), \dots, \psi_n^k(t))$  и число  $\varepsilon^*$ , такие, что

1° при  $t \in I_s^k$  и  $\varepsilon_i < \varepsilon^*$ ,  $i = 1, \dots, s$ , выполняется неравенство

$$(\psi^k(t); y_k(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_s, t) - x(t)) \leq 0, \quad y_k(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_s, t) \in Y(k, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_s, t), \quad (2)$$

2° координаты вектор-функции  $\psi^k(t)$  удовлетворяют уравнению

$$\dot{\psi}_i = -(\nabla^i f(x(t), u(t)); \psi), \quad \psi, \quad i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

где произвольная  $\nabla^i f(x(t), u(t)) \in D_i[f(t)]$  (см. [3], уравнение (3)),

3° вектор  $(\psi_1^k(t_k), \dots, \psi_n^k(t_k))$  ортогонален многообразию  $S_k$  в точке  $x_k$  и  $\psi_1^k(t_k) \leq 0$ ,

4° если многообразия  $S_0, S_1$  не пересекаются, то  $\psi^1(t) \equiv \psi^0(t)$ .

Доказательство проходит по следующей схеме. Множество точек  $O_\delta(x(t)) = \{x : |x(t) - x| < \delta\}$  назовем  $\delta$ -окрестностью траектории  $x(t)$ . Варьированное управление  $u(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_s, t)$ , зависящее от параметров  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_s$ , назовем локальным, если при любом  $\delta > 0$  существует  $\varepsilon$ , такое, что при  $\varepsilon_i < \varepsilon$ ,  $i = 1, \dots, s$ , варьированная траектория, соответствующая проварьированному управлению, содержится в  $O_\delta(x(t))$ . Показывается, что любое локально варьированное управление аппроксимируется игольчатым варьированным управлением, введенным в [4], в том смысле, что у соответственно варьированных траекторий в правом конце разность будет величиной порядка  $o(\varepsilon)$ . Далее, как показано в [4], первые приближения правых концов варьированных траекторий при игольчатых вариациях управления заполняют некоторый выпуклый конус  $K_{t_1}$ , не совпадающий со всем пространством  $R^n$ , и следовательно, существует гиперплоскость  $T$ , проходящая через  $x(t_1)$ , такая, что конус  $K_{t_1}$  целиком расположен по ее одной стороне; часть полупространства, расположенную по другой стороне гиперповерхности  $T$ , назовем пустой. Итак, локальные вариации управления приводят к тому, что правые концы соответственно варьированных траекторий только на порядок  $o(\varepsilon)$  выходят в пустое полупространство, где  $\varepsilon$  — порядок отклонения от точки  $x(t_1)$ . Величины  $o(\varepsilon)$  зависят также от  $t$  и  $u \in U$ , но по ним они равномерно ограничены в силу компактности множеств  $[t_0, t_1]$  и  $V(x)$ . Поэтому существует гиперповерхность  $G$ , проходящая через  $x(t_1)$ , касающаяся гиперплоскости  $T$  и такая, что концы локально варьированных траекторий (включаящие и отклонения порядка  $o(\varepsilon)$ ) не



могут входить в ту сторону  $G$ , которая целиком расположена в пустом полупространстве. После вышеизложенного доказательство теорем  $1^s$  ( $s \geq 1$ ) проходит так же, как доказательство теорем  $2^s$  работы [2], где вид гиперповерхности  $G$  задан в сёмой постановке задачи.

Теорема  $2^s$  ( $s \geq 1$ ). Пусть выбор  $x_0, u(t)$  оптимален для задачи 2 и пусть  $x(t_1)$  не является точкой локального максимума функции  $\Phi(x)$ . Тогда существуют ненулевая абсолютно непрерывная вектор-функция  $\psi^1(t)$  и число  $\varepsilon^*$ , такие, что

$1^\circ$  при  $t \in I_s^1$  и  $\varepsilon_i < \varepsilon^*$ ,  $i = 1, \dots, s$ , выполняется неравенство (2) при  $k = 1$ ,

$2^\circ$  координаты вектор-функции  $\psi^1(t)$  удовлетворяют уравнению (3),

$3^\circ$   $\psi^1(t_0)$  ортогонален  $S_0$  в точке  $x_0$ , а  $\psi^1(t_1)$  коллинеарен вектору  $\text{grad } \Phi(x(t_1))$ .

Пример 1.  $n = 2$ ;  $\dot{x}^1 = (x^2)^{2c} + u^1$ ,  $\dot{x}^2 = u^2$ ;  $|u^i| \leq 1$ ,  $i = 1, 2$ ;  $t_0 = 0$ ,  $t_1 = 1$ ;  $x_0 = (-1, 0)$ ,  $\Phi(x) = x^1 - b(x^2)^d$ , где  $b$  — действительное, а  $c, d$  — натуральные числа. Выбор  $u(t) = (u^1(t), u^2(t)) \equiv (1, 0)$  неоптимален, но при  $d \geq 2$  его не исключает теорема  $2^1$ , так же как обычный принцип максимума, а теорема  $2^2$  исключает при любых  $b, c, d$ . При использовании теоремы  $2^2$  нужно учитывать, что на заданном режиме управления  $\nabla^1 f^2$  и  $\nabla^2 f^2 \in [-\infty, \infty]$ , так что  $\varphi_{k, \tau_1, v_1}^2(t)$  может быть достаточно большим по абсолютной величине, чтобы игнорировать малость величины  $\varepsilon_1$ , и, следовательно,  $\varphi_{k, \tau_2, v_2}^1(\varepsilon_1, t)$  может почти не зависеть от  $\varepsilon_1$ . Построения работы [5], несмотря на их сложность, не исключают указанного особого управления, например, при  $c = 1, d = 2, b \leq -0,5$ .

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 26.4.1974)

კიბერნეტიკა

ზ. ბაბალიშვილი

ბანსაკუთრებული მართვის შესახებ

რეზიუმე

ოპტიმალური მართვის ზოგადი ამოცანებისათვის მიღებულია მართვის ოპტიმალურობის ახალი აუცილებელი პირობები, რომლებიც უფრო ახლო დგანან საკმარის პირობებთან, ვიდრე ცნობილი მაქსიმუმის პრინციპი. მაღალი რიგის ვარიაციების გამოყენების ჩვენი მეთოდი შედარებულია [5] ნაშრომში მოცემულ მეთოდთან და ნაჩვენებია ახალი მეთოდის უპირატესობანი.

G. M. BEGALISHVILI  
ON SPECIAL CONTROLS

Summary

New necessary conditions of optimality which are closer to sufficient conditions than the well-known principle of maximum have been obtained in general problems of optimal control. The author's method of using high order variations has been compared with that given in [5] and the advantages of the new method are indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971.
2. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, 69, № 1, 1973.
3. Г. М. Бегалишвили. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.
4. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969.
5. Р. Габасов, Ф. Кириллова. Качественная теория оптимальных процессов. М., 1971.



А. М. ЛАБИБ, Л. В. НЕКРАСОВА, Л. П. ЦЕРЦВАДЗЕ

## ИНЖЕКЦИОННЫЙ ТОК В АМОРФНОЙ ПЛЕНКЕ ТЕЛЛУРИДА ГЕРМАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 13.6.1974)

Теоретически исследуется ток, ограниченный пространственным зарядом, в условиях инжекции носителей заряда одного типа в аморфном материале, зонный спектр которого характеризуется хвостом плотности локализованных состояний, линейно убывающей с энергией. Показано, что в принятой модели ток экспоненциально зависит от напряжения  $\ln I \sim V^{1/2}$ , но в отличие от эффекта Пуля—Френкеля или Шотки, проявляет специфическую для данной модели зависимость от толщины пленки. Сравняется теория с экспериментом для аморфной пленки теллурида германия, полученного напылением в вакууме.

В разупорядоченных системах зонный спектр носителей заряда характеризуется хвостом функции плотности локализованных состояний, простирающимся в запрещенной зоне подвижностей. Мотт [1, 2] приводит соображения в пользу линейного хода этой функции с энергией (рис. 1). Тогда в хвосте валентной зоны эту функцию можно записать в виде

$$N_v(E) = \frac{N(0)}{\Delta} (\Delta - E), \quad (1)$$

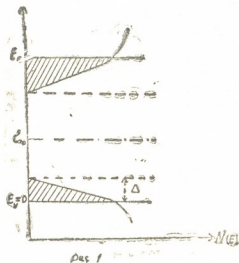
где  $N(0)$ —значение функции плотности состояний при энергии  $E_v = 0$ , отделяющей не локализованные состояния от локализованных,  $\Delta$ —параметр, характеризующий скорость спада функции плотности локализованных состояний в хвосте.

В дальнейшем предполагается, что имеет место инжекция дырок из анода в аморфной пленке  $p$ -типа.

Плотность тока можно записать в виде

$$j = (\rho_{if} + \rho_0) \cdot v, \quad (2)$$

где  $\rho_0$  — равновесная плотность свободного заряда в материале,  $v$  — средняя скорость дрейфа,  $\rho_{if}$  — средняя плотность инжектированного свободного заряда.



Полный инжектированный заряд можно записать в виде

$$\rho = \rho_{if} + \rho_{it}, \quad (3)$$

где  $\rho_{it}$  — захваченный инжектированный заряд.

В определенной области уровня инжекции может наступить такое состояние, когда

$$\rho_{it} > \rho_{if} > \rho_0.$$

Тогда можно написать

$$I = \rho_{if} \cdot v, \quad (4)$$

$$Q = \rho_{it} \cdot L, \quad (5)$$

где  $L$  — длина образца, а  $Q$  — захваченный образцом заряд. Считая что образец зажат между двумя плоскопараллельными металлическими электродами, можно найти напряжение, при котором стационарно поддерживается в образце захваченный заряд  $Q$ :

$$V = \frac{Q}{C}, \quad (6)$$

где  $C$  — емкость образца. Из (5) и (6) находим

$$\rho_{it} = \frac{2\varepsilon}{L^2} V. \quad (7)$$

Отметим, что здесь за эффективную длину образца взято  $\frac{L}{2}$ ,  $\varepsilon$  — диэлектрическая проницаемость материала.

Для вывода вольтамперной характеристики, помимо уравнений (4), и (7), требуется соотношение  $\rho_{it}$  и  $\rho_{if}$  при заданном уровне инжекции. Очевидно, это соотношение будет определяться способностью образца захватывать дырки.

Концентрация свободных дырок может быть выражена через квази-уровень Ферми  $\zeta_p$ :

$$P = \frac{\rho_{if}}{e} = N_v \exp \left\{ - \frac{\zeta_p}{KT} \right\}, \quad (8)$$

где  $N_v$  — эффективная плотность состояний в валентной зоне. Концентрация захваченных дырок может быть записана в виде

$$P_{it} = \frac{\rho_{it}}{e} \approx \int_{\zeta_p}^{\Delta} N_v(E) dE = \frac{N(0)}{2\Delta} [\Delta - \zeta_p]^2. \quad (9)$$

Исключая из (8) и (9)  $\zeta_p$ , найдем

$$P = N_v \exp \left\{ - \frac{1}{KT} \left[ \Delta - \left( \frac{2\Delta P_{it}}{N(0)} \right)^{1/2} \right] \right\}. \quad (10)$$

Полагая, что  $v = \mu_p V / L \varepsilon$ , с учетом (4), (7) и (10) окончательно имеем

$$I = e \mu_p N_v \cdot \frac{V}{L} \exp \left\{ - \frac{1}{KT} \left[ \Delta - \left( \frac{4\varepsilon \Delta}{eLN(0)} \right)^{1/2} \left( \frac{V}{L} \right)^{1/2} \right] \right\}. \quad (11)$$

Приведенный вывод формулы (11) нельзя считать достаточно строгим. Однако следует отметить, что и при достаточно строгом рассмотрении получается такая же зависимость [3].

Заметим, что зависимость  $\ln I \sim V^{1/2}$  получается и при эффекте Шотки или Пуля — Френкеля. Однако коэффициент перед  $V^{1/2}$  в случае эффекта Шотки равен

$$\beta_{ш} = \left( \frac{e^3}{\varepsilon L} \right)^{1/2} \sqrt{KT},$$

а в случае Пуля—Френкеля —

$$\beta_{пф} = 2\beta_{ш}.$$

В нашем случае, если соответствующий коэффициент обозначить через  $\beta_T$ , то

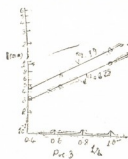
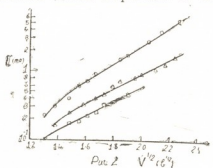
$$\beta_T = \left( \frac{4\varepsilon \Delta}{eN(0)} \right)^{1/2} \cdot \frac{1}{L \cdot KT}.$$

Как видим,

$$\beta_T \sim \frac{1}{L}, \quad \text{а} \quad \beta_{ш} \sim \frac{1}{L^{1/2}}.$$

Это обстоятельство дает возможность отличить рассмотренный нами случай от эффекта Шотки или Пуля—Френкеля. Для этого необходимо экспериментально изучить зависимость вольтамперной характеристики от длины  $L$  образца.

На рис. 2 приведены экспериментальные кривые зависимости  $\ln I \sim V^{1/2}$  в теллуриде германия при комнатной температуре для трех различных длин образца. В линейном участке этой зависимости тан-



генс угла наклона дает величину  $\beta_T$ . Согласно теории, этот наклон должен линейно расти по  $\frac{1}{L}$ . Этот вывод теории согласуется с экспериментом. Результаты эксперимента приведены на рис. 3.

В заключение можно сказать, что нередко наблюдаемая [4—6] в аморфных пленках зависимость  $\ln I \sim V^{1/2}$  может отражать особенность прохождения инжекционного тока, ограниченного объемным зарядом в материале, энергетическая зона которого обладает хвостом функции плотности состояния, линейной убывающей с энергией, и не имеет никакого отношения к эффекту Шотки или Пуля—Френкеля.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.6.1974)

ა. ლაბიბი, ლ. ნეკრასოვა, ლ. ცერცვაძე

ინჰექციური დენი გერმანიუმის ტელურიდის  
 ამორფულ ფენაში

რეზიუმე

შესწავლილია ინექციური დენი ამორფულ ნახევარგამტარში, რომლის ზონალური მოდელი ხასიათდება ენერჯის მიხედვით წრფივად კლებადი ლოკალიზებული მდგომარეობების სიმკვრივის ფუნქციით.

PHYSICS

A. M. LABIB, L. V. NEKRASOVA, L. P. TSERTSVADZE

INJECTION-CURRENT IN THIN AMORPHOUS GERMANIUM-  
 TELLURIDE FILMS

Summary

The space-charge one-carrier injection current in amorphous materials, exhibiting band-tails linearly distributed in energy, has been investigated on a phenomenological basis. The influence of such a trap distribution on current flow gives a branch on the current-voltage characteristic which plots linearly as  $\ln I \sim V^{1/2}$ , but in contrast to the Poole-Frenkel or Schottky effect, there appears, for this model, a specific dependence on film-thickness. Comparison between theory and experiment made on vacuum-deposited thin films of amorphous Germanium-Telluride, is provided.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. F. Mott. 1969 b, Mag. 19, 835, 1970, *Ib'd*, 22, 7.
2. Н. Мотт, Э. Дэвис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М., 1974, 244.
3. A. M. Labib, Y. V. Chkartishvily. *Physica-Status Solidi (a)*, 23, May 16, 1974.
4. L. Muller, M. Muller. 1970, *J. Non-Crystalline Solids*, 4, 504.
5. A. Servini, A. K. Jonscher. 1969, *Thin Solid Films*, 3.
6. J. M. Marshall, E. A. Owen. 1971, *Phil. Mag.* 24, 1281.

Л. Н. АБЕСАЛАШВИЛИ, Н. С. АМАГЛОБЕЛИ, Д. В. ГЕРСАМИЯ,  
Л. Г. ГОГУАДЗЕ, М. А. ДАСАЕВА, С. В. ДЖМУХАДЗЕ,  
Р. Г. САЛУКВАДЗЕ, М. В. ТОПУРИДЗЕ, М. С. ЧАРГЕИШВИЛИ,  
О. А. ШАКУЛАШВИЛИ, О. С. ШУДРА

### РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В $\pi^-p$ , $\pi^-n$ И $\pi^-c$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ИМПУЛЬСЕ $p=40$ Гэв/с

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 25.4.1974)

Проблемной лабораторией ядерной физики высоких энергий Тбилисского государственного университета обрабатываются стереофото- снимки, полученные при облучении двухметровой пропановой пузырь- ковой камеры Объединенного института ядерных исследований в пуч- ке  $\pi$  мезонов с импульсом  $(40,0 \pm 0,24)$  Гэв/с на серпуховском ускор- теле. Камера была помещена в магнитное поле с  $\bar{H}=15000$  гс. Фото- графирование производилось двумя фотографическими системами, со- стоящими из трех объективов каждая.

Снимки просматривались на просмотровых столах УПС-50. Неза- висимо друг от друга дважды было просмотрено около 16 000 стерео- фотографий. Эффективности регистрации при двойном просмотре для 0, 1 и 2-лучевых событий оказались равными  $\epsilon^{(0)}=83,50\%$ ,  $\epsilon^{(1)}=93,80\%$ ,  $\epsilon^{(2)}=97,00\%$  соответственно. Для звезд с числом лучей  $\geq 3$  эффективность двойного просмотра оказалась равной  $\epsilon_{12}=99,9\%$ . При просмотре отмечались все взаимодействия в выбранной эффективной области, вызванные первичными  $\pi^-$ -мезонами и связанные со звездами  $V^0$ -частицы и  $\gamma$ -кванты. Для контроля правильности определения типа и топологии события был проведен третий просмотр. Рабочим кадром считался кадр с числом пучковых следов  $n \leq 5$ . К взаимодействиям типа  $\pi^-p$  относились события, в которых имеется четное число треков и сумма зарядов вторичных частиц равна 0, число протонов  $\leq 1$ , нет протона, летящего назад.

Взаимодействия типа  $\pi^-n$  имеют нечетное число треков, сум- марный заряд  $-1$ , число протонов  $\leq 1$  с углом вылета  $\theta \leq 90^\circ$ .

Остальные взаимодействия, не удовлетворяющие этим критериям, относились к событиям  $\pi^-c$ . После классификации событий, 3161 случай был отнесен к  $\pi^-p$ -взаимодействиям, 1216—к  $\pi^-n$  и 2903—к  $\pi^-c$ -соударениям.

На рис. 1 показано распределение по множественности заряжен- ных частиц, образованных в  $\pi^-p$ -взаимодействиях. Заштрихованная область соответствует вкладу случаев упругого рассеяния (около 25% 37. „მეცნიერება“, ტ. 75, № 3, 1974

всех 2-лучевых событий). Полное сечение упругого рассеяния получено путем экстраполяции данных при меньших энергиях и принято равным  $\sigma_{el} = 3,5$  мбн [1].

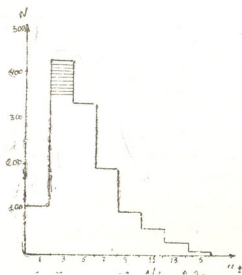


Рис. 1

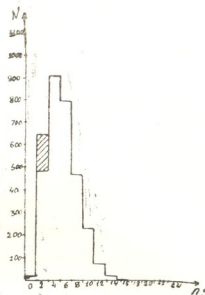


Рис. 2

Значения средних множественностей заряженных частиц  $\langle n_{\pm} \rangle$  приведены в табл. 1. Поправки, связанные со вторичными взаимодействиями, наличием  $\delta$ -электронов,  $\gamma$ -квантов и пар Далица вблизи точки взаимодействия, а также с потерей медленных протонов, дают смещение значения  $\langle n_{\pm} \rangle$  на  $\Delta \langle n_{\pm} \rangle = -0,01$ , что учтено в табл. 2.

Таблица 1

Тип события	$\langle n_{\pm} \rangle$	$\sqrt{D}$	$\frac{\langle n_{\pm} \rangle}{\sqrt{D}}$
$\pi^- p$ —все события	$5,38 \pm 0,05$	2,72	1,97
$\pi^- p$ —без упругих событий	$5,57 \pm 0,05$	2,69	2,07
$\pi^- n$ —все события	$5,05 \pm 0,08$	2,84	1,78
$\pi^- n$ —без когерентных событий	$5,19 \pm 0,08$	2,88	1,80

Увеличение средней множественности за счет взаимодействий первичных пионов с квазисвободными протонами ядер углерода по проведенным оценкам составляет  $\Delta \langle n \rangle \approx 0,1$ . Эта поправка в табл. 1 не учтена.

Топологические сечения  $\sigma_n$  для  $\pi^- p$ -взаимодействий приводятся в табл. 2. Здесь исключены случаи упругого рассеяния. Все оставшиеся события нормировались на полное сечение неупругих взаимодействий, которое было равно

$$\sigma_{inel}^{\pi^- p} = \sigma_{tot}^{\pi^- p} - \sigma_{el}^{\pi^- p} = 21,2 \pm 0,15.$$

На рис. 2 показано распределение по множественности заряженных частиц, образованных в  $\pi^-n$ -взаимодействиях; заштрихованная об-

Таблица 2

$n \pm$	Число событий без упругих	Доля от всех событий, %	Сечение $\sigma$ , мбн
0	14	$0,47 \pm 0,14$	$0,10 \pm 0,03$
2	485	$16,17 \pm 0,73$	$3,43 \pm 0,15$
4	909	$30,31 \pm 0,99$	$6,43 \pm 0,21$
6	793	$26,44 \pm 0,93$	$5,60 \pm 0,20$
8	468	$15,60 \pm 0,71$	$3,31 \pm 0,15$
10	229	$7,64 \pm 0,50$	$1,62 \pm 0,11$
12	75	$2,50 \pm 0,29$	$0,53 \pm 0,06$
14	21	$0,70 \pm 0,15$	$0,15 \pm 0,03$
16	4	$0,13 \pm 0,07$	$0,028 \pm 0,01$
24	1	$0,03 \pm 0,03$	$0,007 \pm 0,007$
$\Sigma$	2999	100	$21,2 \pm 0,15$

ласть соответствует вкладу когерентных взаимодействий (17% от 3-лучевых событий). При экстраполяции экспериментальных данных из других работ сечение когерентного образования трех заряженных  $\pi^-$ -мезонов на ядре углерода оказалось равным  $\sigma_{\text{con}} = 2,5$  мбн.

Значения  $\langle n \pm \rangle$  для всех  $\pi^-n$ -событий и без когерентных приведены в табл. 2. Ошибка в  $\langle n \pm \rangle$  является статистической.

В табл. 3 приведены данные по средней множественности релятивистских треков в зависимости от числа медленных протонов для соударения  $\pi^-$ -мезонов с ядрами углерода. Здесь исключены  $\pi^-n$  и часть  $\pi^-p$ -событий на квазисвободных нуклонах. В таком случае средняя множественность всех вторичных заряженных частиц оказалась равной  $\langle n \pm \rangle = 8,50 \pm 0,06$ .

Таблица 3

Число медленных протонов	% от всех событий	Среднее число релятивистских треков
0	32,93	$7,64 \pm 0,11$
1	34,65	$7,12 \pm 0,10$
2	20,91	$7,36 \pm 0,14$
3	7,99	$7,40 \pm 0,22$
4	3,51	$6,99 \pm 0,31$

Интересно заметить отсутствие зависимости  $\langle n \pm \rangle_{\text{рел}}$  от числа медленных протонов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.5.1974)



ლ. აბესალაშვილი, ნ. აბალოშვილი, დ. გერსამია, ლ. გოგუაძე,  
 მ. დასაევა, ს. ჯგუშაძე, რ. სალუქვაძე, მ. თოფურია, მ. ჩარბიძე,  
 თ. შაჟულაშვილი, თ. შუღრა

ბანაწილებები მეორადი დამუხტული ნაწილაკების  
 მრავლობითობის მიხედვით  $\pi p, \pi n$  და  $\pi c$   
 ურთიერთმოქმედებაში  $p=40$  გევ/ც იმპულსისათვის

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია მეორადი დამუხტული ნაწილაკების განაწილება მრავლობითობის მიხედვით  $\pi p, \pi n, \pi c$  ურთიერთმოქმედებაში პირველადი  $\pi^-$  მეზონების  $p=40$  გევ/ც იმპულსის დროს. მოცემულია ტოპოლოგიური კვეთა  $\pi p$  რეაქციისათვის და დამოკიდებულება ნელი პროტონების რიცხვსა და რელატივისტურ ნაწილაკებს შორის  $\pi c^{12}$  ურთიერთქმედებისათვის.

PHYSICS

L. N. ABESALASHVILI, N. S. AMAGLOBELI, D. V. GERSAMIA,  
 L. G. GOGUADZE, M. A. DASAIEVA, S. V. JMUKHADZE,  
 R. G. SALUKVADZE, M. B. TOPURIDZE, M. S. CHARGEISHVILI,  
 O. A. SHAKULASHVILI, O. S. SHUDRA

MULTIPLICITY DISTRIBUTIONS OF SECONDARY CHARGED  
 PARTICLES IN  $\pi$ -P,  $\pi$ -N AND  $\pi$ -C INTERACTIONS AT THE  
 MOMENTUM  $p=40$  Gev/c

Summary

Multiplicity distributions of secondary charged particles in  $\pi p, \pi n$  and  $\pi c$  interactions at the momentum  $p=40$  Gev/c are presented. Topological section is also given for  $\pi p$  reaction as well as dependences between the number of slow protons and relativistic particles for  $\pi c^{12}$  interaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дубна — Будапешт — Бухарест — Варшава — Краков — Серпухов — София — Ташкент — Тбилиси — Улан-Батор — Ханой. Сотрудничество. Препринт ОИЯИ PI-6277, 1972.



И. А. НАСКИДАШВИЛИ, И. К. ЛЕСЕЛИДZE, Э. С. ЛАПИАШВИЛИ,  
 Г. И. НАЦВЛИШВИЛИ

## ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНО-НАГРУЖЕННОГО ТИТАНА

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 26.4.1974)

Исследования программно-упрочненных металлов показали, что предварительное медленное нагружение в упругой или упруго-пластической области приводит к изменению дефектной структуры и улучшению целого комплекса физико-механических характеристик [1]. Упрочнение при программном нагружении достигается благодаря диффузионному перераспределению точечных дефектов (в том числе и примесей), приводящему к увеличению степени закрепления дислокаций точечными дефектами и повышению сопротивления движению дислокаций [2].

Электронномикроскопические, рентгенографические и металлографические исследования свидетельствуют о том, что в отличие от обычного механического наклепа, программное нагружение не сопровождается увеличением степени искаженности решетки [1, 3, 4].

Определенный интерес представляет исследование программного упрочнения в кристаллах со сравнительно большим содержанием примесей, когда последние находятся за пределами растворимости.

В настоящей статье приводятся результаты электронномикроскопического исследования на просвет программно-упрочненного технического титана ВТ1, содержащего основных примесей в вес. %: Fe—0,16, Si—0,1, O—0,14, C—0,07, N—0,14, H—0,01.

Образцы для программного нагружения (0,25×10×25 мм), изготовленные прокаткой титанового бруска, отжигались при температуре 800°C в течение 1,5 часа в вакууме  $2 \cdot 10^{-6}$  тор. После отжига часть образцов исследовалась электронномикроскопически, а часть программно нагружалась на специальной установке [5] при температуре 20 и 200°C с малой скоростью ( $\sim 1,2$  кг/мм<sup>2</sup>ч) до напряжения, вызывающего остаточную деформацию не больше 0,2%. Затем образцы утончались электролитически при использовании в качестве электролита раствора: HNO<sub>3</sub>—50%, HF—25%, уксусная кислота—25%. Наблюдения проводились на электронном микроскопе типа JEM-7 при ускоряющем напряжении 80 кв. Толщина исследуемой фольги составляла  $\sim 1000$  Å.

Исследуемый технический титан содержит достаточное количество примесей. Примеси железа и кремния, образующие с титаном твердый раствор замещения, в основном находятся в пределах растворимости [6, 7]. Газовые примеси: кислород, водород, углерод и азот — с титаном образуют  $\alpha$ -твердый раствор внедрения. При этом кислород, углерод и азот полностью растворены в ГПУ-решетке исследуемого титана [6, 7], в то время как водород, находящийся в данном материале в количестве 0,01 вес.%, превышает предел растворимости. Раство-

римость водорода в титане при комнатной температуре меньше 0,003 вес.%. С повышением температуры растворимость водорода в  $\alpha$ -титане растет и при 200°C достигает 0,098 вес.% [6, 7, 8].

Избыточное количество водорода ведет к образованию гидридной фазы, на величину и форму частиц которой существенно влияет скорость охлаждения образца. При малой скорости охлаждения гидрид выделяется в форме тонких пластин, а также в виде скоплений по границам зерен. При более быстром охлаждении образуются мелкие сферические выделения. В титане выделения гидридной фазы ориентированы обычно по отношению к зернам и похожи на небольшие двойники [7].

Электронномикроскопические исследования, проведенные нами, показали, что гидридная фаза образуется в основном в виде пластинчатых выделений (рис. 1,а), расположенных в плоскостях  $\{10\bar{1}1\}$ . Кроме пластинчатых выделений, на этом же рисунке видны сферические выделения гидрида. Размеры выделений пластинчатого типа колеблются от 0,2 до 2 мк, но чаще встречаются пластины размером в 1 мк.

Аналогичные выделения наблюдаются и при исследовании йодидного титана, очищенного от металлических примесей (рис. 1,б).

Программное нагружение при 20°C, приводящее к упрочнению титана ВТ1 на ~ 5% [2], практически не меняет характера распределения выделений, однако часто наблюдается усиление фаз за счет дополни-

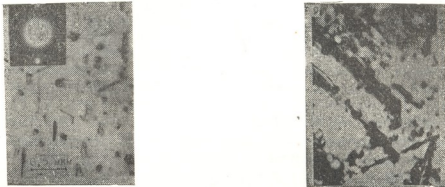


Рис. 1. Микроструктура технического (а) и йодидного (б) титана. Видны пластинчатые и сферические выделения гидридной фазы

тельного выделения водорода из матрицы титана, а иногда даже образование новых выделений, ориентированных по-прежнему в плоскостях  $\{10\bar{1}1\}$  (рис. 2,а). Наблюдаемое упрочнение титана в данном случае должно быть приписано, по-видимому, закреплению дислокаций на новых выделениях или же на мелких скоплениях примесей.

Программное нагружение при 200°C, приводящее к упрочнению титана на 23% [2], существенно изменяет характер распределения примесей в титане. Пластинчатые выделения гидридной фазы полностью исчезают вследствие их неустойчивости в условиях высокой температуры (200°C) и полей напряжений (продолжительность программированного нагружения при этой температуре не менее 12 часов). Высвобожденный в результате распада гидридной фазы водород полностью растворяется в металлической матрице, и, как видно из рис.

2,б, при последующем охлаждении образца избыточное количество водорода скапливается вдоль дислокаций, создавая примесную «шубу» вокруг них. Следует отметить, что в некоторых случаях вместо образования примесной «шубы» вокруг дислокаций наблюдаются мелкодисперсные выделения с четко выраженной тенденцией выстраиваться в

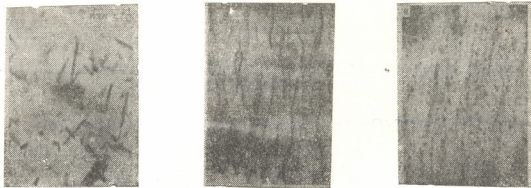


Рис. 2. Микроструктура титана: а—программное упрочнение при 20°C, б, в—программное упрочнение при 200°C

ряд вдоль определенных направлений (рис. 2,в). Аналогичные ориентированные выделения и перераспределения примесей под плавнo возрастающей нагрузкой наблюдались при исследовании бериллия [9].

Сравнение рис. 2,б и 2,в приводит к мысли, что указанные мелкодисперсные выделения (скорее всего, мелкодисперсные гидридные частицы) расположены вдоль дислокаций, ориентированное расположение которых является результатом программированного нагружения образца.

Такое перераспределение водородных атомов, приводящее к созданию примесной «шубы» вокруг дислокаций или же к образованию сферических мелкодисперсных гидридных фаз вдоль дислокаций, не может не вызвать значительного устойчивого упрочнения титана (в данном случае на 23%).

Таким образом, электронномикроскопическое исследование отожженного титана показало, что упрочнение при высокотемпературном (200°C) программном нагружении является результатом распада пластинчатых выделений гидридной фазы с последующим декорированием дислокаций газовыми примесями, в основном атомами водорода.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физики

(Поступило 26.4.1974)

შეზიკა

ი. ნასვიდავნილი, ი. ლახალიძე, ე. ლაკიაშვილი, ზ. ნაცვლიშვილი  
პროგრამულად დატვირთული ტიტანის ელექტრონულ-  
მიკროსკოპიული გამოკვლევა

რ ე ზ ი უ მ ე

ელექტრონულ-მიკროსკოპიულად გამოკვლეულია 20°C და 200°C ტემპე-  
რატურაზე პროგრამულად დატვირთული ტექნიკური ტიტანის მიკროსტრუქ-  
ტურა. შენიშნულია, რომ ტექნიკურ ტიტანში ადგილი აქვს ჰიდრიდული ფა-  
ზის ბრტყელი გამონაყოფების წარმოქმნას, რომლებიც ორიენტირდებიან

{1011} სიბრტყეებში. 200°C პროგრამულ დატვირთვის შედეგად, როცა სიმტკიცე იზრდება 23%-ით, ადგილი აქვს ჰიდრიდული ფაზის ბრტყელი გამონაყოფების დაშლას და წვრილმარცვლოვანი გამონაყოფების წარმოქმნას, რომლებიც ძირითადად ნაწილდებიან გარკვეული მიმართულებით, ამასთან ერთად ადგილი აქვს დისლოკაციების დეკორირებას მინარევებით.

## PHYSICS

I. A. NASKIDASHVILI, I. K. LESELIDZE, E. S. LAPIASHVILI,  
G. I. NATSVLISHVILI

### ELECTRON MICROSCOPIC INVESTIGATION OF PROGRAM-LOADED TITANIUM

#### Summary

The microstructure of program-loaded commercial titanium at 20° and 200°C is investigated by electron microscopy. The release of the hydride phase, generally in the form of plates oriented in {1011} planes, is observed.

As a result of program loading at 200°C, when titanium is strengthened by 23%, the plate releases of the hydride phase break up and are formed into fine dispersive releases which mainly align along definite directions. At the same time decoration of the dislocations by impurities takes place.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Гарбер, И. А. Гиндин, И. М. Неклюдов. Металл., 5, 1967, 4.
2. И. А. Гиндин, Э. С. Лапиашвили, И. А. Наскидашвили, И. М. Неклюдов. Проблемы прочности, № 8, 1973, 49.
3. И. А. Гиндин, И. М. Неклюдов, Д. Ф. Смелова. Кристаллография, 13, 1968, 104.
4. И. А. Гиндин, И. М. Неклюдов, М. П. Старолат. ФММ, 34, 1972, 621.
5. Р. И. Гарбер, И. А. Гиндин, И. М. Неклюдов, Г. Г. Чечельницкий, В. М. Столяров. Зав. лаб., 1, 1962, 107.
6. В. В. Глазова. Легирование титана. М., 1966.
7. В. Н. Еременко. Титан и его сплавы. Киев, 1960.
8. Х. Дж. Гольдшмит. Сплавы внедрения. т. 2. М., 1971.
9. И. А. Гиндин, И. Н. Лаптев, И. М. Неклюдов, Г. Ф. Тихинский. ФММ, 34, 1972, 160.



И. Е. НИКОЛАДЗЕ

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ОЦЕНКИ СПЕКТРА ПРИЛИВНЫХ  
 ВАРИАЦИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 12.5.1974)

Земные приливы описываются функцией вида

$$\sum_{i=1}^N (a_i \sin \omega_i t + b_i \cos \omega_i t) + \varepsilon(t) = y(t), \quad (1)$$

где  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $\omega_i$  и  $N$  — искомые параметры,  $\varepsilon(t)$  — функция ошибок, удовлетворяющая условию

$$\lim_{L \rightarrow \infty} \frac{1}{L} \int_{-L}^L \varepsilon(t) \exp \{i\omega t\} dt = 0, \quad \omega \neq \omega_i. \quad (2)$$

$$L \rightarrow \infty.$$

При изучении земных приливов частоты  $\omega_i$  с большой уверенностью можно считать известными [1, 2]. Тогда при выполнении условия (2) задача нахождения параметров  $a_i$  и  $b_i$  сводится к решению возмущенной линейной системы (1).

Трудность решения этой системы состоит в том, что для отдельных групп волн частоты  $\omega_i$  очень близки и поэтому на практически доступном интервале времени  $[-L, L]$  эта система довольно «косоугольна».

В предлагаемом алгоритме используется классический подход к решению данной задачи. Методом наименьших квадратов по (1) составляется нормальная система уравнений

$$c x = h, \quad (3)$$

где  $c_{ik} = \frac{\sin(\omega_i - \omega_k) L}{(\omega_i - \omega_k) L}$  при  $i \neq k$  и  $c_{ik} = 1$  при  $i = k$ ;  $x$  — искомые параметры  $a_i$  или  $b_i$ , а  $h$  — синус или косинус преобразования Фурье на конечном интервале времени  $[-L, L]$ .

Если за начало отсчета времени  $t$  будет принимать центральный момент интервала задания исследуемой функции, то нормальная система (3) будет расщепляться на две системы относительно параметров  $a_i$  и  $b_i$ . Правые части  $h$  для  $a_i$  суть синус преобразования Фурье, а для  $b_i$  — косинус преобразования.



Весь диапазон частот в данном случае можно разбить на четыре части: длиннопериодические, суточные, полусуточные и третьсуточные. Частоты разных групп достаточно отличаются друг от друга, поэтому  $c_{ik}$  при  $2L > 1$  года близки к нулю для этих гармоник. При этих условиях нормальная система (3) будет расщепляться на четыре пары линейных систем.

Если мы будем пользоваться разложением приливообразующего потенциала по Дудсону [1], то из каждой группы волн будем иметь следующее число уравнений: для длиннопериодических — 99, для суточных — 158, для полусуточных — 115 и для третьсуточных — 14.

Точность решения этих систем зависит от длины интервала задания исследуемой функции  $2L$  и от  $\varepsilon(t)$ . Если  $2L < 2$  лет, то эти системы «косоугольны» и не могут быть решены без какого-либо ограничения.

В данном алгоритме при  $2L < 2$  лет задача решается следующим образом. Выбираются из каждой группы волн основные гармоники, в данном случае 18 волн из длиннопериодической, по 25 — из суточной и полусуточной и одна из третьсуточной области спектра. Следовательно, предполагается существование только 69 основных гармоник и система (3) решается относительно этих гармоник.

Игнорирование теоретически малых гармоник эквивалентно тому что мы фактически оцениваем не искомые параметры  $a_i$  и  $b_i$ , а комбинации вида

$$\sum_{j=k-m}^{k+n} c_{kj} a_j, \quad \sum_{j=k-m}^{k+n} c_{kj} b_j, \quad (4)$$

С целью сравнения спектра наблюдаемой и теоретической функций такие же комбинации вычисляются и для твердой Земли. В этом случае оценки параметров будут верны, если отношения амплитуд и разности фаз наблюдаемых и теоретических гармоник равны соответственно для волн, входящих в данную комбинацию (4). Не существуют физические причины, отвергающие эти предположения. При их соблюдении получаем

$$\delta_h = A_k^{(H)}/A_k^{(T)} = \tilde{A}_h/A_h^{(r)}, \quad (5)$$

где  $A_k^{(H)}$  и  $A_k^{(T)}$  суть амплитуды оцененных и теоретических гармоник,  $\tilde{A}_h$  — оценки комбинации (4), полученные решением сокращенной системы (3) и  $A_k^{(r)}$  — гомологические амплитуды, т. е. амплитуды, вычисленные по теоретическим значениям комбинации (4).

Разности фаз оцениваются по формулам

$$\cos \chi_h = \frac{\tilde{a}_h a_k^{(r)} + \tilde{b}_h b_k^{(r)}}{\delta_h \cdot (A_k^{(r)})^2}, \quad \sin \chi_h = \frac{a_k^{(r)} \tilde{b}_h - \tilde{a}_h b_k^{(r)}}{\delta_h \cdot (A_k^{(r)})^2}, \quad (6)$$

где  $\tilde{a}_h$  и  $\tilde{b}_h$  — оценки,  $a_k^{(r)}$  и  $b_k^{(r)}$  — гомологические значения параметров.

С целью проверки идентичности амплитудных спектров наблюдаемой и теоретической кривых после оценки гармонических параметров



данные гармоник подавляются вычитанием суммы оцененных синусоид от исследуемой функции  $y(t)$ , и после этого проводится анализ остаточной функции асимптотическим методом [3].

В анализируемой кривой допускается наличие пропусков любых продолжительностей. Программа составлена на АЛГОЛ-60.

Обработано несколько серий записей гравиметров GS-11 в Уккле (Бельгия) и Талгаре (Ташкент). Ниже приводятся численные результаты оценок параметров для 15 основных гармоник. Некоторые из этих оценок сравниваются с оценками, полученными другими методами и приведенными в скобках. Для ст. Уккле эти оценки были получены методом Р. Леколазе [4, 5], а для ст. Талгар — методом Б. П. Перцева [6, 7].

Уккле			Талгар				
Гравиметр № 160			Гравиметр № 126			Гравиметр № 134	
A(Г) мкгал	$\delta$	$\chi$ град	A(Г) мкгал	$\delta$	$\chi$ град	$\delta$	$\chi$ град
$Q_1$	5,1	$1,12 \pm 0,05$	—8,5	5,3	$1,19 \pm 0,05$		$1,23 \pm 0,05$
$P_1$	0,9	$1,2 \pm 0,3$		1,1	$1,1 \pm 0,3$		$1,1 \pm 0,3$
$O_1$	25,9	$1,150 \pm 0,003$ (1,148)	—2,5 (0,0)	27,2	$1,182 \pm 0,003$ (1,175)	—2,0 (—0,6)	$1,181 \pm 0,003$ (1,158)
$M_1$	2,0	$1,4 \pm 0,1$		2,2	$1,3 \pm 0,1$		$1,6 \pm 0,1$
$P_1$	14,0	$1,21 \pm 0,01$		14,3	$1,16 \pm 0,01$		$1,14 \pm 0,01$
$S_1$	0,2	$7,78 \pm 0,05$		0,5	$7,94 \pm 0,05$		$8,67 \pm 0,05$
$K_1$	38,2	$1,137 \pm 0,01$ (1,142)	—2,4 (—0,2)	40,1	$1,153 \pm 0,01$ (1,152)	—2,2 (—0,6)	$1,155 \pm 0,01$ (1,152)
$J_1$	2,0	$1,15 \pm 0,08$		2,2	$1,15 \pm 0,08$		$1,01 \pm 0,08$
$OO_1$	0,8	$1,51 \pm 0,07$		1,2	$1,27 \pm 0,07$		$1,18 \pm 0,07$
$N_2$	5,8	$1,130 \pm 0,006$		7,5	$1,210 \pm 0,006$		$1,280 \pm 0,006$
$M_2$	31,0	$1,181 \pm 0,012$ (1,165)	—4,6 (1,4)	41,0	$1,175 \pm 0,012$ (1,165)	—2,8 (—3,1)	$1,162 \pm 0,012$ (1,156)
$L_2$	0,8	$1,18 \pm 0,3$		1,1	$1,16 \pm 0,3$		$1,13 \pm 0,3$
$S_2$	14,0	$1,150 \pm 0,016$ (1,182)	—1,0 (—1,4)	18,6	$1,174 \pm 0,016$ (1,175)	—5,2 (—5,7)	$1,171 \pm 0,016$ (1,136)
$K_2$	2,9	$1,31 \pm 0,09$		5,0	$1,07 \pm 0,07$		$1,10 \pm 0,09$
$M_3$	0,2	$1,18 \pm 0,2$		0,4	$1,0 \pm 0,2$		$1,0 \pm 0,2$
Интервал 2L 14 месяцев 1961—1962 гг.				18 месяцев 1962—1963 гг.		18 месяцев 1962—1963 гг.	

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 15.5.1974)

გეოფიზიკა

ი. ნიკოლაძე

დედამიწის მიმოქცევის სპეცირის შეფასების  
ერთი ალგორითმის შესახებ

რეზიუმე

დამუშავებულია შემოფოთებული თითქმის პერიოდული ფუნქციის სპექტრის შეფასების ალგორითმი დედამიწის მიმოქცევითი პროცესების შესწავლის მაგალითზე. მოყვანილია სტაციონარული გრაფიმეტრების ჩანაწერების ანალიზის ზოგიერთი რიცხვითი შედეგი.

I. E. NIKOLADZE

ON AN ALGORITHM OF THE ESTIMATION OF THE TIDAL  
GRAVITY VARIATION SPECTRUM

## Summary

Using the least squares method an algorithm is proposed for the study of the gravity variation spectrum.

Some numerical results are given for the stations of Uccle and Talgar.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. T. Doodson. Proc. Roy. Soc., A 100, 1929.
2. D. Cartwright, R. Tayler. Geophys. J. Astr. Soc., 1971, 23.
3. И. Е. Николадзе. Сообщения АН ГССР, 65, № 1, 1972.
4. R. Lecoqzet. Ann. de Geophys., t. 12, fasc. 1, 1956.
5. P. Melchior. Bulletin d'Observations des Marees Terrestres, vol. 1, fasc. 5, 1962, Bruxelles.
6. Б. П. Перцев. Изв. АН СССР, сер. геофиз. № 8, 1958, 946—958.
7. С. Н. Барсенков, В. А. Волков, Д. Г. Гриднев, М. В. Крамер, Н. И. Парийский. Сб. «Земные приливы и внутреннее строение Земли». М., 1967.



УДК 550.311+551.1+523.12

ГЕОФИЗИКА

Л. И. ТУЛИАНИ

РАСЧЕТ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ В КОРЕ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 21.2.1974)

Общезвестная особенность динамики Кавказского региона на позднеорогенном этапе заключается в антиизостатическом характере тектонических движений. Глубинные процессы, ответственные за эти движения, пока остаются невыясненными, хотя и предполагалось, что они обусловлены перетеканием вещества мантии [1]. Детальный анализ изостазии Кавказа обнаружил, что отдельные крупные его блоки отличаются по связям изостатических аномалий и суммарных амплитуд неотектонических деформаций [2]. Расчет сил, действующих в коре Кавказского региона, будет способствовать объяснению причинности соотношений, имеющих здесь место между распределением напряжений, изостатическими аномалиями, неотектоническими деформациями, и в конечном итоге познанию направленности эволюции орогенных областей.

Е. В. Артюшковым [3—5] было показано, что в связи с вариациями мощности коры в горизонтальном направлении в литосфере возникают большие отклонения напряженного состояния от гидростатически равновесного. По порядку величины эти отклонения в общем случае равны разгрузкам рельефа.

Рассмотрим возмущение, когда мощность коры медленно изменяется только в одном направлении, например вдоль оси  $x$  (рис. 1)<sup>1</sup>.

Введем величину

$$\Sigma = \int_{\eta}^{\xi} (\sigma_{xx} - \sigma_{zz}) dz, \quad (1)$$

где  $\sigma_{xx}$  и  $\sigma_{zz}$  — компоненты тензора напряжений, а  $\eta$  и  $\xi$  — соответственно нижняя и верхняя границы литосферы. Таким образом, величина  $\Sigma$  описывает полную силу, действующую вдоль слоя поперек структуре, добавочную по отношению к гидростатически равновесному состоянию, когда

$$\sigma_{xx} = \sigma_{zz}.$$

Допустим в качестве первого приближения, что плотность коры постоянна и равна  $\rho_k$ , а мощность ее  $h$  вдоль оси изменяется плавно. Тогда, согласно указанным выше работам,

<sup>1</sup> Такое приближение соответствует строго удлиненным структурам.

$$\Sigma = \frac{\rho_k(\rho_m - \rho_k)gh^2}{2\rho_m} + \Sigma_0, \quad (2)$$

где  $\rho_m$ —плотность мантии,  $g$ —ускорение свободного падения,  $\Sigma_0$ —константа.

Это выражение справедливо для структур, ширина которых, по крайней мере, в несколько раз превышает толщину земной коры или литосферы. Большой Кавказ и прилегающие прогибы представляют сильно удлиненные структуры, в которых мощность коры в поперечном направлении изменяется гораздо быстрее, чем в продольном. Кроме того, их ширина значительно превосходит мощность данной коры в рассматриваемом регионе. Поэтому величина  $\Sigma$  может быть с достаточной высокой точностью рассчитана для них с помощью формулы (2).

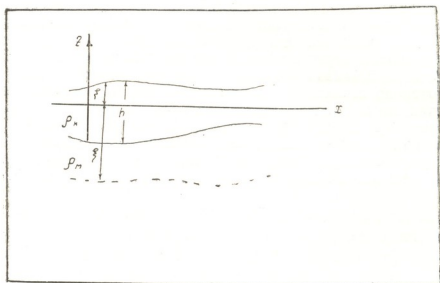


Рис. 1

При расчете величины  $\Sigma$  основную трудность представляет определение величины  $\Sigma_0$ . Метод определения  $\Sigma_0$  для структур, расположенных внутри континентов, вдали от разломов, разделяющих океанические и континентальные литосферные плиты, ранее был предложен Е. В. Артюшковым [5].

Малый Кавказ, в отличие от Б. Кавказа, не является сильно удлиненной структурой. Однако его поперечные размеры существенно меньше длины Б. Кавказа и он расположен рядом с последней структурой. Поэтому можно считать, что основной фон напряжений в данном регионе создается Б. Кавказом, и принять в первом приближении, что константа  $\Sigma_0$  для М. Кавказа имеет то же значение, что и для Б. Кавказа.

Следует отметить, что здесь мы используем решение одномерной задачи для фактически двухмерной в плане структуры. Поэтому получаемые в настоящей работе результаты имеют скорее качественный характер.

Для вычисления  $\Sigma_0$  была выбрана зона вдоль оси Б. Кавказа шириной 30 км и протяженностью, равной его длине.

Величина  $\Sigma$  рассчитывалась с помощью формулы (2) по сетке  $50 \times 50$  км, одна из осей которых расположена вдоль оси Б. Кавказа.

В поле действия сил отчетливо выделяются четыре области (рис. 2). Первая из них охватывает почти целиком Б. Кавказ, за исключением его юго-восточного погружения, поднятия Западного Кавказа и внешней зоны опусканий Западного Кавказа. Вторая область в рамках исследуемой территории соответствует М. Кавказу. Эти две области характеризуются положительным знаком, свидетельствующим о растягивающих усилиях, по крайней мере, в верхних горизонтах коры. Третья область распространяется от Скифской плиты до Грузинской и Азербайджанской глыб, а также до Черноморской и Южно-Каспийской впадин. В ее пределах значения отрицательные, а усилия преимущественно сжимающие. Четвертая, небольшая по площади область соответствует Дзирульскому поднятию и тяготеющим к нему участкам Грузинской и Азербайджанской глыб. Эта область представляет собой как бы барьер между зонами преимущественного растяжения и сжатия, поскольку абсолютные значения здесь малы. Подобные условия обнаруживаются вдоль шовных ограничений Б. и М. Кавказа, также являющихся рубежами между зонами преобладающего растяжения и сжатия.

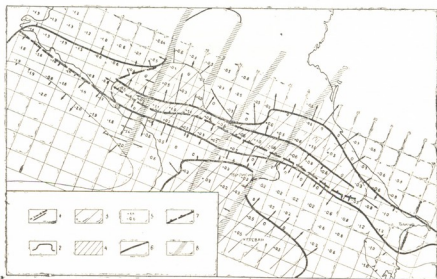


Рис. 2. Схемы сил, действующих в коре Кавказского региона: 1 — вектор сил, 2 — границы областей растяжения, 3 — области растяжения, выявленные и предполагаемые, 4 — зоны наиболее интенсивного растяжения, 5 — значение сил: положительных — растяжений ( $+1,4 \cdot 10^{15}$  дин) и отрицательных — сжатий ( $-0,6 \cdot 10^{15}$  дин); продольные разломы, наиболее активные на позднеорогенном этапе: 6 — глубинные, 7 — коревые, 8 — поперечные глубинные

Векторы сил, если их расположить вдоль разломов и ориентировать по направлениям наибольшего действия, обнаруживают различия в напряженном состоянии между отдельными блоками в Кавказском регионе.

На фоне диапазона изменения сил, достигающего  $3,9 \cdot 10^5$  дин или  $3,9 \cdot 10^9$  кг/см<sup>2</sup>, действующие вкрест простирания растягивающие усилия в центральной части складчато-глыбового сооружения Б. Кавказа составляют от  $+0,2 \cdot 10^{15}$  до  $+1,9 \cdot 10^{15}$  дин. В пределах поднятия За-

падного Кавказа и юго-восточного погружения его выявляется значопеременная обстановка, характеризующаяся весьма незначительными (до  $+0,5 \cdot 10^{15}$  дин) растягивающими усилиями и сжатием, достигающим  $-1,4 \cdot 10^{15}$  дин. Повсеместно силы направлены в сторону глубоко погруженных на неотектоническом этапе блоков Скифской плиты, Грузинской и Азербайджанской глыб, а также Черноморской и Южно-Каспийской впадин, причем величина сжатия увеличивается по мере удаления от горных сооружений.

На М. Кавказе в первом приближении также преобладают силы, действующие вкрест его простирания, составляющие  $0,5-0,7 \cdot 10^{15}$  дин. Однако для этой области решение задачи не является достаточно однозначным в связи с тем, что ее форма в плане близка к изометричной. Транс-Кавказское поперечное поднятие не оказывает существенного влияния на распределение сил. Лишь в Ахалкалакской вулканической зоне оно вызывает растягивающие усилия до  $+0,5 \cdot 10^{15}$  дин и сжимающие усилия от  $-0,6$  до  $-1,2 \cdot 10^{15}$  дин вдоль разлома, отделяющего внешнюю зону опусканий Западного Кавказа.

В целом наблюдается довольно четкая корреляция между знаком, интенсивностью и распространением остаточных изостатических аномалий, изученных М. Е. Артемьевым и Б. К. Балавадзе [2], и распределением действующих в литосфере сил. Зоне максимальных положительных аномалий на Б. Кавказе отвечают наиболее высокие растягивающие усилия. Пониженные аномалии на М. Кавказе совпадают с более низкими значениями усилий растяжения, а области отрицательных аномалий находятся в условиях сжатия. Наличие подобной корреляции, выявленной в результате проведенных исследований, может свидетельствовать о едином глубинном источнике неотектонических деформаций в Кавказском регионе, отраженном в физических полях и обуславливающим распределение сил.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.3.1974)

გეოფიზიკა

ლ. თულიანი

კავკასიის რეგიონის დეფორმაციის ძირითადი მოქმედი ძალების გამართვლა

რეზიუმე

ჩატარებულია კავკასიის რეგიონის გეოდეინამიკური დარაიონების ცლა, განგარიშებულია ქერქში მოქმედი ძალები და მათი განაწილება შედარებულია იზოსტატიური ანომალიებთან.

GEOPHYSICS

L. I. TULIANI  
 CALCULATION OF FORCES ACTING IN THE CRUST OF  
 THE CAUCASIAN REGION

Summary

An attempt is made at a geodynamical zoning of the Caucasian Region. The forces acting in the crust have been calculated and their distribution compared with the isostatic anomaly.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Е. Милановский. Новейшая тектоника Кавказа. М., 1968.
2. М. Е. Артемьев, Б. К. Балавадзе. Геотектоника, № 6, 1973.
3. Е. В. Артюшков. ДАН СССР, т. 201, 1971.
4. Е. В. Артюшков. Изв. АН СССР, сер. «Физика Земли», № 7, 1972.
5. E. V. Artyushkov. The stresses in the lithosphere caused by crustal thickness inhomogeneities. J. Geophys. Res., 78, 1973.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

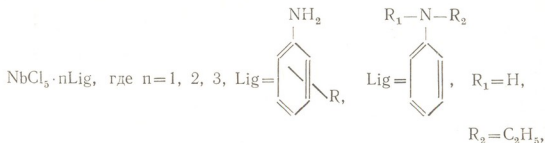
Л. А. УГУЛАВА, Н. И. ПИРЦХАЛАВА, А. Ф. ПЕРЕСУНЬКО

КОМПЛЕКСЫ  $NbCl_5$  С АРОМАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 5.3.1974)

Исследование реакции комплексообразования  $NbCl_5$  в неводных средах с азотсодержащими органическими лигандами представляет интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения. Алифатические амины применяются как экстрагенты для экстракции ниобия из кислых растворов для разделения ниобия и тантала [1, 2]. По-видимому, этим объясняется тот факт, что комплексообразование  $NbCl_5$  с алифатическими аминами изучено достаточно хорошо [3, 4], в то время как комплексообразование с ароматическими аминами почти не исследовалось.

В настоящей работе приведены данные по изучению комплексообразования  $NbCl_5$  с ароматическими аминами, влияния эффектов заместителей в фенильном кольце лиганда на физико-химические свойства комплексов  $NbCl_5$ . С этой целью был синтезирован ряд комплексов  $NbCl_5$  с ароматическими аминами, содержащими различные заместители общей формулы



$R=H, 4-CH_3, 4-OCH_3, 4-Cl, 4-Br, 4-NO_2, 4-COCH_3, 2-CH_3, 2-OCH_3, 2-Cl, 2-J, 3-CH_3, 3-OCH_3, 3-COCH_3, 3-NO_2, 3-Br, 2, 4, 6-CH_3, 2, 4, 6-Br, 2-CH_3, 4-NO_2, 2-CH_3, 4-J.$

Судя по данным элементарного анализа (таблица), образуются комплексы состава 1:1 ( $n=1$ ), 1:2 ( $n=2$ ), 1:3 ( $n=3$ ). Так как все использованные анилины являются монодентатными лигандами с единственным донорным центром атомом азота, то полученный состав может свидетельствовать о проявлении координационного числа (к. ч.) ниобия 6, 7, 8. Такое явление характерно в случае комплексов  $NbCl_5$ , для которых указана возможность увеличения координационной емкости до к. ч. 9 [5].

С целью выяснения особенностей строения полученных комплексов были сняты ИК-спектры их в области  $400-4000 \text{ см}^{-1}$ .

В случае образования молекулярных комплексов типа  $NbCl_5 \cdot nNH_2C_6H_5$  можно ожидать в ИК-спектрах по аналогии с молекулярными комплексами ароматических аминов с хлоридами других металлов низ-





кочастотное смещение частоты, соответствующей валентным колебаниям аминогруппы ( $\nu_{NH}$ ) примерно на 200—250  $\text{см}^{-1}$  и сравнительно небольшое низкочастотное смещение частоты, соответствующей дефор-

Комплексные соединения  $\text{NbCl}_5$  с ароматическими аминами

№	Формула	Вычислено, %			Найдено, %			Т разл. °С
		Nb	Cl	N	Nb	Cl	N	
1	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{C}_6\text{H}_7\text{N}$	25,59	48,84	3,85	25,08	48,52	3,31	238
2	$\text{NbCl}_5 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$	20,37	38,88	6,18	19,87	38,38	6,48	222
3	$\text{NbCl}_5 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$	16,92	32,29	7,74	15,84	31,74	6,92	210
4	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_7\text{H}_9\text{N}$	24,64	47,03	3,71	24,28	46,82	3,92	232
5	$\text{NbCl}_5 \cdot 2n\text{-C}_7\text{H}_9\text{N}$	19,19	36,63	5,77	18,98	36,32	5,94	242
6	$\text{NbCl}_5 \cdot 3n\text{-C}_7\text{H}_9\text{N}$	15,71	30,05	7,09	15,23	29,85	7,29	252
7	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_7\text{H}_9\text{ON}$	23,64	45,12	3,55	23,24	44,84	3,12	237
8	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_6\text{H}_6\text{NCl}$	23,37	53,54	3,52	22,83	—	3,12	225
9	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_6\text{H}_6\text{NBr}$	21,03	40,13	3,16	20,62	—	2,98	215
10	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$	22,04	43,46	6,85	22,04	42,86	—	257
11	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_8\text{H}_{11}\text{ON}$	22,17	42,32	3,33	22,02	42,02	—	228
12	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{O-C}_7\text{H}_9\text{N}$	24,64	47,03	3,70	24,30	46,83	3,42	247
13	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{O-C}_8\text{H}_9\text{ON}$	23,64	45,12	3,55	23,32	44,94	3,14	240
14	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_7\text{H}_8\text{NY}$	18,48	35,27	2,78	18,62	—	2,84	233
15	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{O-C}_6\text{H}_5\text{NCl}$	23,38	44,62	3,51	23,17	—	3,22	232
16	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{M-C}_7\text{H}_9\text{N}$	24,64	47,03	3,71	24,52	46,92	—	244
17	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{O-C}_6\text{H}_6\text{NY}$	19,20	36,65	2,89	18,93	—	2,72	251
18	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{M-C}_7\text{H}_9\text{ON}$	23,58	45,01	3,55	23,29	45,18	3,72	221
19	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{M-C}_8\text{H}_{11}\text{ON}$	22,17	42,32	3,33	22,41	42,51	3,53	237
20	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{M-C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$	22,77	43,47	3,43	22,82	43,73	3,62	241
21	$\text{NbCl}_5 \cdot 2, 4, 6\text{-C}_9\text{H}_{13}\text{N}$	22,94	43,78	3,45	22,42	43,28	3,38	244
22	$\text{NbCl}_5 \cdot 2, 4, 6\text{-C}_6\text{H}_4\text{Br}_3\text{N}$	15,49	29,57	2,33	15,21	—	2,12	231
23	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{M-C}_6\text{H}_{11}\text{N}$	23,76	45,35	3,57	23,53	45,12	3,37	243
24	$\text{NbCl}_5 \cdot n\text{-C}_7\text{H}_8\text{O}_2\text{N}$	22,02	42,02	6,62	22,22	42,32	6,82	223
25	$\text{NbCl}_5 \cdot \text{M-C}_6\text{H}_6\text{NBr}$	21,03	40,13	3,16	21,12	—	3,31	220

мационным колебаниям N—H [6, 7]. На рис. 1 приведено для примера несколько спектров поглощения комплексов, которые соответствуют характерным особенностям ИК-спектров всех остальных комплексов. В ИК-

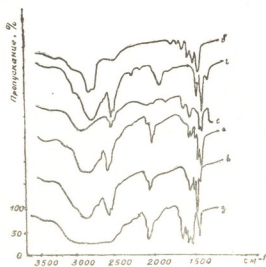
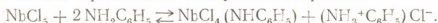


Рис. 1. ИК-спектры поглощения (в вазелиновом масле и таблетках KBr): а— $\text{NbCl}_5 \cdot \text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ , б— $\text{NbCl}_5 \cdot \text{C}_7\text{H}_9\text{N}$ , в— $\text{NbCl}_5 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ , г— $\text{NbCl}_5 \cdot 2\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$ , д— $\text{NbCl}_5 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ , е— $\text{NbCl}_5 \cdot 3\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$

спектрах действительно произошло ожидаемое низкочастотное смещение частот аминогруппы; валентные колебания координированной аминогруппы проявляются неразрешенной широкой полосой поглощения в

области  $3200 \text{ см}^{-1}$ , а деформационные колебания — в области  $1610$ — $1600 \text{ см}^{-1}$  и ниже в зависимости от природы лиганда. Это указывает в случае состава 1:1 на образование молекулярных комплексов  $\text{NbCl}_5$  с анилинами. Наряду с этим, в комплексах всех составов, особенно 1:2, 1:3, по-видимому, присутствуют в спектрально чувствительных количествах побочные продукты комплексообразования, так как в ИК-спектрах комплексов появляются новые интенсивные полосы в областях  $2000$ — $2050$  и  $2550$ — $2650 \text{ см}^{-1}$ . Эти колебания, как известно [8], относятся к  $\nu_{\text{N-H}}$  в ионизированных аминогруппах  $\text{NH}_2^+$  или  $\text{NH}_3^+$ . Очевидно, наличие указанных интенсивных полос поглощения в ИК-спектрах у всех изученных соединений свидетельствует о существовании аминогруппы в ионизированной форме в соответствующих продуктах. Можно предположить, что проявление ионизированных аминогрупп определяется тем, что процесс комплексообразования сопровождается реакцией, подобной известной реакции аммонолиза [9], т. е. замещением атомов хлора в  $\text{NbCl}_5$  с выделением  $\text{HCl}$  и последующим образованием соответствующего хлорида анилина. В общем виде эту реакцию можно представить следующим образом:

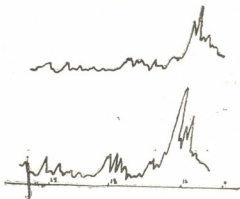


Как было установлено [3, 4], так протекает взаимодействие пентахлоридов и пентабромидов ниобия и тантала с алифатическими аминами. Для выяснения правильности этого предположения нами проведен сравнительный рентгенофазовый анализ комплексов  $\text{NbCl}_5$ ,  $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_5$  состава 1:1 и хлорида анилина, который должен находиться в смеси с комплексом, если реакция замещения осуществляется. Как следует из полученных данных, на дифрактограмме комплекса 1:1 проявляются индексы отражения новой фазы, совпадающие с индексами хлорида анилина (рис. 2). Таким образом, реакция замещения

Рис. 2. Дифрактограммы образцов:

а—хлорид анилина, б—комплекс

$\text{NbCl}_5 \cdot \text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_5$  состава (1:1)



протекает наряду с процессом комплексообразования. Можно предположить, что эта реакция также сопутствует процессу комплексообразования и для других комплексов  $\text{NbCl}_5$  с анилинами, так как в ИК-спектрах их наблюдаются полосы  $2000$ — $2600 \text{ см}^{-1}$ , характерные для ионизированной аминогруппы.

Указанная реакция амина не протекает для некоторых даже более сильных кислот Льюиса, как например  $\text{SnCl}_4$ , при взаимодействии с ароматическими аминами [7]. Возможно, в данном случае проявляется структурная особенность  $\text{NbCl}_5$ , которая в твердом состоянии и в растворах, в том числе в  $\text{CCl}_4$ , в котором проводилась реакция, находится в димерном состоянии  $\text{Nb}_2\text{Cl}_{10}$  [10, 11]. При диссоциации димера в растворе происходит диспропорционирование:  $\text{Nb}_2\text{Cl}_{10} \rightleftharpoons \text{NbCl}_4^+ + \text{NbCl}_6^-$  и образующийся в растворе  $\text{NbCl}_4^+$ , обла-

дающий повышенной акцепторной способностью, связывается амином в комплексе с последующей реакцией обмена.

Для реакции использовался  $NbCl_5$  марки х. ч. желтого цвета с температурой плавления  $206^\circ C$ , предварительно прокипяченный и перекристаллизованный в  $CCl_4$ . Анилина перекристаллизовывались и перегонялись под вакуумом, их константы соответствуют литературным. Четыреххлористый углерод осушался гранулированным КОН, дважды перегонялся над  $P_2O_5$ . Комплексы получались смещением растворов  $NbCl_5$  и соответствующих аминов в  $CCl_4$ . После смещения сразу выпадают комплексы в виде мелкокристаллических осадков, которые отфильтровывались, тщательно промывались сухим  $CCl_4$ , сушились в боксе с сухим воздухом и затем в вакуум-эксикаторе над  $P_2O_5$ . Элементарный анализ на Nb и Cl проводился весовым методом, данные анализа приведены в таблице. Все операции по получению комплексов, фильтрование и приготовление образцов для измерения проводились в боксе с сухим воздухом. ИК-спектры полученных комплексов сняты в таблетках КВч и вазелиновом масле на спектрофотометре UR-20. Дифрактограммы хлорида анилина и комплекса  $NbCl_5 \cdot NH_2C_6H_5$  состава 1:1 сняты на установке УРС-50И методом нефилтрованных излучений.

Тбилисский государственный университет Ростовский государственный университет

(Поступило 7.3.1974)

ზოგადი და არორგანული ქიმია

ლ. უგულავა, ნ. ფირცხალავა, ა. პერესუნკო

$NbCl_5$ -ის კომპლექსები არომატული რიგის ამინებთან

რეზიუმე

მიღებულია და შესწავლილია  $NbCl_5$ -ის კომპლექსები ზოგიერთი არომატული რიგის ამინებთან.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L. A. UGULAVA, N. I. PIRTSKHALAVA, A. Ph. PERESUNKO  
 COMPLEXES OF  $NbCl_5$  WITH AROMATIC AMINES

Summary

New complex compounds of  $NbCl_5$  with aromatic amines have been obtained and studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Петунина, И. Г. Чифарова. Труды Ин-та химии Уральского филиала АН СССР, вып. 10, 1968, 11.
2. Н. А. Иванов, И. П. Алимариц, И. И. Гибало, Г. Ф. Бебих. Изв. АН СССР, сер. хим. 12, 1970, 2664.
3. G. W. Fowles, G. M. Pleass. J. Chem. Soc., 1957, 2078.
4. P. J. Carnell, G. W. Fowles. J. Less-Common Metals, 4, 40, 1962.
5. M. J. Frazer, B. G. Gillespie. J. Chem. Soc. (A) 1970, 703.
6. М. С. Барвинок, И. С. Бухарева, Ю. С. Варшавский. ЖНХ, 10, 1965, 1799.
7. М. И. Усанович, Е. К. Пичугина, В. А. Глибовская, О. М. Пузыревская. ЖОХ, 42, 1972, 847.
8. Л. Беллами. Инфракрасные спектры молекул. М., 1957.
9. G. W. Fowles, F. H. Pollard. J. Chem. Soc., 1952, 4938.
10. R. D. Werder, R. A. Frey, Hs. N. Günthard. J. Chem. Phys; 47, 1967, 4159.
11. Ю. А. Буслаев, Э. А. Кравченко, С. М. Спицына, Г. К. Семенов. Изв. АН СССР, сер. хим. № 12, 1969, 2816.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Л. М. ЧАНТУРИЯ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА,  
 М. Г. ТАВБЕРИДЗЕ, А. И. КВИТАШВИЛИ, Б. М. ЩЕДРИН

**КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА  
 μ-ОКСАЛАТО-ДИ-БИСПРОПИЛЕНДИАМИНАЦИНКА (II)  
 ДИРОДАНИДА**

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 25.4.1974)

В работе [1] был описан синтез пропилендиаминовых соединений никеля типа  $Nipn_2X \cdot 1/2 C_2O_4$ , где  $X = Cl', Br', Y', NCS', NO'_3$  и  $ClO'_4$ .

В указанной работе на основе строения аналогичных этилендиаминовых соединений было сделано предположение о строении соответствующих пропилендиаминовых комплексов. Для доказательства выказанного мнения в настоящей статье приводятся результаты полного рентгеноструктурного исследования кристаллов  $Znpn_2NCS \cdot 1/2 C_2O_4$ , изоструктурного никелевому соединению  $Nipn_2NCS \cdot 1/2 C_2O_4$ .

Рентгеновский эксперимент аналогичен приведенному в работе [2].

Белые призматические кристаллы принадлежат к моноклинной сингонии. Параметры элементарной ячейки  $a = 6,56(1)$ ,  $b = 17,03(3)$ ,  $c = 14,11(3)$ ,  $\gamma = 106,0(0,5)^\circ$ . Число формульных единиц равно четырем, пр. гр.  $P2_1/b$ . Трехмерный экспериментальный материал состоит из разверток слоевых линий  $OK1-4 K1$  и  $hKO-hK2$  и содержит около 700 независимых ненулевых отражений. Съемка велась с цилиндрического образца диаметром 0,25 мм. Структура уточнена до  $R = 0,098$ .

Соединение построено из двухядерных комплексных катионов  $[pn_2ZnC_2O_4Znpn_2]^{2+}$  и линейных анионов  $NCS'$ . Комплексные катионы имеют димерное строение, мостиковую функцию выполняет бис-бидентатная оксалатная группа. Таким образом, оксалатная группа выполняет функцию аналогичную установленной в работах [3-10].

Координационный многогранник цинка образован четырьмя атомами азота двух молекул пропилендиамина и двумя атомами кислорода оксалатной группы. Наличие вокруг комплексообразователя трех пятичленных циклов  $ZnN_1C_1$ ,  $ZnN_2C_2$  и  $ZnO_2C_2$  приводит к заметному искажению полиэдра металла. Поскольку две части димерного катиона связаны между собой центром инверсии, оксалатная группа и оба атома цинка лежат точно в одной плоскости.

Ребра октаэдра можно разделить на две группы: ребра, соединяющие атомы кислород-азот и азот-азот. Наименьшее значение, естественно, имеют ребра, стягивающие два атома кислорода и два атома азота соответственно от одного металлоцикла. Их величины  $O_1...O_2 = 2,75 \text{ \AA}$ ,  $N_1...N_2 = 2,86 \text{ \AA}$  и  $N_3...N_4 = 2,79 \text{ \AA}$ , соответствующие углы

78,4; 80,5 и 77,8°. Значения ребер первой группы O...N лежат в пределах 2,98÷3,29А°, углы от 85,3 до 97,9°, второй группе—в пределах 3,22÷3,54А°, углы от 92,1 до 104,0°.

Межатомные расстояния в связях Zn—N, за исключением одной связи Zn—N<sub>4</sub>=2,26А°, лежат в пределах, обычных для октаэдрических амминных комплексов цинка [4]. Наиболее длинная связь 2,26А° находится точно в трансположении к кратчайшей связи Zn—O<sub>2</sub>=2,16А°. Остальные связи в пределах вероятной погрешности остаются равными. Углы в октаэдре N<sub>2</sub>ZnO<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>ZnN<sub>3</sub> и N<sub>4</sub>ZnO<sub>2</sub> заметно искажены (160,6; 169,3 и 164,5° соответственно). Такое уменьшение углов представляется естественным, поскольку координационное число шесть осуществляется тремя пятичленными циклами.

Параметры металл-пропилендиаминового цикла — ZnN<sub>1</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>N<sub>2</sub> близки к параметрам металл-этилендиаминового цикла. Во втором цикле уменьшение угла в хелате при атоме цинка (77,8°), видимо, обуславливает увеличение линейных параметров цикла ZnN<sub>3</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>N<sub>4</sub>, что превышает вероятные погрешности. Угол при атоме углерода C<sub>3</sub> заметно уменьшен, по сравнению с тетраэдрическим N<sub>3</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>=98,9°. Следует отметить, что подобное уменьшение тетраэдрического угла было обнаружено в комплексе Ni(en)<sub>2</sub>NCSJ (~93,3°) [11].

Метильные группы в комплексе имеют экваториальное расположение, угол между плоскостью, проведенной через атомы N<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>, и вектором  $\overrightarrow{C_2 - \text{CH}_{3I}}$  составляет 14,1°, а соответствующий угол между плоскостью и вектором  $\overrightarrow{C_3 - \text{CH}_{3II}}$ —23,6°.

Два хелатных кольца в комплексном катионе [Znpr<sub>2</sub>·1/2C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>]<sup>+</sup> имеют гош-конфигурацию, а третий ZnO<sub>1</sub>C<sub>0</sub>C<sub>0</sub>'O<sub>2</sub>—плоское строение. Плоскостность последнего обуславливается нахождением димерного катиона в центре инверсии. В оксалатном металлоцикле короткому расстоянию Zn—O<sub>2</sub>=2,16А° соответствует короткое C—O<sub>2</sub>=1,28А°, а длинному Zn—O<sub>1</sub>=2,20А°—длинное C—O<sub>1</sub>=1,33А°. Связь C—C близка к ординарной связи 1,52А° в найденных оксалатных комплексах разных металлов.

Одной из основных характеристик гош-конфигурации цикла является величина отклонения атомов углерода от плоскости, проведенной через атом металла и два атома азота. В данном соединении атомы углерода лежат соответственно выше и ниже плоскости ZnNN (C<sub>1</sub>=-0,50 и C<sub>2</sub>=0,23А°, C<sub>3</sub>=0,69 и C<sub>4</sub>=-0,23А°), т. е. оба цикла имеют явно несимметричную гош-конфигурацию. Соответствующие диэдрические углы ω и α равны: 61,0 и 65,6°; 29,1 и 35°,0.

В комплексном катионе [Znpr<sub>2</sub>·1/2C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>]<sup>+</sup> осуществляется конформация Λδδ—Δλλ.

Линейные и угловые параметры роданидного иона находятся в хорошем согласии с литературными данными [12].

Упаковка катионов [Znpr<sub>2</sub>·1/2C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>]<sup>+</sup> и линейных анионов показана на рис. 1. Структуру кристалла в целом можно охарактеризовать как слоистую, слои сильно гофрированные и проходят вдоль



оси Z. Наиболее короткие расстояния в слоях и между слоями даны на рис. 1.

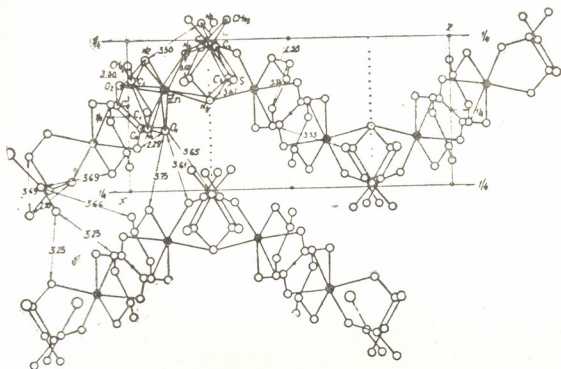


Рис. 1. Проекция структуры на плоскость XZ

Результаты расшифровки кристаллических структур этилендиаминовых и пропилендиаминовых смешанных оксалатных комплексов Ni и Zn позволяют заключить, что оксалатная группа неизменно выступает в роли бис-бидентатного лиганда и имеет плоское строение. Однотипные этилендиаминовые и пропилендиаминовые комплексы цинка ( $Znnp_2NCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$  и  $Znpp_2NCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$ ) имеют одинаковую конформацию  $\Lambda\bar{3}\bar{5}-\Delta\lambda\lambda$ .

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.4.1974)

შოკადი და არაორგანული ქიმია

ა. შვილაშვილი, ლ. ჰანტურია, ნ. ფირცხალავა, მ. თავაძერიძე,  
ბ. კვიციანიშვილი, ბ. შხაღრიძე

$\mu$ -მჰსალბტო-დი-ბისპროპილენდიამინოეთითა (II) დიროდანიდის კრისტალური და მოლეკულური სტრუქტურა

### რეზიუმე

სინთეზირებულია ახალი, შერეულ-მკავურლიგანდებიანი, თუთიის კომპლექსური ნაერთი —  $Znnp_2NCS \cdot \frac{1}{2}C_2O_4$ . სრულმა რენტგენოსტრუქტურულმა გამოკვლევამ მოგვცა საშუალება დაგვედგინა სინთეზირებული მარილის აღნაგობა და ლიგანდების პარამეტრები. კრისტალი აგებულია ორბირთვა კომპლექსური კათიონებისა  $[pn_2ZnC_2O_4Znnp_2]^+$  და ხაზობრივი აგებუ-



ლების მქონე ანიონებისაგან  $\text{NCS}'$ .  $\text{Zn-Pn}$  ციკლებს აქვს გომ-აგებულება, ბის-ბიდენტატური ოქსალატო ჯგუფი, რომელიც გამოდის ბოგირის როლში, მდებარეობს სიმეტრიის ცენტრში და აქვს ბრტყელი აგებულება.

ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა გამოისახება შემდეგნაირად:  
 $[\text{Pn}_2\text{ZnC}_2\text{O}_4\text{ZnPn}_2] (\text{NCS})_2$ .

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, L. M. CHANTURIA, N. I. PIRTSKHALAVA,  
 M. G. TAVBERIDZE, A. I. KVITASHVILI, B. M. SHCHEDRIN\*

CRYSTALLINE AND MOLECULAR STRUCTURE OF  $\mu$ -OXALATO-  
 DI-BISPROPYLENEDIAMINE OF ZINC (II) OF DIRHODANIDE

Summary

A new mixed acidic complex compound of zinc  $\text{ZnPn}_2 \text{NCS}'_{1/2}\text{C}_2\text{O}_4$  has been synthesized. The structure of the synthesized compound and parameters of ligands were determined by roentgenostructural investigation. The crystals are built of double-nuclear complex cations  $[\text{Pn}_2\text{ZnC}_2\text{O}_4\text{ZnPn}_2]^{2+}$  and of linear anions  $\text{NCS}'$ . The Zn-Pn cycles are of gauche structure; the bis-bidentate oxalate group, which plays the part of a bridge, lies in the centre of symmetry and is of plane structure. The structural formula of the compound is  $[\text{Pn}_2\text{ZnC}_2\text{O}_4\text{ZnPn}_2] (\text{NCS})_2$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, Л. М. Чантурия, Н. И. Пирцхалава. Сообщения АН ГССР, 71, № 3, 1973.
2. А. Е. Швелашвили, М. А. Порай-Кошиц и др. ЖСХ, 15, № 2, 313, 1974.
3. А. Е. Швелашвили, М. А. Порай-Кошиц и др. ЖСХ, 15, № 2, 310, 1974.
4. F. Marri, C. Garavelli. Periodica Mineral. 1957, 26, 269.
5. N. W. Alcock. Chem. Commun., 1969, 876.
6. N. W. Alcock. Chem. Commun., 1968, 1327.
7. J. Garaj. Chem. Commun., 1968, 904.
8. L. Cavalca, A. Chiesi Villa, A. Gaetani, Monfredotti, A. Mangia, A. A. G. Tomlinson, J. C. S. Dalton. 1972, 39.
9. P. T. Cheng, B. R. Loescher, S. C. Nyburg. Inorg. Chem., 1971, 10, 1275.
10. By Neil, F. Curtis, Ross N. Mc. Cormick, Neil Waters, J. C. S. Dalton., 1973, 1537.
11. А. Е. Швелашвили. Рентгеноструктурное исследование этилендиаминовых соединений с разными ацидолигандами типа  $\text{NienXV}$ . Автореферат, М., 1965.
12. Кристаллохимия. Итоги наук. М., 1966.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. В. МЗАРЕУЛИШВИЛИ, Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ, В. П. НАТИДЗЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЗОТНОКИСЛОГО ЛЮТЕЦИЯ С  
 КАРБОНАТАМИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И АММОНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландиа 5.4.1974)

В настоящей статье приводятся результаты взаимодействия ионов лютеция с карбонатами натрия, калия, цезия и аммония в системах  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{Na}, \text{K}, \text{Cs}, \text{NH}_4^+$ ) при  $25^\circ\text{C}$  методом остаточных концентраций по И. В. Тананаеву.

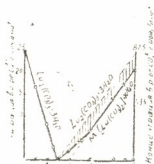
В качестве исходных веществ применялись  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{M}_2\text{CO}_3$  квалификации х. ч. Опыты проводились при постоянной исходной концентрации  $\text{Lu}^{3+}$  0,025 г-ион/л и переменной концентрации  $\text{CO}_3^{2-}$ . Молярное отношение  $\text{CO}_3^{2-}:\text{Lu}^{3+}$ , обозначаемое далее через  $p$ , изменялось в широких пределах.

В характерных точках состав соединений устанавливался также химическим анализом тщательно отжатых под прессом воздушно-сухих осадков.

Термические свойства карбонатов лютеция изучались на дериватографе системы Паулика и др. в интервале температур  $20-1000^\circ\text{C}$  со скоростью нагрева  $10^\circ/\text{мин}$ .

Результаты исследования процесса взаимодействия ионов лютеция с карбонатами аммония, натрия, калия и цезия методом остаточных концентраций показали, что во всех исследуемых системах в интервале  $p$  0,5 — 1,5 образуется нормальный карбонат лютеция. На рис. 1 приведены данные, полученные при изучении систем  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{NH}_4^+, \text{Na}, \text{K}, \text{Cs}$ ).

Рис. 1. Изменение концентрации  $\text{M}^{3+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в системах  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{NH}_4^+, \text{Na}, \text{K}, \text{Cs}$ )



Выделение нормальной соли в первой стадии реакции не является характерным для всех редкоземельных элементов. Так, например, до эквивалентной точки в системах с  $\text{Nd}$ , [1],  $\text{Eu}$  [2],  $\text{Dy}$  [3] выделяются основные соли соответствующих металлов, тогда как с  $\text{Gd}$  [4],  $\text{Tb}$  [5],  $\text{Ho}$  [6] при тех же значениях  $p$  образуется нормальный карбонат.



Процесс осаждения ионов лютеция заканчивается при эквимолярных соотношениях реагирующих компонентов. Состав выделенного при  $n=1,5$  карбоната лютеция, согласно данным химического анализа, отвечает формуле  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

Найдено, %: Lu—59,38;  $\text{CO}_3^{2-}$ —31,54;  $\text{H}_2\text{O}$ —9,08.

Вычислено, %: Lu—59,92;  $\text{CO}_3^{2-}$ —30,82;  $\text{H}_2\text{O}$ —9,24.

После завершения процесса образования карбоната лютеция при дальнейшем добавлении карбоната щелочного металла реакция протекает в твердой фазе.

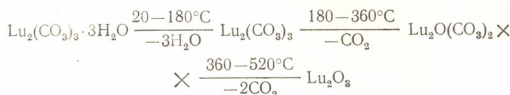
Избыток осадителя—карбонат аммония (Na, K, Cs) взаимодействует с  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3$  и образует соединения переменного состава. В связи с этим отношение  $\text{CO}_3^{2-}:\text{Lu}^{3+}$  в осадке постепенно увеличивается и при  $n=4,0$ ; 3,0; 4,0 и 2,5 соответственно в системах с  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  доходит до 2. Состав выделенных в системах солей отвечает формулам  $\text{NH}_4[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Cs}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

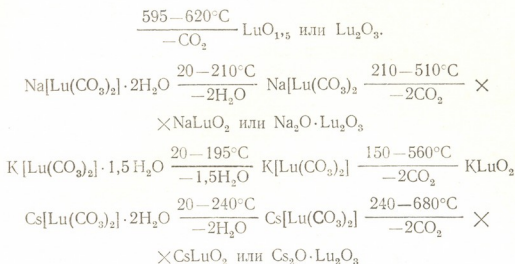
Ниже приводятся данные химического анализа этих соединений.

Результаты химического анализа осадков, выделенных в системах  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

n	Найдено, %				Вычислено, %				Состав осадка
	M	Lu	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}_2\text{O}$	M	Lu	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}_2\text{O}$	
M— $\text{NH}_4$									
4	4,87	47,38	32,49	15,26	4,90	47,67	32,70	14,72	$\text{NH}_4[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
M—Na									
3	6,40	48,7	33,40	11,50	6,50	49,43	33,90	10,17	$\text{Na}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
M—K									
4	10,93	48,50	32,90	7,57	10,80	48,47	32,24	7,48	$\text{K}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$
M—Cs									
2,5	28,34	37,30	25,57	8,80	28,69	37,77	25,90	7,77	$\text{Cs}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Результаты термографического исследования, полученные в системах карбонатов лютеция, приводятся в виде схем:





Согласно полученным данным, конечным продуктом термического разложения нормального карбоната лютеция и дикарбонатолутециата аммония является  $\text{Lu}_2\text{O}_3$ , а в остальных случаях — лутециаты натрия, калия и цезия.

Все выделенные в системах нерастворимые комплексные соли лютеция при добавлении соответствующего осадителя образуют растворы карбонатных комплексов. В связи с этим в равновесных растворах присутствуют ионы лютеция при  $n=20; 3; 8; 6$  соответственно в системах с  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ . По мере увеличения количества осадителя концентрация ионов лютеция в растворах все увеличивается и в зависимости от природы катиона осадителя достигает максимальной величины (2,5 г-ион/л) при разных значениях  $n$ .

При сопоставлении данных по интенсивности процесса образования растворимых карбонатных комплексов лютеция получено, что растворимость карбоната лютеция возрастает в ряду  $\text{NH}_4^+ - \text{K} - \text{Na} - \text{Cs}$ .

Растворимые карбонатные комплексы нестойки, они со временем разлагаются на дикарбонат лютеция и карбонат щелочного металла.

Таким образом, на основании проведенной работы показано, что при взаимодействии ионов лютеция с карбонатами щелочных металлов и аммония в первой стадии реакции выделяется нормальный карбонат лютеция  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , во второй стадии за счет внедрения молекул осадителя в осадок карбоната лютеция образуются нерастворимые комплексные карбонаты  $\text{M}[\text{Lu}(\text{CO}_3)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{M} - \text{NH}_4^+, \text{Na}, \text{K}, \text{Cs}$ ). В третьей стадии дикарбонатолутециаты щелочных металлов и аммония взаимодействуют с избытком осадителя и образуются растворимые комплексные соединения состава  $\text{M}_3[\text{Lu}(\text{BO}_3)_3]$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физической и  
 органической химии  
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 12.4.1974)

ბ. მზარეულიშვილი, ა. დავითაშვილი, ბ. ნათიძე

აზოტმჟავას ლუტეციუმის ურთიერთქმედება  
ტუტალითონებისა და ამონიუმის  
კარბონატებთან

რეზიუმე

ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია ლუტეციუმის იონების ურთიერთქმედება ამონიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის, ცეზიუმის კარბონატებთან.

გამოყოფილია ლუტეციუმის საშუალო და კომპლექსური კარბონატები და დადგენილია მათი არსებობის ზღვრები.

მიღებულ ნაერთების ინდივიდუალობა დადასტურებულია ქიმიური ანალიზით.

შესწავლილია ლუტეციუმის კარბონატების თერმული თვისებები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. V. MZAREULISHVILI, E. G. DAVITASHVILI, V. P. NATIDZE

THE INTERACTION OF LUTECIUM NITRATE AND THE  
ALKALI METAL CARBONATES AND AMMONIUM

## Summary

The interaction of lutecium nitrate and sodium, potassium, cesium and ammonium carbonates has been studied by physicochemical methods. The individuality of the obtained normal- and complex salts of lutecium has been verified by chemical analysis. Thermal properties of the isolated salts have been studied.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ნ. ვ. მზარეულიშვილი. Сб. «Исследования в области химии комплексных и простых соединений некоторых переходных и редких металлов». Тбилиси, 1966.
2. ნ. ვ. მზარეულიშვილი, ვ. პ. ნათიძე, ე. ნ. ზედელაშვილი. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973, 345.
3. ნ. ვ. მზარეულიშვილი. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972, 593.
4. ნ. ვ. მზარეულიშვილი, ე. გ. დავითაშვილი. Сообщения АН ГССР, 49, № 2, 1968, 351.
5. ნ. ვ. მზარეულიშვილი, ე. გ. დავითაშვილი. Сб. «Исследования в области химии комплексных и простых соединений некоторых переходных и редких металлов». Тбилиси, 1973.
6. ნ. ვ. მზარეულიშვილი, ე. გ. დავითაშვილი, ვ. პ. ნათიძე. Сообщения АН ГССР, 62, № 3, 1971, 573.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. Н. ЗЕДЕЛАШВИЛИ, М. И. ШАНШИАШВИЛИ, Б. Г. ЕРШОВ

ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ  
 АДАМАНТАНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 29.1.1974)

Целью проведенной работы являлось исследование радиационно-химического превращения модельных углеводородов нефти нафтеновой природы на примере адамантана. Изучение действия ионизирующего излучения на адамантан имеет самостоятельный интерес для понимания механизма радиолитических превращений полициклических углеводородов.

Исследование радиационно-химического превращения адамантана проводилось путем выделения конечных продуктов радиолитического распада из облученной массы и их дальнейшей идентификации физико-химическими методами анализа.

Облучение очищенного и обезгаженного адамантана производилось на атомном реакторе ИРТ-2000 Института физики АН ГССР (п,  $\gamma$ ) излучением мощностью  $2,4 \cdot 10^{12}$  н/см<sup>2</sup>·сек в течение 100 часов.

Разделение продуктов превращения производилось методом адсорбционной хроматографии в колонке с окисью алюминия. Продукты хроматографического разделения очищались перекристаллизацией в различных растворителях и тонкослойной хроматографией.

Выделенные продукты радиолитического распада изучались физико-химическими методами; электронные спектры поглощения снимались на кварцевом спектрометре СФ-4А в виде растворов в этиловом спирте. ИК-спектры поглощения регистрировались на спектрофотометре UR-20 в полифторированном углеводороде и в четыреххлористом углероде.

Для исследуемых образцов определялись также элементный состав, молекулярный вес и температура плавления или кипения.

Благодаря своему уникальному строению, адамантан характеризуется практически полным отсутствием напряжения в кольцах и, как следствие этого, высокой жесткостью скелета молекулы [1]. Так, по масс-спектрометрическим данным [2], пик материнского адамантана ( $m/e = 136$ ) сохраняет наибольшую интенсивность по сравнению с максимумами его осколков, что, естественно, указывает на устойчивость скелета молекулы. Это свойство адамантана отличает его от представителей своего класса соединений — насыщенных циклических углеводородов.

Исследованная нами дозовая зависимость стойкости адамантана показала, что для его превращения требуются дозы, значительно более высокие, чем для насыщенных углеводородов, и эти дозы соизмеримы с дозами, необходимыми для превращения ароматических соединений ( $\sim 10^{23}$  эв). Облучение адамантана в течение 100 часов вызывает обильное выделение газов, и, согласно хроматографическому анализу, произ-



веденному на хроматографе ХТ-2М, основным компонентом составом газа, не учитывая следов метана и этана, является водород.

Из твердой облученной массы посредством ее обработки органическими растворителями и дальнейшим хроматографированием выделены три конечных продукта радиолитического распада адамантана (см. таблицу).

Анализ продуктов радиолитического распада адамантана

№ п/п	Продукт	T <sub>пл</sub> °C	T <sub>кип</sub> °C	M	Элементный состав			pH	N <sub>D</sub>
					C %	H %	O по разности		
1	Продукт I—белое вещество без запаха	288	—	280	88,9	11,30	—	—	—
2	Продукт II—лакообразное прозрачное вещество, люминесцирующее голубым цветом, не имеющее запаха	135	—	490	87,12	11,40	1,48	—	—
3	Продукт III—жидкое бесцветное вещество	—	150—165	287	62,76	10,26	27,00	5,9	1,4240

Как показывают данные таблицы, все выделенные продукты радиолитического распада адамантана имеют повышенный молекулярный вес по сравнению с адамантаном. Твердый продукт I имеет идентичные с адамантаном ИК-спектры, его константы совпадают с константами диадамантила: (T<sub>пл</sub>=296°, C% = 88,87, H% = 11,12 [3]). ИК-спектр продукта II (рис. 1) отличается от спектра адамантана. В спектре продукта II имеются полосы в области 2800—3000 см<sup>-1</sup>, характерные для циклогексановой структуры, и 1380 см<sup>-1</sup> характерная для CH<sub>3</sub>-групп.

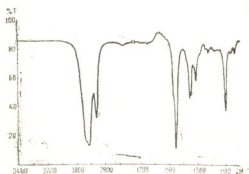


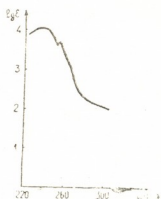
Рис. 1. ИК-спектр продукта II радиолитического распада адамантана

Что же касается жидкого продукта III, он содержит большой процент кислорода, несмотря на то что облучение адамантана проводилось в бескислородной среде. В электронном спектре поглощения этого продукта (рис. 2) наблюдается полоса с максимумом поглощения при 238 мμ (ε=11250). В ИК-спектре продукта III (рис. 3) имеются полосы в области 3410—3500 см<sup>-1</sup>, соответствующие OH-группе, 2900—3000 см<sup>-1</sup>, соответствующие валентным колебаниям CH<sub>3</sub> и CH<sub>2</sub>-групп, 1700 см<sup>-1</sup>, соответствующая —C=O-группе ненасыщенной кислоты, 1630 см<sup>-1</sup>, характерная олефиновой C=C-связи, и 1453, 1380, 1360 см<sup>-1</sup>, соответствующие деформационным колебаниям CH<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>-групп.

Ранее при исследовании методом ЭПР природы промежуточных ионорадикальных частиц, возникающих при γ-радиолитическом распаде адамантана,

нами найдены следующие два основных парамагнитных центра: адамантильный радикал (с сохранением структуры адамантана) и нон-радикал с конечной  $\text{CH}_2$ -группой (без сохранения структуры адамантана) [4].

Рис. 2. УФ-спектр продукта III радиолиза адамантана в спирте



Сопоставляя данные настоящего исследования с результатами [4], можно заключить, что конечный продукт I, выделенный нами из (п, γ)-облученного адамантана, представляет собой диадамантил,

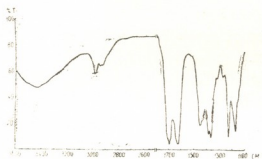
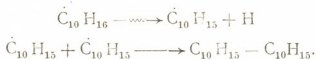


Рис. 3. ИК-спектр продукта III радиолиза адамантана

образованный, вероятно, конденсацией двух адамантильных радикалов по следующей схеме:



Продукт II имеет, по-видимому, строение циклопарафина с  $\text{CH}_3$ -заместителями и, вероятно, является продуктом сложных перегруппировок с разрывом  $\text{C}-\text{C}$ -связи в материнской молекуле и дальнейшей ассоциации радикалов, образованных при радиолизе адамантана [4].

Объяснение механизма образования жидкого продукта радиолиза адамантана более затруднительно. Это отчасти вызвано тем, что он не является чистым углеводородом и содержит кислород в виде карбоксильной группы. Как явствует из наших данных, жидкий продукт радиолиза, скорее всего, можно идентифицировать как органическую кислоту с циклопарафиновой структурой. Он, вероятно, образуется посредством вторичного превращения продуктов радиолиза адамантана в присутствии кислорода, после вскрытия обезгаженной облученной ампулы.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физической и органической химии  
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 19.4.1974)

ა. ზაველაშვილი, მ. შანშიაშვილი, ბ. ერშოვი

ადამანტანის რადიაციულ-ქიმიური  
გარდაქმნის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია კრისტალური ადამანტანის რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნა უჟანგბადო არეში.

რადიოლიზის საბოლოო პროდუქტების ბუნების დადგენის საფუძველზე დადგინდა ადამანტანის რადიაციულ-ქიმიური გარდაქმნის მექანიზმი.

ORGANIC CHEMISTRY

E. N. ZEDELASHVILI, M. I. SHANSHIASHVILI, B. G. ERSHOV

ON THE RADIOCHEMICAL TRANSFORMATION OF ADAMANTANE

Summary

The radiochemical transformation of crystalline adamantane has been investigated in an oxygen-free medium.

On the basis of the determination of the nature of the end-products of radiolysis the mechanism of the radiochemical transformation of adamantane is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Несмеянов, Н. А. Несмеянов. Начала органической химии. т. 1, М., 1969, 582.
2. Raymond C. Fort, GR. Paul von R. Schleyer. Chem. Rev., 64, № 3, 1964, 277.
3. S. Landa, S. Hala. Chem. Listy, 51, 1957, 2325.
4. И. С. Гапонова, М. И. Шаншиашвили, Е. Н. Зеделашвили, Б. Г. Ершов. Сообщения АН ГССР, т. 73, № 2.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Л. Ш. ДОЛИДЗЕ,  
Ш. Д. САБЕЛАШВИЛИ

## ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТИЙ- И МАГНИЙ- СОДЕРЖАЩИХ МОНТМОРИЛЛОНИТОВ

В статье приведены результаты хроматографических исследований литий- и магнийсодержащих форм аскангеля и показано, что характер изменения разделительной способности при модифицировании в значительной степени определяется природой обменных катионов.

Методика приготовления образцов для загрузки в хроматографическую колонку и проведение эксперимента подробно описаны в работе [1].

Согласно полученным данным по удерживаемым объемам углеводородных газов  $C_1$ — $C_4$ , *n*-парафинов  $C_6$ — $C_{10}$ , циклогексана и ароматических веществ (табл. 1), эти величины уменьшаются при переходе от природного к литий- и магнийзамещенным образцам. Это особенно заметно для ненасыщенных углеводородов — этилена и пропилена при низких температурах нагрева хроматографической колонки.

Между тем, взаимодействия, обусловленные *p*-связями, в случае ненасыщенных углеводородов должны были бы увеличиваться при замещении обменных катионов ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ) исходного аскангеля ионами лития и магния, ввиду уменьшения радиуса и, следовательно, увеличения напряженности электрического поля катиона. Но, как следует из наших данных, удерживаемые объемы этих веществ понижены на исследуемых образцах.

Полученные результаты можно объяснить, сопоставляя их с данными адсорбционных исследований, показывающими существенное падение адсорбционной способности по парам воды  $Li^+$ -аскангеля после термической обработки при  $200^\circ C$ , а  $Mg^{2+}$ -аскангеля при  $300^\circ C$ , вследствие возможной миграции этих катионов, имеющих небольшой радиус, в экранированные позиции.

Так как перед загрузкой в хроматографическую колонку образец литийсодержащего аскангеля претерпевает температурную обработку при  $200^\circ C$ , а магнийсодержащего — при  $300^\circ C$  (ввиду высокой энергии гидратации катионов магния), то, возможно, и здесь происходит переход катионов лития и магния в экранированные положения, где они не находятся в непосредственном контакте с молекулами адсорбата. Это, вероятно, и вызывает ослабление адсорбционных взаимодействий и, следовательно, уменьшение величин объемов удерживания компонентов.

Конечно, наверное, не все ионы лития и магния переходят в экранированные позиции, что и обуславливает различие в удерживаемых объемах литий- и магнийсодержащих аскангелей в сторону повышения этих величин для последней формы.

Аскангель, модифицированный катионами лития и магния, проявляет намного лучшую разделительную способность в отношении исследуемых компонентов, чем природный образец.

Таблица 1

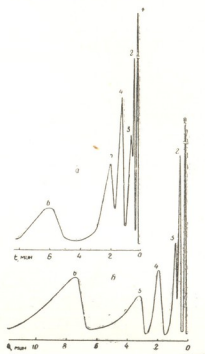
Удельные удерживаемые объемы компонентов на природном, литий- и магнийсодержащем аскангеле

Адсорбат	Температура колонки, °С	А д с о р б е н т		
		Природный аскангель	Литийзамещенный аскангель	Магнийзамещенный аскангель
Этан	25	4,3	1,8	2,1
	40	2,2	1,3	1,5
	60	1,3	0,66	0,9
	80	0,8	0,45	0,7
	100	0,5	0,4	—
Этилен	25	21,0	2,5	4,4
	40	12,9	1,8	2,4
	60	6,1	0,9	1,98
	80	3,8	0,6	1,2
	100	1,5	0,5	0,67
Пропан	25	29,0	12,1	14,7
	40	16,2	6,2	7,4
	60	7,8	3,3	5,45
	80	4,6	0,6	3,3
	100	2,7	0,5	1,8
Пропилен	40	57,6	11,1	17,3
	60	18,2	5,3	12,7
	80	12,2	2,7	5,9
	100	8,6	2,4	3,0
н-Бутан	40	63,4	34,4	39,1
	60	28,5	18,9	25,4
	80	18,8	8,1	13,0
	100	13,3	7,2	8,4
н-Гексан		1,1	0,8	0,9
н-Гептан		1,9	1,4	1,6
н-Октан	235	3,1	2,4	2,9
н-Нонан		5,8	4,8	5,2
н-Декан		12,8	10,4	10,6
Циклогексан		0,8	0,7	0,76
Бензол		1,8	1,4	1,4
Толуол	235	3,9	2,8	2,6
Этилбензол		6,9	5,4	5,4
Кумол		7,6	6,9	6,9
Псевдокумол		10,6	9,9	9,8

При температурах нагрева хроматографической колонки 25—60° и скорости газа-носителя 50 мл/мин на литий- и магнийсодержащих образцах достаточно хорошо разделяется смесь углеводородных газов метан (воздух)-этан-этилен-пропан-пропилен-н-бутан (рис. 1). С дальнейшим повышением температуры частично ухудшается разделение бинарной смеси этилен-этана ( $C_2H_6-C_2H_4$ ).

При температуре 235°C на указанных образцах лучше, чем на природном, разделяются также смеси н-парафинов  $C_6-C_{10}$  и циклогексана-бензола-толуола-этилбензола, кумола, псевдокумола.

Рис. 1. Хроматограмма разделения смеси углеводородных газов  $C_1-C_4$  на литий- (а) и магнийзамещенном (б) аскангеле (температура колонки 60°C, скорость газа-носителя — (гелия) 50 мл/мин; 1—воздух+ $CH_4$ ; 2— $C_2H_6$ ; 3— $C_2H_4$ ; 4— $C_3H_8$ ; 5— $C_3H_6$ ; 6—н— $C_4H_{10}$ )



Расчеты теплот адсорбции на основании зависимости удельных удерживаемых объемов от величины обратной температуры показали картину, отражающую характер изменения энергии адсорбционного взаимодействия при переходе от природного аскангеля к литий- и магнийсодержащим образцам (табл. 2).

Таблица 2  
Теплоты адсорбции ( $Q$  ккал/моль) углеводородных газов  $C_1-C_4$  на природном, литий- и магнийзамещенном аскангеле

Аскангель	$Q$ ккал/моль				
	$C_2H_6$	$C_2H_4$	$C_3H_8$	$C_3H_6$	$C_4H_{10}$
Природный	5,2	6,4	6,6	8,0	8,2
Магнийевый	—	5,6	6,0	6,8	7,2
Литиевый	4,3	4,9	5,8	6,0	6,2

Полученные данные свидетельствуют о перспективности исследования и применения ионообменных форм монтмориллонитов как адсорбентов для хроматографии.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической в органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 22.2.1974)



ბ. გივიშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
ლ. დოლიძე, შ. საბელაშვილი

ლითიუმის და მაგნიუმის შემცველი მონტმორილონიტის  
ქრომატოგრაფიული თვისებები

რ ე ზ ი უ მ ე

ლითიუმის და მაგნიუმის კათიონების შემცველი ასკანგელის ქრომატოგრაფიული შესწავლის საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ კათიონების მიგრაცია ეკრანირებულ პოზიციებში, ნიმუშების თერმული დამუშავების შედეგად, საგრძნობ გავლენას ახდენს მათ ქრომატოგრაფიულ თვისებებზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, L. Sh. DOLIDZE, Sh. D. SABELASHVILI

CHROMATOGRAPHIC PROPERTIES OF MONTMORILLONITES  
CONTAINING LITHIUM AND MAGNESIUM

Summary

A chromatographic study of askanite gel enriched with lithium and magnesium cations has shown that during thermal treatment of the samples cation migration to screened positions has a marked influence on the chromatographic properties of askanite gel.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Цицишвили, Л. Ш. Долидзе, Ш. Д. Сабелашвили. Сообщения АН СССР, 65, № 2, 1972.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Н. И. ЛАГИДЗЕ, З. А. КАРУМИДЗЕ

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНООБМЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКАХ ТОКА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 13.3.1974)

В работах [1, 2] была показана возможность улучшения некоторых электротехнических характеристик элементов МЦ системы с использованием в качестве присадок ионообменных соединений.

Введение катионообменной смолы КБ-4П2 в состав элементов МЦ системы улучшает начальные электротехнические показатели (напряжение, емкость, работоспособность) источника тока, изготовленного на основе пиролюзита. В элементах, изготовленных из электролитической двуокиси марганца, при введении в их состав катионита улучшения приведенных выше характеристик не обнаруживается.

Поведение солевой формы высокоосновного монофункционального анионита АВ-17(С1) в электролите источника тока [3] указывает на возможность улучшения некоторых характеристик элементов при нахождении его в электролите. Введение анионита АВ-17 (С1) в состав электролита источника тока МЦ системы улучшает начальную емкость элементов и увеличивает их сохранность. Положительное влияние анионита усиливается при наличии в элементе катионообменного вещества, обеспечивающего подкисление электролита источника тока.

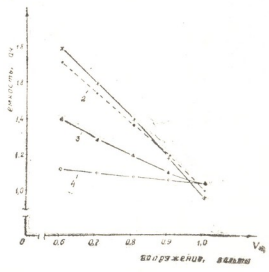
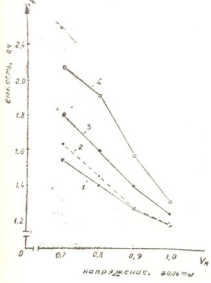


Рис. 1,2. Зависимость емкости элементов с катодами из ЭДМ-2 (рис. 1) и пиролюзита (рис. 2) от величины конечного напряжения. Электролит: раствор хлористого аммония 230 г/л (1), содержащий хлористый цинк в количестве 4,6 г/л (2), 46 г/л (3) и 138 г/л (4) (режим разряда—анодный)

Результаты проведенных исследований показали, что состав электролита, в зависимости от свойств применяемой двуокиси марганца,

оказывает различное влияние на характеристики элементов. Увеличение концентрации хлористого цинка в растворе электролита источника тока улучшает емкость элементов, изготовленных на основе ЭДМ-2, что особенно прослеживается с углублением разряда (рис. 1). Емкость же элементов, изготовленных из пиролюзита с цинксодержащим электролитом, уменьшается с увеличением количества цинка в растворе (рис. 2).

Так как внесение ионообменных соединений в состав источника тока меняет концентрацию ионов цинка и водорода в электролите, то естественно, что влияние ионитов на характеристики элементов будет разным в зависимости от применяемой двуокиси марганца.

В настоящее время большинство элементов МЦ системы содержит смесь пиролюзита I сорта с ГАПом. Влияние ионообменных соединений на характеристики элементов с указанным составом агломератной массы зависит от соотношения применяемых компонентов. В изготовленных нами элементах типа «КБ» агломератная масса двуокисномарганцевого электрода содержала смесь двух видов двуокиси марганца в количестве 72% пиролюзита и 8% ГАПа.

Влияние ионообменных веществ на показатели элементов исследовалось путем введения ионитов в состав электролита и агломератной массы. Изменения характеристик элементов исследовались в зависимости от количества введенного вещества и режима разряда элементов. Определялись ЭДС, напряжение, емкость, работоспособность и сохранность источников тока во времени.

Наилучшими характеристиками обладают элементы, содержащие в составе катодной массы катионит КБ-4П2 и анионит АВ-17 (Cl) в электролите. Кривые разряда указанных элементов проходят выше кривых разряда стандартных элементов как при фонарном, так и при анодном режиме разряда. Иониты увеличивают продолжительность работы и емкость стандартных элементов. При фонарном режиме разряда введением ионообменных соединений начальная емкость стандартных элементов с 0,55 ач увеличивается до 0,65 ач, при анодном режиме разряда — с 0,9 ач до 1,09 ач.

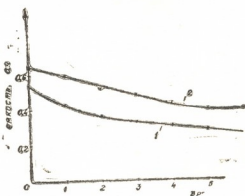
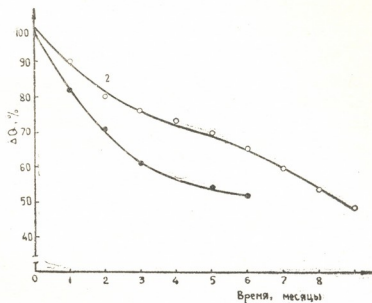


Рис. 3. Изменение емкости источников тока в процессе хранения: 1 — стандартный элемент, 2 — элемент с содержанием ионообменных соединений (режим разряда — фонарный)

Значительное улучшение емкости элементов с содержанием ионообменных смол наступает с углублением разряда при их длительной эксплуатации. При прерывистом режиме разряда на сопротивление 5 ом работоспособность стандартных элементов улучшается на 33%.

Важнейшей характеристикой химических источников тока является их сохранность. На рис. 3 представлены емкости стандартных и ионитсодержащих элементов при фонарном режиме разряда в процессе их хранения. Рис. 4 показывает остаточную емкость (% от начальной емкости) источников тока после каждого их испытания и указы-

ვათ ნა ლუჯიუთ სოჯრანოუთ ელემენტოვ ს სოჯრანოუთ იონოობმენოუთ სოჯინენოუთ. ვ დანოუთ სლუჯე უვლიჯინოუთ სოჯრანოუთ ელემენტოვ დო-სტიგათ 50%.



რის. 4. სოჯრანოუთ ელემენტოვ: 1 — სტანდარტოუთ ელემენტ, 2 — ელემენტ ს სოჯრანოუთ იონოობმენოუთ სოჯინენოუთ

ტაკიმ ობრავოთ, ვვედინოუთ იონოობმენოუთ სოჯინენოუთ კბ-4პ2 ი ავ-17(სი) ვ სოვასტ სტანდარტოუთ ელემენტოვ მც სისტემი ტიპი «კბ» ს სოლევოუთ ელექტროლიტოთ უვლიჯინოუთ სოჯრანოუთ ელემენტოვ ნა 50% ი ულუჯიუთ რეოთსოსობოუთ სოვსედნოუთ რეჟიმე რავრადი.

აკადემია ნაუკ გრუჯინოუთ სსრ  
ინსტიტუტ ნეორგანიკოუთ ხიმია  
ი ელექტროხიმია

(პოსტუპილო 5.4.1974)

ელექტროქიმია

ლ. ჯავაროძე, ნ. ლალიძე, ზ. ჯარუშიძე

დენის ქიმიურ წყაროში იონგაცვლითი ნაერთების  
გამოყენების საკითხისათვის

რეზიუმე

იონგაცვლითი ფისების — კბ-4პ2-ისა და ავ-17(სი)-ის შეყვანა თუ-თია-მანგანუმის სისტემის ჯიბის ფარნის ტიპის სტანდარტულ ელემენტში ზრდის ამ უკანასკნელის შენახვისუნარიანობას 50%-ით და მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს დენის წყაროს მუშაობას განუზღვიან ნებისმიერი რეჟიმისას.

L. N. JAPARIDZE, N. I. LAGIDZE, Z. A. KARUMIDZE

ON THE USE OF ION-EXCHANGE COMPOUNDS IN THE  
ELECTROCHEMICAL SOURCES OF CURRENT

## Summary

Addition of КБ-4П2 and АВ-17 (Cl) ion-exchange resins to the content of standard elements of the КБ-type zinc-manganese system increases the service life of the electrochemical source of current by 50 per cent and improves its operation capacity under any discharge regime.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Н. Джапаридзе, Н. И. Лагидзе, Дж. И. Джапаридзе. Электрохимия, 6, 9, 1970
2. Н. И. Лагидзе. Сорбционные явления в источнике тока МЦ системы. Автореферат, Тбилиси, 1971.
3. Н. И. Лагидзе, Дж. И. Джапаридзе, Л. Н. Джапаридзе, Т. Р. Чельдзе. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969.



М. Г. БАЦИКАДЗЕ, М. К. БЕГИАШВИЛИ

ОБРАЗОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
 МЕТАЛЛОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТИЛМЕ-  
 ТАКРИЛАТА И ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ МЕДИ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 19.2.1974)

Введение высокодисперсных металлов в полимеры оказывает влияние на физические свойства последних. Это влияние определяется главным образом природой добавляемого металла, его концентрацией, методом введения, взаимодействием добавляемого металла и полимера [1]. Введением металлов в полимеры можно менять их сопротивление от сопротивления полимеров почти до сопротивления металлов, что расширяет область их применения, и, кроме того, можно получать полупроводники как р-, так и n-типа [2]. В ряде случаев для повышения электропроводности полимеров применяют медные порошки [1, 4].

Введение металлов в полимеры можно осуществлять рядом методов [4—7]. Одним из интересных методов получения металлополимеров является электролиз в двухслойной ванне [5].

В настоящей работе металлополимеры на основе полиметилметакрилата и меди были получены электролизом в двухслойной ванне. Схема электролизера дается в работе [8].

Катод представлял собой диск диаметром 65 мм и толщиной 2 мм, анод — медную прямоугольную пластинку размером 60×60 мм и толщиной 2 мм, объем электролита — 1640 мл, объем органической среды — 350 мл.

Одним из важных условий получения металлов высокой степени дисперсности является подбор подходящего материала катода, так как материал катода играет существенную роль в процессе образования дисперсных осадков. Нами исследованы в качестве катодов следующие металлы: медь, цинк, нержавеющая сталь и алюминий. Выдерживался следующий режим электролиза: электролит  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — 20 г/л;  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — 30 г/л;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — 25 г/л; pH 2—3; катодная плотность тока — 30 а/дм<sup>2</sup>; температура  $18 \pm 2^\circ$ ; скорость вращения катода — 40 об/мин; верхний органический слой — 1%-ный раствор полиметилметакрилата в толуоле, к которому было добавлено 0,4% олеиновой кислоты.

Наилучшим материалом для катода оказался алюминий. В данном случае выделившаяся на катоде медь полностью диспергировалась в органическую среду. При использовании других металлов выделившаяся на катоде медь не полностью диспергировалась в органическую среду, часть ее оставалась прилипшей к катоду, а часть осаждалась на дне ванны. Выход по току меди при использовании алюминиевого катода равнялся 35%, а в случае катодов из других металлов был меньше.

Большое значение имеет обработка поверхности катода. Наилучшие результаты получаются в том случае, когда поверхность катода



полированная. Это объясняется тем, что на полированной поверхности активных центров больше, чем на грубой поверхности [9]. Поэтому перед электролизом поверхность катодов полировалась, тщательно очищалась содой и водой и обезжиривалась ацетоном.

После окончания электролиза органический слой отделялся от электролита и отмывался от ионов 10%-ным раствором этилового спирта. Осаждение продуктов взаимодействия полиметилметакрилата с высокодисперсной медью производилось приливанием 96%-ного эти-

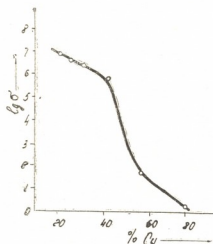


Рис. 1. Зависимость логарифма удельной объемной электропроводности металлополимеров от весовой концентрации меди

лового спирта. Коагулят сушился под вакуумом при 80° до полного удаления из него воды, спирта и толуола. Полученные продукты красно-черного цвета.

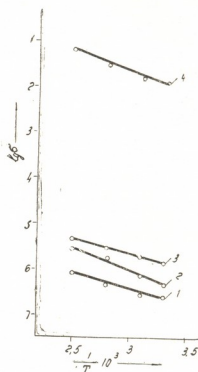


Рис. 2. Зависимость логарифма удельной объемной электропроводности ( $\lg \sigma$ ) от обратной температуры в металлополимерах с содержанием меди 25 (1), 30(2), 40(3) и 55 вес. % (4)

Для изучения электропроводности полученных металлополимеров образцы были приготовлены методом горячего прессования в виде таблеток диаметром 25 мм и толщиной 2 мм. Измерение электропроводности осуществлялось при помощи омметра М218. Зависимость логарифма удельной объемной проводимости металлополимеров от

концентрации меди показана на рис. 1. Как видно из рисунка, до содержания меди 40% электропроводность металлополимеров меняется незначительно, что, по-видимому, объясняется наличием полимерных прослоек между отдельными частичками металлической фазы. При более высоких концентрациях металла электропроводность резко повышается. Такой вид зависимости логарифма проводимости полимерных материалов от концентрации токопроводящей фазы является характерным и дается в работах [1, 10]. Такое резкое повышение объемной электропроводности объясняется тем, что с увеличением содержания металла в металлополимерах вероятность замыкания двух соседних металлических частиц третьей возрастает, т. е. повышается количество токопроводящих цепочек.

Значения энергии активации ( $\Delta E$ ) металлополимеров в зависимости от содержания меди (вес. %)

Содержание меди, вес. %	Энергия активации, эв
25	0,14
30	0,16
40	0,19
55	0,13

Исследовалась зависимость логарифма удельной объемной электропроводности ( $\lg \sigma$ ) от температуры ( $\frac{1}{T}$ ) для металлополимеров на основе полиметилметакрилата и меди различного состава (рис. 2). С ростом температуры электропроводность увеличивается, что характерно для проводимости полупроводникового типа. С использованием уравнения  $\sigma = \sigma_0 \exp \left\{ -\frac{\Delta E}{kT} \right\}$  рассчитана энергия активации металлополимеров различного состава в температурном интервале от 25 до 120° (см. таблицу). Энергии активации имеют значения, характерные для полупроводников.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 1.3.1974)

ელექტროქიმიის

მ. ბაცივაძე, მ. ბაგიაშვილი

პოლიმეტილმეტაკრილატის და მაღალდისპერსული  
სპილენძის საფუძველზე ლითონპოლიმერების  
წარმოქმნა და მათი ელექტრული თვისებები

რეზიუმე

ელექტროლიზით ორშრიან აბაზანაში მიღებულია ლითონპოლიმერები პოლიმეტილმეტაკრილატის და სპილენძის საფუძველზე. შესწავლილია კათოდის მასალის გავლენა ლითონპოლიმერების მიღების პროცესზე. კათოდად შესწავლილ იქნა შემდეგი ლითონები: სპილენძი, თუთია, უჯანგავი ფოლადი და ალუმინი. ყველაზე უკეთესი მასალა აღმოჩნდა ალუმინი.

M. G. BATSİKADZE, M. K. BEGIASHVILI

 FORMATION OF METALLOPOLYMERS ON THE BASIS OF  
 POLYMETHYL METHACRYLATE AND HIGH-DISPERSION  
 COPPER AND THEIR ELECTRICAL PROPERTIES

## Summary

Metallopolymers have been obtained in double-layer electrolyzers on the basis of polymethyl methacrylate and copper. The effect of cathode material upon the process of metallopolymer production has been studied. Copper, zinc, stainless steel and aluminium were tested, aluminium proving to be the best material for cathodes.

The volume conductivity of metallopolymers produced on the basis of polymethyl methacrylate and copper has been studied in relation to copper percentage. With less than 40% copper electrical conductivity has been found to change but slightly, while on a further increase of its concentration electrical conductivity rises sharply.

The relation of volume electrical conductivity of metallopolymers to temperature has been studied and the activation energy of metallopolymers calculated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. М. Натансон, Ю. И. Химченко, М. Г. Лысенко, В. А. Комнаниец, Л. С. Радкевич. Сб. «Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем». Киев, 1968.
2. С. Д. Левина, К. П. Лобанова, Н. А. Платэ. ДАН СССР, 132, 1960, 1140.
3. С. Д. Левина, К. П. Лобанова, В. А. Ванников. ДАН СССР, 141, 1961, 662.
4. В. И. Шорохова, Л. А. Кузьмин. Изв. вузов, Химия и хим. технология, 5, 1963, 816.
5. Э. М. Натансон, З. Р. Ульберг. Коллоидные металлы и металлополимеры. Киев, 1971.
6. В. Е. Гуль, Л. Н. Царский, И. С. Майзель, Л. З. Шенфиль, В. С. Журавлев, И. Г. Щирба. Электропроводящие полимерные материалы. М., 1969.
7. В. А. Каргин, Н. А. Платэ. Высокомолек. соед., 1, 1959, 330.
8. М. Г. Бацикадзе, Л. Н. Калаидадзе. Труды XV научно-технической конференции Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина. Тбилиси, 1970.
9. А. В. Памосов. Электроосаждение порошкообразных металлов из водных растворов. Автореферат, Свердловск, 1968.
10. В. Э. Гуль, Л. З. Шенфиль, Г. К. Мельникова. Пластмассы, № 6, 1965.

А. И. ЛЕВИН, Б. Н. СМИРНОВ, В. Н. САМОИЛЕНКО

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДИ НА ПОДЛОЖКАХ ИЗ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 18.3.1974)

В настоящее время все большее применение в технике находят тугоплавкие металлы. В некоторых случаях встает вопрос о возможности покрытия их хорошо электропроводящими металлами, такими, например, как медь.

В данном исследовании методом гальваностатического включения изучалась начальная стадия электрокристаллизации меди в сернистом электролите на подложках из ниобия, молибдена, тантала и вольфрама.

Исследуемый электрод представлял собой проволоку из соответствующего металла диаметром 0,25 мм, впрессованную в кварцевую трубу с помощью пластмассы АКР-7. Для исключения возможности выщелачивания пластмассы электрод обрабатывался в сернистом электролите по методике, описанной в работе [1].

Анодом служила медь марки ОС4—И—4. Электролит состава 50 г/л  $\text{Cu}^{2+}$  и 50 г/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  готовился на бидистилляте из очищенного и дважды перекристаллизованного сульфата меди и химически чистой серной кислоты.

Потенциал катода определялся относительно неполяризуемого медного электрода, служащего электродом сравнения. Изменение величины потенциала во времени регистрировалось с помощью осциллографа С1—19.

Как следует из опытных данных, потенциал катода при гальваностатическом замыкании цепи резко возрастает и, проходя через максимум, принимает постоянное значение, соответствующее заданной плотности тока. Такой ход хронопотенциограммы связывают обычно с образованием трехмерных кристаллических зародышей [2—4]. При одинаковой плотности тока величина максимального перенапряжения ( $\eta_{\text{max}}$ ) зависит от материала подложки (рис. 1) и возрастает в ряду  $\text{Mo} < \text{W} < \text{Ta} < \text{Nb}$ .

С увеличением плотности тока  $\eta_{\text{max}}$  возрастает (рис. 1), однако время достижения максимума уменьшается, что можно объяснить увеличением степени пересыщения поверхности катода ад-атомами меди [5]. При этом соответственно ускоряется и поток поверхностной диффузии ад-атомов от точки их образования до участков роста.

Как известно [5], работа образования зародыша обратно пропорциональна квадрату пересыщения. Имея в виду, что в случае электро-

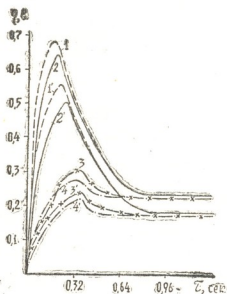


Рис. 1. Хронопотенциграмма осаждения меди на тугоплавкие металлы: 1,1'—ниобий; 2,2'—тантал; 3,3'—вольфрам; 4,4'—молибден; 1, 2, 3, 4—плотность тока  $5 \cdot 10^{-2}$  а/см<sup>2</sup>; 1', 2', 3', 4'—плотность тока  $10^{-2}$  а/см<sup>2</sup>

литического образования зародышей пересыщение пропорционально перенапряжению, связанному с образованием новой фазы, можно для скорости образования зародышей записать выражение

$$i = k_{\text{exp}} \left( - \frac{E_3^2}{\eta_{\text{max}}^2} \right)$$

или

$$\ln i = k_1 - \frac{E_3^2}{\eta_{\text{max}}^2},$$

где  $E_3$  — энергия, необходимая для образования трехмерных зародышей.

Статистическая обработка экспериментальных данных (метод Чебышева) [6] позволила получить корреляционные уравнения, выражающие зависимость  $\eta_{\text{max}}$  от плотности тока, которые и представле-

Корреляционные уравнения и значения энергии зародышеобразования меди на чужеродных подложках

Материал подложки	Корреляционные уравнения	Энергия зародышеобразования $E_3$ , в
Тантал	$\lg i = 0,745 - 0,804 \cdot 1/\eta_{\text{max}}^2$	1,36
Ниобий	$\lg i = 0,337 - 0,791 \cdot 1/\eta_{\text{max}}^2$	1,35
Вольфрам	$\lg i = 0,172 - 0,213 \cdot 1/\eta_{\text{max}}^2$	0,7
Молибден	$\lg i = 0,171 - 0,112 \cdot 1/\eta_{\text{max}}^2$	0,507

ны в таблице. Полученные таким образом значения коэффициента корреляции ( $r_{1/1} = 0,955 \div 0,994$ ) и отношение коэффициента линейности к его средней квадратичной ошибке ( $\xi_1/\sigma_{\xi_1} = 0,03 \div 0,834$ ) указали на до-

статочно тесную линейную связь между обратной величиной квадрата максимального перенапряжения и логарифмом плотности тока для всех принятых к исследованию подложек.

Анализ опытных данных позволил сделать вывод, что зависимость плотности тока от  $\eta_{\max}$  наблюдаемая на подложках из тугоплавких металлов, подчиняется уравнению замедленной кристаллизации, обусловленной образованием трехмерных зародышей металла  $\lg i = a + b/\eta^2$ , и графически описывается прямой в координатах  $\lg i - 1/\eta^2_{\max}$ .

Существенный интерес представляют найденные значения углового коэффициента  $b$ . Полагая справедливым, что  $b = \frac{E_3^2}{2,3}$ , мы считали энергию зародышеобразования меди на молибдене, вольфраме, тантале и ниобии. Как видно из таблицы,  $E_3$  меди на исследуемых металлах увеличивается в ряду  $Mo < W < Nb < Ta$ .

Такая последовательность хорошо коррелирует с опытными данными о величине максимального перенапряжения.

Если учесть, что  $E_3$  косвенно характеризует собой «средство» подложки к осаждаемому металлу, то следует ожидать, что сцепляемость осажденной меди с подложками из молибдена и вольфрама будет лучшей по сравнению с танталом и ниобием.

Уральский политехнический институт

(Поступило 25.4.1974)

ელექტროქიმია

ა. ლევინი, ბ. სმირნოვი, ვ. სამოილენკო

სპილენძის ელექტროკრისტალიზაციის თავისებურების შესახებ ძველდნობადი ლითონების საფუძველზე

რეზიუმე

შესწავლილია ძველდნობადი ლითონების საფუძველზე სპილენძის ელექტროკრისტალიზაციის საწყისი სტადია.

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ უცხო ბუნების საფუძველზე მეტალის ელექტროკრისტალიზაციის თავისებურებათა შესწავლა საშუალებას იძლევა დადგინდეს დასაღწევი მეტალის „ნათესაობის“ ხარისხი საფუძველის მეტალთან.

ELECTROCHEMISTRY

A. I. LEVIN, B. N. SMIRNOV, V. N. SAMOYLENKO

ON THE PECULIARITIES OF ELECTROCRYSTALLIZATION OF COPPER ON BACKINGS OF REFRACTORY METAL

Summary

It is shown that study of the peculiarities of the electrocrystallization of metal on heterogenous backings enables to determine the degree of "affinity" of the deposited metal with that of the backing.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Earl Guthrow, G. Tuler Miller. *J. Electrochem. Soc.*, 113, 5, 1966, 415.
2. О. А. Есин, А. И. Левин. *ЖОХ*, 5, 1935, 1302.
3. О. Есин, Л. Антропов, А. Левин, *ЖФХ*, 9, 1937, 269.
4. А. Н. Барабошкин, К. А. Калиев, Т. Б. Ксенофонтова, К. П. Тарасова. *Труды Ин-та электрохимии УФАИ СССР*, 15, 1970, 74.
5. К. Феттер. *Электрохимическая кинетика*. М., 1967, 318—354.
6. А. К. Митропольский. *Техника статистических вычислений*. М., 1971, 395.



УДК 541.135.2

ელექტროქიმიკა

რ. სირაძე, ბ. ჯოხაძე

ლითიუმის არსენატების მიღება ელექტროქიმიური მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 5.4.1974)

ადრე ჩვენ ელექტროქიმიური მეთოდით მივიღეთ ნატრიუმისა და კალიუმის არსენატები. წინამდებარე ნაშრომი ეხება აღნიშნული მეთოდით ლითიუმის არსენატების მიღებას და სხვადასხვა ფაქტორების გავლენას ღენით გამოსავალსა და დახარჯული ელექტროენერგიის რაოდენობაზე.

ექსპერიმენტის ჩასატარებლად გამოვიყენეთ დიაფრაგმიანი ელექტროლიზერი [1]. დასაყენავად ვიღებდით 0,5 ლიტრ დარიშხანოვანი ანჰიდრიდის 1%-იან წყალხსნარს, რომელსაც ვუმატებდით ლითიუმის კარბონატს ისეთი რაოდენობით, რომელიც საჭიროა შესაბამისად ერთ-ან ორჩანაცვლებული დარიშხანმწავას მარილების მისაღებად. დარიშხანოვანი ანჰიდრიდის დაქანგვის ხარისხს ვამოწმებდით დროის გარკვეულ შუალედში სამვალენტიანი და ხუთვალენტიანი დარიშხანის იოდომეტრიული განსაზღვრით. სრული დაქანგვის მიღწევის შემდეგ ვახდენდით მიღებული მარილის გამოკრისტალებას ხსნარიდან და მის შედგენილობას ვაზუსტებდით ელემენტური ანალიზით.

პირველ რიგში შესწავლილ იქნა ლითიუმის დიჰიდროარსენატის ელექტროქიმიური მეთოდით მიღების პროცესზე ანოდური ღენის სიმკვრივის გავლენა. მიღებული შედეგები მოცემულია № 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ანოდური ღენის სიმკვრივე /დმ <sup>2</sup>	ღენით გამოსავალი, %	დახარჯული ენერჯია, კვტ. სთ 1სს გ მარილზე	მარილის გამოსავლიანობა, %	კათოლიტში აღდგენილი დარიშხანი, %
5	19	7 3	81	19
7,5	22	4 2	94	6
10	22,5	3 9	95	5
12,5	26	3 4	97	3
15	27	3 2	98	2

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ღენის სიმკვრივის გაზრდით იზრდება ღენით გამოსავალი და დაქანგვის ხარისხი, ხოლო დახარჯული ელექტროენერგიის რაოდენობა და კათოლიტში აღდგენილი დარიშხანის რაოდენობა მცირდება.

ცხრილი 2

ხსნარის ს წყისი კონცენტრაცია, %	დახარჯული ენერჯია, კვტ. სთ 1სს გ მარილზე	ანოდური ღენის სიმკვრივე, /დმ <sup>2</sup>	ღენით გამოსავალი, %	მარილის გამოსავლიანობა, %	კათოლიტში აღდგენილი დარიშხანი, %
1	3 4	12 5	26	97	3
2	2 8	12 5	32	96	4
3	2 3	12 5	37	95	5
4	1,9	12 5	45	93	7
5	1,4	12 5	52	92	8

შესწავლილ იქნა დამოკიდებულება საელექტროლიზო ხსნარის საწყის კონცენტრაციასა და ღენით გამოსავალს შორის; მიღებული შედეგები მოცემულია № 2 ცხრილში.

R. V. SIRADZE, G. H. JOXHADZE

PRODUCTION OF ARSENATES OF LITHIUM BY THE  
ELECTROCHEMICAL METHOD

Summary

Dihydroarsenates and hydroarsenates of lithium have been obtained by the electrochemical method. The dependence between the density of anode current and the concentration of the electrolyte solution has been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Угулава, Г. М. Джохадзе. Тезисы докладов конференции, посвященной 50-летию образования СССР. Ереван, 1972, 19.

А. В. ШВАНГИРАДЗЕ, Ц. С. КУРЦАЛИЯ

## ПОДГОТОВКА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КАПРОЛАКТАМА К ЭЛЕКТРОДИАЛИЗУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНООБМЕННЫХ МЕМБРАН

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 14.3.1974)

В работе [1] было показано, что в процессе электродиализа с применением ионообменных мембран водные растворы капролактама (КЛ) очищаются от ионогенных примесей. Оставшиеся неионогенные примеси снижают качество готовой продукции.

Сорбционная очистка водных растворов КЛ на активных углях, предшествующая электродиализу, показала, что существенная часть недиссоциирующих примесей остается в КЛ [2]. Следовательно, встал вопрос об изыскании возможности перевода неионогенных примесей в ионогенные в целях повышения эффекта очистки КЛ методом электродиализа с применением ионообменных мембран.

Известно [3, 4], что при обработке водных растворов КЛ, каустической содой и окислительно-восстановительными реагентами ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  и др.) происходит превращение молекулярных примесей в ионогенные. Продукты превращения в процессе дистилляции КЛ отделяются вместе с кубовыми остатками. Однако в литературе неизвестны методы количественного определения образующихся в КЛ ионогенных примесей и определения доз реагентов с учетом исходных качественных показателей.

Для установления оптимальных доз реагентов ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ) 50% водный раствор КЛ обрабатывался возрастающими количествами растворов  $\text{NaOH}$  и  $\text{KMnO}_4$ .

Водный раствор КЛ, обработанный  $\text{KMnO}_4$ , после интенсивного перемешивания и выдержки в течение 2—3 часов фильтровался под вакуумом для удаления осадка, образующегося в процессе разложения  $\text{KMnO}_4$ . Фильтрат имел соломенно-желтый цвет. Появление малинового цвета указывает на наличие  $\text{MnO}_4^-$ -ионов, для исчезновения которых необходимо увеличить время выдержки перед фильтрованием.

Данные о влиянии различных количеств  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{NaOH}$  на качество водного раствора КЛ приведены в табл. 1 и являются средними значениями трех параллельных опытов. Наилучшие результаты получаются при обработке 100 мл КЛ 0,1 г  $\text{NaOH}$ . Очевидно, меньшее количество  $\text{NaOH}$  недостаточно для превращения всех примесей, а при больших дозах  $\text{NaOH}$  остается неизрасходованным и, естественно, загрязняет водный раствор КЛ. Оптимальное количество  $\text{KMnO}_4$ , обеспечивающее максимальное увеличение перманганатного числа и улучшение оптических показателей, составляет 10—15 мл 1% раствора перманганата калия на 100 мл КЛ.

В целях определения и контроля количества ионогенных примесей, образующихся в результате обработки водных растворов КЛ каустической содой и  $\text{KMnO}_4$ , разработана методика, суть которой сводится к

определению количества перешедших в раствор КЛ из Н-катионита  $H^+$ -ионов, соответствующего эквивалентному количеству ионогенных примесей, перешедших из раствора КЛ на Н-катионит взамен  $H^+$ -ионов. Процесс осуществляется в динамических условиях на стандартных ионообменных колонках, заполненных катионитом КУ-2—8.

Таблица 1

Качественные показатели	Исходный 50% раст- вор КЛ	Процентное содержание $KMnO_4$ в 50% растворе КЛ				Процентное содержание NaOH в 50% растворе КЛ			
		0,005	0,01	0,01	0,2	0,5	0,1	0,3	0,7
Перманганатное число, сек	400	2400	6900	16200	16200	9000	18000	14400	1200
Окраска при $\lambda=590$ мкм	0,115	0,11	0,1	0,09	0,1	0,11	0,09	0,11	0,1
Оптическая плотность Д при $\lambda=260$ мкм	2,0	0,56	0,72	0,42	0,45	0,88	0,7	0,9	1,1
$\lambda=290$ мкм	0,84	0,2	0,21	0,1	0,1	0,37	0,2	0,4	0,6

200 мл 50% водного раствора КЛ после определения начальной рН пропускаются через три последовательно соединенные колонки ( $H=40$  см,  $D=25$  мм), заполненные катионитом в Н-форме, и замеряется рН фильтрата. Вычисляется начальная и конечная концентрации  $H^+$ -ионов ( $C_{H^+}$ ), и по их разности определяется  $\Delta C_{H^+}$ , соответствующее количеству примесей в исследуемом растворе.

С помощью вышеизложенной методики определено количество ионогенных примесей 50% водного раствора КЛ до и после обработки (табл. 2). Из таблицы 2 видно, что наибольшее количество приме-

Таблица 2

Исходный водный раствор КЛ			Водный раствор, КЛ обра- ботанный каустической содой			Водный раствор КЛ, обра- ботанный перманганатом калия		
$C_{H^+нач}$ г-экв/л	$C_{H^+кон}$ г-экв/л	$\Delta C_{H^+}$ мг-экв/л	$C_{H^+нач}$ г-экв/л	$C_{H^+кон}$ г-экв/л	$\Delta C_{H^+}$ мг-экв/л	$C_{H^+нач}$ г-экв/л	$C_{H^+кон}$ г-экв/л	$\Delta C_{H^+}$ мг-экв/л
$2,5 \cdot 10^{-6}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	0,0605	$7,05 \cdot 10^{-11}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	0,529	$6,3 \cdot 10^{-9}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,249

сей образуется при обработке КЛ каустической содой (NaOH) по следующей причине: в технологической схеме синтеза КЛ стадии оксимирования циклогексанона и нейтрализации перегруппированного продукта, протекающие при непосредственном действии аммиака, являются наиболее ответственными за появление примесей [5], особенно аммиачных, связанных с КЛ амидными связями, высвобождение которых происходит под действием NaOH. По сравнению с NaOH способность  $KMnO_4$  превращать молекулярные примеси в ионогенные низка.

Для удаления оставшихся молекулярных примесей и окончательной подготовки к электродиализу водные растворы КЛ со скоростью 0,2 л/час пропускаются через активированный уголь БАУ, помещенный

в стеклянную колонку ( $H=40$  см  $D=2,5$  см), и определяются все количественные показатели. Усредненные результаты опытов приведены в табл. 3. Они показывают, что в результате обработки водных

Таблица 3

Качественные показатели водного раствора КЛ	Водный раствор КЛ без обработки		Водный раствор КЛ, обработанный каустической содой		Водный раствор КЛ, обработанный перманганатом калия	
	до ад- сорбции на БАУ	после ад- сорбции на БАУ	до ад- сорбции на БАУ	после ад- сорбции на БАУ	до ад- сорбции на БАУ	после ад- сорбции на БАУ
Перманганатное число, сек	180	540	1080	1800	25200	40000
Электропроводность, см/см	$4 \cdot 10^5$	$3,8 \cdot 10^5$	$50 \cdot 10^5$	$38 \cdot 10^5$	$11 \cdot 10^5$	$11 \cdot 10^5$
Окраска Д при $\lambda=590$ мкм	0,115	0,09	0,1	0,065	0,11	0,055
Оптическая плотность при $\lambda=260$ мкм	2	1,5	0,96	0,8	1	0,67
$\lambda=290$ мкм	0,94	0,64	0,47	0,185	0,53	0,25
Летучие основания, мл	4,8	0	1	0,5	9,0	9,0
ОГФ, мг/кг	0,3	0,16	0,11	0	—	—
Циклогексанон, %	$14 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	0	0	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$
Циклогексанол, %	$15 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	0	0

растворов КЛ NaOH и  $KMnO_4$ , помимо увеличения общего количества диссоциирующих примесей, улучшаются основные качественные показатели КЛ. Образующиеся ионогенные примеси, в отличие от исходных, не оказывают столь отрицательного влияния на КЛ. Не считая перманганатного числа, которое искусственно повышается внесением  $KMnO_4$ , качество КЛ, обработанного перманганатом калия, низко. Резкое повышение летучих оснований является следствием окислительно-го действия  $KMnO_4$ , так как одной из причин возникновения летучих оснований в КЛ является его медленное окисление даже кислородом воздуха.

Судя по степени превращения молекулярных примесей, легкости осуществления технологического процесса и качеству обработанного продукта очевидно преимущество применения каустической соды перед перманганатом калия.

СПКБ фирмы «Грузполимертара»

(Поступило 29.3.1974)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. შვანბერიამ, ც. კურცხალია

კაპროლაქტამის წყალხსნარის მომზადება  
ელექტროდიალიზის იონგაცლითი  
მემბრანების გამოყენებით

რეზიუმე

კაპროლაქტამის წყალხსნარის გაწმენდა იონური მინარეგებისაგან შესაძლებელია ელექტროდიალიზით, იონგაცლითი მემბრანების გამოყენებით. გაწმენდის ეფექტის გაზრდის მიზნით ჩატარებულია კაპროლაქტამის წინასწარი დამუშავება NaOH და  $KMnO_4$  მოლეკულური მინარეგების იონურში გადისაყვანად.



მიღებული შედეგები ნათელყოფენ NaOH გამოყენების უპირატესობას. ამ შემთხვევაში წარმოქმნილი იონური მინარევების კონცენტრაცია მეტია და ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელება გაადვილებულია.

## CHEMICAL TECHNOLOGY

A. B. SHVANGIRADZE, Ts. S. KURTSKHALIA

### PREPARATION OF AQUEOUS SOLUTIONS OF CAPROLACTAM FOR ELECTRODIALYSIS WITH THE USE OF ION-EXCHANGE MEMBRANES

#### Summary

Purification of aqueous solutions of caprolactam from dissociation admixtures is feasible by means of electrodialysis by using ion-exchange membranes. A method of preliminary treatment of caprolactam with NaOH and  $KMnO_4$  has been developed with a view to raising the purifying effect for the transformation of molecular admixtures into dissociation ones. Judging by the transformation degree of molecular admixtures and by the facile implementation of the technological process the obtained results demonstrate the advantage of NaOH over  $KMnO_4$ .

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Саладзе, А. В. Швангирадзе, Ц. С. Курцхалия. Сб. трудов Всесоюзного совещания по массообмену «Твердое тело—жидкость». изд. АН УССР, 1971.
2. Ц. С. Курцхалия, А. В. Швангирадзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 2, 1970.
3. Патент США № 3179, 657, 1965.
4. Патент США № 2828307, 1958.
5. Е. Н. Зильберман, О. Д. Стрижков, С. В. Светозарский. Хим. промышленность, № 4, 259, 1963.



## ЛИТОЛОГИЯ

А. И. МАХАРАДЗЕ

К ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ  
ОЛИГОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АХАЛЦИХСКОЙ ДЕПРЕССИИ

(Представлено академиком Г. С. Дзоценидзе 15.4.1974)

На основании детальных литологических и минералого-петрографических исследований олигоценовых отложений Ахалцихской депрессии выявлен ряд факторов, позволяющих восстановить условия формирования осадков. В качестве стратиграфической основы принята схема А. Г. Лалиева [1], в которой нижняя граница олигоцена проводится выше горизонта *Pecten arcuatus* на южной периферии депрессии и горизонта каратубани на северной. Верхняя граница олигоцена прослеживается под нижними песчаниками угленосной свиты. В этом случае мощность олигоценовых отложений в Ахалцихской депрессии определяется в 650—750 м. Указанная свита, по стратиграфической схеме И. В. Качарава [2], датируется нижним олигоценом, а по данным П. Д. Гамкрелидзе [3], охватывает средний и верхний отделы олигоцена.

В низах олигоценовых отложений в восточной части депрессии преобладают глины с подчиненными прослоями алевролитов и мергелей, редко псаммитолитов. Выше по разрезу наблюдается укрупнение материала и в самой верхней части доминируют алевролиты, наряду с мелкозернистыми псаммитолитами. На западе депрессии разрез начинается чередованием мелкозернистых псаммитолитов, алевролитов и глин с незначительным преобладанием последних. Выше роль псаммитолитов возрастает и в верхах толщи распространены их средне- и крупнозернистые разновидности с прослоями гравелитов. Олигоценовые отложения постепенно сменяются крупнозернистыми псаммитолитами, гравелитами и конгломератами нижних песчаников угленосной свиты нижнего миоцена.

Глины обладают черным и темно-серым цветом, уплотненные, с щебенчатым и оскольчатым выветриванием, имеют полосчатую текстуру. На поверхности выветривания приобретают коричневый оттенок, расслаиваются и становятся пластичными. Состоят из мелкочешуйчатого монтмориллонита с незначительной примесью каолинита, галлузита и гидрослюда. В пелитовой фракции диагностируются также кальцит, кварц, опал, клиноптилолит, низкотемпературные тридимит и кристобалит, полевые шпаты, редко барит. Опал имеет широкое распространение и с ним всегда ассоциируют тридимит, кристобалит и клиноптилолит. Последний разбросан по всей глинистой массе, образует отдельные агрегаты и прожилки, сложенные мелкими призматическими кристаллами, а также заполняет редкие спикеры губок и камеры фораминифер. Глины содержат пелитоморфный кальцит, участки перекристаллизованный в мелкозернистый.

Содержание псаммитовых и алевролитовых частиц варьирует в широких пределах. Они не отсортированы, разбросаны по всей глини-

стой массе или сгруппированы в виде отдельных прослоев и линз. По минеральному составу не отличаются от псаммитолитов.

В олигоценовых отложениях встречаются редкие тонкие прослои бентонитовых глин, которые имеют широкое распространение в вышележащем угленосном горизонте нижнего миоцена. В свежем изломе они светло-серые, с голубоватым и зеленоватым оттенком, а на поверхности выветривания приобретают кремовую окраску. Глины образованы в результате монтмориллонитизации витрокластических туфов, в которых витрический материал встречается в виде тонкого пепла, реликтовая структура которого обычно полностью утрачена. Монтмориллонит, образовавшийся за счет замещения витрического материала имеет крупно чешуйчато-волоконистую структуру, чем он отличается от мелкочешуйчатого терригенного. Для первого характерна ассоциация опал—низкотемпературные тридимит и кристоболит — клиноптилолит. В угленосном горизонте к этим глинам примешаны также каолинит и галлуазит, являющиеся характерными минералами глин угленосных отложений.

В обнажениях ясно наблюдается постепенный переход бентонитовых глин во вмещающие терригенные породы, что выражается постепенным потемнением их окраски. В этих переходных прослоях туфитов под микроскопом вулканогенный витрический материал не различим. Он завуалирован терригенным и пропитывающим осадок органическим веществом. При отсутствии прослоев бентонитовых глин, постепенно переходящих во вмещающие породы, туфиты не удается различить и макроскопически. Присутствие в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях Ахалцихской депрессии вулканогенного витрического материала устанавливается по минеральной ассоциации крупночешуйчато-волоконистого монтмориллонита—опала низкотемпературных тридимита и кристобалита—клиноптилолита, образующихся при гальмиролизе витрического материала.

Псаммитолиты и алевролиты имеют серый цвет, иногда с зеленоватым и голубоватым оттенком, на поверхности выветривания они желтовато-коричневые. Обломочный материал характеризуется неосортированностью. Он состоит из плаггиоклаза среднего состава и обломков основной массы средних эффузивов с микролитами и фенокристаллами плаггиоклазов и авгита. Присутствуют также подчиненное количество эффузивного кварца и единичные зерна ортоклаза, пертита, кислого плаггиоклаза, интрузивного кварца, биотита, авгита, роговой обманки, хлорита, эпидота, апатита, сфена и обломков псаммитолитов, алевролитов, глин и мергелей. Отдельные обломки характеризуются неодинаковой степенью окатанности и свежестью. Так, в крупнозернистых псаммитолитах и гравелитах, наряду с хорошо окатанными и измененными обломками средних эффузивов и плаггиоклазов, широко распространены неокатанные и совершенно свежие фрагменты, по внешним признакам сходные с вулканогенными. Количество последних с востока на запад возрастает и их средний медианный диаметр ( $M_d$ ) в вертикальных разрезах меняется в соответствии с изменением  $M_d$  достоверно терригенных обломков, контролируясь положением базиса эрозии. Эти неокатанные и совершенно свежие обломки представляют собой продукты разрушения вулканогенных образований верхнего эоцена, которыми сложена западная часть депрессии, испытывавшая в олигоценовое время интенсивное воздымание. Неокатанность и свежесть обломков обусловлены расчлененным рельефом, интенсивным физическим выветриванием, малым расстоянием транспортировки материала и быстрым его захоронением.

В псаммитолитах широко развиты процессы диагенетического изменения. Особенно интенсивны карбонатизация и селадонитизация, которым подвергаются как цементирующая масса, так и обломочные частицы. Отмечается также анальцимизация плагноклазов и обломков вулканогенных пород. Иногда по средним плагноклазам развиты каемки альбита, а кварц регенерирован.

Цемент псаммитолитов относится к типу выполнения пор и базальному. По составу он глинистый, глинисто-карбонатный, карбонатный, селадонитово-глинистый и селадонитово-карбонатный. Карбонат представлен кальцитом от мелко- до крупнозернистого. Глинистое вещество имеет монтмориллонитовый состав с незначительной примесью каолинита, галлуазита и иллита. В монтмориллонитовой глинистой массе устанавливается ассоциация опал—низкотемпературные тридимит и кристобалит—клиноптилолит, указывающие на присутствие цементирующей массе вулканогенно витрического материала. Селадонит относится к железисто-алюминиевому типу с разбухающими пакетами монтмориллонита, в зависимости от содержания которого  $Ng'$  селадонита варьирует в пределах 1,560--1,590.

Среди олигоценовых отложений, особенно в нижней их части встречены линзы и прослои мергелей. Они отличаются от вмещающих пород лишь повышенным содержанием карбонатного вещества, представленного кальцитом, редко доломитом и сидеритом.

Изложенное выше вполне согласуется с геологическими данными П. Д. Гамкрелидзе [3]. В Ахалцихской мелководной лагуне в начале олигоценового времени из нерасчлененной суши привносился тонкозернистый материал. В течение олигоцена бассейн последовательно уменьшался вследствие дифференциального воздымания питающего субстрата. Особенно интенсивно высвобождалась от водного покрова западная, глубоко врезанная в сушу бухта бассейна, где имело место наибольшее воздымание питающего субстрата, который давал грубообломочный материал. Здесь верхний олигоцен представлен прибрежными отложениями, сменяющимися в начале раннего миоцена прибрежно-дельтовыми.

В течение всего олигоцена к терригенному материалу в резко подчиненном количестве примешивался вулканогенный в виде тонкого и пылевидного витрического пепла. При его интенсивном привносе, что было довольно редким явлением, формировались прослои бентонитовых глин. В самой Ахалцихской депрессии существование олигоценовых вулканических очагов не устанавливается. Поэтому предполагается, что вулканогенный материал привносился с юго-востока из Армянского нагорья, где в олигоценовое время отмечается интенсивная вулканическая деятельность [4].

Кавказский институт  
минерального сырья

(Поступило 19.4.1974)

ლითოლოგია

ა. მახარაძე

ახალციხის დეპრესიის ოლიგოცენური ნალექების  
ლითოლოგიურ-მინერალოგიური დახასიათებისათვის

რეზიუმე

ახალციხის დეპრესიაში ოლიგოცენი წარმოდგენილია თხელი ზღვისა და სანაპირო ზოლის ნალექებით. მათ შემადგენლობაში ტერიგენული მასალის გარდა მცირე რაოდენობით მონაწილეობს აგრეთვე ვულკანური მინა წმინდა-

მარცვლოვანი ფერფლის სახით, რომლის არსებობა ქანში განისაზღვრება მისი შეცვლის პროდუქტების — მონტმორილონიტის, კლინოპტილოლიტის, ოპალის და დაბალტემპერატურიანი ტრიდიმიტისა და კრისტობალიტის შემცველობით.

## LITHOLOGY

I. A. MAKHARADZE

### TOWARDS THE LITHOLOGIC-MINERALOGICAL CHARACTERIZATION OF THE AKHALTSIKHE DEPRESSION OF OLIGOCENE DEPOSITS

#### Summary

In the Akhaltsikhe depression the Oligocene is represented by the sediments of the shallow sea and the shore line. Besides terrigenous material, volcanic glass also takes an unimportant part in its composition, traceable in the rock by its alteration products—montmorillonite, clinoptilolite, opal, low-temperature tridymite and cristobalite.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Лалнев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
2. И. В. Качарова. Труды Геол. ин-та АН ГССР, т. XII (XVII). Тбилиси, 1961.
3. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Труды Ин-та геол. и минерал. АН ГССР, Монография № 2, 1949.
4. К. Н. Паффенгольц. Геология Армении в системе Кавказа и Малой Азии. М., 1948.





СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. И. ГВИНЧИДЗЕ, Д. А. ДОЛИДЗЕ

ПРИБЛИЖЕННАЯ МЕТОДИКА УЧЕТА ДЕФОРМАЦИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ БЕТОНА ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ УСИЛИЙ В ВАНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКОЙ ЖЕСТКОСТИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 23.3.1974)

Для создания выгодной эпюры изгибающих моментов в вантовой конструкции с балкой жесткости можно производить регулирование усилий в вантах. При этом необходимо учитывать развитие деформаций ползучести бетона балки. В этом случае заданными являются окончательные величины усилий в вантах, а искомыми — их начальные значения. Решение задачи точными методами встречает значительные затруднения. Поэтому используем приближенную методику [1], основанную на модифицированной теории старения.

Необходимые начальные величины окончательных установившихся усилий в вантах, когда задана эпюра изгибающих моментов в балке, определяем из решения системы  $n$  уравнений с  $n$  известными, одно из которых приведено ниже:

$$\sum_{j=0}^{j=k-1} X_j(t) \left( \sum_{i=0}^{i=j} a_i \sum_{i=k+1}^{i=n+1} a_i \right) + \sum_{j=k}^{j=n} X_j(t) \left( \sum_{i=1}^{i=k} a_i \sum_{i=j+1}^{i=n+1} a_i \right) = M_k l, \quad (1)$$

где  $X_j(t)$  — установившееся усилие в  $j$ -том ванте,  $M_k$  — момент в балке жесткости, в месте крепления  $k$ -того ванта,  $n$  — число промежуточных узлов,  $k$  — номер  $k$ -того ванта,  $a$  — расстояние между опорными узлами,  $l$  — длина пролета балки жесткости.

Установив величины  $X_j(t)$  — заданных конечных усилий в вантах, можем перейти к решению поставленной задачи — к определению упругих лишних неизвестных, т. е. тех усилий, которые должны быть приложены к вантам в упругой стадии, чтобы по окончании стадии ползучести в вантах остались усилия  $X_j(t)$ . Ниже приведено одно из канонических уравнений совместности деформаций в  $j$ -той точке  $n$  раз статически неопределимой вантовой конструкции:

$$X_j \delta_j^0 + (m_\varphi - \varphi_k) \sum_{i=1}^{i=n} X_i \delta_{ij}^0 = X_j(t) \delta_j^0 + m_\varphi \sum_{i=1}^{i=n} X_i(t) \delta_{ij}^0 - \Delta_j \varphi_k, \quad (2)$$

где  $X_i$  — неизвестные усилия в вантах в упругой стадии работы конструкции, относительно которых решается система;  $\delta_{ij}^0$ ,  $\Delta_j$  —



единичные и грузовые перемещения в балке по направлению  $j$ ;  $\delta_j^b$  — упругая податливость ванты по направлению  $j$ ;  $\varphi_h$  — мера ползучести бетона балки;  $m_\varphi$  — коэффициент, численное значение которого определяется по формуле, приведенной в [1].

Пример. Два раза статистически неопределимая вантовая конструкция с железобетонной балкой жесткости, геометрическая схема которой дана на рис. 1, загружена равномерно распределенной нагрузкой  $q=0,2$  т/м. Требуется определить необходимые усилия в вантах в упругой стадии, которые после деформаций ползучести бетона балки жесткости дадут выгодную эпюру изгибающих моментов.

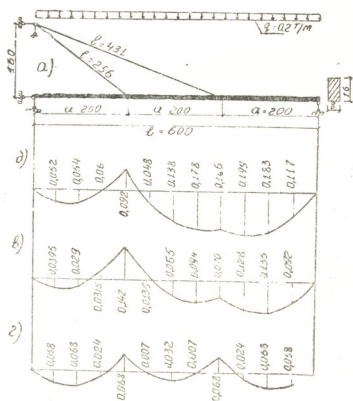


Рис. 1. а—Схема вантовой конструкции; б—эпюра изгибающих моментов в упругой стадии; в—эпюра изгибающих моментов после деформаций ползучести; г—эпюра изгибающих моментов после регулирования усилий

Данные для расчета:

$$\begin{aligned} \delta_{11}^b &= 17,55\ 241; & \delta_{12}^b &= 9,152\ 768; & \delta_{11}^n &= 2,549\ 014; & \Delta_{1p}^b &= 23,137\ 125; \\ \delta_{22}^b &= 6,28\ 517; & \delta_{21}^b &= 9,152\ 768; & \delta_{22}^n &= 4,287\ 557; & \Delta_{2p}^b &= 13,755\ 396; \\ m_\varphi &= 1,993\ 398; & \varphi_h &= 1,424; & X_1(t) &= 0,694\ 959; & X_2(t) &= 1,168\ 954. \end{aligned}$$

Подставив соответствующие величины в (2), получим уравнения

$$\begin{aligned} X_1 [17,55\ 241 \cdot (1,993\ 398 - 1,424) + 2,549\ 014] + X_2 \cdot 9,152\ 768 (1,993\ 398 - \\ - 1,424) = 0,694\ 959 (17,55\ 241 \cdot 1,993\ 398 + 2,549\ 014) + \\ + 1,168\ 954 \cdot 9,152\ 768 \cdot 1,993\ 398 - 23,137\ 125 \cdot 1,424, \end{aligned}$$

$$X_1 9,152\ 768 (1,993\ 398 - 1,424) + X_2 [6,28\ 517 (1,993\ 398 - 1,424) + \\ + 4,287\ 557] = 0,694\ 959 (9,152\ 768 \cdot 1,993\ 398 + 1,168\ 954 (6,28\ 517 \cdot 1,993\ 398 + \\ + 4,287\ 557) - 13,755\ 396 \cdot 1,424,$$

решение которых дает

$$X_1 = 0,662\ T, \quad X_2 = 1,182\ T,$$

что практически совпадает с вычисленным точным методом:

$$X_1 = 0,643\ T, \quad X_2 = 1,182\ T.$$

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт строительной механики  
 и сейсмостойкости

(Поступило 28.3.1974)

საშენიანო მექანიკა

ბ. გვინჩიძე, ჯ. დოლიძე

ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციის გათვალისწინების მიახლოებითი მეთოდი, რკინა-ბეტონის სიხისტის კონსტრუქციების კონსტრუქციების, ძალის რეგულირების დროს დაძველების მოდიფიცირებული თეორიის (დრეკად-ცოცვადი სხეულის გამარტივებული თეორია) საფუძველზე.

რეზიუმე

მოცემულია ბეტონის ცოცვადობის გათვალისწინების მიახლოებითი მეთოდი, რკინა-ბეტონის სიხისტის კონსტრუქციების კონსტრუქციების, ძალის რეგულირების დროს დაძველების მოდიფიცირებული თეორიის (დრეკად-ცოცვადი სხეულის გამარტივებული თეორია) საფუძველზე.

STRUCTURAL MECHANICS

G. I. GVINCHIDZE, D. A. DOLIDZE

AN APPROXIMATE METHOD OF CONSIDERING THE  
 CONCRETE CREEP DEFORMATION IN FORCE ADJUSTMENT  
 IN STAYED STRUCTURES WITH REINFORCED  
 CONCRETE STIFFENING GIRDER

Summary

The paper describes an approximate method of considering concrete creep deformation in force adjusting in stayed structures with concrete stiffening girder. The method is based on the modified theory of ageing (simplified theory of elasto-creeping body).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Кизирия, Г. И. Гвинчидзе. Сб. «Бетон и железобетон». Тбилиси, 1972.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Л. А. КАКУШАДЗЕ

ОДИН ВАРИАНТ РАСЧЕТА КРИВОЙ ТРУБЫ (ПОЛОГО БРУСА)

(Представлено академиком К. С. Завриевым 19.3.1974)

Изучается полый брус (будем называть его просто брусом) при соблюдении любых граничных условий на концах. Рассматривается упругое защемление. Тем самым будут рассмотрены и другие граничные условия. Нагрузка, действующая на брус, меняется по произвольному закону. Ввиду того что рассматривается плоская задача, в любом сечении бруса будем иметь изгибающий момент  $M_\alpha$ , поперечную силу  $Q_\alpha$  и продольную силу  $N_\alpha$  где  $\alpha$  — угловая координата, определяющая положение произвольного сечения кривой трубы  $AB$  относительно начального сечения (произвольное сечение).

Дополним данный брус  $AB$  до полного кольца [1] и определим в сечениях  $A$  и  $B$  статические факторы — изгибающие моменты  $M$ , поперечные и продольные силы  $Q$  и  $N$ . Дополнительная часть кольца нагружается произвольной нагрузкой, но при том условии, что она вместе с нагрузками бруса эквивалентна нулю.

Для статических факторов, действующих в сечениях  $A$  и  $B$ , имеем обозначения

$$M_{AP}, Q_{AP}, N_{AP}, M_{BP}, Q_{BP}, N_{BP}, \dots \quad (1)$$

Определим на основе расчета полного кольца перемещения от этих факторов [1—3]:

$$u_{AP}, w_{AP}, \varphi_{AP}, u_{BP}, w_{BP}, \varphi_{BP}, \dots \quad (2)$$

где  $u$  — радиальное перемещение,  $w$  — тангенциальное перемещение,  $\varphi$  — угол поворота. Величины (1) и (2) определяются как и для сплошного бруса, только углы поворота  $\varphi_{AP}$  и  $\varphi_{BP}$ , как и вообще углы поворота сечений труб, отличаются от углов поворота сечений сплошного бруса. Происходит это вследствие сплющивания поперечного сечения трубы. Для труб вместо жесткости на изгиб  $EY$  берется уменьшенная жесткость  $kEY$ . Коэффициент  $k$  для труб кругового сечения равен

$$k = 1 - \frac{9}{10 + 12 \left( \frac{hR}{r} \right)^2}, \quad (3)$$

а для труб квадратного сечения

$$k = \frac{49,2 + 1,33 \left( \frac{b^2}{hR} \right)^2}{49,2 + 3,23 \left( \frac{b^2}{hR} \right)^2}, \quad (4)$$

где  $h$  — толщина стенки трубы,  $R$  — радиус геометрической оси,  $r$  — радиус средней линии сечения,  $b$  — сторона квадрата. Вообще коэффициент  $k$ , учитывающий явление сплющивания трубы, определяется из выражения потенциальной энергии деформации [4, 5]. Коэффициент уменьшения жесткости определяется по-разному. При плоском изгибе трубы величина сплющивания есть отношение разности горизонтального  $D_r$  и вертикального  $D_v$  диаметров средней линии сечения трубы после деформирования к первоначальному диаметру  $D$ :

$$\Delta = \frac{D_r - D_l}{D}. \quad (5)$$

Коэффициент уменьшения жесткости при изгибе можно определить по формуле

$$k = 1 - \frac{\Delta}{2}. \quad (6)$$

Мы рассмотрели круговое кольцо, но поперечные сечения кольца могут иметь разные формы. Встречаются трубы, оси которых очерчены по эллипсу, и др. Дополним теперь трубу до полного эллиптического кольца и повторим все те операции, которые имели место для кругового кольца.

Возьмем эллиптическую трубу, поперечное сечение которой тоже эллиптическое. В этом случае будем иметь дело с двумя жесткостями. Моменты инерции эллиптического сечения относительно малой или большой оси определяются по известным формулам [4]. Здесь приходится пользоваться таблицами эллиптических интегралов. Коэффициент уменьшения жесткости можно определять и как отношение углов поворота концевых сечений прямой и кривой труб.

Согласно использованному способу к факторам (1) нужно добавить неизвестные факторы

$$M_{AX}, Q_{AX}, N_{AX}, M_{BX}, Q_{BX}, N_{BX}. \quad (7)$$

Обозначим через

$$n_{1A}, n_{2A}, \dots, n_{5A}, n_{1B}, \dots, n_{5B} \quad (8)$$

коэффициенты контактности оснований концов  $A$  и  $B$ .

Пишем граничные условия (для упругого защемления) конца  $A$ . Для конца  $B$  имеем аналогичные условия, только букву  $A$  надо заменить буквой  $B$ .

Итак, для конца  $A$  имеем следующие граничные условия [3]:

$$M_A = M_{AP} + M_{AX} = \frac{n_{5A} u_A - n_{2A} \varphi_A}{n_{1A} n_{5A} - n_{2A} n_{4A}}, \quad (9)$$

$$Q_A = Q_{AP} + Q_{AX} = \frac{n_{1A} u_A - n_{1A} \varphi_A}{n_{1A} n_{3A} - n_{2A} n_{4A}}, \quad N_A = \frac{1}{n_{3A}} \omega_A.$$

Для коэффициентов контактности имеем соответствующие формулы [3]. Как видно из вышесказанного, имеем четыре линейных и два угловых перемещения:

$$u_A, \omega_A, \varphi_A, u_B, \omega_B, \varphi_B, \dots \quad (10)$$

Они представляют собой сумму нескольких перемещений:

$$\begin{aligned} u_A &= u_{AP} + u_{Am} + u_{Ao} + u_{An}, \\ u_B &= u_{BP} + u_{Bm} + u_{Bq} + u_{Bn}, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $u_{AP}$  и  $u_{BP}$  — перемещения точек полного кольца,  $u_{Am}$  и  $u_{Bm}$  — перемещения от моментов  $M_{Ax}$  и  $M_{Bx}$  точек бруса. Аналогичные значения имеют перемещения  $u_{Aq}$ ,  $u_{Bq}$ ,  $u_{An}$  и  $u_{Bn}$  (от поперечных и продольных сил). Эти формулы известны из теории упругости [2]. Формулы для определения перемещений  $\omega_A$ ,  $\omega_B$ ,  $\varphi_A$  и  $\varphi_B$  вполне аналогичны формулам (12).

Внося значения (11) в выражение (7), а затем последние — в граничные условия (9) и еще в три граничных условия для конца  $B$ , получаем шесть уравнений, содержащих шесть неизвестных (7). На основе решения этих уравнений получим значения неизвестных. Зная эти значения, определяем по известным формулам все геометрические и статические факторы, и решение задачи будет доведено до конца. Конечно, уравнения равновесия бруса удовлетворяются. Он находится под действием факторов

$$M_A, Q_A, N_A, M_B, Q_B, N_B \quad (12)$$

и действующей на брус внешней нагрузки.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 22.3.1974)

საშენობის ინჟინერული ინსტიტუტი

ლ. კახუხიანი

მრეწველური მილის (ღრუ ძელის) ბანანარეზების  
ერთი ვარიანტი

რეზიუმე

მოცემულია მრეწველური მილების გაანგარიშების ერთი ვარიანტი. მოცემული მილი (მრეწველური მილი) განხილულია როგორც სრული რგოლის ნაწილი. მოცემულ მილს ემატება ნაწილი, რომელიც მას სრულ რგოლამდე შეავსებს და რგოლის გაანგარიშების საფუძველზე ხდება თვითონ მოცემულ მრეწველური მილის გაანგარიშება. მხედველობაშია მიღებული ღრუვანზე სისხტის შემცირება განივი კვეთის შექცეულობის გამო. განხილულია წრიული, ელიფსური და სხვა მოხაზულობის მილები. ნაჩვენებია სისხტის შემცირების კოეფიციენტის გამოთვლის წესები.

L. A. KAKUSHADZE

ONE VERSION OF CALCULATION OF A CURVED PIPE  
(A HOLLOW BAR)

## Summary

One version of calculation of curved pipes is given. A pipe is considered to be a part of a complete ring and the given pipe is calculated on the basis of a calculation of this ring. The decrease of rigidity at bending due to the flattening of transverse section is taken into account. Circular, elliptical and other pipes of various contours are discussed. Techniques are presented for calculating the decrease of the factor of rigidity.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1949.
2. В. Г. Рекач. Руководство к решению задач по теории упругости. М., 1966.
3. Л. А. Какушадзе. Сб. «Арочное плотностроение». М.—Л., 1965.
4. С. П. Тимошенко, Д. Лессельс. Прикладная теория упругости. М.—Л., 1931.
5. Л. А. Какушадзе. Сб. трудов ГПИ им. В. И. Ленина, строительная секция, 1973.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

И. Д. ДЖАНДЖГАВА, Р. С. КАКУШАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ  
 ДЛЯ ГОРНЫХ ПОРОД ЧИАТУРСКОГО МАРГАНЦЕВОГО  
 МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком А. А. Дзидигури 22.5.1974)

В задачах механики горных пород необходимо знание статического модуля упругости  $E_c$ . Определение этого параметра возможно только прямым измерением деформаций, возникающих при действии определенных напряжений на образцах пород. Этот метод определения модуля упругости трудоемок, связан с разрушением образцов пород. Известный способ определения модуля упругости по скорости прохождения упругих волн через образец или через часть массива менее трудоемок, более точен, но получаемые при этом так называемые динамические модули упругости  $E_d$  отличаются от  $E_c$  по величине ( $E_d > E_c$ ), по-

Результаты испытаний некоторых пород Чиатурского марганцевого месторождения

№ п/п	Наименование породы и место взятия пробы	$\sigma_{сж}$ кг/см <sup>2</sup>	Пористость, %	Скорость прохож- дения продольной волны $V_{пр}$ , м/сек	Динамический мо- дуль упругости $E_d$ , кг/см <sup>2</sup>	Статический мо- дуль упругости $E_c$ , кг/см <sup>2</sup>
1	Карбонатная руда, мелкозернистая. РУ им. Г. М. Димитрова	730	14,9—15,4	3860	280000	222000
2	Песчаник глинистый, серый. РУ „Ахали Итхвиси“	391	26,8—30,0	2680	124000	75000
3	Песчаник мелкозернистый, с кремни- стым цементом. РУ „Ахали Итхвиси“	300	15,8—38,6	2470	104000	54500
4	Карбонатная руда, бедная, мелко- зернистая. РУ им. Г. М. Димитрова	251 248 234	22,0—30,2 19,3—36,2 24,2—36,6	1860 2080 2370	65500 77500 98000	27500 47600 27700
5	Ослитовая руда, разнотельная. РУ „Ахали Итхвиси“	150	31,3—45,3	2200	77000	43100
6	Глина песчаная, пестрая. РУ „Ахали Итхвиси“	100 96	35,3—41,8 35,1—41,7	1970 2230	57300 60000	71000 55900
7	Глина серая. РУ им. Г. М. Димит- рова	69 59	36,2—42,0 38,8—41,4	1080 788	17500 10000	— —

этому их применение при решении задач механически горных пород нецелесообразно. Нами была предпринята попытка установления корреляционной связи между статическим модулем упругости и скоростью прохождения продольных волн  $V_{пр}$ . С этой целью были отобраны образцы пород трех типов: слабые глинистые с прочностью на сжатие  $\sigma_{сж} \leq 100$  кг/см<sup>2</sup>, средние с  $\sigma_{сж} = 100 \div 300$  кг/см<sup>2</sup> и сравнительно креп-

кие с  $\sigma_{сж} > 300$  кг/см<sup>2</sup>. Образцы отбирались на рудоуправлениях «Ахали Итхвиси» и им. Г. М. Димитрова треста «Чнатурмарганец», непосредственно в местах оборудования комплексных станций по замерам проявлений горного давления. Продольные волны измерялись перпендикулярно к напластованию с помощью ультразвукового аппарата ИПА-59. Характеристика этих пород и результаты определения  $E_c$ ,  $E_d$  и  $V_{пр}$  приведены в таблице. На рис. 1 дается график зависимости  $E_c$  от  $V_{пр}$ . Аналитическое выражение этой кривой имеет вид

$$E_c = 0,000667 V_{пр}^{2,35}. \quad (1)$$

При этом средняя ошибка не превышает 2,4%, а коэффициент корреляции составляет 0,92.

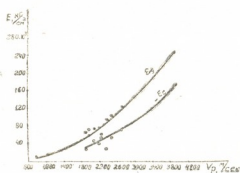


Рис. 1

Полученная нами эмпирическая формула позволяет с достаточной точностью приближения определить статический модуль упругости для пород Чнатурского марганцевого месторождения путем ультразвукового прозвучивания образцов пород без их разрушения или непосредственно в массиве.

Приведенные в таблице данные позволяют, кроме того, установить корреляционную связь между статическим модулем упругости и прочностью пород на одноосное сжатие ( $\sigma_{сж}$ ). Эта связь имеет вид

$$E_d = \frac{\sigma_{сж}}{0,0027}. \quad (2)$$

Средняя ошибка аппроксимации при этом не превышает 1,7%, а коэффициент корреляции достигает 0,96.

С другой стороны, из этой же таблицы устанавливается связь между  $E_d$  и  $E_{пр}$ :

$$E_d = 0,0089 V_{пр}^{2,08}. \quad (3)$$

Из сравнения формул (1), (2), и (3) получим

$$E_c = 110,4 \sigma_{сж}^{1,13}. \quad (4)$$

Коэффициент корреляции при этом составляет 0,85, а средняя ошибка аппроксимации 4%.

Формула (4) позволяет определить статический модуль упругости по данным испытания пород на одноосное сжатие, без измерения деформации.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 25.4.1974)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ი. ჯანჯავა, რ. კაკუშაძე

სტატიკური დრეკადობის მოდულის განსაზღვრა  
ჭიათურის მარგანეცის საბადოს ქანებისათვის

რეზიუმე

მოყვანილია ჭიათურის მარგანეცის საბადოს ზოგი ტიპური ქანის სიმტკიცისა და დეფორმაციული მახასიათებლების განსაზღვრის შედეგები და დადგენილია კორელაციური კავშირი ქანის სტატიკური დრეკადობის მოდულსა და მასში გრძივი ტალღების გავლის სიჩქარეს შორის (დაშრეების მართობულად). მიღებული ემპირიული ფორმულა საშუალებას იძლევა განსაზღვროს სტატიკური დრეკადობის მოდული ნიმუშის დაურღვევლად, ან უშუალოდ მასივში. დადგენილია აგრეთვე კორელაციური კავშირი სტატიკურ დრეკადობის მოდულსა და ქანის სიმტკიცეს შორის ერთლერძიანი კუმშვის დროს.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

I. D. JANJGAVA, R. S. KAKUSHADZE

DETERMINATION OF THE STATIC MODULUS OF ELASTICITY  
FOR THE ROCKS OF THE CHIATURA MANGANESE DEPOSIT

Summary

The results of a determination of the strength and deformation characteristics of some typical rocks of the Chiatura manganese deposit are adduced and a correlation between the static modulus of elasticity and the velocity of passage of longitudinal waves (perpendicular to the bedding) has been ascertained. The empirical formula obtained allows determination of the static modulus of elasticity without destruction of the sample or directly in solid. Correlation between the static modulus of elasticity and uniaxial compressive strength of rocks has also been established.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Н. Г. ГОМЕЛАУРИ, С. М. КОЧИНЕВА

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕАГЕНТОВ-РЕГУЛЯТОРОВ  
 НА ФЛОТАЦИЮ МАРГАНЦЕВЫХ МИНЕРАЛОВ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 24.1974)

Исследовано влияние некоторых реагентов-регуляторов на флотацию марганцевых минералов с целью нахождения оптимальных условий отделения их от вмещающих пород.

Основное место из минералов пустой породы в карбонатных марганцевых рудах занимают кварц и полевые шпаты. Флотационное поведение кварца достаточно полно освещено в литературе [1—3], поэтому было изучено влияние на флотацию марганцевых минералов таких реагентов-регуляторов, которые являются активными депрессорами минералов пустой породы. Флотация проводилась с применением в качестве собирателя олеата натрия, расход которого составлял: для родохрозита 50 мг/л, а для манганокальцита и пиролюзита 200 мг/л.

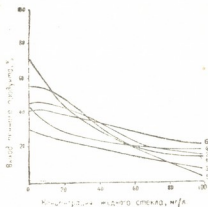


Рис. 1. Влияние концентрации жидкого стекла на флотацию родохрозита (1, 2), манганокальцита (3, 4) и пиролюзита (5, 6) олеатом натрия: 1, 3, 5—кл.—0,071+0,014 мм; 2, 4, 6—кл.—0,044 мм

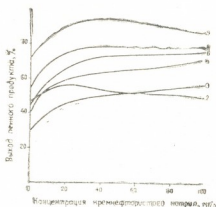


Рис. 2. Влияние концентрации фосфоритов и олеата натрия на флотацию родохрозита (1, 2), манганокальцита (3, 4) и пиролюзита (5, 6) олеатом натрия: 1, 3, 5—кл.—0,071+0,014 мм; 2, 4, 6—кл.—0,044 мм

На рис. 1 приведены результаты флотации марганцевых минералов при переменных концентрациях жидкого стекла. Из представленных данных следует, что этот регулятор оказывает сильно депрессирующее действие на все исследуемые минералы. С повышением концентрации жидкого стекла флотация марганцевых минералов ухудшается, что связано с образованием сильно гидратированных мицелл кремниевой кислоты и с закреплением их на поверхности минералов, повышающих их гидратированность. Депрессирующее действие жидкого стекла на марганцевые минералы можно рассматривать как конкуренцию анио-

нов собирателя и мицел кремниевой кислоты за поверхность минералов. В отличие от действия на мономинеральные фракции, при флотационном обогащении марганцевых шламов во многих случаях, даже при значительных расходах жидкого стекла (1,0—1,5 кг/т), получают высокие показатели обогащения. Возможно, механизм такого действия связан с пептизирующим действием этого реагента, приводящим к разрушению полимерных агрегатов (флокул) шламистых частиц, а также с умягчением воды в присутствии ионов жидкого стекла [4].

Интересно отметить, что при концентрации жидкого стекла около 10 мг/л извлечение родохрозита и пиролюзита возрастает. При подкислении раствора  $\text{SiO}_3^{2-}$  растворимость кремниевой кислоты падает, так как при этом часть  $\text{SiO}_3^{2-}$  из истинного раствора переходит в коллоидный, образуя золь [5]. Следовательно, концентрация  $\text{SiO}_3^{2-}$  в растворе падает и при этом следует ожидать депрессирующего действия  $\text{SiO}_3^{2-}$  на флотацию окисных минералов. Экспериментальное изучение подтверждает, что предварительное воздействие на раствор жидкого стекла кремнефтористого натрия резко улучшает результаты флотации окисных марганцевых минералов.

Гексаметафосфат натрия оказывает на марганцевые минералы сильно депрессирующее действие, и уже при малых концентрациях, порядка 25 мг/л, флотация исследуемых минералов практически прекращается.

С применением пирофосфата натрия при невысоких концентрациях, порядка 20—40 мг/л, флотация марганцевых минералов протекает успешно, а с повышением его концентрации наблюдается депрессия минералов марганца.

Иное действие оказывает фосфорнокислый натрий, который проявляет некоторое активирующее действие при невысоких концентрациях, а с повышением последнего, как видно из данных рис. 2, флотация марганцевых минералов не ухудшается, что указывает на возможность применения данного регулятора при селективной флотации марганцевых руд.

При невысоких концентрациях сернистого натрия (рис. 3) флотация марганцевых минералов активируется. С увеличением концентрации указанного регулятора наблюдается незначительная депрессия минералов марганца.

В результате гидролиза сернистого натрия в пульпе будут присутствовать ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SH}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{H}^+$  и молекулы  $\text{H}_2\text{S}$ . Совместное присутствие этих ионов может иметь специфические особенности при флотации марганцевых минералов. Так, анион  $\text{S}^{2-}$  активно взаимодействует в катионами тяжелых металлов, находящимися во флотационной пульпе, и переводит их в нерастворимые соединения — осадок. Вместе с тем, с поверхности частичек марганцевых минералов под действием ионов  $\text{S}^{2-}$  отщепляется часть гидроксильных пленок и свежееобнаженная поверхность активнее собирает ионы олеата натрия.

Приведенные выше данные позволяют предположить, что присутствие в суспензии сернистого натрия улучшит флотацию марганцевых минералов. В то же время известно, что данный регулятор является эффективным депрессором минералов пустой породы.



Фтористые соединения натрия оказывают на марганцевые минералы более активирующее действие при флотации, чем сернистый натрий, причем с применением кремнефтористого натрия эффект активации выше.

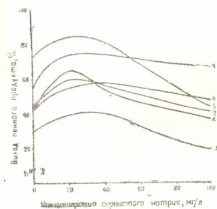


Рис. 3. Влияние концентрации сернистого натрия на флотацию родохозита (1, 2), манганокальцита (3, 4) и пиролюзита (5, 6) олеатом натрия: 1, 3, 5—кл.—0,071+0,044 мм; 2, 4, 6 — кл. — 0,044 мм

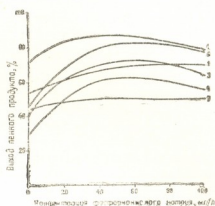


Рис. 4. Влияние концентрации кремнефтористого натрия на флотацию родохозита (1, 2), манганокальцита (3, 4) и пиролюзита (5, 6) олеатом натрия: 1, 3, 5—кл.—0,071+0,044 мм; 2, 4, 6 — кл. — 0,044 мм

На рис. 4 приведены результаты флотации марганцевых минералов при переменных концентрациях кремнефтористого натрия.

В водном растворе фтористых соединений присутствуют ионы  $\text{SiF}_6^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HSiO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ , а также молекулы  $\text{HF}$  и  $\text{SiF}_4$ . Эти ионы оказывают активирующее действие на флотацию марганцевых минералов путем образования с катионами тяжелых металлов нерастворимых соединений.

При адсорбции ионов кремнефтористого натрия, отличающихся большим ионным радиусом ( $\text{SiF}_6^{2-}$  и  $\text{HSiO}_3^-$ ) и, следовательно, значительной гидратированностью, депрессирующее действие его связано не только со снижением количества закрепившегося собирателя, но и с гидрофилизацией поверхности кварца. Подавления же флотации марганцевых минералов не происходит, напротив, при меньших расходах означенного регулятора наблюдается активация флотации их, что, по-видимому, связано с изменением свойств поверхности минералов и с понижением pH пульпы до нейтральной, где флотация марганцевых минералов наиболее эффективна. Селективность депрессии кварца кремнефтористым натрием позволяет рекомендовать этот реагент или другие нетоксичные соединения фтора для депрессии кварца и вредных ионов при флотации марганцевых руд в нейтральной среде.

С применением щавелевокислого натрия флотация марганцевых минералов протекает успешно. С увеличением концентрации указанного регулятора флотационная активность исследуемых минералов повышается, что связано со способностью оксалатионов очищать жидкую фазу пульпы от катионов тяжелых металлов, образуя с ними комплексные соли и нерастворимые соединения.



На основании данных исследований рекомендуется при селективной флотации марганцевых руд в качестве депрессоров минералов пустой породы применять сернистый натрий, фосфорнокислый натрий, фтористый натрий, кремнефтористый натрий и щавелевокислый натрий.

Кавказский институт  
 минерального сырья

(Поступило 3.4.1974)

საბაღოთა დამუშავება და გაწმენდა

ბ. გომელაური, ს. კოჩინევა

სხვადასხვა რეაგენტი-რეგულატორის ზემოქმედება  
 მანგანუმის მინერალების ფლოტაციაზე

რეზიუმე

შესწავლილია მანგანუმის მინერალების ფლოტაციაზე ზოგიერთი რეაგენტი-რეგულატორის ზემოქმედება. დადგენილია, რომ ნატრიუმის სულფატი, ფოსფორმჟავა ნატრიუმი, ნატრიუმის ფთორიდი, სილიციუმფთორწყალბადმჟავა ნატრიუმი და მჟაუნმჟავა ნატრიუმი მანგანუმის მინერალების ფლოტაციის ააქტიურებენ; ამავე დროს ისინი ფუჭი ქანების მინერალებზე მოქმედებენ როგორც ძლიერი დეპრესორები. აღნიშნული რეაგენტები, როგორც ფუჭი ქანების დეპრესორები, რეკომენდებულია მანგანუმის მადნების სელექტიური ფლოტაციისათვის.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

N. G. GOMELAURI, S. M. OCHINEVA

THE INFLUENCE OF DIFFERENT REAGENT-REGULATORS  
 ON THE FLOTATION OF MANGANIC MINERALS

Summary

The influence of different reagent-regulators on the flotation of manganic minerals has been studied. It has been concluded that sodium sulphide, sodium phosphate, sodium fluoride, silicofluoric sodium and sodium oxalate activate the process of the flotation of manganic minerals; at the same time they act as strong depressors on the minerals of barren rocks. The above mentioned reagents as depressors of barren rocks are recommended for a selective flotation of manganic ores.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Глембоцкий. Горный ж., № 4, 1946.
2. В. И. Ревинцев. Обогащение полевых шпатов и кварца. М., 1970.
3. М. А. Эйгелес. Основы флотации несulfидных минералов. М., 1964.
4. В. М. Семиошко, Ю. С. Гольдберг. Флотация марганцевых руд. М., 1970.
5. А. А. Занько, О. К. Сердюкова. Докл. Львовского политехн. ин-та т. I, выд. 1, 1955.



УДК 669.18:546.221

МЕТАЛЛУРГИЯ

А. Г. ГАВИСИАНИ, Г. А. ГОНГАДЗЕ, Д. Л. МАГЛАКЕЛИДЗЕ,  
Б. Г. МАРГИЕВ

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДА НА МОРФОЛОГИЮ СЕРНИСТЫХ  
ВКЛЮЧЕНИЙ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ В КРИСТАЛЛИЗУЮЩЕМСЯ  
ЖЕЛЕЗЕ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 8.4.1974)

Среди неметаллических включений, присутствующих в твердой стали, наиболее вредными для качества металла являются частицы сульфидных соединений. Эти частицы очень часто распределяются по границам первичных зерен аустенита в виде непрерывной сетки и, нарушая сплошность металла, вызывают ухудшение пластичных свойств стали.

Многочисленными исследованиями [1—4] установлено, что не всегда сульфидные частицы оказывают одинаково вредное влияние на качество стали. В некоторых случаях при определенных скоростях кристаллизации и состава стали влияние сернистых включений можно обезвредить.

В отношении видов и характера сульфидных включений, встречающихся в сталях, в настоящее время наибольшее признание получила классификация К. Симса [5], согласно которой они разделяются на три типа:

1. Шарообразные сульфиды, которые могут содержать некоторые количества оксидов (I тип).
2. Сульфиды расположенные по границам первичных зерен стали в виде сплошных пленок, цепочек, строчек (II тип).
3. Сульфиды в виде неправильной кристаллической формы частиц (часто в сочетании с кристалликами глинозема или алюмосиликатов), распределяющихся в стали беспорядочно (III тип).

Наиболее вредным для механических показателей литой стали является II тип включений.

Механизм образования вышеперечисленных видов сульфидных включений пока не раскрыт, и существующие высказывания разных авторов по этому поводу, часто являющиеся противоречивыми, требуют дальнейшей проверки и уточнения.

В настоящей работе исследовался характер сульфидных включений, возникающих в длительно кристаллизующемся металле после последовательного введения в жидкое железо, содержащее кислород и серу, в переменных количествах углерода, кремния и алюминия в условиях лабораторных плавов.

В печи сопротивления с графитовым нагревателем в атмосфере химически чистого аргона расплавляли в корундовых тиглях электролитическое железо (C—0,008%, Si—0,001%, Mn—0,04% и O<sub>2</sub>—0,15%) весом 500 г. Температуру металла измеряли вольфрамо-молибденовой термопарой, смонтированной снизу ко дну тигля.

В расплав вводили переменное количество серы (0,02—0,04%) в виде сернистого железа, кремния (0,01—0,4%) в виде 75%-ного FeSi гранулированного алюминия (0,01—0,4%) и углерода (0,1—2%) в виде графитового порошка. Через 15—20 минут после ввода этих добавок температуру металла снижали от 1600—1620 до 1500—1430°C для получения двухфазной области твердо-жидкого состояния. Плавки выдерживали при этой температуре в течение 1 часа, далее медленно охлаждали до 1200°C (в течение 1 часа), после чего печь выключали и металл охлаждали вместе с печью.

Полученные слиточки обтачивали на станке, затем разрезали вдоль оси пополам. Из одной половинки готовили образцы для электролитического растворения, а из второй — шлифы для металлографических исследований.

На металлографических шлифах при различных увеличениях (от  $\times 300$  до  $\times 1350$ ) исследовали форму, размер и распределение сульфидных включений. Образцы для анодного выделения неметаллических включений растворяли в электролите Фиттерера—Лукашевич—Дувановой.

Выделенные и отмытые осадки переносили на часовое стекло и изучали под микроскопом в проходящем простом и поляризованном свете. Для раздельной идентификации оксидных и сульфидных включений осадки обрабатывали разбавленной соляной кислотой, а также действовали атмосферой сухого хлора высокой степени чистоты при температурах 180—200°C с последующей возгонкой хлоридов (продуктов разложения сернистых включений) в вакууме.

Были выполнены две группы плавки: в первой группе меняли содержания углерода и кремния, а во второй — углерода и алюминия.

В таблице приводится химический состав плавки обеих групп.

Химический состав опытных плавки

Группа плавки	Плавки системы	№ плавки	Содержание элементов, %			
			C	Si	Al	S
I	Fe—Si—S	11	—	0,01	—	0,037
	Fe—Si—S	21	—	0,30	—	0,035
	Fe—Si—C—S	29	0,1	0,10	—	0,033
	Fe—Si—C—S	39	0,22	0,17	—	0,036
	Fe—Si—C—S	31	0,89	0,33	—	0,038
II	Fe—Al—S	19	—	—	0,01	0,036
	Fe—Al—S	25	—	—	0,10	0,034
	Fe—Al—C—S	27	0,13	—	0,30	0,031
	Fe—Al—C—S	28	0,86	—	0,40	0,025
	Fe—Al—C—S	25	2,16	—	0,15	0,012

На основании проведенных исследований установлено, что в плавках как системы Fe—Si—C—S, так и системы Fe—Al—C—S при малых содержаниях углерода, кремния и алюминия сернистые включения почти не присутствуют в обособленном виде. Они обволакивают многообразные типы оксидных включений, встречающихся в этих системах, в виде пленочных образований сернистого железа (или твердых растворов Fe—S—FeO). Так, в плавках первой группы при отсутствии углерода и при малом содержании кремния неметаллические включения встречаются в основном в виде глобулярных оксисульфидных частиц (сульфиды I типа), ядра которых состоят из закиси железа или

из силиката с переменными, но высокими содержаниями  $FeO$ , а оболочка — из сульфида железа или из твердых растворов  $FeS-FeO$

Введение в металл некоторого количества углерода и повышение содержания кремния до 0,2% (плавка № 30) способствуют появлению глобулярных, яйцеобразных и каплеобразных прозрачных силикатных частиц с высокими содержаниями кремнезема, которые обволакиваются пленками сульфидов, причем гораздо более тонкими, чем при отсутствии в металле углерода.

Еще большее повышение содержания кремния и особенно углерода (плавка № 31) приводит к возникновению в основном дендритовидных сульфидных частиц, известных как сульфиды II типа. В значительном количестве появляются и остроугольные частицы, известные как сульфиды III типа.

В плавках второй группы, в отличие от первой, при отсутствии углерода и малом содержании алюминия (плавка № 19) наблюдаются в основном сульфиды II типа. При увеличении содержания алюминия до 0,1% (плавка № 25) картина не меняется. Повышение содержания алюминия до 0,3% (плавка № 27) при сравнительно малом содержании углерода (0,1%) приводит к возникновению сульфидов остроугольной формы (III тип). Дальнейшее повышение углерода в металле (до 1% и выше) способствует образованию только III типа включений.

Анализ вышесказанных экспериментальных данных позволяет заключить, что условия образования различных типов сульфидов тесно связаны с химическим содержанием примесей в железе и особенно углерода. При отсутствии углерода и содержании кремния до 0,3% в металле наблюдаются только сульфиды I типа. Замена кремния алюминием даже при малых его количествах способствует образованию сульфидов II типа. Сульфиды III типа образуются при высоких добавках алюминия только при обязательном присутствии углерода.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 19.4.1974)

შემაჯობებია

ბ. ბაბინიანი, ვ. ღონღაძე, ზ. მალაქაძე, ვ. მარბიძე

ნახშირბადის ბავშვთა მუარ რკინაში სულფიდური  
 ჩანართების მორფოლოგიაზე

რეზიუმე

სამუშაოს მიზანი იყო შეგვესწავლა ნახშირბადის, სილიციუმის და ალუმინის გავლენა სხვადასხვა ტიპის სულფიდური ჩანართების წარმოქმნაზე.

ელექტროლიტური რკინის დნობას ვაწარმოებდით წინაღობის ღუმელში. გამდნარ რკინაში შეგვყავდა სხვადასხვა რაოდენობის გოგირდი, ალუმინი, სილიციუმი და ნახშირბადი. არალითონურ ჩანართებს ვსწავლობდით მეტალოგრაფიულ შლიფებზე და ელექტროლიტური გამოყოფის შემდეგ.

დადგინდა, რომ სილიციუმის მცირე შემცველობის დროს გამყარებულ ლითონში ვლტებულობთ I ტიპის სულფიდურ ჩანართებს, სილიციუმის რაოდენობის გაზრდა და აგრეთვე ნახშირბადის მცირე რაოდენობით დამატება სულფიდური ჩანართების ტიპს არ ცვლის. ლითონში სილიციუმის და ნახშირბადის მაღალ შემცველობას მიყვავართ II ტიპის სულფიდური ჩანართების

წარმოქმნამდე. ალუმინის დიდი რაოდენობით შეყვანაც კი ნახშირბადის მონაწილეობის გარეშე წარმოქმნის II ტიპის სულფიდურ ჩანართებს. III ტიპის ჩანართები წარმოქმნებიან მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ალუმინთან ერთად ლითონში არის ნახშირბადის გარკვეული რაოდენობა.

#### METALLURGY

A. G. GABISIANI, G. A. GONGADZE, D. L. MAGLAKELIDZE,  
B. G. MARGIEV

### THE INFLUENCE OF CARBON ON THE MORPHOLOGY OF SULPHIDE INCLUSIONS IDENTIFIABLE IN CRYSTALLIZING IRON

#### Summary

Only type I sulphide inclusions were found to be present in melts with a low concentration of silicon in iron. High concentrations of silicon and carbon or aluminium in any amount in the absence of carbon induce the formation of sulphide inclusions of type II. Following the addition of carbon and aluminium in the liquid state sulphide inclusions of type III were observed.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. О. Кармазин. Сталь, № 5—6, 1940, 24—30.
2. R. Kiessling, S. Bergh, N. Lange. J. Iron and Steel Inst. v. 201, Part., 11, 1953, 965—967.
3. В. А. Мчедlishvili, Г. А. Любимова, А. М. Самарин. Роль марганца в устранении вредного влияния серы на качество стали. М., 1960.
4. В. Даль, Х. Хейгстенберг, К. Дюрен. Черные металлы, № 13, 1966, 28—42.
5. C. E. Sims, G. A. LeHicquist. Trans. Am. Inst. Mining. Met. Engrs., 1932, 100, 154.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. М. СУРМАВА, В. В. КИЯНЕНКО,  
 С. Е. МАКОВЕЦ

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ ТИРИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР  
 ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА  
 ИСПАРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В ВАКУУМЕ

Для получения надежных данных о кинетике испарения металлов в условиях высокого вакуума необходима экспериментальная аппаратура, отвечающая ряду специфических требований, включающих обеспечение изотермического нагрева образца в широком интервале температур.

Цель настоящей работы состояла в создании устройства, осуществляющего регулировку температуры рабочей зоны радиационного нагревателя в вакууме с точностью  $\pm 0,2^\circ\text{C}$  в пределах температурного интервала 50—1300°C. Предельная мощность, которой способен управлять регулятор, 10 квт. Нагрузка может быть как активного, так и индуктивного характера. Датчиком служит платинородий-платиновая термопара ПП-1.

Блок-схема регулятора представлена на рис. 1. Блок задания 1 выдает напряжение, компенсирующее термо-э.д.с. термопары. Он состоит из трех магазинов сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  типа МРС-60М, нормального элемента НЭ, гальванометра Г типа М-195/1 и источника постоянного тока. Магазином  $R_3$  устанавливается необходимая величина рабочего тока (1 ма), а магазином  $R_2$  — величина э. д. с. задания. Через переключатель  $\Pi_1$  сигнал ошибки — разность термо-э.д.с. термопары и компенсационного напряжения — подается на вход фотокомпенсационного усилителя Ф-18, откуда после усиления поступает

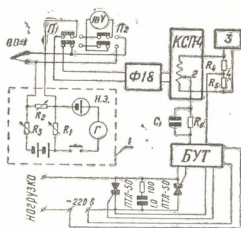


Рис. 1. Блок-схема тиристорного регулятора температуры

на электронный потенциометр КСП-4, шкала которого «раскрыта» на 75 мкв. Для регулирования температуры в потенциометре используется добавочный реохорд реостатного устройства для дистанционной передачи показаний, питание которого осуществляется постоянным напряжением 0—10 в от стабилизатора 3. Реохорд и два резистора  $R_4$  и  $R_5$  по 150 ом образуют мост сопротивлений, с точек 2 и 4 которого снимается усиленный сигнал ошибки. Усиливать сигнал ошибки можно лишь до определенного предела, за которым в системе усиления возникают расходящиеся незатухающие колебания, превращающие систему из пропорциональной в позиционную и нарушающие процесс регулирования. Дифференциальная цепочка  $R_6$ —4,7 ком,  $C_1$  — 42. „მეცნიერება“, ტ. 75, № 3, 1974



25 мкф улучшает реакцию системы на резкие колебания температуры. Полученный таким образом усиленный сигнал ошибки гальванически не связан ни с термопарой, ни с силовой сетью.

Блок управления силовыми тиристорами (БУТ) изменяет угол отпирания тиристоров типа ПТЛ-5С, включенных по встречно-параллельной схеме в цепь стабилизированного напряжения 220 в. Работа блока основана на принципе двухполупериодного фазового управления [1]. Он собран на транзисторах ПМ-25 Б и состоит из генератора пилообразного напряжения, дискриминатора уровня, ждущего блокинг-генератора, усилителей мощности импульсов управления и узла питания (см. рис. 2).

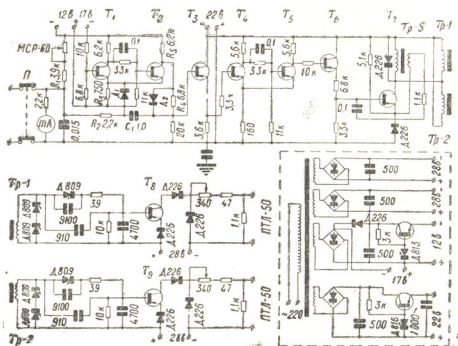


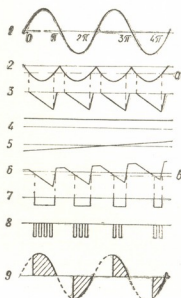
Рис. 2. Принципиальная схема блока управления тиристорами

Генератор пилообразного напряжения собран на транзисторах  $T_1$  и  $T_2$  и запускается выпрямленным, несглаженным напряжением с одной из вторичных обмоток силового трансформатора. Это напряжение в отрицательной полярности поступает на базу  $T_1$  и открывает его, когда оно превышает по величине порог срабатывания  $a$  (кривая 2 рис. 3). При этом  $T_2$  скачком переходит в закрытое состояние. Конденсатор  $C_1$ , на котором выделяется пилообразное напряжение, с этого момента заряжается через последовательную цепочку резисторов  $R_4$  и  $R_5$ . Как только полувольт на базе  $T_1$  при своем убывании вновь пересечет порог срабатывания триггера, он скачком возвратится в первоначальное состояние, при котором  $T_1$  закрыт,  $T_2$  открыт, и конденсатор  $C_1$  разрядится через  $R_4$  и диод  $D_2$ , насыщенный транзистор  $T_2$  и соединительные параллельно  $R_3$  и  $D_1$ . Диоды  $D_1$  и  $D_2$  служат для ускорения процесса разрядки [2]. Процесс разряда заканчивается до наступления следующего полупериода сетевого напряжения. Таким образом, создается пилообразное напряжение амплитудой  $\sim 5$  в.

Дискриминатор уровня — триггер Шмидта с эмиттерными повторителями на входе и выходе — выполнен на транзисторах  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$  и служит для четкого запуска следующего порогового устройства — ждущего блокинг-генератора.

Ждущий блокинг-генератор выдает импульсы напряжения прямоугольной формы, шириной 0,7 мсек, с интервалом 2 мсек, амплитудой 18 в. Он собран на транзисторе  $T_7$  и имеет два отдельных, несвязанных канала выхода через трансформаторы  $Tr_1$  и  $Tr_2$ . В каждом канале осуществляется усиление мощности импульсов усилителя на транзисторах  $T_8$  и  $T_9$ . Усиленные импульсы, силой тока 50 ма и крутизной фронтов 2 мксек, поступают на управляющие электроды силовых тиристоров.

Рис. 3. Временные диаграммы работы БУТ



На входе дискриминатора уровня действует алгебраическая сумма трех напряжений (см. рис. 3): пилообразного напряжения 3, напряжения ручного управления тиристорами 4 и сигнала ошибки 5, которую можно представить кривой 6 — «пила». Под действием сигнала ошибки «пила» смещается по вертикали. При пересечении «пилы» порога срабатывания в (рис. 3) дискриминатора уровня на его выходе образуются прямоугольные импульсы 7, длительность которых зависит от величины сигнала ошибки. Эти прямоугольные импульсы запускают ждущий блокинг-генератор, вырабатывающий серии коротких импульсов 8. Усиленные по мощности серии коротких импульсов поступают на управляющие электроды силовых тиристоров, один из которых, а именно тот, который в данный полупериод сетевого напряжения окажется подключенным «прямо», откроется и подаст силовое напряжение на нагрузку. В следующий полупериод аналогично сработает другой тиристор. Форма напряжения на нагрузке представлена кривой 9.

Таким образом, под воздействием сигнала ошибки соответствующим образом меняется эффективное напряжение на нагревателе, что позволяет осуществлять стабилизацию температуры.

При включении в работу регулятора температуры вначале устанавливают магазином МСР-60 М (рис. 2) температурный режим, близкий к заданному, и уже после этого переключателем II регулятор переводят на автоматическое регулирование.

Предложенный пропорциональный тиристорный регулятор температуры с двухполупериодным фазовым управлением применялся в работе по исследованию процесса сублимации нитевидных кристаллов меди [3].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 25.4.1974)

მეტალურგია

ფ. თავადზე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. სურმავა,  
 ვ. კიანენკო, ს. მაკოვეტი

პროპორციული ტირისტორული ტემპერატურის  
 რეგულატორის გამოყენება ვაკუუმში  
 ლითონთა აორთქლების კვლევისათვის

რეზიუმე

აღწერილია ტემპერატურის რეგულატორი, რომელიც მართავს როგორც აქტიურ, ისე ინდუქტიურ დატვირთვას 10 კვტ სიმძლავრით. რეგულირების სიზუსტეა  $\pm 0,2^\circ$ , 50—1300°C ტემპერატურული ინტერვალის ფარგლებში. აღწერილი რეგულატორი გამოყენებულია ვაკუუმში სპილენძის ძაფისებური კრისტალების სუბლიმაციის კვლევისათვის.

METALLURGY

F. N. TAVADZE, G. M. SURMAVA, V. V. KIYANENKO, S. E. MAKOVETS

A PROPORTIONAL THYRISTOR TEMPERATURE REGULATOR  
 FOR THE INVESTIGATION OF THE PROCESS OF METAL  
 EVAPORATION

Summary

A temperature regulator is proposed which can control both active- and inductive load of 10 kw. The control accuracy is  $\pm 0,2^\circ\text{C}$  in the temperature range of 50 to 1300°C. This regulator is used for the investigation of sublimation of copper whiskers in vacuum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Silicon Controlled Rectifier Manual, General Electric Co., 1967.
2. З. П. Важенина. Импульсные генераторы на транзисторах. Л., 1971.
3. Ф. Н. Тавадзе, Г. М. Сурмава, В. В. Кияненко. ДАН СССР, 215, № 2, 1974.

Н. А. ХАЧИДЗЕ, О. М. ХАИНДРАВА

### ВЛИЯНИЕ ВОЛНИСТОСТИ ШИПА НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГАЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 12.4.1974)

Вопросам влияния погрешностей геометрической формы шипа на работу газовых подшипников скольжения посвящены крайне мало-численные работы, например [1—4], основывающиеся на статическом представлении явлений в пленке смазки. Основной вид погрешности в окружном направлении — волнистость, в частности эллипс и огранка.

С нашей точки зрения, при малом значении отношения высоты волны шипа к толщине пленки удобней и правильней было бы основываться на аналогии составляющей течения жидкости в пленке от воздействия волны на вращающемся шипе с течением от сдвливания пленки колебательным движением невращающегося шипа.

Обычно с большой точностью принимают поверхность шипа волнистой с  $k$  равномерно распределенными по окружности волнами, и, в частности, эллипсом или огранкой.

Текущий радиус шипа (фиг. 1) можно выразить в виде [5]

$$r(\theta) = r_0 + \frac{r_0 e^2}{4} + \frac{r_0 e^2}{4} \cos k\theta, \quad (1)$$

где  $k$ -й член тригонометрического полинома  $\cos k\theta$  описывает эллипсность при  $k=2$  и огранку при  $k=3$ ; величина  $\frac{r_0 e^2}{4}$  — высота гребня и впадины волны;  $r_0$  — минимальный радиус шипа;

$\theta$  — угловая координата.

$\theta$  — угловая координата.

Будем считать центр вращающегося шипа неподвижным. Тогда выражение для мгновенной толщины пленки можно представить в виде

$$h = h_0 - y_0 = C(1 - \chi \cos \theta) - \frac{r_0 e^2}{4} \cos(k\omega t + k\theta) \quad (2)$$

или в безмерном виде

$$H = \frac{h}{c} = 1 - \chi \cos \theta - \bar{e} \cos k(\varphi + \theta), \quad (3)$$

где  $\bar{e} = \frac{r_0 e^2}{4c}$ , а  $\varphi$  — угол поворота шипа или безразмерное время;  $\chi$  — относительный эксцентриситет;  $c$  — рабочий радиальный зазор.

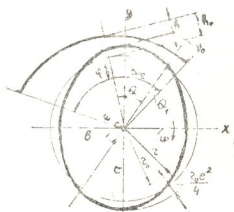


Рис. 1

Уравнение Рейнольдса для сдвигаемой пленки сжимаемой жидкости для одномерного течения имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left( H^3 P \frac{\partial P}{\partial \theta} \right) = \sigma \frac{\partial (HP)}{\partial \varphi}, \quad (4)$$

где  $P = \frac{P}{P_a}$  — составляющая безразмерного давления в пленке от ее сдвигания волной шипа;  $\sigma = \frac{12 \mu r^2 \omega_1}{P_a C^2}$  — число сдвигания;  $\omega_1$  — частота сдвигания;  $\omega = \frac{\omega_1}{k}$  — угловая скорость вращения шипа;  $\mu$  — динамическая вязкость смазки.

Общий асимптотический анализ подшипников со сдвиганием пленки смазки, проведенный Пэнном [2], показал, что решение нелинейного уравнения (4) наиболее просто и с достаточной точностью можно получить приближенным аналитическим методом малого параметра, которым считается  $\chi \approx 0,1$ , с последующим использованием численных методов.

Для шипа с  $k=2$  и  $k=3$ , вращающегося с  $\omega = 1000 \frac{1}{\text{сек}}$ , частота сдвигания  $\omega_1 = 2000$  и  $\omega_1 = 3000$ . Принимая  $\mu = 0,0000184$  пз для воздуха при  $20^\circ\text{C}$  и  $C = 8$  мк, получаем  $\sigma = 1500 \div 2500$ . Практически отношение  $\frac{r_0 e^2}{4c} \ll 1$ , что позволяет принять торцевую утечку постоянной и учесть ее в виде коэффициента  $K$ . Этот факт и обосновывает рассмотрение упрощенной одномерной задачи.

Вышенеречисленные данные показывают пригодность для нашего случая асимптотического анализа.

Граничные условия для уравнения (4) имеют вид

$$P(\theta_1, \varphi) = P(\theta_2, \varphi) = 1; \quad P(\theta, \varphi) = P(\theta, \varphi + 2\pi). \quad (5)$$

При  $\sigma \rightarrow \infty$  уравнение (4) сводится к виду

$$\frac{\partial (PH)}{\partial \varphi} = 0.$$

Обозначая  $T \equiv (PH)^2$ , можно записать

$$T = T_\infty(\theta) \quad \text{при } \sigma \rightarrow \infty.$$

Используя тождество

$$H^3 P \frac{\partial P}{\partial \theta} = \frac{H}{2} \frac{\partial T}{\partial \theta} - T \frac{\partial H}{\partial \theta},$$

интегрированием уравнения (4) при этих предположениях по  $\varphi$  от нуля до  $2\pi$  можно получить

$$\int_0^{2\pi} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{H}{2} \frac{\partial T}{\partial \theta} - T \frac{\partial H}{\partial \theta} \right) d\varphi = 0. \quad (6)$$

Используя асимптотическое приближение, легко свести уравнение (6) к уравнению

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{\bar{H}}{2} \frac{\partial T}{\partial \theta} - T \frac{\partial \bar{H}}{\partial \theta} \right) = 0, \quad (7)$$

где  $\bar{H}$  — осредненное по времени значение толщины пленки:

$$\bar{H} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} H d\varphi = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} [1 - \chi \cos \theta - \varepsilon \cos k(\varphi + \theta)] d\varphi = 1 - \chi \cos \theta. \quad (8)$$

Приближенное решение асимптотического уравнения (8) Рейнольдса ищется в виде ряда

$$T(\theta) = T_0(\theta) + \chi T_1(\theta). \quad (9)$$

Здесь, как видно,  $T_0$  — решение при  $\chi = 0$ . Подстановка выражения (9) в уравнение (7) после подстановки в него  $\bar{H}$  и отбрасывания малых членов, содержащих  $\chi^2$ , дает

$$\chi \left( \frac{\partial^2 T_0}{\partial \theta^2} \cos \theta + \frac{\partial T_0}{\partial \theta} \sin \theta - 2T_0 \cos \theta - \frac{\partial^2 T_1}{\partial \theta^2} \right) = 1. \quad (10)$$

Граничные условия запишутся в виде

$$P = \frac{T^{1/2}}{\bar{H}} = \frac{(T_0 + \chi T_1)^{1/2}}{1 - \chi \cos \theta_1} - \frac{(T_0 + \chi T_1)^{1/2}}{1 - \chi \cos \theta_2} = 1, \quad (11)$$

откуда, также отбрасывая член с  $\chi^2$ , получаем

$$T_0 + \chi(T_1 + 2 \cos \theta_1) - 1 = 0, \quad (12)$$

$$T_0 + \chi(T_1 + 2 \cos \theta_2) - 1 = 0. \quad (13)$$

Приравняв нулю коэффициенты при  $\chi$  в выражениях (11), (12), (13), получаем следующие уравнения:

$$\frac{\partial^2 T_0}{\partial \theta^2} \cos \theta + \frac{\partial T_0}{\partial \theta} \sin \theta + 2T_0 \cos \theta - \frac{\partial^2 T_1}{\partial \theta^2} = 0, \quad (14)$$

$$T_1 + 2 \cos \theta_1 = T_1 + \cos \theta_2 = 0. \quad (15)$$

Подстановка уравнений (15) соответственно в уравнения (12) и (13) дает  $T_0 = 1$ , и тогда уравнение (14) примет вид

$$T_1 = -2 \cos \theta.$$

Итак, безразмерное давление

$$P = \frac{T^{1/2}}{\bar{H}} = \frac{(1 - 2\chi \cos \theta)^{1/2}}{1 - \chi \cos \theta - \varepsilon \cos k(\varphi + \theta)}, \quad (16)$$

Таким образом, несущую способность подшипника с газовой смазкой можно повысить, придав шипу правильную волнистость в разумных пределах.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 18.4.1974)



ბ. ხაჩიძე, ო. ხაინდრავა

 სატაცის ტალღისებურობის გავლენა აირის სრილის  
 საკისრების მზიდუნარიანობაზე

რეზიუმე

თეორიულად გამოკვლეულია მრავალსოლიან სრილის საკისრებში სატაცის ზედაპირის ტალღისებურობის გავლენა აირის ფენის მზიდუნარიანობაზე. სრილის საკისრების აირით შეზეთვისას ასიმპტოტური განტოლების მცირე პარამეტრების მეთოდით დადგენილია აირის ზეთის ფენაზე სატაცის ზედაპირის ტალღების მოქმედებასა და სატაცის რადიალურ რხევას შორის ანალოგიურობა. მრავალსოლიანი სრილის საკისრების მზიდუნარიანობის გაზრდისათვის რეკომენდებულია სატაცების ტალღისებურობის გამოყენება.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. A. KHACHIDZE, O. M. KHAINDRAVA

 THE INFLUENCE OF THE PIN CORRUGATION ON THE  
 LOAD-CARRYING CAPACITY OF GAS-FIRED SLIDING BEARINGS

Summary

The paper deals with one of the little-studied problems of the influence of the corrugation of the pin on the basic characteristics of the lubricant film of the removed liquid in a multi-pin sliding bearing. In particular, a solution is given for the case of the compression of the lubrication film by the pin corrugation. The solution is based on the method of the small parameter of the asymptotic equation of the theory of gas lubrication. As a result it is shown that corrugation of the pin may raise the load capacity of a gas bearing. The study is of theoretical nature.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Коровчинский. Теоретические основы работы подшипников скольжения. М., 1959.
2. Пэн, Чанг. Проблемы трения и смазки. № 3, 1968, 243.
3. И. Н. Поздов. Изв. вузов, Машиностроение, № 11, 1969, 81—87.
4. Тейлор, Сэффмен. Сб. «Механика», № 2, (48). М., 1958, 29.
5. И. В. Дуниш-Барковский. Сб. «Взаимозаменяемость и технические измерения в машиностроении». М., 1972.

Н. К. ЗАЛДАСТАНИШВИЛИ, Т. Я. МЕГРЕЛИДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ГРАВИТАЦИОННОГО ИСТЕЧЕНИЯ СУХОГО ЧАЯ ИЗ БУНКЕРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 3.2.1974)

Экспериментальным путем нами были установлены средние скорости и основные зоны истечения полуфабриката и готовой продукции чая в зависимости от угла наклона стенок и размеров выходных отверстий.

На рис. 1а, б, в, г показаны основные случаи истечения готовой продукции чая в пределах  $\beta=20-60^\circ$  (при  $a=50$  мм) и соответствующие кривые скоростей по горизонтальным сечениям I—I, II—II, III—III бункера, а также скорости истечения частиц чая (точка М) со свободной поверхности материала по оси симметрии бункера.

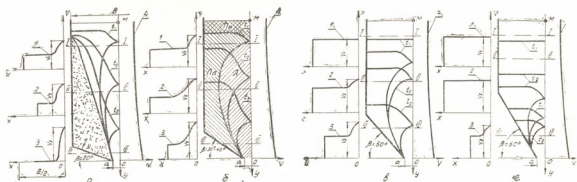


Рис. 1. Кривые скоростей по основным зонам бункера

На рис. 1,а приведен характерный случай для угла наклона стенок  $\beta=20^\circ$ , когда в бункере после полного истечения остается часть неподвижного материала. Увеличение пассивной зоны Па вызывает уменьшение кривой активной зоны истечения по ширине и, следовательно, увеличение высоты объемов обрушения зона Пи (при опускании активной зоны в сторону выходного отверстия). Если для такого характера истечения рассмотреть скорости перемещения частиц по горизонтальным сечениям бункера, можно заметить, что в сечении I—I в области пассивной зоны частицы чайнок по определенной ширине находятся в неподвижном состоянии ( $V=0$ ). Переходя в зону питания (объем обрушения), кривая 1 скорости истечения увеличивается и своего максимального значения достигает у оси симметрии бункера  $y$  В сечении II—II ширина пассивной («мертвой») зоны увеличивается (кривая 2), а в зоне массового истечения А скорость перемещения частиц возрастает до оси симметрии бункера, причем  $V_2 \gg V_1$ . В сечении III—III в области пассивной зоны наблюдается увеличение ширины.

слоя неподвижных частиц, а в активной зоне — увеличение скорости истечения, следовательно, у оси симметрии бункера  $V_3 > V_2 > V_1$ .

Угол наклона стенок  $\beta = 30-40^\circ$  (рис. 1,б) резко меняет процесс истечения чая, соответственно меняется и скорость перемещения частиц по основным зонам бункера. В этом случае увеличивается площадь активной зоны истечения в основном за счет ширины кривой, что соответственно вызывает уменьшение объемов обрушения (зона питания) и пассивной зоны истечения. Анализируя кривые скоростей по горизонтальным сечениям, можно констатировать, что при угле наклона стенок  $\beta = 30-40^\circ$  частицы, находящиеся в пассивной зоне, начинают опускаться вниз с определенной скоростью, причем скорости частиц (сечение I—I, II—II) до активной зоны равномерны, поэтому кривые 1, 2 в пассивной зоне параллельны оси  $x$ . Так как сечение III—III попадает в область наклонных стенок, пассивная зона резко уменьшается. Активная зона характеризуется массовым истечением материала, причем у плоскости выходного отверстия скорость больше, чем у свободной поверхности материала, т. е.  $V_3 > V_2 > V_1$ .

При угле наклона стенок  $\beta = 50^\circ$  (рис. 1,в) в начале истечения кривая активной зоны не достигает свободной поверхности материала. В этом периоде увеличивается зона массового питания. Поэтому в сечении I—I кривая скорости 1 (по ширине бункера  $\beta$ ) проходит параллельно оси  $x$ . Это означает, что частицы, лежащие на свободной поверхности, с одинаковой скоростью опускаются вниз до тех пор, пока кривая активной зоны не достигает свободной поверхности материала и не образуется объем обрушения. В этом случае горизонтальная часть кривой 2 соответствует скорости перемещения частиц, находящихся на свободной поверхности, от вертикальных стенок до начала контура объема обрушения, после чего скорость возрастает. В следующем периоде истечения объемы обрушения незначительно увеличиваются, так как скорости перемещения частиц в пассивной зоне чувствительно увеличиваются и кривая 3, соответствующая пассивной зоне, характеризуется максимальным значением скорости. Переходя в активную зону, кривая незначительно возрастает.

При угле наклона стенок  $\beta = 60^\circ$  (рис. 1,г) кривая активной зоны в процессе полного истечения не достигает свободной поверхности материала. В результате чанки, находящиеся на свободной поверхности материала, опускаются с одинаковой скоростью истечения (кривые 1, 2 параллельны оси  $x$ ). В последующем периоде истечения в области наклонных стенок (активная зона) кривая скорости 3 незначительно возрастает.

Нами были получены экспериментальные зависимости основных зон истечения. В частности, кривая, ограниченная активной зоной истечения, математически описывается частью геометрической лемнискаты, а зона питания (объем обрушения) кривой — локоном анезии.

Дифференцированием этих уравнений могут быть определены скорости частиц чая, находящихся на контурах кривых активной зоны и объема обрушения.

Для активной и пассивной зон и объема обрушения (зона питания) связывающей является точка  $M$  (рис. 1), которая находится в пересечении оси симметрии бункера со свободной поверхностью материала. На рис. 1, а, б, в, г приведены кривые 4 изменения скорости точки  $M$  со свободной поверхности материала до горизонтальной плоскости выходного отверстия. Как показывают кривые, скорость точки

$M$  во всех случаях  $\beta=20-60^\circ$  при  $a=50 \text{ мм}=\text{const}$  незначительно увеличивается в сторону выходного отверстия.

С увеличением угла наклона от  $20$  до  $40^\circ$  скорость истечения точки  $M$  уменьшается в 1,5 раза, а при изменении угла наклона от  $40$  до  $60^\circ$  возрастает в 1,5 раза.

Для установления связи между средними скоростями точек свободной поверхности и в плоскости выходного отверстия было допущено, что масса сухого чая несжимаема, т. е. в верхних слоях материала и в плоскости выходного отверстия объемная масса и пропускная способность сухого чая одинаковы. Тогда можно написать

$$V_{\text{ср.вых-отвер}} = \frac{B}{a} \cdot V_{\text{ср.своб-поверх}}, \quad (1)$$

где  $B$  — ширина бункера, м;  $a$  — ширина выходного отверстия, м.

Максимальная подвижность и максимальный коэффициент подвижности бывают у материалов, угол естественного откоса которых  $\alpha=0$ , а коэффициент внутреннего трения  $f_0=0$ . Такие показатели имеет вода, следовательно, коэффициент подвижности воды  $\lambda=1$  [1].

Коэффициент подвижности для сухого чая принимаем как отношение времени истечения воды из бункера к времени истечения сухого чая из того же бункера:

$$\lambda = \frac{t_{\text{воды}}}{t_{\text{сухого чая}}}. \quad (2)$$

Полученные кривые (рис. 2) коэффициентов подвижности в зависимости от угла наклона стенок бункера показывают, что во всех случаях коэффициенты подвижности  $\lambda$  до угла наклона стенок  $\beta=40^\circ$  уменьшаются, а после, с увеличением угла до  $\beta=60^\circ$  возрастают.

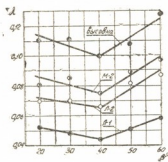


Рис. 2. Кривые зависимости коэффициента подвижности  $\lambda$  от угла наклона стенок  $\beta$

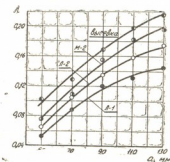


Рис. 3. Кривые зависимости коэффициента подвижности  $\lambda$  от размера выходного отверстия  $a$

С увеличением ширины выходного отверстия в пределах  $a=50-130 \text{ мм}$  кривые коэффициентов подвижности значительно увеличиваются (рис. 3). В обоих случаях максимальным коэффициентом подвижности характеризуется высевка, а минимальным — листовый чай Л-1, остальные виды готовой продукции находятся между ними, что вполне соответствует механическим показателям готовой продукции чая [2].

Если значения коэффициентов подвижности сухого чая внесем в расчетную формулу для истечения скорости воды, получим

$$V = \lambda \sqrt{2g \frac{P}{\gamma}} \quad \text{м/сек,} \quad (3)$$

где  $g$ —ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>;  $P$ —давление материала на площадь выходного отверстия, н/м<sup>2</sup>;  $\gamma$ —объемный вес материала, н/м<sup>3</sup>.

Максимальную пропускную способность бункера можно определить по формуле

$$Q = F \cdot V \quad \text{м}^3/\text{сек,} \quad (4)$$

где  $F$ —площадь выходного отверстия, м<sup>2</sup>.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.3.1974)

მანქანათმშენობა

6. ზალდასტანიშვილი, თ. მეგრელიძე

ბუნკერებიდან მშრალი ჩაის გრავიტაციული ჩამოდინების  
სიჩქარეების კვლევა

რეზიუმე

ექსპერიმენტული გზით დადგენილია მშრალი ჩაის ჩამოდინების სიჩქარეები ბუნკერის ძირითად ზონებში, აგრეთვე მოძრაობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები ლარისებური ბუნკერის ძირის დახრის კუთხის ( $\beta=20-60^\circ$ ) და გამოსასვლელი ნახვრეტის ზომების ( $\alpha=50-130$  მმ) დამოკიდებულებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. K. ZALDASTANISHVILI, T. Ya. MEGRELIDZE

## A STUDY OF THE SPEED OF GRAVITATIONAL OUTFLOW OF DRY TEA FROM BUNKERS

### Summary

The speed of outflow of dry tea from the main zones of the bunker has been determined experimentally, as well as the value of the coefficient of mobility depending on the angle of inclination of the bottom of the slotted bunker and the dimensions of the outlet hole.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Квапил. Движение сыпучих материалов в бункерах. М., 1961.
2. Н. К. Залдастанишвили. Сб. «Чай, культура и производство», 1(6). Тбилиси, 1966.

О. С. ЕЗИКАШВИЛИ, Н. А. ХАЧИДЗЕ, А. Д. ЦИРЕКИДЗЕ

### СДАВЛИВАНИЕ ПЛЕНКИ НЕСЖИМАЕМОЙ СМАЗКИ ВОЛНИСТОСТЬЮ ШИПА В МНОГОКЛИНОВОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 7.3.1974)

Погрешности геометрической формы шипа оказывают возмущающее влияние на устойчивость шипа. Определение возмущающих сил является одной из важных задач динамики подшипника.

Влияние погрешностей шипа на работу гидродинамического подшипника рассматривается с точки зрения статики [1] [2] или предлагается учитывать коэффициентами [3]. Однако удобней и правильной было бы основываться на аналогии течения жидкости в пленке от воздействия волны на шипе с течением от сдавливающего пленку колебания шипа с заданной частотой и амплитудой.

Обычно с большой точностью принимают поверхность шипа с  $k$  равномерно распределенными по окружности волнами и, в частности, эллипсом или огранкой. Текущий радиус шипа (фиг. 1) можно выразить в виде [4]

$$r(Q) = r_0 + \frac{r_0 e^2}{4} + \frac{r_0 e^2}{4} \cos kQ, \quad (1)$$

где  $k$ -й член тригонометрического полинома  $\cos kQ$  описывает эллипсность при  $k=2$  и огранку при  $k=3$ . При  $k=1$  описывается биение шипа.

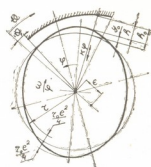
Нетрудно видеть, что фазовый угол колебания поверхности шипа для фиксированной угловой координаты  $Q$

$$k\varphi = \omega_1 t = \frac{\omega}{k} t,$$

где  $\varphi$  — угол поворота шипа, или безразмерное время;  $\omega_1$  — частота сдавливания пленки;  $t$  — время.

Тогда выражение для мгновенной толщины пленки имеет вид

$$h(t, Q) = h - y_0 = C(1 - \chi \cos Q) - \frac{\tau_0 e^2}{4} \cos(k\omega t + kQ), \quad (2)$$



Фиг. 1. Геометрия смазочной пленки между эллиптическим шипом и сегментом подшипника





или в безразмерном виде

$$\bar{h}(\varphi, Q) = \frac{h}{C} = 1 - \chi \cos Q - \bar{z} \cos k(\varphi + Q), \quad (2a)$$

где  $\bar{z} = \frac{r_0 e^2}{4C}$  — безразмерная высота гребня и впадины волны;  $C$  — радиальный рабочий зазор;  $\chi = \frac{e}{C}$  — относительный эксцентриситет.

Приближенное уравнение Рейнольдса для сдвигаемой пленки несжимаемой жидкости в бесконечно длинном подшипнике имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial Q} \left( h^3 \frac{\partial p}{\partial Q} \right) = 12\mu r^2 \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (3)$$

где  $p(t, Q)$  — составляющая давления в пленке от сдвигания ее волной шипа;  $r$  — радиус шипа;  $\mu$  — динамическая вязкость смазки.

Введя в уравнение безразмерный комплекс

$$\sigma = \frac{12\mu\omega r^2}{p_a C^2}, \quad (4)$$

называемый в теории газовой смазки числом сдвигания ( $p_a$  — давление окружающей среды, т. е. в масляной ванне), и безразмерные симплексы

$$\varphi = \omega t, \quad \bar{p} = \frac{p}{p_a} \quad \text{и} \quad \bar{h} = \frac{h}{C},$$

приведем его к безразмерному виду

$$\frac{\partial}{\partial Q} \left( \bar{h}^3 \frac{\partial \bar{p}}{\partial Q} \right) = \sigma \frac{\partial \bar{h}}{\partial \varphi}. \quad (5)$$

С учетом выражения (2) последовательное интегрирование выражения (5) приводит к уравнениям

$$\bar{h}^3 \frac{d\bar{p}}{dQ} = -\sigma \bar{z} \cos k(\varphi + Q) + C_1, \quad (6)$$

$$\bar{p} = -\sigma \int_{Q_1}^Q \frac{\bar{z} \cos k(\varphi + Q)}{\bar{h}^3} dQ + C_2. \quad (7)$$

Постоянные  $C_1$  и  $C_2$  интегрирования определяются по граничным условиям: при значении безразмерного давления  $\bar{p}(Q_1, \varphi) = 1$  из уравнения (7) имеем  $C_2 = 1$ ; при  $\bar{p}(Q_2, \varphi) = 1$  из того же уравнения  $C_1 = \sigma \frac{I}{J}$ , где  $Q_1$  и  $Q_2$  — границы обрыва масляной пленки;

$$I = \int_{Q_1}^{Q_2} \frac{\bar{z} \cos k(\varphi + Q)}{\bar{h}^3} dQ, \quad J = \int_{Q_1}^{Q_2} \frac{1}{\bar{h}^3} dQ. \quad (8)$$

Подставляя выражения (2) и (8) в формулу (7), получаем выражение для мгновенного распределения безразмерного давления:

$$\bar{p} = \sigma \left[ \frac{I}{J} \int_{Q_1}^Q \frac{dQ}{1 - \chi \cos Q - \bar{\epsilon} \cos k(\varphi + Q)} - \int_{Q_1}^Q \frac{\bar{\epsilon} \cos k(\varphi + Q)}{1 - \chi \cos Q - \bar{\epsilon} \cos k(\varphi + Q)} dQ \right] + 1. \quad (9)$$

Некоторые численные результаты расчета на ЭВМ приведены на диаграмме фиг. 2, дающей представление об изменении распределения давления с поворотом шипа.

Переменная по времени и ширине сегмента безразмерная реакция пленки определится выражением

$$W(\varphi, Q) = \sqrt{W_y^2 + W_x^2}, \quad (10)$$

где составляющие реакции по осям  $x$  и  $y$  на единицу длины подшипника

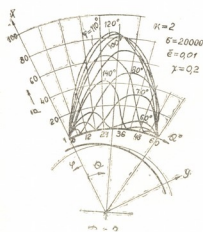
$$W_x(\varphi, Q) = \int_{Q_1}^{Q_2} \bar{p} \cos Q dQ; \quad (11a)$$

$$W_y(\varphi, Q) = \int_{Q_1}^{Q_2} \bar{p} \sin Q dQ. \quad (11б)$$

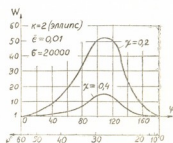
Угол между линией центров и направлением действия реакции

$$\psi(\varphi) = \arctg \frac{W_y}{W_x}. \quad (12)$$

Изменение этого угла и  $W$ , полученное численным интегрированием выражений (11a) и (11б), показано на диаграмме фиг. 3.



← { Фиг. 2. Распределение составляющей безразмерного давления от сдавливания пленки волной шипа по безразмерному времени



Фиг. 3. Изменение по безразмерному времени безразмерной составляющей реакции пленки от сдавливания пленки волной шипа

Проведенное исследование может быть полезным при назначении допусков на волнистость шипа с точки зрения его устойчивости в гид-

родинамическом подшипнике скольжения и кавитационных процессов в пленке.

Грузинский политехнический  
 институт им. В. И. Ленина

(поступило 7.3.1974)

მანქანათმშენობლა

ო. ეზიკაშვილი, ნ. ხაჩიძე, ა. ცირეკიძე

არაკუმშვადი უმჯობესი ფენის დანემა სატაცის  
 ტალღისებურობით მრავალსოლიან ჰიდროდინამიკურ  
 სრიალის საკისარში

რეზიუმე

თეორიულად გამოკვლეულია სატაცის გომეტრიული ცდომილების ერთ-ერთი ფორმის — ტალღისებურობის გავლენა წნევის განაწილებაზე მრავალსოლიან ჰიდროდინამიკურ სრიალის საკისრის ზეთის ფენაში. ტალღისებურობით გამოწვეული შემაშფოთებელი ძალების განსაზღვრისათვის მოცემულია გამოთვლით მანქანაზე საინჟინრო გაანგარიშებისათვის გამოსადეგი ფორმულები. მოყვანილია რიცხვითი გაანგარიშების ზოგიერთი შედეგი.

MACHINE BUILDING SCIENCE

O. S. EZIKASHVILI, N. A. KHACHIDZE, A. D. TSIREKIDZE

## COMPRESSION OF INCOMPRESSIBLE LUBRICANT FILM BY PIVOT CORRUGATION IN MULTIWEDGED HYDRODYNAMIC SLIDE BEARING

Summary

Theoretical investigations are made on the effect of corrugation — one form of error of pivot geometrical configuration — upon pressure distribution over the film of incompressible lubricant in multiwedged hydrodynamic slide bearing. Formulas fit for engineering calculations on an electronic computer are considered, enabling to estimate the exciting forces caused by corrugation and disturbing the pivot centre out of steady condition.

Some results of numerical computations performed on an electronic computer are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Поздов. Изв. вузов, «Машиностроение», № 11, 1969.
2. Пэн, Чанг. Труды Американского о-ва инженеров-механиков, F, № 3. М., 1968.
3. М. В. Коровчинский. Теоретические основы работы подшипников скольжения. М., 1959.
4. И. В. Дунин-Барковский. Сб. «Взаимозаменяемость и технические измерения в машиностроении». М., 1972.
5. А. Камерон. Теория смазки в инженерном деле. М., 1962.



Д. М. МАМПОРИЯ, Н. Л. ЛАЗРИЕВА

ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДАЧИ ВОДЫ ИЗ  
 ВОДОХРАНИЛИЩА В ГОЛОВНЫЕ ВОДОЗАБОРНЫЕ  
 УСТРОЙСТВА МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 10.4.1974)

Рассматривается задача оптимального распределения количества воды, поступающей в оросительную сеть в виде стока реки, регулируемого с помощью водохранилища и дополнительного источника пополнения воды в русле реки ниже водохранилища, как по декадам одного вегетационного периода, так и между потребителями (головами магистральных каналов).

Решение задачи опирается на использование долгосрочного прогноза стока реки и дополнительного источника. Предполагается, что в начале вегетационного периода будут определены водные ресурсы за весь орошаемый период на основе долгосрочного прогноза стока реки и дополнительного источника.

Учитывая плановую потребность каждого магистрального канала в оросительной воде и считая, что ущерб от недополива для всех с/х культур выражается одинаково, за оптимальное принимается такое распределение, которое минимизирует максимальное, как по декадам, так и по каналам отклонение от плановой потребности расчетной подачи воды [1]. Формально задача состоит в минимизации функционала

$$R^{(\pi)}(v) = \max_{\substack{1 \leq i \leq N \\ 1 \leq t \leq T}} \frac{p_i(t) - q_i(t)}{p_i(t)}$$

по тем  $\pi = \{q_i(t), i = \overline{1, N}, t = \overline{1, T}\}$ -правилам распределения воды, которые удовлетворяют условиям

$$0 \leq q_i(t) \leq p_i(t) \quad \text{для всех } i = \overline{1, N}, t = \overline{1, T},$$

$$0 \leq q(t) \leq \min [v(t) + f(t) + \varphi(t), p(t)],$$

где  $N$ —количество магистральных каналов,  $T$ —количество декад вегетационного периода,  $p_i(t)$ —плановая потребность  $i$ -го канала в  $t$ -й декаде,

$$p(t) = \sum_{i=1}^N p_i(t), \quad q_i(t) \text{—количество воды, поданной в голову } i\text{-го магист-$$

рального канала в  $t$ -ю декаду,  $q(t) = \sum_{i=1}^N q_i(t)$ ,  $f(t)$ ,  $t=1, 2, \dots, T$ —прогноз

стока реки,  $\varphi(t)$ ,  $t=1, 2, \dots, T$ —прогноз дополнительного стока,  $v(t)$ —количество воды в водохранилище к концу  $t$ -й декады,  $v_0 = v$ .

Минимизирующее  $\pi^*$  дает оптимальную политику распределения, а  $R(v) = R(\pi^*)(v)$ —оптимальная функция потерь:

$$R(v) = R(\pi^*)(v) = \min_{\pi} R^{\pi}(v).$$

Задача решается методом динамического программирования [2].

Обозначив через  $R(t, v)$  функцию потерь, соответствующую оптимальной политике распределения, если с начала вегетационного периода прошло  $t$  декад и  $v(t) = v$ , функциональное уравнение динамического программирования (уравнение Беллмана) выпишем в виде

$$R(t, v) = \min_{q < \min [v + f(t+1) + \varphi(t+1), p(t+1)]} \max [r(t+1, q), R_{t+1}(v')], \quad (1)$$

где

$$r(t, q) = \max_{q_i, i=1, \dots, N} \frac{p_i(t) - q_i}{p_i(t)}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N q_i = q$$

$$q_i \leq p_i(t)$$

а  $v'$  является новым состоянием системы и получается применением следующего преобразования к  $v(t) = v$ :

$$v' = \begin{cases} [v + f(t+1)]_0^c \cdot l(t+1), [v + f(t+1)]_0^c, & \text{при } q(t+1) \leq \varphi(t+1), \\ [v + f(t+1) + \varphi(t+1) - q(t+1)]_0^c \cdot l(t+1), [v + f(t+1) + \varphi(t+1) - \\ - q(t+1)]_0^c & \text{при } q(t+1) > \varphi(t+1), \end{cases}$$

где  $l(t, v)$ —потеря на хранение количества  $v$  воды в водохранилище в течение одной  $t$ -й декады,

$$[x]_0^c = \begin{cases} a, & x \geq a \\ x, & 0 < x < a \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$$

Очевидно, что  $R(0, v) = R^*(v)$ .

Рекуррентно решая уравнение Беллмана, начиная с конца, т. е. с  $t=T$  при условии  $R(T, v) = 0$ , последовательно находим оптимальную политику распределения воды по декадам  $q^*(T, v)$ ,  $q^*(T-1, v)$ , ...,  $q^*(1, v)$  как функцию от состояния системы—количества воды в водохранилище в рассматриваемый момент и на последнем шаге получаем  $R(0, v) = R^*(v)$ —оптимальную функцию потерь. Распределение же воды между головами магистральных каналов получается при нахождении функций  $r(t, q^*(t, v))$ .

ა именно оптимальные  $\{q_i^*(t)\}$  дают значения, максимизирующие выражение с права в (2).

Расчеты проведены для реальной оросительной системы по программе ИПУ ТГУ на ЭЦВМ БЭСМ-6<sup>(1)</sup>.

Получены оптимальная политика распределения воды по декадам и оптимальная функция потерь.

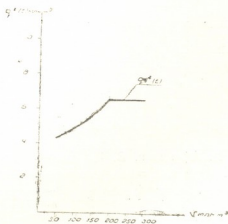


Рис. 1

Построены графики оптимальных политик как функций состояний системы  $q^*(t, v)$ ,  $q_i^*(t, v)$  для всех  $t = \overline{1, T}$  и  $i = \overline{1, N}$ , а также построены графики для функции потерь  $R^*(t, v)$ .

На рис. № 1 дан представитель семейства характеристик для  $q^*(t, v)$ .

Тбилисский государственный университет  
Институт прикладной математики

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экономики и права

(Поступило 12.4.1974)

შეზღვევა

დ. მამფორია, ნ. ლაზრიძე

წყალსაცავიდან სათავე ნაგებობებში წყლის მიწოდების  
ოპტიმალური დაგეგმარება

რეზიუმე

დინამიური პროგრამირების მეთოდით გადაწყვეტილია წყალსაცავიდან მაგისტრალური არხების სათავე ნაგებობებს შორის დეკადების მიხედვით წყლის რესურსების ოპტიმალური განაწილების ამოცანა, რომელიც განსაკუთრებით აქტუალურია წყლის რესურსების დეფიციტის შემთხვევაში. მიღებულია განაწილების ოპტიმალური პოლიტიკები.

<sup>(1)</sup> Программа составлена зав. отделом программирования Д. Г. Антидзе.



D. M. MAMPORIA, N. L. LAZRIEVA

OPTIMAL PLANNING OF WATER SUPPLY FROM RESERVOIRS  
TO HEAD WATER INTAKE STRUCTURES OF THE MAIN CANALS

## Summary

The problem of optimal distribution of water resources from reservoirs between consumers over ten-day periods of the vegetation season is solved by the method of dynamic programming. The optimal policy of water distribution over ten-day periods and an optimal function of losses are obtained.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Моросанов, Д. И. Афонин, В. И. Дымков, В. В. Иванов, Л. А. Казарян, Д. Н. Лебедев. Основы построения автоматизированной системы управления крупным водохозяйственным комплексом. М., 1970.
2. Р. Беллман. Динамическое программирование. М., 1963.

В. П. ГЕЛЕЙШВИЛИ, Г. К. ГОГИА

## ОБ ОДНОМ ОПОСОБЕ ТОРМОЖЕНИЯ ПОДВЕСНЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 18.6.1974)

Основным предметом исследования при автоматизации подвесных канатных дорог является процесс замедления, так как искусственные характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором при изменяющейся статической нагрузке не обеспечивают однозначной зависимости между скоростью и положением рукоятки управления.

Для получения стабильной ползучей скорости создано множество схем, основанных на разных принципах. Действие одной из них — «двигатель — механический тормоз» основано на принципе суммирования двигательного и тормозного моментов [1]. Эта схема позволяет получать только одну тормозную характеристику, а она из-за недостаточной жесткости не всегда может выдержать ползучую скорость в требуемых пределах [2].

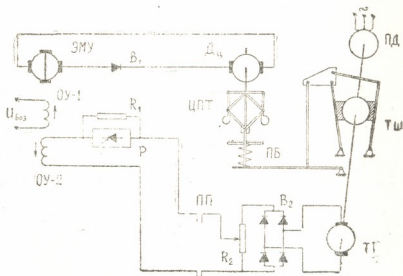


Рис. 1. ЭМУ—электромашинный усилитель; ОУ-1 и ОУ-2—обмотки управления ЭМУ; Д<sub>ц</sub>—двигатель центробежного привода; ЦПТ—центробежный привод тормоза; ТГ—тахогенератор; ТШ—тормозной шкив; ПД—приводной двигатель; ПБ—пружинная батарея

Показанная на рис. 1 схема осуществляет двухступенчатое торможение. При неподвижном центробежном регуляторе тормозной момент создается предварительно сжатой пружинной батареей. После подачи напряжения только на обмотку управления ОУ-1 система полне-

стью растормаживается. Импульс на замедление дается замыканием контактов путевого переключателя ПП. В это время бесконтактное полупроводниковое реле  $P$  [3] заперто, обмотка управления ОУ-2 обтекается током через резистор  $R$  и привод начинает замедляться по промежуточной характеристике  $C_1$  (рис. 2).

После снижения скорости ( $u_{tr}$ ) до определенной величины (что регулируется произвольно) при помощи специального блока подключения включается реле  $P$ , ток в обмотке управления ОУ-2 увеличивается скачкообразно, увеличивается тормозной момент и дорога переводится на основную ступень торможения  $C_2$ .

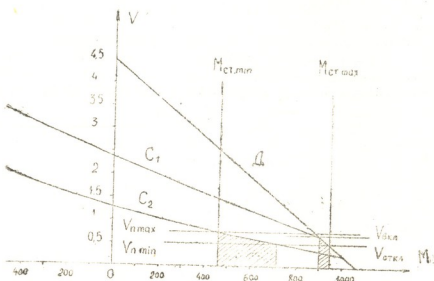


Рис. 2.  $D$ —искусственная характеристика приводного двигателя;  $C_1$  и  $C_2$ —промежуточная и основная суммарные тормозные характеристики;  $V_{п.мин}$  и  $V_{п.макс}$ —допустимые значения изменения ползучей скорости;  $V_{вкл}$  и  $V_{откл}$  скорости, соответствующие включению и отключению реле  $P$

При больших статических нагрузках, если ползучая скорость становится меньше ее нижнего порога, запирается реле  $P$ , дорога переводится на промежуточную ступень торможения и привод ускоряется. Если же ползучая скорость превышает ее максимально допустимую величину, включается реле  $P$ , скорость опять начинает уменьшаться и т. д. В определенном диапазоне, границы которого можно регулировать изменением коэффициента возврата, реле  $P$  бездействует. Часть параметров схемы была определена экспериментально, а часть — по номинальным данным звеньев и технологическому расчету канатной дороги. Для определения параметров ЭМУ и  $D_{ц}$  были сняты осциллограммы переходного процесса узла ЭМУ-ЦПТ, где входной величиной является напряжение возбуждения ЭМУ  $u_{воз}$ , а выходной — скорость вращения центробежного регулятора  $n_{ц}$ .

Центробежный привод тормоза, где входной величиной является скорость вращения  $n_{ц}$ , а выходной — развиваемое усилие  $F_{ц}$  (или

$M_{ц}$ ), как показал эксперимент, является явно нелинейным звеном. Так как исследуемая схема содержит два явно нелинейных элемента (реле  $P$  и ЦПТ), было решено учесть и нелинейности остальных звеньев, а для ее анализа применить аналоговую вычислительную машину.

Приводной асинхронный двигатель принят апериодическим звеном первого порядка, входной величиной которого является суммарный момент на валу, а выходной — скорость вращения.

Структурная схема САР показана на рис. 3.

Описанный выше принцип авторегулирования ползучей скорости двумя тормозными характеристиками на электронной модели реализуется двумя поляризованными реле. При высоких скоростях, в момент перехода в тормозной режим, включено реле  $P_1$ , отключено реле  $P_2$  и торможение происходит по промежуточной характеристике. После снижения скорости до определенной величины реле  $P_1$  отключается, включается реле  $P_2$ , скачкообразно увеличивается коэффициент обратной связи и дорога переводится на основную тормозную характеристику. Коэффициент обратной связи для основной тормозной характеристики рассчитывается таким образом, чтобы последняя при минимальной статической нагрузке обеспечила максимально допустимую ползучую скорость.

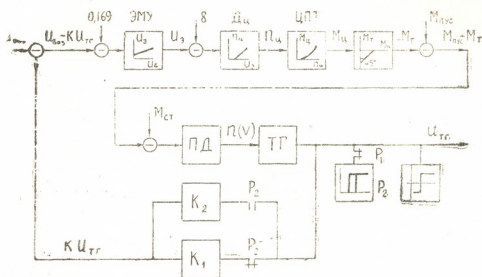


Рис. 3

Коэффициент обратной связи промежуточной характеристики должен быть таким, чтобы при переключении тормозных ступеней движение было приблизительно равнозамедленным и замедление не превышало допустимой величины. Первоначально значения коэффициента обратной связи и соответствующего замедления  $j_{ст}$  были определены по статическим тормозным характеристикам. Определенный таким образом коэффициент обратной связи при решении на АВМ дал замедление  $j_{мин} < j_{ст}$ . И действительно, реальное значение замедления всегда будет меньше, чем определенное по статическим характеристикам, так как из-за инерционности звеньев наложение тормоза на систему происходит не мгновенно, а постепенно, чего, естественно, не могут учитывать статические характеристики. Поэтому коэффициент обратной связи промежуточной характеристики был определен непосред-

ственным подбором на АВМ. Показанная на рис.2 промежуточная характеристика построена таким методом.

Как видно из графика (рис. 2), при малых и больших статических нагрузках (заштрихованные части) ползучая скорость выдерживается соответственно основной тормозной и искусственной характеристиками. В обоих случаях получается непрерывное регулирование ползучей скорости, а при средних статических нагрузках (незаштрихованная часть) регулирование релейное.

Диапазон изменения ползучей скорости выбирается для каждого конкретного случая отдельно, а ее выдержка в требуемых пределах легко достигается соответствующей установкой напряжений включения и отключения реле Р.

В заключение отметим, что коэффициент обратной связи для промежуточной характеристики следует определять с учетом динамических свойств системы, ибо рассчитанная по статическим характеристикам система чрезмерно растягивает период основного замедления.

Наладка схемы на действующей канатной дороге показала хорошее соответствие реальных параметров с теоретически рассчитанными.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.6.1974)

ელექტროტექნიკა

ბ. გელეიშვილი, გ. გოგია

ასინქრონულამძრავიანი საკაბრო საბაზირო გზების  
დამუხრუშების ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია ასინქრონულამძრავიანი საბაზირო გზების ორსაფეხურიანი (საჭიროების შემთხვევაში კი მრავალსაფეხურიანი) დამუხრუშების სქემა. მცოცი სიჩქარის რეგულირების სისუსტის გასაზრდელად რეკომენდებულია სამუხრუშო მახასიათებლების შერჩევის მეთოდიკა.

ELECTROTECHNICS

V. P. GELEISHVILI, G. K. GOGIA

## ON ONE METHOD OF BRAKING ASYNCHRONOUS DRIVE CABLEWAYS

Summary

The article describes a two-step braking system of asynchronous drive cableways. A method of choice of braking characteristics is recommended.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Песвианидзе, А. В. Степанов. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 5 (98), 1964.
2. Г. К. Гогиа. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, вып. 16, 1970.
3. А. С. Бобохидзе, Г. К. Гогиа. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 1 (157), 1973.

Р. И. ГАГНИДЗЕ, П. Б. ЧХЕИДЗЕ

## ЧИСЛА ХРОМОСОМ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ КАВКАЗА

(Представлено академиком Н. Н. Кеңховели 1.4.1974)

В данном сообщении публикуются числа хромосом 15 видов высокогорного и лугово-лесного флороценологических комплексов Кавказа. Числа хромосом для пяти видов приводятся впервые (они обозначены звездочкой). Исследованные виды в основном являются кавказскими или кавказско-малоазийскими видами с центром тяжести ареала на Кавказе.

Изучены метафазные пластинки корешков. Фиксация материала проводилась в полевых (на месте сбора) условиях в западной и центральной частях Большого Кавказа и в Юго-западном Закавказье. Фиксировались также проростки семян в лабораторных условиях. Для фиксации использовались фиксаторы Баталья и Карнуа. Применены в основном методы давленных постоянных препаратов и частично-микротомных срезов (13—16  $\mu$ ). Препараты окрашивались реактивом Шиффа. Для приготовления давленных препаратов перед фиксацией корешки предварительно выдерживались в 0,25% водном растворе колхицина в течение 4—6 часов.

Исследованные образцы растений хранятся в Институте ботаники АН ГССР (ТВИ). Для изученных видов, помимо чисел хромосом, коллекционного номера и места сбора, приводятся ареалдиагнозы. Принятые в ареалдиагнозах условные обозначения опубликованы [1, 2].

*Aconitum orientale* Mill.  $2n=16$ . № 165. Caucasus Centralis. Pag. Devdoraki. 2100—2300 m s. m. In betuleto-altherbeto. 13. VII. 1973. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: CAUC: cauc-as. min;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, F-Ab, Pic-Ab, F, B, P, F<sup>1</sup>, Alt; cenofil. I, II, III, V, VII.

*Delphinium flexuosum* Bieb.  $2n=16$ . № 166. Caucasus Centralis. Systema fl. Terek, ad ripam fluminis sinistram. In faucibus Didneukom. 1500 m s. m. 10. VII. 1973. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: EUCAUC: gr. cauc;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, F, F-Ab, Alt; cenofil. I, II, III, V.

Диплоидный хромосомный набор для данного вида нами установлен впервые. Ранее приводилась тетраплоидная хромосомная раса с  $2n=32$  [3, 4]. Викарный колхидско-лазистанский вид *D. dzavakhschwilii* Kem.-Nath. имеет также  $2n=16$  [2].

\**Heracleum ponticum* (Lipsky) Manden.  $2n=22$ . № 152. Transcaucasia occidentalis. Jugum Atschischcho. In faucibus fl. Maltshapa. 31. V. 1969. Gagnidze. Area-diagnosis: COLCH: w-gr. cauc;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, F, F-Ab, Alt; holoarea, cenofil. I, V.





*Heracleum sibiricum* L.  $2n=22$ . № 54. Transcaucasia boreali-occidentalis, distr. Gelendzhik. Trajectus Pschad. 5. VIII. 1962. Gagnidze. Area-diagnosis: PALEARKT: *eurosib*; fr, l, Pr, Q, I, II, IV.

*Heracleum sosnowskyi* Manden.  $2n=22$ . № 167. Caucasus Centralis. In vicinitate pag. Dzhutha. In faucibus fl. Sno. 2300 m s. m. In altherbeto. 9. VII. 1973. Davlianidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: CAUC: *lat-cauc*;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, F, F<sup>1</sup>, F-Ab, Alt, g; cenofil. II, III, V, VI.

\**Ligusticum physospermifolium* Albov.  $2n=22$ . № 161. Transcaucasia occidentalis. In faucibus fl. Maltschepa, jugum Atschischcho, 1600—1700 m s. m. In altherbeto. 31. V. 1969. Gagnidze. Area-diagnosis: COLCH: *w-gr. cauc*;  $m^2$ , subalp, F, F-Ab, B, Alt; holoarea. I, V.

\**Valeriana tiliiifolia* Troitzky.  $2n=ca. 28$ . № 168. Caucasus Centralis. Kazbegi. In vicinitate pag. Gergeti. 1800 m s. m. In altherbeto ad ripam dextram fl. Tschchera. 2. VII. 1973. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: CAUC: *lat-cauc*;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, F, F-Ab, B, Alt, fr; cenofil. I, II, III, V, VI, VII.

*Cicerbita petiolata* (C. Koch) Gagnidze.  $2n=18$ . № 158. Transcaucasia australi-occidentalis. Adzharia. Systema fluminis Tbethi. 1400 m s. m. In altherbeto. 22. VIII. 1971. Gagnidze, Memiadze. Area-diagnosis: CAUC: *cauc-laz*;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, F, F-Ab, F<sup>1</sup>, B, Alt; cenofil. I, II, V, VI.

\**Cicerbita pontica* (Boiss.) Grossh.  $2n=18$ . № 162. Transcaucasia australi-occidentalis. Adzharia. Hortus Botanicus Batumiensis. In silva frondosa. 200 m s. m. 26. VIII. 1971. Gagnidze, Memiadze. Area-diagnosis: COLCH: *colch-laz*; N, F-Ab, fr. V.

*Cicerbita prenanthoides* (Bieb.) Beauverd.  $2n=16$ . № 154. Transcaucasia australi-occidentalis. Adzharia. Systema fluminis Tbethi. 1400 m s. m. 22. VIII. 1971. Gagnidze, Memiadze. Area-diagnosis: COLCH: *lat-colch*;  $m^1$ ,  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, N, Q, C, F, F-Ab, B, Alt; cenofil. I, II, IV, V, VI.

*Cicerbita racemosa* (Willd.) Beauverd.  $2n=16$ . № 163. Transcaucasia australis. Meschethi. Inter m. m. Dertzeli et Dzhazigol. In faucibus fl. Gaggi. 2000—2200 m s. m. In pineto-altherbeto. 5. VII. 1971. Mukbaniani. Area-diagnosis: CAUC: *cauc-as. min*;  $m^2$ ,  $m^3$ , subalp, alp, Ab-F, F<sup>1</sup>, B, P, Pr, fr, l, g, mor. I—VII.

В роде *Cicerbita* Wallr. преобладает в основном диплоидия с основными числами хромосом  $x=8$  и  $x=9$ . Диплоидный набор хромосом  $2n=16$  имеют виды секций *Prenanthopsis* Kirp., *Multicostaria* Kirp. и *Platyachena*. Тетраплоидным набором характеризуются виды ряда *Macrophyllae* Gagnidze секции *Platyachena*. *C. prenanthoides* (секция *Prenanthopsis*) и *C. racemosa* (Willd.) Beauverd (секция *Platyachena*) в различных частях Кавказа имеют одинаковое число хромосом  $2n=16$  [2, 5—8]. Беккок и др. [6] *C. prenanthoides* приводят псд названием *Lactuca marschallii* Stebb.;  $x=9$  имеют представители секции *Petiolatae* Gagnidze. Ранее для вида *C. petiolata*, приводимого как *Prenanthes calaliaefolia* (Bieb.) Beauverd, также отмечалось  $2n=18$  [6].

\**Kemulariella caucasica* (Willd.) Tamamsch. in Fl. URSS, 1965, 25:112. — *Aster caucasicus* Willd. Sp. Pl., 1800, 3:2020.  $2n=18$ . № 171. Trans-

*caucasica occidentalis*. Letschkhumi. In jugo calcareo Chvamli. 2000 m s. m. In pratis. 26. VIII. 1973. Gagnidze, Tschcheidze, Mukbaniani. Area-diagnosis: COLCH: *colch-laz*; subalp, alp, Pr, mor. I, V.

Род *Kemulariella* Tamamsch., насчитывающий шесть видов, является эндемичным кавказским родом с иррадиациями в Лазистан. Он выделен из рода *Aster* L. строением хохолка, формой семянки и цветоложа. Род формировался в субальпийском и альпийском поясах в основном на известняковых экотопах Западного Закавказья, распадаясь здесь на мелкие локальные географические расы. В восточной части Большого Кавказа представлен один вид этого рода. Число хромосом данного рода исследовано впервые.

*Ligularia caucasica* (Bieb.) G. Don.  $2n=30-32$ . № 169-1-2. Caucasus Centralis. Kazbegi. In vicinitate pag. Gergeti. 1800 m s. m. In betuleto. 2. VII. 1973. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: CAUC: *lat-cauc*; subalp, alp, B, F<sup>1</sup>, Pr, r. I-VII.

Для растения вида *L. caucasica* под названием *Senecio caucasicus* приводятся разные числа хромосом— $2n=32, 40, 44$  [5, 9, 10].

*Pyrethrum macrophyllum* (Waldst. et Kit.) Willd.  $2n=18$ . № 160. Caucasus Minor, distr. Bakuriani, jugum Kodiani. 1900-2000 m s. m. In altherbeto. 28. IV. 1970. Gagnidze. Area-diagnosis: EUROP-MEDIT (m): *europ-o. medit* (m); m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, subalp, F, F-Ab, Alt; cenofil. II, III, V, VI.

Установленные нами числа хромосом для видов *Aconitum orientale*, *H. sibiricum*, *H. sosnowskyi*, *Pyrethrum macrophyllum* совпадают с данными других исследователей [3, 5, 11-16].

*Polygonatum verticillatum* (L.) All.  $2n=16-24, 18-22$ . № 170. Caucasus Centralis. Systema fl. Terek, ad ripam fluminis sinistram. In faucibus Didneuakom. In silvis frondosis mixtis 1300-1500 m s. m. 10. VIII. 1973. Gagnidze, Tschcheidze. Area-diagnosis: PALEARKT: (m)—sm—temp—mo mo demo

b. oz (1)—2 Eur-WAs.

Ареалдиагноз для данного вида приводится по Мейзелю [17].

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило 5.4.1974)

გომბანიკა

რ. ბაზანიძე, ფ. ჩხეიძე

კავკასიის ფლორის ზომიერობი სახეობის  
ქრომოსომთა რიცხვი

რეზიუმე

შესწავლილია კავკასიის სუბალპური მაღალბალახეულობისა და მდელო-ტყის ფლოროცენოტური კომპლექსის 15 სახეობის ქრომოსომთა რიცხვი. 5 სახეობის (*Heracleum ponticum*, *Ligusticum physospermifolium*, *Valeriana tiliifolia*, *Cicerbita pontica*, *Kemulariella caucasica*) ქრომოსომთა

რიცხვი პირველადაა დადგენილი. *Delphinium flexuosum*-თვის აღნიშნულია ქრომოსომთა დიპლოიდური რიცხვი —  $2n=16$ . გვარ *Kemulariella*-ს ქრომოსომთა რიცხვი პირველადაა შესწავლილი. შესწავლილი სახეობებისათვის მოტანილია არეალდიაგნოზები.

BOTANY

R. I. GAGNIDZE, P. B. CHKHEIDZE

 THE CHROMOSOME NUMBERS OF SOME SPECIES OF  
 CAUCASIAN FLORA

## Summary

The chromosome numbers of 15 species of the florocoenotic complex of subalpine tall herbaceous and lawn-forest vegetation of the Caucasus have been studied. The chromosome numbers of 5 species (*Heracleum ponticum*, *Ligusticum physospermifolium*, *Valeriana tiliifolia*, *Cicerbita pontica*, *Kemulariella caucasica*) are given for the first time. The caryological study of the species is supplemented with area diagnoses.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. I. Gagnidze. Ботанико-географический анализ флороценоического комплекса субальпийского высокогорья Кавказа. Тбилиси, 1974.
2. P. I. Gagnidze, M. I. Gachchiladze. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1971.
3. Справочник «Хромосомные числа цветковых растений». Л., 1969.
4. W. C. Gregory. Trans Am. Phil. Soc., 31, 5, 1941.
5. А. П. Соколовская, О. С. Стрелкова. Уч. зап. Пед. ин-та им. Герцена, 66, 1948.
6. E. V. Vabcock, G. Stebbins, J. A. Jenkins. Cytologia, Fujii Jub. Vol., 1937.
7. Э. А. Назарова, А. И. Погосян. Биол. ж. Армении, 23, 1, 1970.
8. P. I. Gagnidze. Сообщения АН ГССР, 66, № 1, 1972.
9. А. П. Соколовская, О. С. Стрелкова. ДАН СССР, 29, 5—6, 1940.
10. А. Л. Харадзе, З. И. Гвиниანიძე, М. Т. Давлиანიძე. Зам. по сист. и геогр. раст. (Тбилиси), 30, 1973.
11. Г. А. Левитский. Труды прикл. бот., ген. и сел., 27, 1, 1931.
12. V. Schafer, L. La Cour. Ann. Bot. London, 48, 1934.
13. А. П. Соколовская, О. С. Стрелкова. Труды Москв. о-ва исп. прир., 5, 1962.
14. П. Г. Жукова. Бот. ж., 46, 3, 1961.
15. C. R. Bell, L. Constance. Am. J. Bot., 47, 1, 1966.
16. П. Г. Жукова. Бот. ж., 49, 11, 1964.
17. H. Meusel, E. Jäger, E. Weinert. Chorologie der zentraleuropaischen Flora. Text, 1. Jena, 1965.



ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

П. П. НАСКИДАШВИЛИ, НГУЕН-ХЫУ-НГИА

О СЛУЧАЕ ОСОБОГО ИНДУЦИРОВАНИЯ МУТАЦИИ  
 N-НИТРОЗОЭТИЛМОЧЕВИНЫ У СОРТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ  
 ПШЕНИЦЫ ТБИЛИСУРИ 5

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Декапрелевичем 12.6.1974)

Из известных в настоящее время мутагенов одним из самых эффективных является N-нитрозоэтилмочевина [1, 2]. Она, как супермутаген, не только вызывает повышенную частоту рецессивных мутаций в  $M_2$ , но и дает в  $M_1$  у пшеницы значительное количество нестролистных растений и доминантных мутаций [3, 4]. Это, по-видимому, является результатом как чрезвычайно сильной генетической активности этого мутагена, так и специфичности его действия на хромосомы пшеницы.

Однако специфичность действия этого мутагена полностью еще не вскрыты. В связи с этим настоящее сообщение посвящено анализу данных, полученных нами в случае особого индуцирования мутаций N-нитрозоэтилмочевинной у полигибридного сорта озимой мягкой пшеницы Тбилисури 5 (*T. aestivum* v. *erythrospermum*).

Исследовалось действие химических мутагенов на полигибридный сорт озимой мягкой пшеницы Тбилисури 5. В 1971 г. воздушно-сухие семена этого сорта были обработаны в Институте химической физики АН СССР N-нитрозоэтилмочевинной (НЭМ) в концентрациях 0,025—0,012—0,006 и 1,4-бис-диазоацетилбутаном (ДАБ) в концентрациях 0,2—0,1—0,05.

Воздействие проводилось водными растворами в течение 18 часов. Контроль замачивался в воде также в течение такого же времени.

Посев обработанных семян проводился в Мухранском учебно-опытном хозяйстве (Восточная Грузия).

В первом поколении были отмечены изменения. В  $M_2$  и  $M_3$  изучались потомства растений, несущих эти изменения.

Тщательные наблюдения над растениями после обработки как НЭМ, так и ДАБ показали, что в первом поколении во всех вариантах имелось большое количество изменений (безотные колосья, рыхлые колосья, карлики, скверхеды, компактоиды и др.). Было обнаружено одно интересное растение: оно было такой же высоты, как и контроль, и имело компактоидный колос. Во втором поколении при наследовании компактоидного признака колоса появились еще и карликовые растения, но различной высоты. Одни из них были ультракарликами (высота 30—35 см), другие — карликами (высота 50 см), остальные — полукарликами и были одинаковой высоты с контролем (высота 80 см) (см. рис. 1).

Надо отметить, что при испытаниях НЭМ и ДАБ такое явление возникало только под воздействием НЭМ после обработки concentra-

цией 0,025. Обратив внимание на это явление, мы провели проверку полученных данных в  $M_3$  и установили, что они закрепились.

Появление растений разной высоты под воздействием гамма-лучей наблюдали также японские исследователи [5]. По их данным, растения различной высоты имели 45,44 и 43 хромосомы, т. е. 3,2 и 1 лишнюю хромосому (добавлены были хромосомы 5A).



Рис. 1

Мы объясняем это явление следующим образом.

Во-первых, что касается появления признака карликовости в  $M_2$  при наследовании компактоидного колоса, то этот факт свидетельствует об одновременном мутировании под воздействием НЭМ на два локуса — на фактор Q, определяющий форму колоса, и на рецессивный ген, определяющий высоту растения, которые локализованы в разных хромосомах.

Во-вторых, возникновение карликовых растений с различными уровнями высоты в  $M_2$ , по-видимому, говорит о том, что НЭМ действует одновременно на различные участки разных хромосом всех трех геномов мягкой пшеницы, что и ведет к мутированию нескольких рецессивных генов. В зависимости от сочетания этих генов в  $M_2$  различия в высоте растений определялись 1, 2 или 3 генами.



Полученные данные представляют большой интерес, так как открытием новых, более эффективных мутагенов имеет важное значение как с точки зрения увеличения количества мутаций, так и выявления особенностей их воздействия. А знание особенностей воздействия в связи с химическим строением мутагена приближает нас к раскрытию механизма химического мутагенеза.

Таким образом, при воздействии НЭМ в концентрации 0,025 на сорт озимой мягкой пшеницы Тбилисури 5 выявилась особенность, не наблюдавшаяся при действии ДАБ. НЭМ вызывает мутации одновременно в двух локусах — доминантном и рецессивном и воздействует одновременно на различные участки разных хромосом всех трех геномов мягкой пшеницы.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 13.6.1974)

ბანებიკა და სელექცია

პ. ნასკიდაშვილი, ნგუენ-ხუ-ნგია

საშემოდგომო რბილი ხორბლის ჯიშის თბილისური  
5-დან N-ნიტროსოეთილზარღოვანათი ინდუცირებაში  
მუტაციის მიღების განსაკუთრებული შემთხვევა

რეზიუმე

გამოკვლევით დადგინდა, რომ 0,025 კონცენტრაციის ნიტროსოეთილზარღოვანას აბასიათებს მოქმედების თავისებურება საშემოდგომო ხორბლის ჯიშის თბილისურ 5-ზე შემოქმედებისას, რაც არ აღნიშნულა 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუთილის შემოქმედებით. ნიტროსოეთილზარღოვანა ერთდროულად ახდენს ორი ლოკუსის მუტაციას — დომინანტური ( $M_1$ -ში იძლევა კომპაქტურ თავთავიან მცენარეებს) და რეცესიული ( $M_2$ -ში იძლევა სხვადასხვა სიმაღლის ქონდარა მცენარეებს). და ერთდროულად მოქმედებს რბილი ხორბლის სამივე გენომის ქრომოსომათა სხვადასხვა უბანზე.

GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI, NGUYEN HIU NGHIA

CONCERNING A CASE OF SPECIAL INDUCTION OF MUTATION  
WHEN USING N-NITROSOETHYL UREA IN SOFT WHEAT  
*TBILISURI 5*

Summary

The experiments carried out by the authors have shown that when using N-nitrosoethyl urea at the concentration of 0.25% experimental soft wheat *Tbilisuri 5* manifests a peculiarity which is not noticed under the action of 1,4 bis-diazoacetyl butane. Simultaneously N-nitrosoethyl urea mutates two loci: dominant and recessive, simultaneously affecting various parts of different chromosomes of the three genomes of soft wheat.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Рапопорт. ДАН СССР, т. 146, № 6, 1962, 1418.
2. Н. Н. Зоз, С. И. Макарова и др. ДАН СССР, 163 (3), 1965, 224—226.
3. Л. Л. Декарелевич, Нгуен-Ху-Нгиа. Генетика, т. IX, № 12, 135.
4. Н. Н. Зоз, С. И. Макарова и др. ДАН СССР, 159, 1964, 915.
5. S. Ichikawa, J. Nishiyama. Japan J. Genetics, 42, 1967, 175.



А. Д. ГОРГИДЗЕ

## К ЭВОЛЮЦИИ ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком В. Л. Менабде 16.4.1974)

От первичных диких форм растений современные культурные виды отделены многими историческими эпохами, и выявление исходных форм любой культуры представляет огромный интерес, который, как отмечал акад. В. Л. Комаров [1], заключается прежде всего в познании всего процесса происхождения типа культурных растений. Решение такой задачи сулит освоение многих важных вопросов теории и практики, среди которых теории происхождения видов принадлежит исключительное значение в познании истории флоры и, в частности, входящих в ее состав отдельных растений, что, в свою очередь, рисует заманчивые перспективы для лучшего использования их в практической деятельности человека.

Результаты многолетних комплексных экспериментальных исследований (учитывая также материалы, имеющиеся в литературе) дают нам возможность проследить происхождение видов культурной пшеницы и в особенности грузинских реликтовых эндемов — видов пшениц Маха и Зандури и определить их роль в общей эволюции рода пшеницы.

Наиболее значительным результатом наших исследований явилось экспериментальное получение видов полиплоидного ряда Маха и Зандури.

Маха — сложный аллополиплоид, возникший в результате гибридогенного процесса внутри диких зерновых трибы *Triticeae* и давший начало популяции типа *T. macha*. Экспериментальный ресинтез гексаплоидной ступени этого типа пшеницы был осуществлен нами путем скрещивания первичной тетраплоидной культурной пшеницы *T. palaeo — colchicum* с динплоидным видом рода эгилопе *Ae. squarrosa* [2]. Правильность систематического определения полученной синтетической гексаплоидной формы подтвердилась как кариоструктурным анализом, так и установлением генетического родства ее с аналогичными природными формами.

Что касается происхождения Зандури, то выяснилось, что она представляет собой автополиплоидный ряд от диплоидной *T. monosocum* до октаплоидной *T. timonovum* [3, 4]. Путем воздействия на семена видов ряда Зандури ионизирующим излучением нами были получены от диплоидной *T. monosocum* типичные формы *T. timopheevi* и от облученных семян *T. timopheevi* — идентичные с *T. timonovum* октап-

лоидные формы. Иначе говоря, оказалось возможным экспериментально обосновать моногенный состав зандури.

Как видим, экспериментальный ресинтез первичных грузинских видов культурной пшеницы (Маха и Зандури) выявил исключительную роль алло- и авто-полиплоидии в возникновении видов пшеницы. Познание же путей происхождения инициальных видов культурной пшеницы закладывает прочную основу в выяснении эволюции рода *Triticum*.

На схеме представлены направления, существующие в эволюционном развитии культурных видов пшеницы, в том виде, как они нам рисуются на основании результатов наших исследований.

### «Схема филогении пшеницы»

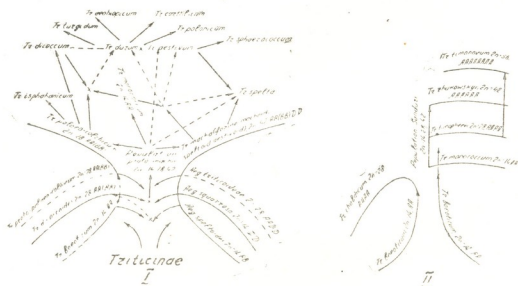


Схема I.

Как явствует из схемы, эволюция рода пшеницы протекала по двум направлениям. Первое из них зародилось в группе зерновых трибы *Triticeae* еще в далеком прошлом. В этой группе, на базе сложных гибридогенных взаимоотношений между дикими пшеницами и видами эгилопса сложилась популяция Протомаха ( $2n=14, 28, 42$ ), из которой зародились (уже в периоде активной деятельности человека) прототипы первой культурной пшеницы: современной древней колхидской пшеницы (*T. palaeo-colchicum* Men.), пшеницы Маха (*T. macha* Dek. et Men.), Гваца зандури (*T. monococcum* v. *hornemanni* Clem), Спельта (*T. spelta* L.) и мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.). Последующее развитие отдельных представителей этих пшениц непосредственно связано с развитием культуры земледелия и с селекционной деятельностью человека (возделывание, отбор).

Что касается второго филогенетического ряда, то он возник на базе популяции грузинской пшеницы Зандури. Его эволюция осуществлялась путем автополиплоидизации диплоидного ( $2n=14$ ) вида, при которой каждый полиплоидный вид представляет полимерную форму

исходного димерного вида (*T. monococcum* L., 2A→*T. timopheevi* Zhuk., 4A→*T. zhukowskyi* Men. et. Eritz., 6A).

Таким образом, эволюция культурных видов рода пшеницы протекала на базе грузинских пшениц Маха и Зандури.

Представленная нами схема существенно отличается от имевшихся до настоящего времени других схем эволюции рода пшеницы и согласуется с новой схемой, предложенной В. Л. Менабде [5], в которой автор, наряду с целым рядом других данных, учел и результаты нашего исследования. Расхождение между нашими точками зрения заключается лишь в понимании геномной структуры видов ряда Протомаха. Исходя из данных экспериментальной полиплоидии нам представляется, что в происхождении названных пшениц решающую роль выполнили дикие диплоидные и тетраплоидные виды пшеницы и эгилопса, на базе осуществленной интрогрессии между которыми и возникла сложная гибридогенная популяция Протомаха. В ее состав входили *T. monococcum*, *T. palaeo-colchicum*, *T. macha* (типов *machoid*, *speltoid*, *aestivoid*), т. е. первичная диплоидная, тетраплоидная и гексаплоидная пшеницы. Исходя из этого нам кажется сомнительным участие в формировании популяции Протомаха многих родов, их отдельных структурных единиц. Мы считаем, что в геномной структуре высокоплоидного ( $2n = 42$ ) ряда этих пшениц, которую мы условно выражаем формулой *ААВВДД*, несомненно участие если не двух (*ВВ* и *ДД*), то по крайней мере одного (*ДД*) полного генома эгилопса. Что касается генома *ВВ*, раскрытие его природы станет возможным после экспериментального ресинтеза первичных тетраплоидных пшениц типа *T. palaeo-colchicum*. На сегодняшнем этапе этих исследований мы лишь можем высказать предположение, что возникновение древней колхидской пшеницы или предшествовало становлению гексаплоидного вида Маха, или происходило одновременно с ним. При этом можно допустить, что древняя колхидская пшеница первоначально возникла или от дикой однозернянки (на базе протекающих в ней алло- или автополиплоидии), или от дикой двузернянки (в результате редупликационного изменения генов), в происхождении которой не исключено участие диких диплоидных пшениц и эгилопса аналогично схеме, в основу которой положены результаты работ [6, 7], выразившееся в ресинтезе *T. dicoccoides* Кюпп. в потомствах скрещивания *T. boeoticum* Bois. и *Ae. speltoides* Tausch.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 19.4.1974)

განმარტება და სტამბა

ა. ზორბიძე

ხორბლის ევოლუციისათვის

რეზიუმე

ექსპერიმენტული კვლევით მოპოვებული მდიდარი ფაქტობრივი მასალის ანალიზის საფუძველზე ხორბლის ევოლუციაში დადგენილია ორი ძირითადი მიმართულება, რომელთა განვითარება მიმდინარეობდა დამოუკიდებლად:

პირველი — ხორბლის ველური სახეობებისა და ეგილოფსების საერთო არეალში ჩაისახა და დასაბამი მიეცა თანამედროვე „მახას“ ტიპის პოპულაციას. ამ ხორბლის პროტოტიპი (პროტო-მახა) ადამიანის განუყრელ თანამგზავრად იქცა ჯერ კიდევ მისი შემგროვებლობითი მოსაქმეობის პერიოდთან. ამ ხორბლისაგან წარმოიშვა რბილი და მაგარი ხორბლების სახეობები.

მეორე მიმართულება „ზანდურის“ პოპულაციის საფუძველზე წარმოიშვა. ეს პოპულაცია დღესაც სახეობათა პოლიპლოიდური რიგითაა წარმოდგენილი, რომლის თითოეული პლოიდური სახეობა წარმოადგენს საწყისი დიმერული სახეობის პოლიმერულ ფორმას.

ამგვარად, ხორბლის კულტურული სახეობების ევოლუცია ქართული ხორბლების „მახასა“ და „ზანდურის“ ბაზაზე მიმდინარეობდა. ევოლუციას საფუძველად ედო ჰიბრიდოგენური და მუტაგენური ცვალებადობა შერჩევის (ბუნებრივი და ხელოვნური) მოქმედების პირობებში.

## GENETICS AND SELECTION

A. D. GORGIDZE

### TOWARDS THE EVOLUTION OF WHEAT

#### Summary

On the basis of the analysis of rich factual material obtained through multilateral experimental investigations two major trends have been identified in the evolution of wheat, each trend being autonomous from the other. The first trend originated in the common area of the occurrence of wild wheats and goat grasses, leading to the emergence of the population of the present-day type of *Makha*. The prototype of this wheat variety (*Proto-Makha*) became man's permanent companion as early as in the period of his harvesting activity. High-yield varieties of common and durum wheat developed from this wheat.

The second trend came into being on the basis of the population of the *Zanduri* wheat. Even today this population is represented by a number of polyploid varieties, each being a polymerous form of the original dimeric variety.

Thus, the evolution of cultural varieties of the genus of wheat took place on the basis of the Georgian wheats *Makha* and *Zanduri*. This evolution was based on hybrid forming and mutagenous variation, accompanied by permanent selection (natural and artificial).

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Комаров. Происхождение культурных растений. М.—Л., 1938.
2. А. Д. Горгидзе. Сообщения АН ГССР, т. 58, № 3, 1970.
3. А. Д. Горгидзе. Сообщения АН ГССР, т. 52, № 3, 1968.
4. Р. К. Беридзе, А. Д. Горгидзе. Генетика, № 12, 1970.
5. В. Л. Менабде. Сообщения АН ГССР, т. 62, № 2, 1971.
6. R. Riley, I. Urnau, V. Chapman. Heredity, 49, № 3, 1958.
7. R. Sears. Inform. Service. № 4, 6, 1956.



УДК 612.821.7

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

П. М. САРАДЖИШВИЛИ, Т. Ш. ГЕЛАДЗЕ, Ш. И. БИБИЛЕИШВИЛИ,  
 Г. Н. ШУБЛАДЗЕ, О. Ш. ТОИДЗЕ

**КЛИНИКО-ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКАЯ  
 ХАРАКТЕРИСТИКА СНА ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ**

(Представлено академиком В. М. Окуджава 19.4.1974)

Электрографическое изучение ночного сна человека началось в 30-х гг. нашего столетия [1—4]. С начала же этих исследований было обращено внимание на онтогенетические особенности сна, однако следует признать, что это касалось почти исключительно раннего онтогенеза.

Данные относительно ЭЭГ характеристики сна долгожителей немногочисленны, причем основаны на малом количестве исследований [5].

В 1973 г. нами были произведены клинико-ЭЭГ исследования 15 практически здоровых долгожителей мужского пола в возрасте от 90 до 110 лет из различных районов Абхазии.

Все долгожители помещались в стационар на несколько дней не только для клинико-ЭЭГ обследования, но и для адаптации к лабораторным условиям.

ЭЭГ бодрствования обследованных нами долгожителей можно охарактеризовать как общепринятую возрастную норму с доминированием на ЭЭГ замедленного альфа-ритма, частотой 7,5—8,5 колебаний в секунду, нормальной межобластной дифференциацией и некоторой редукцией модуляции альфа-ритма. Как исключение можно было отметить некоторую межполушарную асимметрию со склоненностью к медленноволновой дизритмии и наличием эпизодических острых волн.

По данным ЭЭГ характеристики ночного сна долгожителей можно заключить, что абсолютное время сна колеблется в пределах 4—6 часов. Характерными являются поведенческие пробуждения, количество которых варьирует от 2 до 8, а продолжительность — в пределах 2—50 мин. Пробуждаются долгожители исключительно в стадиях В, С и Д.

Наши исследования указывают на определенные качественные изменения электрографических проявлений сна у долгожителей. Так, характерным можно считать укорочение, а иногда даже полное отсутствие некоторых фаз медленного сна. Это в первую очередь касается стадии Е, а также начальных стадий В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>. Последние в связи с частыми пробуждениями и беспокойством исследуемых выражены плохо.

Укорочена и стадия С, занимающая 10—11% времени всего ночного сна, тогда как у молодых она занимает от 40% [6] до 48,73% [7, 8]. Несмотря на значительное укорочение этой стадии, следует признать, что после каждого пробуждения исследуемый впадает именно в эту стадию, хотя бы на короткий период времени (0,5—1,5 мин).

В отличие от начальных фаз сна, отмечается значительное удлинение стадии Д до 35—40%. Однако заслуживает внимания факт



отсутствия четких границ между этими двумя смежными стадиями, ибо стадия Д нередко довольно богата феноменами, характерными для стадии С.

Самой кратковременной и непостоянной оказалась стадия Е. Продолжительность ее равна 6%, в то время как, по литературным данным [6—8], она равна 13, 18—20% общего времени сна. Нами отмечена довольно частая реверсия из стадии Е в стадию Д.

Вслед за стадией Е, а иногда даже сразу после Д появляется парадоксальный сон. У молодых он наступает спустя 60—90 мин. после засыпания и повторяется примерно через каждые 90 мин [9], выделяя 4—5, реже 7 ЭЭГ циклов сна.

Нами во всех случаях отмечены совершенно закономерные взаимоотношения между медленным и парадоксальным сном, ибо из 15 долгожителей у 14 усатновлен двухциклового сна. Таким образом, имелись всего две фазы парадоксального сна. Продолжительность первой всегда была короче второй. Общее количество времени парадоксальной стадии варьирует от 12 до 33% (20—80 мин.), в среднем  $21,05 \pm 2,2\%$  от общего времени сна.

Следует отметить, что последний период ПС обычно прерывается финальным самопроизвольным пробуждением, в то время как спонтанных пробуждений в парадоксальном сне не наблюдалось.

Наше внимание привлекли периодические взрывы медленных высокоамплитудных волн с последующей экзальтацией альфа-подобного ритма продолжительностью от 2 до 60, реже 80 сек, с повышением мышечного тонуса. Этот феномен наблюдался во всех стадиях сна, однако его количество было значительно выше в первой половине ночи, в стадиях В и С.

Подобный феномен в литературе [10] описан под названием «спонтанных периодов активации». Таким образом, полученная нами довольно однотипная ЭЭГ характеристика ночного сна у долгожителей позволяет говорить об определенных закономерностях изменений структурных и временных характеристик, заключающихся, в частности, в сокращении циклов сна до двух с довольно представленным парадоксальным сном.

Институт клинической и  
экспериментальной неврологии  
МЗ ГССР

(Поступило 16.5.1974)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

პ. სარაჯიშვილი, თ. გელაძე, შ. ზიგლიშვილი, ზ. შუბლაძე, ო. თოიჩაძე

დღეგრძელთა ძილის კლინიკურ-ელექტროენცეფალოგრაფიული  
დახასიათება

რ ე ზ ი მ ე

ელექტროენცეფალოგრაფიულად გამოკვლეულია 15 დღეგრძელი, 90—110 წლის ასაკის შამაკაცის ძილი. ძილის დროის საერთო ხანგრძლივობა მერყეობს 4-დან 6 საათამდე. აღინიშნება A, B, C და E სტადიების ხანგრძლივობის შემცირება, საწინააღმდეგოდ ამისა შესამჩნევად გახანგრძლივებულია სტადია D. პარადოქსული ფაზის ხანგრძლივობა უდრის  $21,05 \pm 2,2\%$ . ეს უკანასკნელი ძილს ორ ციკლად ყოფს. დამახასიათებელია გამოვლილებები და ე. წ. სონტანური აქტივაციის პერიოდები.



P. M. SARAJISHVILI, T. Sh. GELADZE, Sh. I. BIBILEISHVILI,  
G. N. SHUBLADZE, O. Sh. TOIDZE

## THE ELECTROENCEPHALOGRAM SLEEP PATTERNS OF LONG-LIVED MALES

### Summary

Sleep electropolygram patterns were obtained from 15 healthy long-lived males, aged 90 to 110. Their total sleep time ranged from 4 to 6 h. There was a considerable decrease of duration for stages A, B, C and E and, inversely, a noticeable increase for stage D. The duration of the paradoxical phase of sleep was  $21.05 \pm 2.2\%$ . The latter phase divides sleep into two cycles. Awakenings and the so-called spontaneous periods of activation were typical.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Berger. Arch. Psychiatr. Nerwenkr., 1931, 94:16-60.
2. F. Gibbs, H. Davis, W. Lennox. Arch. Neurol. Psych., (Chic), 34, 1935, 1133-1148.
3. H. Blake, R. Gerard. Am. J. Physiol., 119, 1937, 692-703.
4. A. Loomis, E. Harwey, G. Hobart. J. Neurophysiol., 1, 1938, 413-430.
5. J. Feinberg, R. Koresko, N. Heller. J. Psych. Res., 5, 1967, 107-144.
6. А. Шеповальников. ЖВНД, 16, 4, 1966, 699.
7. R. Williams, H. Agnew, W. Webb. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 17, 4, 1964, 376-381.
8. R. Williams, H. Agnew, W. Webb. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 20, 3, 1966, 264-266.
9. L. Jonson. Naval. Res., 23, 8, 1967, 16-22.
10. J. Schieber. Arch. Sci. Physiol., 25, 4, 1971, 443-465.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

З. А. МЕТРЕВЕЛИ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ РАЗРЯДА МЫШЕЧНОГО ВЕРЕТЕНА ПРИ РИТМИЧЕСКИХ РАСТЯЖЕНИЯХ МЫШЦЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 17.2.1974)

Изучение электрической активности мышечного веретена при ритмических растяжениях мышцы могут дать важную информацию о функциональной значимости параметров рецептора в процессе регуляции сокращения мышцы [1—10]. С помощью методики синусоидальных растяжений удалось выяснить, что первичные окончания являются основными регуляторами стабилизации длины мышцы при малых возмущениях в процессе движения и поддержания позы [5].

В настоящей работе была исследована частота разряда мышечного веретена лягушки при ритмических растяжениях мышцы для различных значений амплитуды, длительности стимула и паузы между стимулами. Целью исследования было выяснение условий стабильности работы рецептора в ритмическом режиме в зависимости от вышеперечисленных параметров.

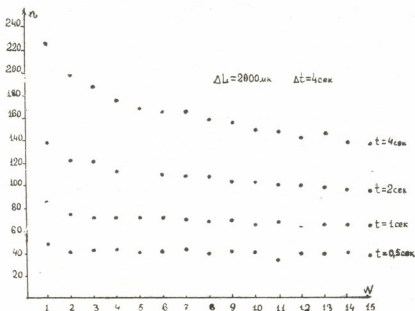


Рис. 1. Закономерности изменения частоты разряда рецептора при ритмических растяжениях мышцы: на оси абсцисс — номера последующих растяжений, на оси ординат — число импульсов, возникающих на последующие растяжения

Исследования показали, что при постоянных стимулах и паузе между ними частота разряда все больше уменьшалась во времени при

увеличении длительности растяжения (рис. 1). Как видно из представленных кривых, при величине паузы, равной 4 сек, рецептор работает стабильно для длительностей стимула 0,5—1 сек. Для длительностей больше 1 сек разряд прогрессивно уменьшается во времени.

Изменения общего числа импульсов афферентного разряда можно достичь двумя путями: увеличением величины или длительности растяжения. Для одинакового приращения числа импульсов интересно было выяснить, в каком случае более стабильно работает рецептор: при увеличении амплитуды стимула и уменьшении его длительности или при уменьшении амплитуды стимула и увеличении его длительности. Как показали эксперименты, рецептор работает более стабильно (с меньшей депрессией) при увеличении величины стимула и уменьшении его длительности (рис. 2).

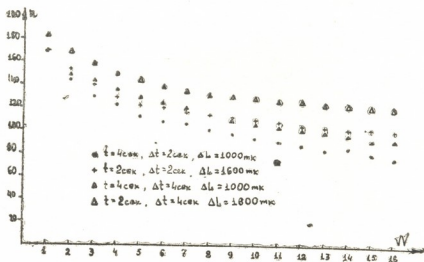


Рис. 2. Закономерности изменения частоты разряда рецептора при ритмических растяжениях мышцы для различных значений параметров стимула

Для выяснения вопроса, изменением какого именно параметра вызвано наблюдаемое уменьшение депрессии, были проведены опыты, в которых фиксировалась длительность и увеличивалась величина растяжения. Оказалось, что депрессия рецептора не зависит от величины растяжения. Следовательно, уменьшение депрессии в предыдущих опытах обусловлено лишь уменьшением длительности растяжения.

Кроме того, были проведены опыты, в которых при фиксированных значениях длительности и величины стимула изменялась длительность паузы между стимулами. Было обнаружено, что если пауза меньше, чем «время молчания» для данных значений параметров стимула, то депрессия рецептора резко увеличивается. Отсюда следует, что стабильность работы рецептора, т. е. сохранение частоты разряда, возможна лишь для величин паузы между стимулами, больших «времени молчания».

Полученные результаты позволяют думать, что увеличение чувствительности мышечного веретена с увеличением синусоидального растяжения [5] вызвано уменьшением депрессии вследствие уменьшения длительности растяжения.

Независимость стабильности функционирования мышечного веретена от величины стимула при ритмических растяжениях показывает,

что механоэлектрические преобразовательные процессы рецептора об-  
 ладают линейными свойствами, на что указывают и другие авторы  
 [5—7, 9, 10].

Кроме того, эти результаты вносят некоторую ясность в понимание  
 принципов регуляции афферентного разряда мышечного веретена с по-  
 мощью фузимоторной активности. Как известно, фузимоторная стиму-  
 ляция приводит к увеличению деформации механочувствительных  
 окончаний вследствие сокращения интрафузальных волокон. Таким  
 образом, фузимоторная импульсация может регулировать режим работы  
 рецептора без внесения дополнительных искажений. Естественно, что  
 такой принцип регуляции имеет первостепенное значение при частой  
 смене режима деятельности двигательных единиц во время двигатель-  
 ного акта целого организма.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.4.1974)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ზ. მებრეველი

კუნთის თითისტარას ელემენტულ განმუხტვათა სიხშირის  
 ცვლილების რიტმული კანონზომიერება, კუნთის  
 რიტმული გაჭიმვისას

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია კუნთის რიტმული გაჭიმვისას, კუნთის თითისტარაში აღ-  
 მოცენებული ელექტრული იმპულსების სიხშირის ცვლილებათა დამოკიდე-  
 ბულება სტიმულის ხანგრძლივობასა და ძალაზე, სტიმულებს შორის პაუზის  
 სიდიდეზე.

დადგენილ იქნა, რომ რიტმულ რეჟიმში რეცეპტორის პასუხების სტაბი-  
 ლურობა იზრდება სტიმულის ხანგრძლივობის შემცირებით, სტიმულის ძა-  
 ლაზე კი ძირითადად დამოკიდებული არ არის სტიმულის ძალისა და ხან-  
 გრძლივობის მოცემულ მნიშვნელობისათვის რეცეპტორის პასუხები მომდევ-  
 ნო გაჭიმვებზე უცვლელი რჩება, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც პაუზა  
 სტიმულებს შორის შეტია, ვიდრე „სიჩუმის დროის“ მინიმალური მნიშვნე-  
 ლობა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Z. A. METREVELI

SOME REGULARITIES OF THE CHANGE OF DISCHARGE  
 FREQUENCY OF MUSCLE SPINDLES AT RHYTHMIC STRETCH

Summary

The discharge frequency of frog muscle spindles has been studied at  
 rhythmic stretch of the muscle for different values of amplitude, stimulus  
 duration and intervals between the stimuli. The stability of the receptor  
 work was found to increase when the duration of stretch was shortened,  
 whereas it was independent of the magnitude of stretch. For the given va-

lues of length and magnitude of stretch, the discharge frequency at subsequent stretch remains constant only if the interval between the stretches exceeds the minimal value of "time of silence".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Crow, P. B. C. Matthews. *J. Physiol.*, 174, 1964, 132.
2. J. Jansen, R. E. Poppele, C. Terzuolo. *Brain Res.*, 7, 1967, 382.
3. G. Lennerstrand, U. Thoden. *Acta Physiol. Scand.*, 74, 1968, 153.
4. O. C. J. Lippold, J. W. T. Redfearn, J. Vuco. *J. Physiol.*, 144, 1958, 373.
5. P. B. C. Matthews, R. B. Stein. *J. Physiol.*, 200, 1969, 723.
6. R. E. Poppele, C. Terzuolo. *Science, N. Y.*, 159, 1968, 743.
7. R. E. Poppele, R. J. Broun. *J. Neurophysiol.*, 33, 1970, 59.
8. D. Stuart, K. Ott, K. Ishikawa, E. Eldred. *Exp. Neurol.*, 13, 1965, 82.
9. C. A. Terzuolo. *Materials of International Symposium Biokibernetik. Jena, 1971*, 152.
10. J. Vuco. *Materials of International Symposium Biokibernetik. Jena, 1971*, 157.



БИОХИМИЯ

Н. Г. АЛЕКСИДЗЕ, Р. Г. АХАЛКАЦИ, М. В. БАЛАВАДЗЕ, Н. И. ДОЛИДЗЕ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ АХЭ И БХЭ  
 ОБОГАЩЕННЫХ ФРАКЦИИ НЕЙРОНОВ И КЛЕТОК ГЛИИ  
 КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРОЛИКА

(Представлено академиком П. А. Кометиани 9.4.1974)

Ранее проведенными исследованиями было показано, что ацетилхолинэстеразная (АХЭ — 3.1.1.7) активность в специфических областях коры головного мозга при обучении крыс использовать предпочитаемую лапу для добычи пищи повышается [1]. В этих же условиях опыта концентрация бутирилхолинэстеразы (БХЭ — 3.1.1.8) не претерпевала достоверных изменений. Имея в виду указания на то, что АХЭ характерна для нейронов, а БХЭ — для глии, эти ферменты можно было использовать в качестве клеточных маркеров [2—5]. Фермент АХЭ используется в формировании холинергических синаптических мембран, его активность усиливается в процессе обучения и тренировки. Следовательно, изучая характер изменения активности АХЭ, можно судить о том, какие нервные структуры принимают участие в формировании нейронных ансамблей. Исходя из вышесказанного, мы предприняли исследование активности АХЭ и БХЭ обогащенных фракций нейронов и глии коры головного мозга кроликов.

Активность АХЭ и БХЭ определяли ДТНБ по Ельману и др. [6]. Обогащенные фракции нейронов и глии получали модифицированным нами методом Роуза [7] в градиенте фикола и сахарозы. Кору гемисфер головного мозга кролика нарезают мелко, добавляли 15 мл солевого раствора и гомогенизировали 10 тряжками в 10 мл пластмассовом шприце, в конце которого была приклеена нейлоновая сетка (1 мм<sup>2</sup>) [8]. Суспензию фильтровали в нейлоновые сита поочередно в 1000; 500; 100; 75; 50 мк и наносили на градиент Роуза [7], где 1,45 М сахараза (≈50%) была заменена 40%. Это способствовало лучшему осаждению эритроцитов на две пробирки и предотвращало загрязнение нейронов. Разделение проводили на центрифуге VAK-60, в свингаут роторе (3×30 мл) 53 000 xg, в течение 90 мин.

Среда Роуза [7] для приготовления суспензии мозга также была заменена. Как показали И. К. Сванидзе и др. [9], повышение К<sup>+</sup> до 114 мМ вызывает моментальное резкое и обычно необратимое изменение цитоплазмы глиальных клеток и ее сморщивание. Повышение концентрации К<sup>+</sup> в среде культивирования вызывало увеличение объема глиальных клеток и уменьшение содержания в них сухого остатка. В нейронах аналогичные изменения не были найдены [10]. Принимая во внимание вышесказанное, в среде Роуза [7] хлористый калий мы заменили хлористым натрием. Суспензионная среда имела следующий состав: фикол — 10%, NaCl — 100 мМ, К<sup>+</sup> фосфорный буфер — 10 мМ (рН 7,4). В суспензионной среде Бломстранда и Хам-



бергера [8], в отличие от нашей, полностью отсутствует  $K^+$ . Все процедуры были проведены в холодных условиях при температуре  $0 \pm 4^\circ C$ .

На рис. 1 представлены микрофотографии препаратов нейронов и глиальных клеток, полученными нами. Как видно из рис. 1, А, Б, тело нейрона сохраняет плазматическую мембрану и изолируется из срезов мозга в более или менее чистом виде. Однако в ряде случаев он окружен сателлитами (С). Аксоны и дендриты нейронов большей частью отсутствуют. В обогащенных фракциях нейронов можно наблюдать присутствие ядер нейронов, проводящих элементов и глиальных клеток. Следовательно, как в отношении чистоты, так и обогащения получение нейронов требует дальнейшего усовершенствования. Обогащенные фракции глиальных клеток (Д) отличались большей степенью чистоты и находились в виде глиальных скоплений.

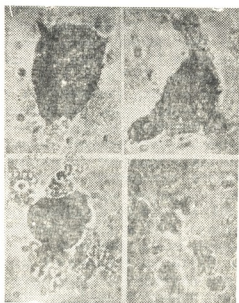


Рис. 1. Микрофотография препаратов нейронов (А, В, С) и клеток глии (Д) из обогащенных фракций коры головного мозга кроликов (ув.  $\times 1000$ ).

Определение АХЭ и БХЭ активности обогащенных фракций показало, что оба фермента находятся как в нейроне, так и в нейроглии. Активность АХЭ в нейроне составляла  $160,5 \times 10^{-4}$  м/час/мг, а в глии —  $75,9 \times 10^{-4}$  М/час/мг; активность БХЭ, напротив, в глии —  $28,5 \times 10^{-4}$  М/час/мг, а в нейроне —  $22,2 \times 10^{-4}$  М/час/мг. Ряд авторов утверждает, что АХЭ является нейрональным, а БХЭ — глиальным ферментом [2—5]. Вместе с тем, многие авторы не находили такой унификации в распределении АХЭ и БХЭ в нервных клетках и отмечали лишь количественные различия в активности ферментов [11—14], что находится в согласии с нашими данными. Следует отметить, что специфическая локализация АХЭ в нейроне и БХЭ в клетках глии наблюдалась преимущественно при использовании гистохимического метода определения ферментативной активности ХЭ срезов нервной ткани [2—5]. Однако как в опытах с обогащенными фракциями [11—14], так и в препаратах мануального разделения нейронов и глии [12] активность АХЭ оказалась больше в нейронах, а в активности БХЭ таких заметных отличий не обнаружено.

Таким образом, на основании полученных нами данных нельзя говорить об унификации АХЭ и БХЭ в нейроне и глии. Не исключено, что при получении обогащенных фракций нейронов и глии происходит их загрязнение ферментами. На то, что АХЭ и БХЭ нельзя исполь-

зовать в качестве ферментного маркера клеточных фракций указывают и литературные данные [12]. Лишь дальнейшее усовершенствование раздельного получения обогащенных фракций нейронов и глии при одновременном использовании методов центрифугирования, гистохимического анализа и мануального разделения нервных клеток даст возможность сделать окончательные выводы.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.4.1974)

ბიოქიმია

ბ. ალექსიძე, რ. ახალკაცი, მ. ბალავაძე, ნ. დოლიძე

აქე და ბქე აქტივობის შედარებითი შესწავლა გოცვერის  
თავის ტვინის ქერქის ნეირონისა და გლიის  
ფრაქციებში

რეზიუმე

დადგენილია, რომ გოცვერის თავის ტვინის ქერქის ნეირონით გამდიდრებულ ფრაქციაში აცეტილქოლინესტერაზული (აქმ) აქტივობა, გლიური უჯრედებით გამდიდრებულ ფრაქციასთან შედარებით დაახლოებით ორჯერ მეტია, ბუთირილქოლინესტერაზულ (ბქმ) აქტივობაში კი მნაშენელოვანი განსხვავებები არ აღინიშნება. აქედან გამომდინარე აქმ არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ნეირონული უჯრედების ფერმენტული მარკერი.

BIOCHEMISTRY

N. G. ALEXSIDZE, R. G. AKHALKATSI, M. V. BALAVADZE,  
N. I. DOLIDZE

COMPARATIVE INVESTIGATION OF ACHE AND BuCHE  
ACTIVITY OF ENRICHED NEURONAL AND GLIAL FRACTIONS  
OF RABBIT CORTEX

Summary

It is established that the acetylcholinesterase (ACHE) activity of enriched fractions of neurons prepared from the rabbit's cortex is about twice as high as that of enriched glial fractions. No significant variations were noted in butyrylcholinesterase (BuCHE) activity. It is concluded that ACHE cannot be used as an enzyme marker for neuron cells.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Г. Алексидзе, М. В. Балавадзе. ДАН СССР, 148, 1971, 1455.
2. G. V. Koelle. J. Pharmacol. Exp. Therap., 103, 1951, 153.
3. C. O. Hebb *et al.* Quart. J. Exp. Physiol., 38, 1953, 185.
4. H—A. Hansson. Acta Physiol. Scand., 70, 1966, Suppl. 288.

5. Дж. Б. Келле. Сб. «Биохимия и функция нервной системы». Л., 1967, 185.
6. G. L. Ellman *et al.* *Biochem. Pharmacol.*, 7, 1931, 88.
7. S. P. R. Rose. *Biochem. J.*, 102, 1967, 33.
8. C. Blomstrand, A. Hamberger. *J. Neurochem.*, 16, 1969, 1401.
9. И. К. Сванидзе, А. И. Ройтбак, Е. В. Дидимова. *ДАН СССР*, 211, 1973, 1450.
10. Z. Lodin *et al.* In: III Int. Meet. Neurochem. Budapest, 1971, 158.
11. A. K. Sinha, A. Jones—Lecoite, S. P. R. Rose. IV Int. Meet. Neurochem., Japan, 1973, 203.
12. R. Pavlin. II Int. Meet. Neurochem., Milano. 1969, 31.
13. A. Vernadakis, D. A. Gibson. In: IV Int. Meet. Neurochem., Japan, 1973, 205.
14. A. K. Sinha, S. P. R. Rose. *J. Neurochem.*, 19, 1972, 1607.



Д. И. ДЖОХАДЗЕ, Р. И. ГОГЛИДЗЕ

О СООТНОШЕНИИ ДВУХ ФОРМ ДНК-ЗАВИСИМОЙ РНК-ПОЛИМЕРАЗЫ В ЯДРАХ КЛЕТОК РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ ОДНОГО ОРГАНИЗМА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 15.2.1974)

Ранее нами было показано [1], что изолированные клеточные ядра, выделенные из различных органов крысы, обладают неодинаковой способностью к эндогенному синтезу РНК при низкой ионной силе среды, когда функционирует ядрышковая форма РНК-полимеразы. Было интересно выяснить, отличаются ли такой способностью ядра клеток различных тканей одного организма при функционировании ядрышковой и карิโอплазматической форм РНК-полимераз. Проведение подобного рода исследований было подсказано появлением в последнее время экспериментальных данных, согласно которым одним из важных элементов контроля транскрипции как в про-, так и в эукариотах является ДНК-зависимая РНК-полимераза. Так, было показано, что в течение развития фага Т4 РНК-полимераза значительно модифицируется [2, 3], были прослежены изменения РНК-полимеразы *Bacillus subtilis* в течение перехода из вегетативного роста к споруляции [4]. Обнаружение в эукариотах по крайней мере двух различных форм РНК-полимеразы [5—9] значительно подкрепило мнение о возможном участии транскрибирующего фермента в специфическом синтезе РНК. Кол и др. [10] проследили изменения в соотношениях различных форм ядерной РНК-полимеразы с типами синтезируемой РНК в изолированных ядрах эмбрионов амфибий на разных стадиях развития. Авторы пришли к выводу о возможной регуляторной роли форм РНК-полимеразы в контроле синтеза РНК.

В настоящем сообщении приводятся полученные нами данные о соотношении двух форм РНК-полимеразы—ядрышковой и карิโอплазматической в клеточных ядрах разных органов одного индивидуума на примере кролика. Источником ядер служили головной мозг (кора), печень, почки (корковая часть) и селезенка животного—самца весом 1,6—1,8 кг. Ядра выделяли из совсем свежего материала методом Шово и др. [11] в модификации Г. П. Георгиева и др. [2] с некоторыми изменениями. Выделение проводили одновременно из всех перечисленных тканей. Чистоту ядер тщательно контролировали как на окрашенных метиленовой синью препаратах, так и в фазовом контрасте.

В полученных препаратах изолированных ядер различных тканей определяли эндогенную РНК-полимеразную активность, с одной стороны, в среде, содержащей  $Mg^{++}$ , а с другой, в среде, содержащей  $Mn^{++}$  и сульфат аммония. В первом случае активируется ядрышковая форма РНК-полимеразы—полимераза I, а во втором—кардио-плазматическая — полимераза II [5—7]. Активность РНК-полимеразы I в ядрах определяли инкубацией проб (конечный объем смеси 0,3 мл)



следующего состава в мкмольях: трис- $\text{HCl}$ ,  $\text{pH}$  8,3—50;  $\text{MgCl}_2$ —7,5; АТФ, ГТФ и ЦТФ — по 0,1;  $\text{C}^{14}$ —УТФ (производства ЧССР, уд. акт. 300 мкюри на ммоль) — 0,0013; ядра в количестве, соответствующем  $\sim 25$  мкг ДНК.

Активность РНК-полимеразы II в ядрах определяли инкубацией проб такого же состава, как и в случае РНК-полимеразы I, с тем различием, что  $\text{pH}$  среды был 7,5, а вместо  $\text{MgCl}_2$  в среду вносили 2,2 мкм  $\text{MnCl}_2$  и сульфат аммония [13, 14] в конечной концентрации от 0,125 до 0,50 М на пробу. Инкубацию проб, их обработку и счет радиоактивности проводили по ранее описанной методике [15]. По включению радиоактивности из  $\text{C}^{14}$ -УТФ во вновь синтезированную РНК судили об РНК-полимеразной активности данного образца ядер, выражая в имп/100 сек на единицу ДНК.

В таблице приведены результаты эндогенной РНК-полимеразной активности изолированных клеточных ядер различных тканей кролика в среде, содержащей  $\text{MgCl}_2$  (низкая ионная сила), и в среде, содержащей  $\text{MnCl}_2$  при различных концентрациях  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (высокая ионная сила).

Эндогенная РНК-полимеразная активность изолированных клеточных ядер различных тканей кролика в среде, содержащей  $\text{MgCl}_2$ , и в среде, содержащей  $\text{MnCl}_2$ , при различных концентрациях  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (значения радиоактивности—средние из двух параллельных проб на 25 мкг ДНК)

Источник ядер	Радиоактивность, имп/100 сек					
	Среда с $\text{MgCl}_2$	Среда с $\text{MnCl}_2$ и 0,125 М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Среда с $\text{MnCl}_2$ и 0,20 М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Среда с $\text{MnCl}_2$ и 0,25 М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Среда с $\text{MnCl}_2$ и 0,35 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Среда с $\text{MnCl}_2$ и 0,50 М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Головной мозг	720	1781	2003	2623	1637	1582
Печень	891	1556	2470	3414	1879	1391
Почки	305	668	2126	2520	1202	667
Селезенка	414	1267	1530	1858	1435	798

Из приведенных результатов прежде всего видно, что при низкой ионной силе, когда активна РНК-полимераза I, ядра печени и головного мозга обладают более высокой способностью к эндогенному синтезу РНК, чем ядра почек и селезенки.

Замена в инкубационной среде магния марганцем и добавление сульфата аммония, активирующее РНК-полимеразу II, влекут за собой явную стимуляцию транскрипции. При этом во всех типах клеточных ядер стимуляция процесса транскрипции достигает максимума при конечной концентрации сульфата аммония  $\sim 0,25$  М.

Если полученные данные об эндогенной РНК-полимеразной активности ядер при различных концентрациях сульфата аммония выразить в процентах графически, принимая за контроль активность ядер без сульфата аммония и  $\text{MnCl}_2$  (т. е. активность при низкой ионной силе), то получится приведенная ниже картина.

Как видно из рисунка, при конечной концентрации в среде сульфата аммония 0,25 М самая сильная стимуляция синтеза РНК наблюдается в ядрах почек (более чем в 8 раз), далее идут ядра селезенки, РНК-полимеразная активность которых увеличивается в 4,7 раза, ядра головного мозга (почти в 4 раза) и ядра печени (в 3,3 раза).

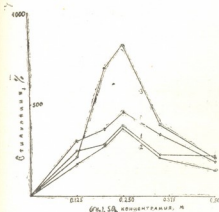


Рис. 1. Сравнительная стимуляция эндогенной РНК-полимеразной активности изолированных клеточных ядер различных тканей кролика разными концентрациями сульфата аммония: 1 — ядра головного мозга, 2—печени, 3—почек, 4—селезенки; на оси абсцисс — концентрация  $(NH_4)_2SO_4$  в молях, на оси ординат—стимуляция транскрипции в % по отношению к контролю

Приведенные данные могут свидетельствовать о том, что в клеточных ядрах различных органов и тканей одного организма соотношения двух форм РНК-полимеразы—ядрышковой и кариоплазматической неодинаковы. Эти соотношения, возможно, играют определенную роль в контроле специфической транскрипции в дифференцированных в определенном направлении клетках и меняются в связи с функциональной активностью соответствующих органов и тканей.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 21.2.1974)

ბიოქიმიის

დ. ჯოხაძე, რ. ზოგლიძე

დნმ-საგან დამოკიდებული რნმ-პოლიმერაზის ორი ფორმის  
შეფარდების შესახებ ერთი ორგანიზმის სხვადასხვა  
ქსოვილთა უჯრედების ბირთვებში

რეზიუმე

შევისწავლეთ კურდღლის სხვადასხვა ორგანოებიდან (თავის ტვინი, ღვიძლი, თირკმელი, ელენთა) გამოყოფილი უჯრედთა ბირთვების ენდოგენური რნმ-პოლიმერაზული აქტივობა რნმ-პოლიმერაზის ბირთვაკული (I) და კარიოპლაზმური (II) ფორმის აქტივობის პირობებში. პირველ შემთხვევაში ღვიძლისა და ტვინის ბირთვები გაცილებით მაღალ აქტივობას ამჟღავნებენ თირკმლისა და ელენთის ბირთვებთან შედარებით. მეორე შემთხვევაში ყველა ტიპის ბირთვებში მატულობს რნმ-ის სინთეზის ინტენსივობა, მაგრამ უფრო მეტად — თირკმლისა და ელენთის ბირთვებში.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ სხვადასხვა ქსოვილთა ბირთვებში რნმ-პოლიმერაზის ბირთვაკული და კარიოპლაზმური ფორმები განსხვავებული შეფარდებითა და აქტივობით ხასიათდებიან.



D. I. JOXHADZE, R. I. GOGLIDZE

 ON THE RATIO OF TWO FORMS OF DNA-DEPENDENT RNA-  
 POLYMERASE IN CELL NUCLEI OF DIFFERENT TISSUES  
 FROM ONE ORGANISM

## Summary

The endogenous RNA-polymerase activity of isolated cell nuclei of different tissues from one organism (brain, liver, kidneys and spleen of rabbit) under conditions of the activity of nucleolar (I) and caryoplasmatic (II) forms of RNA-polymerase has been investigated. In the former case the nuclei of the liver and brain displayed higher activity during the synthesis of RNA compared to that of nuclei of the kidneys and spleen. In the latter case synthesis of RNA evidently increases in all types of nuclei, but more intensively in the nuclei of the kidneys, as well as in those of the spleen. It is suggested that the ratio and activity of the two forms of RNA-polymerase in cell nuclei of various tissues differ.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Джохадзе, Р. И. Гоглидзе. Сообщения АН ГССР, 63, № 3, 1972, 725.
2. C. G. Goff, K. Weber. Gold Spring Harb. Symp. Quant. Biol., 35, 101, 1971.
3. M. Schachner, W. Seifert, W. Zillig. Eur. J. Biochem., 22, 520, 1971.
4. R. Losick, R. G. Shorenstein, A. L. Sonenshein. Nature, 227, 910, 1970.
5. R. G. Roeder, W. J. Rutter. Nature, 224, 234, 1969.
6. R. G. Roeder, W. J. Rutter. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 65, 675, 1970.
7. C. Keding, P. Nuter, P. Chambon. FEBS Lett., 15, 169, 1971.
8. C. J. Chesterton, P. H. W. Butterworth. FEBS Lett., 12, 301, 1971.
9. G. C. Strain, K. P. Mullenix, L. Bogorad. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 68, 2647, 1971.
10. M. Kohl, J. Norman, S. Brooks. Cell Differ., 2, 21, 1973.
11. J. Chauveau, J. Mule, C. Roullier. Exp. Cell Res., 11, 317, 1956.
12. Г. П. Георгиев, Л. Н. Ермолаева, И. Б. Збарский. Биохимия, 1960, 318.
13. C. C. Widnell, J. R. Tata. Biochim. Biophys. Acta, 123, 478, 1966.
14. F. L. Yu, P. Feigelson. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 68, 2177, 1971.
15. Д. И. Джохадзе. Сообщения АН ГССР, 65, № 1, 1972, 173.

Н. П. ГУМБАРИДЗЕ

## ПРЕВРАЩЕНИЕ ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ И КВЕРЦЕТИНА В ЛИСТЬЯХ АЙВЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 20.6.1974)

За последние годы наши представления о метаболизме фенольных соединений значительно расширились. Было показано, что ткани многих растений способны расщеплять и ароматические кольца фенольных соединений [1—4]. Однако многие вопросы метаболизма фенольных соединений в природных условиях жизни растения еще не исследованы. Изучение образования и превращения хлорогеновой кислоты и флавонолов при помощи фотосинтетического введения  $C^{14}O_2$  может пролить свет на некоторые стороны метаболизма фенольных соединений в растениях.

Целью проведенной работы являлось изучение превращения хлорогеновой кислоты и кверцетина в листьях айвы грушевидной.

Побеги айвы грушевидной длиной около 30 см собирали на опытном участке Института биохимии растений АН ГССР, помещали в стаканы с водой и ставили в камеру из оргстекла емкостью 200 л. В камеру вводили 5 мС  $C^{14}O_2$  (из Ва  $C^{14}O_3$ ) с 10 до 13 часов при освещении в 30000—35000 люкс. После этого из камеры удаляли непоглощенную  $C^{14}O_2$  присасыванием воздуха и побеги оставляли в вытяжном шкафу. Листья фиксировали водяным паром (10 минут) и высушивали на воздухе. При этом первую фиксацию проводили сразу же после окончания экспозиции, а затем после 7, 21, 44, 70, 96 часов. Пробы листьев (средний вес около 30 г) измельчали и экстрагировали в течение 30 минут на кипящей водяной бане 80% этанолом 5 раз. Этанольные экстракты объединяли и фильтровали. Фильтрат сгущали в вакууме при 40° до малого объема и несколько раз промывали хлороформом для очистки от хлорофилла, смол и других веществ. Затем из оставшегося экстракта фенольные соединения несколько раз экстрагировали водонасыщенным этилацетатом. Этилацетатные экстракты объединяли, фильтровали и сгущали в вакууме при 40° до сухого остатка. Выход составил около 5%.

С целью изучения распределения радиоактивности в индивидуальных фенольных соединениях высушенный этилацетатный экстракт в количестве 1 г. вносили на колонку полиамида (30×2 см) в соотношении 1:20. Колонку сначала элюировали водой, а затем этанолом. В основном получили три фракции. Состав этих фракций был исследован методом хроматографии на бумаге в системе растворителей: I направление — н-бутанол—уксусная кислота—вода (4:1:5), II направление — 2% уксусная кислота. На основе качественных реакций установлено, что I фракция содержит только оксикоричные кислоты, II фракция — флавонолы и в незначительном количестве катехины, III фракция — катехины и лейкоантоцианы. Из I фракции методом хроматографии на бумаге выделяли хлорогеновую кислоту, количественное определение которой проводили на СФ-4А ( $\lambda_{\max}$  = 328 нм) [5]. Из II фракции также методом хроматографии на бумаге выделяли флавоноловый

гликозид рутин (растворитель—вода  $R_f=0,32$ ) [6]. Для выделения кверцетина проводили кислотный гидролиз рутина 0,5 N HCl на кипящей водяной бане в течение 30 минут. После гидролиза агликон несколько раз экстрагировали водонасыщенным этилацетатом. Этилацетатный экстракт объединяли, фильтровали и перегоняли в вакууме при 40° до небольшого объема. Идентификацию агликона проводили методом хроматографии на бумаге в разных системах растворителей с аутентичным кверцетином. Количественное определение кверцетина проводили на ФЭК-56 [7]. Радиоактивность хлорогеновой кислоты и кверцетина определяли на жидкостно-сцинтилляционном спектрометре SL=30. Полученные результаты приведены в таблице.

Количественное содержание и динамика изменения общей и удельной радиоактивности фенольных соединений в листьях айвы в течение опыта

Экспозиция	Хлорогеновая кислота			Кверцетин		
	мг/г сухого веса	Общая радиоактивность, имп/мин	Удельная радиоактивность, имп/мин	мг/г сухого веса	Общая радиоактивность, имп/мин	Удельная радиоактивность, имп/мин
3 часа	30,0	68600	2286	4,1	8340	2033
7 часов	28,5	54800	1923	4,0	6000	1500
21 час	28,0	29200	1043	5,0	10430	2086
44 часа	28,1	25200	897	5,0	13300	2657
70 часов	27,0	21600	800	5,0	6100	1211
96 часов	27,2	14000	514	5,0	4600	914

Как видно из таблицы, содержание хлорогеновой кислоты в начале опыта больше, чем в конце. Другая картина наблюдается при количественном изменении кверцетина, его содержание после 21 часа увеличивается. Активность хлорогеновой кислоты в течение опыта (96 часов) значительно снижается, и к концу опыта ее радиоактивность на 1 мг сухого веса уменьшена почти в 4,5 раза. Снижение активности особенно выражено в течение первого 21 часа. К этому времени радиоактивность снижается приблизительно на 55%, т. е. «период полураспада» приходится на первый 21 час. Динамика активности кверцетина резко отличается от динамики активности хлорогеновой кислоты. Последняя сначала уменьшается, потом увеличивается и после 70 часов снова уменьшается, в то время как активность кверцетина максимального уровня достигает через 44 часа. Кверцетин подвержен изменению уже после первых часов опыта. За последние 52 часа его активность снижается приблизительно на 66%.

На основе вышеприведенных данных можно заключить, что количество эндогенной хлорогеновой кислоты и кверцетина в листьях айвы подвергается значительным изменениям.

Дальнейшее повышение активности кверцетина, по-видимому, обусловливается образованием флавонолов из радиоактивных предшественников, еще находящихся в листьях айвы после фотосинтеза в среде радиоактивного углекислого газа.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 20.6.1974)

ბ. გუმბარიძე

ქლოროგენის მჟავისა და კვერცეტინის გარდაქმნა  
კომშის ფოთლებში

რეზიუმე

კომშის მოჭრილ ყლორტებზე ჩატარდა ფოტოსინთეზი რადიოაქტიური ნახშირორჟანგის არეში 3 საათის განმავლობაში.  $C^{14}O_2$ -ის მოცილებიდან 7, 21, 44, 70 და 96 საათის შემდეგ კომშის ფოთლებიდან პოლიამიდურ სვეტზე აღსორბციული და ქაღალდის ქრომატოგრაფიის მეთოდების გამოყენებით იდენტიფიცირებულ იქნა ქლოროგენის მჟავა და რუტინი (კვერცეტინი). ნაერთების რადიოაქტიურობა განისაზღვრა თხევად სცინტილაციურ სპექტრომეტრზე SL-30.

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ქლოროგენის მჟავას ხვედრითი აქტივობა თანდათან კლებულობს, 21 საათის შემდეგ იგი 55%-ით არის შემცირებული. კვერცეტინს მაქსიმალური ხვედრითი აქტივობა 44 საათის შემდეგ აქვს. უკანასკნელ 52 საათში კვერცეტინის ხვედრითი აქტივობა 66%-ით მცირდება.

როგორც ჩანს ქლოროგენის მჟავა და კვერცეტინის მცენარის აქტიური ეგვეტაციის დროს კომშის ფოთლებში განიცდის მნიშვნელოვან რაოდენობრივ გარდაქმნას.

BIOCHEMISTRY

N. P. GUMBARIDZE

TRANSFORMATION OF CHLOROGENIC ACID AND  
QUERCETIN IN QUINCE LEAVES

Summary

Transformation of chlorogenic acid and quercetin has been studied with the aid of  $C^{14}O_2$  in the young shoots of var. *pyriformis* Rehd during 96 hours after 3 hour photosynthetic exposure.

The specific radioactivity of chlorogenic acid decreased during the test (96 hours), lowering by 55% within 21 hours.

Quercetin specific radioactivity reached its maximum level after 44 hours. During the remaining 52 hours the activity decreased approximately by 66%.

On the basis of the data obtained it may be concluded that the amount of chlorogenic acid and quercetin in the quince leaves undergoes significant quantitative changes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе, А. Г. Шалашвили. ДАН СССР, 181, 1968, 1489.
2. М. Н. Запрометов, Л. П. Сарану, В. Я. Бухлаева. Физиол. раст., 23, 18, 1971.
3. С. В. Дурмишидзе, А. Г. Шалашвили. ДАН СССР, 210, 1973, 472.
4. С. В. Дурмишидзе, А. Н. Сопрмадзе, А. Г. Шалашвили, А. Б. Месхи. ДАН СССР, 214, 1974, 708.
5. Н. П. Гумбаридзе. Сообщения АН ГССР, 68, № 2, 1972, 273.
6. Н. П. Гумбаридзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974, 473.
7. А. Р. Гусева, М. Н. Нестюк. Биохимия, 18, 4, 1953, 481.



А. М. ГЕГЕЧКОРИ

НОВЫЕ ВИДЫ ПСИЛЛИД (*НОМОПТЕРА*, *PSYLLOIDEA*)  
ИЗ ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 27.4.1974)

*Psylla araxis* Gegechk., sp. n.

Зеленые, с возрастом желтеют, на голове и спине не яркий рисунок коричневого цвета. У некоторых особей рисунок вообще отсутствует. Голова и спина ярко-желтые. Усики желтые, 4—8 членики в вершине, 9—10 члеником темно-коричневые.

Тело голое. Голова круто склонена вниз, щечные конусы очень толстые, конической формы, густо покрыты щетинками, едва короче темени, продолжают в его плоскости. Передние крылья широко закруглены, наиболее широкие посередине, птеростигма узкая, длина ее доходит до середины *Rs*. Поверхностные шипики подходят вплотную к жилкам, маргинальные шипики в виде узких столбиков.

Гениталии самки меньше остальных сегментов брюшка. Анальный сегмент сверху более или менее волнообразный, генитальный сегмент чуть короче анального. Анальная трубка самца выше параметер, по заднему краю выпуклая, по переднему прямая. Параметеры прямолинейные спереди и сзади, чуть расширены на вершине, передний угол вершины заканчивается острым зубцом. Снаружи параметеры покрыты толстыми щетинками.

Длина тела самки 3,25—3,50; длина передних крыльев 2,72 — 2,85, ширина 1,12—1,30; ширина головы 0,85—0,95; ширина темени 0,58—0,64, длина 0,23—0,27; длина щечных конусов 0,23; длина усиков 0,92—1,10; длина тела самца 3,20—3,32; длина передних крыльев 2,50—2,62, ширина 1,09—1,18; ширина головы 0,82—0,90; ширина темени 0,52—0,58, длина 0,21—0,25; длина щечных конусов 0,20—0,22; длина усиков 0,90—1,00.

На *Halimodendron halodendron* (чемыш).

Материал: Нахичеванская АССР, ущ. р. Арпачай, 40 км *N* от г. Ильичевск, 14.VI.1973, 1 ♀; ущ. р. Нахичеваньчай, пос. Ариндж, 16.VI.1973, более 200 ♂♀. Голотип ♂ (Гегечкори) хранится в коллекциях Государственного музея Грузии им. акад. С. Н. Джанашиа АН ГССР, паратип 1 ♂ (Гегечкори) — в коллекциях Зоологического института АН СССР (г. Ленинград).

Морфологически обнаруживает ряд сходных черт строения с видами *Psylla*, живущими на бобовых кустарниках, а именно с *P. oshanini* Log. на том же виде *Halimodendron* [1] и с *P. coluteae* Bajeva на *Colutea* spp. [2]. Сличается от первого строением гениталий, жилкованием на передних крыльях, а от *P. coluteae*, кроме строения гениталий, зеленой окраской тела и отсутствием мраморного рисунка на голове и груди.



Морфологическое сходство *P. araxis* с видами группы дендрофильных бобовых псиллид отражает их генетическое родство. Подтверждением служат родовая близость кормовых растений, сходство их стациальной приуроченности и т. д.



Рис. 1. *Psylla araxis* Gegechk., sp. n.: 1—переднее крыло; 2—гениталии ♂, вид сбоку; 3—голова, вид сверху; 4—бедро задней ноги; 5—усик; 6—голень и лапка задней ноги; 7—анальный сегмент ♀, вид сверху; 8—гениталии ♀, вид сбоку; 9—вершина пениса; 10—парамеры снаружи

*Trioza armeniaca* Gegechk., sp. n.

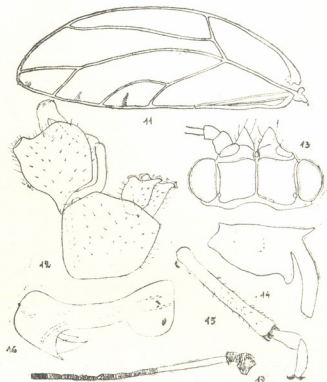
Перезимовавшие особи черные, бока груди, заднегрудка снизу и коксы задних ног оранжевые. Щечные конусы и ноги черные, лишь голени задней пары грязно-желтые. Тело обычно в густом белом восковом налете. Передние крылья едва желтоватые, жилки коричневатые, усики черно-коричневые, только 3 членик беловатый.

Тело голое. Парные глазки расположены почти посередине боковых краев темени, непарный крупный, виден сверху; щечные конусы длиннее половины длины темени. Усики почти в 2 раза длиннее ширины головы, 3 членик в 3,5 раза длиннее 4. На вершине голени задних ног четыре прыгательных шипа, расположенных по формуле  $1 + (1 + 1) + 1$ . Передние крылья наиболее широкие за серединой длины, на вершине угловатые. *Rs* слабо волнистый, заканчивается над развилком *M*;  $M_{3+4}$  едва длиннее  $Cu_2$ ,  $Cu_1$  почти вдвое длиннее каж-



дой из этих жилок. Поверхностные шпикки покрывают все ячейки, к жилкам не подходят, довольно густые.

Рис. 2. *Trioza armeniaca* Ge-geschk., sp. n.: 11—переднее крыло; 12—гениталии ♂, сбоку; 13—голова, вид сверху; 14—бедро задней ноги; 15—голень и лапка задней ноги; 16—вершина пениса; 17—усик



Самка. Гениталии короткие, тупоклиновидные, в белых щетинках.

Самец. Анальная трубка очень широкая, образует грубый квадрат вверху с узким «горлышком», передний край слабо волнистый, задний — выпуклый. Парамеры очень своеобразные, в виде широких пластин, вершина имеет башмаковидную конфигурацию. Весьма своеобразное строение имеет и 2 членник пениса, на вершине которого (с нижней стороны) имеются три клиновидных выступа, среди которых средний особенно длинный.

Длина тела самки 2,90—2,95; длина передних крыльев 2,42—2,45; ширина 0,98—1,00; ширина головы 0,52; ширина темени 0,33; длина щечных конусов 0,11; длина усиков 0,75—0,80; длина тела самца 2,90; длина передних крыльев 2,42; ширина 0,98; ширина головы 0,51; ширина темени 0,32; длина щечных конусов 0,10; длина усиков 0,78.

Кормовое растение не известно.

Материал: Армянская ССР, г. Мегри, Хосровский государственный заповедник, 10.VI.1973, 11.VI.1973, 2 ♀♀, 2 ♂♂, Голотип 10.VI.1973 (Гегечкори) хранится в коллекциях Государственного музея Грузии им. акад. С. Н. Джанашиа АН ГССР.

Биотоп: аридное редколесье из можжевельника с примесью груши иволистной, крушины Палласа и других кустарников с высоким травостоем.

По строению 2 членника пениса новый вид близок к *Trioza taga* Log., [3] по строению парамер—к *T. hungarica* Klim. [4], по строению генитального сегмента самца—к *T. refuga* Log. [3]. Однако у нового вида имеется целый ряд отличительных признаков в строении гениталий обоих

полов, в жилковании, в строении головы и т. д., чем он проявляет некоторое сходство с группой видов *T. mesomela* Löw—*T. babugani* Log. Из названной группы для некоторых установлены кормовые связи. Это *Eringium planum* для *T. mesomela* и *Vupleurum* sp. для *T. babugani*.

Достаточно обособленное положение этой группы в роде *Trioza* Geoffr. послужило мотивом для Климашевского [4] выделить и возвести группу видов на эрингиум-буллеурум до подродового таксона *Eringiophaga* Klim., объединяющего ныне около 15 видов из Европы, Казахстана и Сибири, среди которых три уже известны и на территории Кавказа. Это описываемый новый для науки вид из Армении, *T. mesomela* Löw var. *loewiana* Šulc из Малого Кавказа (Южная Грузия, Месхетия) и *T. babugani* Log. из Большого Кавказа (Восточная Грузия, Хевсуретия).

Академия наук Грузинской ССР  
 Государственный музей Грузии  
 им. С. Н. Джанашиа

(Поступило 5.5.1974)

ენტომოლოგია

ა. გეგეჩკორი

ფსილიდების (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*) ახალი სახეობები  
 ამიერკავკასიიდან

რეზიუმე

აღწერილია ფსილიდების ორი ახალი სახეობა: *Psylla araxis* Gegechk., sp. n., *Trioza armeniaca* Gegechk., sp. n. პირველი მოპოვებულია მდ. არაქსის ხეობაში, მეორე კი — სომხეთში.

ENTOMOLOGY

A. M. GEGECHKORI

NEW JUMPING PLANT-LICE (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*)  
 FROM TRANSCAUCASIA

Summary

Two new species—*Psylla araxis* Gegechk., sp. n. and *Trioza armeniaca* Gegechk., sp. n. are described from Transcaucasia. *P. araxis* was collected in the Araks river valley, Nakhichevan ASSR. It is close to *P. oshanini* Log. Host plant: *Halimodendron halodendron*.

*T. armeniaca* was found in the Khosro State Preserve of the Armenian SSR. It is related to the group of species represented by *T. mesomela* Löw and *T. babugani* Log.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Логинова. Труды Зоол. ин-та АН СССР, 34:52, 1964, 112.
2. В. Г. Баева. Изв. АН ТаджССР, 4(25). Душанбе, 1966, 68—77.
3. М. М. Логинова. Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. XXXVII, 1966.
4. S. M. Klimaszewski. Warszawa, № 7, 1973.



С. И. МЕДВЕДЕВ, Я. С. ДЖАМБАЗИШВИЛИ

ОПИСАНИЕ ДВУХ ВИДОВ ЛИЧИНОК ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ  
 ЖУКОВ (*COLEOPTERA, SCARABAEIDAE*)  
 ИЗ ГРУЗИИ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 4.3.1974)

1. *Maladera punctatissima* Fald. Очень похожа на личинок других описанных видов *Maladera* (Медведев, 1962). Голова гладкая, блестящая, светло-желтая, имеет наибольшую ширину перед серединой (рис. 1), передние углы лба, вершинные половины верхних челюстей и маленький круглый глазок снаружи близ основания челюстей черные. Эпикраниальный шов очень короткий, задний угол лба острый, лобные швы в задней половине слегка вогнутые, в передней — дуговидно-выпуклые. На темени с каждой стороны задней части, параллельно эпикраниальному шву, находится по продольному ряду из 3 щетинок, по 1 щетинке перед серединой лобных швов и по несколько щетинок близ основания усиков. В передней половине лба с каждой стороны имеется по 3 щетинконосных поры и по 1 щетинке близ переднего края, конутри от основания усика. Наличник поперечный, трапециевидный, с широко закругленными передними углами, спереди с широкой белой каймой, на боковом крае с каждой стороны со щетинкой. Верхняя губа поперечно-овальная, посредине с темным поперечным ребром, кпереди и кзади от которого расположено по 2 щетинки, сидящие поперечными рядами в глубоких ямках, с 6 щетинками на боковых и переднем крае и с обычными краевыми ресничками. Верхние челюсти сильные, с развитыми боковыми ребрами, кнаружи от которых, в основной части несут по несколько щетинок. Усики (рис. 2) тонкие, длинные, их 2-й членик самый длинный, 1-й более чем вдвое короче его, 3-й, измеряемый без зубцевидного отростка, примерно на 1/3 короче 2-го, 4-й самый короткий, едва короче 1-го. На задней части анального стернита (рис. 3) поле, занятое прямыми коническими шипиками, простирается вперед до начала задней трети стернита, а посредине передняя граница этого поля отодвинута несколько назад. Упомянутое поле сзади ограничивается поперечным слабо дуговидным рядом, содержащим 24 довольно крупных шипика. Коготки лапок слабо изогнутые, острые, с парой щетинок близ основания. Дыхальца маленькие, бледные, одинаковые, 1-е едва больше остальных. Прочие признаки как у других видов *Maladera*. Длина тела личинки 3-го возраста 25 мм, длина головы 0,9 мм, ширина головы 2,8 мм.

Использованный материал. Тбилиси. Красный мост, фруктовый сад, 1 личинка в почве, 14.IV.1973 г. (Я. С. Джамбазишвили).

Систематические замечания. От *M. holosericea* Scop., *M. renardi* Ball., *M. japonica* Motsch. отличается тем, что у ука-

занных видов поле, занятое прямыми шипиками на задней части анального стернита, простирается вперед не менее чем до середины его длины, а плешинка по его середине хорошо выражена.

2. *Netocia (Eupotosia) affinis* Andersch. Тело толстое, назад сильно утолщенное, С-образно изогнутое. Голова блестящая, буро-желтая, местами, особенно на лбу, в мелких тонких морщинках, передние углы лба и вершинные половины верхних челюстей черные; на боках 1-го грудного тергита находится большое овальное бурое склеротизированное пятно. Голова (рис. 4) округленная, несколько поперечная, имеет наибольшую ширину спереди, у основания усиков. Эпикраниальный шов короткий, в 6 раз короче высоты лобного треугольника, вершина последнего остроугольная, лобные швы в передней части выпуклые, а задней — вогнутые. На лбу с каждой стороны перед серединой у лобного шва находится по 1 щетинке и по 1 щетинке спереди, конутри от передних лобных углов. На темени с каждой стороны

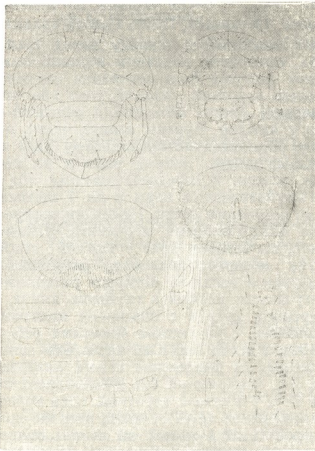


Рис. 1—8. Личинки *Maladera punctatissima* Fald. (1—3) и *Netocia affinis* Andersch. (4—8): 1—голова; 2—усик; 3—задняя часть анального стернита; 4—голова; 5—усик; 6—анальный стернит; 7—симметричные ряды шипиков; 8—шипик из симметричных рядов

имеется по косому, начинающемуся близ задней части эпикраниального шва и направленному вперед и наружу ряду из 5 щетинок, по 3 щетинки в передней половине близ наружного края, по 1 щетинке конутри от лобных швов и по 1 щетинке конутри от основания усика. Наличник довольно широкий, слабо трапециевидный, со слегка закругленными передними углами и белой каймой спереди, несет 2 щетинки, разделенные довольно широким промежутком, близ основания и по щетинке близ середины боковых краев. Верхняя губа как у других видов, спереди трехлопастная, у основания с несколькими мелкими щетинками, по краям каждой лопасти с 3 щетинками и обычными краевыми ресничками; сверху посредине на ней находятся 2 вдавленные точки, несущие щетинки, между которыми ее поверхность густо морщинистая. Верхние челюсти как у других видов, массивные, с 2—3

щетинками у наружного края. Усики (рис. 5) толстые, довольно короткие. их 1-й членик самый длинный, такой же длины, как следующие 2 членика вместе взятые, 2-й слабо продолговатый, несколько менее чем вдвое короче 1-го, 3-й короче 2-го и немного более чем вдвое короче 1-го, 4-й членик почти вдвое длиннее 3-го, на 1/3 длиннее 2-го и на 1/3 короче 1-го, сверху с 2, снизу с 1 чувствительной площадкой и отделенной бороздкой голой вершиной. Зубцевидные отростки 2-го и 3-го члеников почти не развиты. Тело в неособенно густых и коротких щетинках с примесью неособенно длинных волосков. Дыхальца бурые, хорошо заметные; 1-е из них самое большое, 2-е немного меньше его, 3-е 4-е и 5-е между собой одинаковые, едва больше 2-го и немного меньше 1-го, 6-е едва меньше 5-го, такое же как 2-е, 7-е и 9-е одинаковые, самые маленькие, едва меньше 8-го, которое немного меньше 6-го. Анальный стернит (рис. 6) покрыт довольно многочисленными короткими щетинками с небольшой примесью более длинных волосков, лишь по бокам сзади более многочисленных, с отдельными небольшими голыми участками перед средней поперечной складкой по бокам; в задней части посредине с 2 симметричными продольными рядами (рис. 7), содержащими по 18—22 суженных и узко закругленных на вершине шипика (рис. 8). Эти ряды начинаются приблизительно на середине длины стернита 1—2 шипиками, затем постеленно расходятся в стороны и идут почти параллельно до концов, где широко раскрыты; наибольшая ширина между рядами в 3,5 раза меньше их длины, ряды на всем протяжении одинарные, местами несколько неправильные. Остальное как у *N. metallica* Herbst (Медведев, 1952) [1] и других близких видов. Длина тела личинки 3-го возраста 62 мм, длина головы 18,5 мм, ширина головы 40 мм.

Использованный материал. Грузинская ССР, Телавский район, с. Тетрицклеби, горнолесная зона, высота 1700 м н. у. м., 5 личинок 3-го возраста в земле, 19.VII.1973 г. (Я. С. Джамбазишвили).

Систематические замечания. Преимущественно короткий волосной покров анального стернита, негустой и в основном недлинный волосной покров тела, отсутствие мелких волосков на темени и в передней части лба указывают на близость личинки к подроду *potosia* Muls., от всех известных видов которого она отличается остроугольной вершиной лобного треугольника.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт зоологии

(Поступило 22.3.1974)

ენტომოლოგია

ს. მედვედევნი, ი. ჯამბაზიშვილი

ულვაზფირფიტოვანი ხომოების (COLEOPTERA,  
SCARABAEIDAE) ორი სახეობის მატლის აღწერა  
საქართველოდან

რეზიუმე

*Maladera punctatissima* Fald-ის მატლი ძალიან ჰგავს *M. holoserica* Scop; *M. renardi* Ball და *M. japonica* Motsch-ის მატლებს, მათგან განსხვავებით ანალური სტერნიტის უკანა ნაწილზე პირდაპირი კონუსური ქვეცევივით დაკავებული არე ვრცელდება მის საწყისიდან მესამე სტერნიტამდე,



აღნიშნულ სახეობებში კი იგი ვრცელდება არანაკლებ მისი სიგრძის ნახევრამდე.

*Netocia (Eupotosia) affinis* Andersch-ის მატლი ჰგავს ქვეგვარის *Potosia* Muls და *Netocia*-ს გვარის მატლებს, ხოლო აღნიშნული გვარის ყველა მატლებსაგან განსხვავდება იმით, რომ შუბლის სამკუთხედისებური ბორცვი მახვილკუთხიანია.

ENTOMOLOGY

S. I. MEDVEDEV, Ya. S. JAMBAZISHVILI

DESCRIPTION OF TWO SPECIES OF COLEOPTEROUS BEETLES  
(COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) FROM GEORGIA

Summary

The larva of *Maladera punctatissima* Fald. much resembles those of *M. holoserices* Scop., *M. renardi* Fald. and *M. japonica* Motsch., differing from them first of all by the fact that the field covered with straight conical spinules at the back part of the anal sternite reaches forward only to the beginning of its hinder third part, while in the above-mentioned species it comes forward at least to the middle of its length. The larva of *Netocia (Eupotosia) affinis* Andersch. resembles those of the subgenus *Potosia* Muls. of the genus *Netocia*, but differs from all the larvae of the genus by the acute apex of the frontal triangle.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Медведев. Личинки пластинчатых жуков фауны СССР. М.—Л. 1952.





Зиг. А. ЗУРАБАШВИЛИ, Т. А. ЧУРАДЗЕ

## ОБ ИЗМЕНЕНИИ СИНАПТИЧЕСКИХ ПУЗЫРЬКОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 24.4.1974)

Подробно изучены архитектурные, гистохимические и ультраструктурные изменения в ЦНС экспериментальных животных при сенсibilизации, пневмонии и пневмонии, отягощенной сенсibilизацией [1—11].

В предлагаемом исследовании ставится целью изучение особенностей синаптических пузырьков при экспериментальной сенсibilизации, пневмонии и пневмонии, отягощенной сенсibilизацией в ЦНС кроликов (лобная область). Материал представлен девятью экспериментами и состоит из трех групп по три кролика в каждой. Сенсibilизация вызывалась путем подкожного введения лошадиной сыворотки 3 раза в количестве 0,5; 1 и 1,5 мл (I группа). Пневмония вызывалась путем интратрахеального введения микробной, стафилококковой культуры (II группа). В III группе опытов на фоне сенсibilизации вызывалась пневмония. Материал фиксировался в 2% растворе четырехоксида осмия, заливался в эпон, резался на ультратоме «Райхерт» и после соответствующего контрастирования и высушивания просматривался в электронном микроскопе типа УЭМВ-100В при ускоряющем напряжении 75 кв.



Рис. 1. Электронограмма. Сенсibilизация. Мелкие синаптические пузырьки (x 30000)

Изучение материала показывает, что в лобной области коры мозга при сенсibilизации синаптические пузырьки мелкие, со светлым содержанием, распределены неравномерно. Отмечается скопление пузырьков около синаптической щели. Контурность пузырьков представлена четко, диаметр их около 400 Å, форма в основном округлая. Число пузырьков небольшое, отмечаются единичные крупные пузырьки удлиненной формы.

При пневмонии имеет место резкое укрупнение пузырьков, диаметр их более 500 Å, форма округлая, края пузырьков слабо конту-

рированы. Одновременно на электронограммах в пресинаптической терминали наблюдаются очень крупные пузырьки, которые хорошо контурированы и имеют темный центр. Диаметр их 800 и более Å. Между темным центром и краем наблюдается светлое пространство. Такие пузырьки распределены по всей терминали довольно равномерно.

При изучении случаев сенсibilизации, отягощенной пневмонией, выявлено, что пресинаптические пузырьки мелкие, светлые, края их слабо контурированы, образуют большие скопления. Диаметр пузырьков около 300 Å. Число их резко увеличено. Крупных пузырьков с темным содержанием мало.

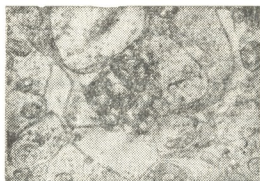
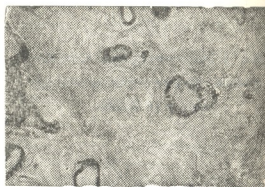


Рис. 2. Электронограмма. Пневмония. Крупные пузырьки и пузырьки с темным центром (x 3.000)

Таким образом, при пневмонии появляются крупные пузырьки с темным центром, тогда как пневмония на фоне сенсibilизации приводит к их исчезновению. По литературным данным, светлые пузырьки содержат ацетилхолин, крупные же пузырьки с темным центром — катехоламин [12—17]. Имеется прямая взаимосвязь между числом мел-

Рис. 3. Электронограмма. Сенсibilизация, отягощенная пневмонией. Мелкие синаптические пузырьки (x 25000)



ких и крупных пузырьков. При сенсibilизации отмечается присутствие в терминалях мелких пузырьков со светлым содержимым, т. е. пузырьков, содержащих ацетилхолин, что свидетельствует о прева-лировании парасимпатической нервной системы. При пневмонии присутствуют крупные пузырьки с темным центром, содержащие катехоламин, что указывает на прева-лирование симпатической нервной системы. При сенсibilизации, отягощенной пневмонией, резко уменьша-

ეტყა ჩისლო კრუნჩხვნი ჭუზურჭოვი და ვოზრატყა კოლიჩსთვო მუდკიხ (სუვტლუხ), ჭო დოლჩნიჲ გოვორიფობ იბ უსილნიი პარასიმპათიჩსკოი პერვოი სისტემოი.

ინსტიტუტი პსიქიატრიი  
იმ. მ. მ. ასათიანი  
მზ გსსრ

ინსტიტუტი პედიატრიი  
მზ გსსრ

(პოსტუპილო 26.4.1974)

ჰისტოლოგია

ზიზ. ზურაბაშვილი, თ. ჭურაძე

სინაფსურო ბუშტუკეზის ცვლილებების შესახებ  
ექსპერიმენტის პირობებში

რეზიუმე

შესწავლილია ბაჰიის შუბლის მიდამოს სინაფსური ბუშტუკეზის თავისებურებანი ექსპერიმენტული სენსიბილიზაციის, პნევმონიის და სენსიბილიზაციის ფონზე მიმდინარე პნევმონიის დროს. ექსპერიმენტული სენსიბილიზაციის დროს მცირე ზომის სინაფსური ბუშტუკეზი გვხვდება ფილტვების ანთეზის შემთხვევებში. აღნიშნული ბუშტუკეზი (მუქი ცენტრით) მკვეთრ გამსზვილებას განიცდიან. ექსპერიმენტული სენსიბილიზაციის ფონზე მიმდინარე პნევმონიების დროს სინაფსური ბუშტუკეზი ისევე მცირე ზომისაა. აღნიშნული ცვლილებები აიხსნება სიმპატური ან პარასიმპატური ნერვული სისტემის გაძლიერებული მოქმედებით.

HISTOLOGY

ZIG. A. ZURABASHVILI, T. A. CHURADZE

ON THE CHANGE OF SYNAPTIC VESICLES UNDER  
EXPERIMENTAL CONDITIONS

Summary

The peculiarities of synaptic vesicles in experimental sensitization, pneumonia and pneumonia aggravated by sensitization in the frontal area of rabbits have been studied. The authors relate the existence of different-size vesicles to the intensification of the activity of the sympathetic or parasympathetic nervous systems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Чурадзе. Тез. докл. объедин. пленума Всесоюзной проблемной комиссии «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М., 1972, 47.
2. Б. Р. Нанейшвили, Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 66, № 1, 1972, 213.
3. Т. А. Чурадзе, Зиг. А. Зурабашвили. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1972, 233.

4. Зиг. А. Зурабшвили, Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973, 212.
5. Зиг. А. Зурабшвили, Т. А. Чурадзе. Тезисы докладов конференции «Колвергенция и синапсия». Тбилиси, 1973, 92.
6. Б. Р. Нанейшвили, Зиг. А. Зурабшвили, Т. А. Чурадзе. Материалы IX Всесоюзной конференции по электронной микроскопии. М., 1973, 189.
7. Т. А. Чурадзе. Сб. «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга». М., 1973, 56.
8. Т. А. Чурадзе. Тез. докл. V конфер. по анат., гист. и эмбриол. София, 1973, 69.
9. Т. А. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973, 217.
10. Т. А. Чурадзе, Б. Р. Нанейшвили, Зиг. А. Зурабшвили. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973, 721.
11. Т. А. Чурадзе, Зиг. А. Зурабшвили. Ж. «Сабчога медицина». № 1, 1974, 23.
12. T. Hökfelt. Mikrosk. Anat. t. 79, 1967, 110.
13. K. C. Richardson. Science, 7, 1958, 599.
14. E. De Roberts *et al.* J. Neurophys. Biochem. Cytol., 10, 1961, 361.
15. E. De Robertis. Science, 156, 1967, 907.
16. E. De Robertis *et al.* Anat. Record, 139, 1967, 200.
17. L. S. Von Oroben *et al.* J. Pharmacol. Exp. Ther., 154, 1966, 185.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. М. ДВАЛИ

К ВОПРОСУ СОСУДИСТЫХ ПОРАЖЕНИЙ ПРИ  
 ГЕМОРРАГИЧЕСКОМ ВАСКУЛИТЕ У ДЕТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 22.2.1974)

Работами последних лет [1—5] научно доказана аллергическая природа геморрагического васкулита, имеющая в своей основе общую сосудистую патологию.

Выявлена картина патоморфологических изменений, выраженных в основном васкулитом, ангионекрозом и тромбозом сосудов [3, 4].

Установлено, что в острой фазе заболевания среди нарушений структуры кровеносного сосуда преобладают фибриноидный некроз и переваскулярная инфильтрация, с последующими гиалинозом и разрастанием соединительной ткани [3, 5, 6].

Распространенное ранее представление о преимущественном поражении стенки капилляров при геморрагическом васкулите в настоящее время сменилось признанием факта обширной распространенности сосудистой патологии с вовлечением в процесс мелких артерий, артериол, капилляров, вен и венул [6—10].

Целью нашего исследования было выявление клинических проявлений патологии сосудистой системы, разных ее отделов при геморрагическом васкулите с установлением последовательности развития и характера этих изменений, взаимосвязи их с формой и течением заболевания, что позволило бы уточнить наше представление о некоторых сторонах патогенеза геморрагического васкулита в детском возрасте.

Состояние сосудов мелкого калибра у детей при геморрагическом васкулите было изучено методом капилляроскопии и исследованием глазного дна.

Изучение капилляроскопической картины больных детей показало, что нормальная окраска фона поля зрения имеет место в 71% случаев, а в 28,5% видимость снижена: капилляры на мутном фоне выделяются нечетко, отдельные детали их распознаются с трудом, в единичных случаях фон бледный. Количество капилляров, как правило, увеличено, распределение их во всех случаях неравномерное. Отмечается полиморфизм петель капилляров, регистрируются как укороченные, так и удлинненные петли.

Петли капилляров имеют разнообразную форму: шпилькообразную, прямого волоса и в некоторых случаях небольшую извитость как венозной, так и артериальной части. Очень часто по калибру трудно различить приводящие и отводящие части, диаметр артериальной и венозной частей неодинаков, что, видимо, обуславливается сужением венозного отдела капилляра, хотя не исключено и проявление спазма артериального отдела капилляра.

Очень часто наблюдалось спастическое состояние как артериальной, так и венозной части, в некоторых случаях расширение только венозной части капилляра.



У большинства больных отмечалось нормальное кровенаполнение, неполноценное имело место у 28% больных.

Наблюдаемые анастомозы между капиллярными петлями, видимо, можно считать вариациями нормы.

Особо следует отметить наличие кровоизлияний (24%). Равномерный, быстрый кровоток наблюдался в половине случаев, в ряде случаев он был зернистым, в единичных — замедленным.

Таким образом, можно отметить, что при геморрагическом васкулите у всех детей имеет место изменение капилляроскопической картины, что выражается снижением и помутнением фона, увеличением количества функционирующих капилляров, находящихся в части случаев в спастическом состоянии, расширением венозного их отдела, некоторым замедлением кровотока. Увеличение числа функционирующих капилляров можно расценивать как факт вовлечения в процесс резервных возможностей организма.

Анализ случаев кровоизлияний в капилляроскопической картине исследований подвел нас к заключению, что этот факт не имеет строгой, определенной закономерности проявлений. Он наблюдается у детей с различными формами данной патологии: кожно-абдоминальной, кожно-сосудистой и кожно-суставно-абдоминальной. Но, тем не менее, можно отметить, что среди перечисленных форм случаев в капилляроскопической картине преобладают при кожно-абдоминальной форме геморрагического васкулита.

Нами не найдено также какой-либо закономерной связи капилляроскопических изменений с клической картиной заболевания.

Исследование глазного дна было проведено у 19 детей при геморрагическом васкулите в возрасте 5—15 лет. Исследование проводилось 2 раза с промежутком 7—14 дней.

Осматривались оба глаза: веки, их слизистая оболочка, глазное яблоко, передняя часть глаза и глазное дно при максимальном расширении зрачка. У всех обследуемых детей отмечена симметричность глаз, их слизистая оболочка без патологических изменений. Острота зрения в пределах нормы. Зрачки круглые, на свет реагируют живо. Обследование глазного дна выявило его изменение у 68,2% больных. При осмотре у всех больных диски зрительных нервов четкие. Сосуды сетчатки глаза у 31,1% больных претерпевают изменения, проявляющиеся расширением и извитостью как артерий, так и вен.

В результате исследования нами выявлено, что поражение венозных сосудов встречается несколько чаще, чем артериальных: вены поражаются у 50% больных, артерии — у 33%, артерии и вены вместе — у 17% больных. У отдельных больных при отсутствии изменений в крупных артериальных стволах и венах отмечалась резкая извитость мелких артериальных веточек. У 53% больных наблюдались очаговые изменения на глазном дне, выраженные отдельными кровоизлияниями и пигментными пятнами. Точечные кровоизлияния располагались вблизи кровеносного сосуда, в экваториальной части глазного дна (77% больных). К концу заболевания они исчезали. Два-три темных, мелкоочечных пигментных очага обычно были окружены белым кольцом вблизи кровоизлияний, большей частью в зоне экватора.

Наблюдаемая картина в процессе изучения не исчезала. В одном случае вдоль артериального кровоизлияния отмечалось помутнение сетчатки, напоминающее ревматическую муфту, но более разрыхленную. Отмеченное наблюдалось в период ремиссии и предшествовало обострению процесса, нормализация картины глазного дна запаздывала, по сравнению с исчезновением клинических симптомов



Выявление очаговых кровоизлияний сетчатки глаза не всегда соответствовало наличию их в капилляроскопической картине (21% больных).

Параллелизм развития означенных явлений имел место у 47% больных.

У изученных нами больных на две глаза отмечалось удлинение как артерий, так и вен, с преобладанием изменений в последних, проявляющихся их расширением и извитостью. Аналогичность поражения вен наблюдалась при капилляроскопии. У больных отмечались сочетания кровоизлияний и пигментных пятен. У некоторых больных регистрировалось помутнение сетчатки вдоль кровеносных сосудов, у одного больного — вишневая окраска глазного дна.

Нашими исследованиями не выявлено какой-либо закономерной связи между развитием кровоизлияний в капилляроскопической картине и обнаружением кровоизлияний и пигментных пятен на глазном дне. Кровоизлияния в сетчатке глаза наблюдались у больных с хроническим течением геморрагического васкулита, что, очевидно, указывает на большую степень аллергической настроенности организма и на понижение его защитных свойств. Обнаружение свежих кровоизлияний может предшествовать обострению заболевания.

Таким образом, выявленные нами изменения картины глазного дна встречаются у больных геморрагическим васкулитом чаще, чем это представлено в доступной нам литературе. Эти изменения отличаются большим полиморфизмом проявления.

Вышеотмеченные изменения указывают, с одной стороны, на нарушение нервнотрофической и рефлекторной функций центральной и вегетативной нервной системы, связанное с аллергическим состоянием организма, повышенной проницаемостью сосудистой стенки, нарушением биохимических процессов в тканях и наличием скрытого отека тканей, а с другой стороны, на влияние возрастных особенностей детского организма, обусловленных в конечном итоге состоянием центральной нервной системы и ее ответной реакцией на патологический процесс в организме.

Институт педиатрии  
 МЗ ГССР

(Поступило 28.3.1974)

მასპრიმენტული მდივანი

ჯ. დვალი

სისხლძარღვთა დაზიანების საკითხისათვის ჰემორაგიული  
 ვასკულიტის დროს გავშვთა ასაკში

რეზიუმე

შესწავლილია კლინიკური გამოვლინება სისხლძარღვოვანი პათოლოგიისა და მისი თანამიმდევრული განვითარება ჰემორაგიული ვასკულიტის დროს ბავშვთა ასაკში.

გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ კაპილაროსკოპიული სურათი შეცვლილია 100%, ხოლო ცვლილებები თვალის ფსკერზე — 68,2% შემთხვევაში. აღნიშნული ცვლილებები პოლიმორფული ხასიათისაა.

D. M. DVALI

ON VASCULAR LESIONS IN HEMORRHAGIC VASCULITIS  
IN CHILDREN

## Summary

Clinical manifestations of vascular changes and their progressive development in hemorrhagic vasculitis in children have been studied. An altered capillaroscopic picture was found in 100 per cent and changes in the eye-ground in 68.8 per cent of the cases. The changes in question are of polymorphous character.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Абезгауз. Геморрагические заболевания у детей. М., 1970.
2. И. М. Ганджа, И. П. Мягкая и др. Поражение сосудов при аллергических заболеваниях. Киев, 1972.
3. З. А. Данилина. Клиника и лечение капилляротоксикоза у детей. М., 1961.
4. В. А. Насонова. Гемморагический васкулит — болезнь Шонлейна-Геноха. М., 1959.
5. К. П. Сарилова, В. К. Поченко и др. Педиатрия, № 4, 1955.
6. М. А. Скворцов. Педиатрия, № 4, 1954.
7. Н. А. Белов, А. Н. Игнатъев. Клин. мед. № 3, 1964.
8. А. М. Вахуркина. Сб. «Вопросы острой внутренней клиники». М., 1949.
9. А. А. Бейнсфельд. Педиатрия, № 1, 1941.
10. Е. Жавков, Вл. Динев, Р. Големинова. Глазные симптомы в общей диагностике. София, 1967.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Г. АРЗУМАНОВ, И. Б. ТОПЕРМАН, В. С. ХОНЕЛИДZE, Б. П. ИАШВИЛИ,  
В. Д. КИКНАDZE

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАСТИН НА ПРОЦЕСС  
ЗАЖИВЛЕНИЯ ОЖГОВЫХ РАН В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 28.3.1974)

За последние годы был проведен ряд исследований по применению пленок из синтетических и биологических полимерных материалов для лечения ожогов в эксперименте и клинике [1—4]. Результаты этих исследований позволяют считать разработку и применение биологических пленок в лечении ран и ожогов перспективным направлением в современной пластической хирургии.

Предложенные нами биологические пластины проявили стимулирующий эффект при лечении скальпированных ран кожи и ожоговых поражений в эксперименте [5]. В настоящей статье изложены результаты гистоморфологического исследования процесса заживления ожоговых ран под биологической пластиной. Эксперименты проводились на 40 белых крысах одного возраста и веса. Все животные были разделены на две группы — контрольную и опытную — по 20 животных в каждой группе. Крысам в области спины справа от позвоночника наносился ожог III степени, размер поражения составлял 10—12% общей площади поверхности кожного покрова. Животных контрольной группы лечили открытым методом, а опытной группы — с помощью биоластины.

Для гистологического исследования из краев и центра ожоговой раны вырезались кусочки ткани, которые фиксировались в 5% формалине. В опытной группе на 10-й день проводилась некрэктомия и накладкавалась биологическая пластина с антибиотиком, в контроле струп отторгался самопроизвольно к 22-му дню.

Заживление ожоговых ран у крыс в опытной и контрольной группах проходило неодинаково.

К 15-му дню после ожога площадь ран в опытной группе уменьшилась до 42% исходной величины. Под микроскопом — рст молодой грануляционной ткани и эпителизация ее краев, в центральной части грануляционная ткань покрыта струпом. Эпителиальный покров многослойный, содержит все слои.

К 15-му дню в контрольной группе раны покрыты подсыхающим и отторгающимся струпом, под микроскопом видна некротическая масса, а в глубине ее идет развитие молодой грануляционной ткани.

К 25-му дню после ожога площадь ран в опытной группе уменьшилась до 21% исходной величины, рана сухая, гнойного отделяемого нет, дефект полностью заполнен соединительной тканью, в которой отмечается дальнейшее созревание ее. Эпителиальный пласт со здоровых участков перемещается по незрелой соединительной ткани, почти достигая центральной части дефекта.

К 25-му дню после ожога в контрольной группе площадь ран уменьшилась до 66% исходной величины, дефект заполнен грануляционной тканью, богатой волокнами, отмечается замедленная эпителизация, раны покрыты кровянистой корочкой, имеется гниющее отделяемое. Бактериологические исследования показывают, что в ожоговых ранах вегетирует гидроеродная микрофлора, чувствительная к антибиотикам.

К 35-му дню раны в опытной группе зажили полностью, рана полностью заполнена зрелой соединительной тканью, покрыта многослойным эпителием, в котором отмечаются нормальный процесс ороговения, вращание эпителия в подлежащую соединительную ткань, богатую волокнистыми структурами. В соединительной ткани — потовые и сальные железы и волосяные луковицы.



Рис. 1. Ожоговая рана (контрольная) на 15-й день после ожога. Под микроскопом — некроз всех слоев кожи



Рис. 2. Ожоговая рана (опытная) на 35-й день после ожога. Под микроскопом — эпителиальные сосочки, врастающие в соединительную ткань, а также волосяные луковицы

К 35-му дню площадь ран в контрольной группе уменьшилась до 33% исходной величины, дефект заполнен зрелой соединительной тканью, которая частично по краям покрыта эпителиальным покровом. К 55-му дню раны в контрольной группе зажили полностью, рана полностью заполнена зрелой соединительной тканью, покрыта многослойным эпителиальным покровом, эпителий недостаточно дифференцирован, эпителиальные клетки не претерпевают нормального процесса ороговения, нет вращания эпителия в подлежащую соединительную ткань, нет эпителиальных сосочков, отсутствуют потовые, сальные железы и волосяные луковицы.

Таким образом, применение биологических пластин при лечении ожогов IIIБ степени в эксперименте стимулирует образование и созревание грануляционной ткани, создает благоприятные условия для репаративной регенерации обожженных тканей и значительно ускоряет заживление ожоговых ран. Биологическая пластина обеспечивает полноценное заживление ожоговых ран с полным восстановлением морфологического состава высокодифференцированного эпителиального покрова, а также восстановление волосяных луковиц, потовых и сальных желез. На основании антибактериальных и стимулирующих свойств биопластины ее можно характеризовать как удобную био-

логическую повязку для механической и антибактериальной защиты ожоговых ран.

Полученные экспериментальные результаты позволяют считать перспективным применение биопластины для подготовки ожоговой раны к аутопластике и в соответствующих случаях в качестве равноценной замены гомопластики.

Институт гематологии  
и переливания крови  
им. акад. Г. М. Мухадзе  
МЗ СССР

(Поступило 29.3.1974)

მაჰაპირიმიენტული მედიცინა

ა. არზუმანოვი, ი. ტოპერმანი, ვ. ხონელიძე, ბ. იაშვილი, ვ. კიკნაძე

ბიოფირმების ზეგავლენა დამწვრობითი მრილოზის  
შახორცების პროცესზე მაჰაპირიმიენტში  
რეზიუმე

40 თეთრ ვირთხაზე გამოკვლეული იყო დამწვრობითი ჭრილობის შეხორცებაზე ბიოლოგიური ფირის გავლენა. ჩატარებულმა გამოკვლევამ ცხადყო, რომ ბიოფირები ასტიმულირებენ გრანულაციური ქსოვილის წარმოქმნას და მომწიფებას, მნიშვნელოვნად აჩქარებენ დამწვრობის შეხორცებას. ბიოფირები უზრუნველყოფენ დამწვრობის სრულფასოვან შეხორცებას მაღალდიფერენცირებული ეპითელიური საფარის სრული აღდგენით, აგრეთვე კანის დერმატების აღდგენას, რასაც არა აქვს ადგილი საკონტროლო ცხოველებში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. G. ARZUMANOV, I. B. TOPERMAN, V. S. KHONELIDZE, B. P. IASHVILI,  
V. D. KIKNADZE

## THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL FILMS ON THE PROCESS OF HEALING OF EXPERIMENTAL BURN LESIONS

Summary

Healing of burn lesions under biological film has been studied experimentally on rats. The stimulating effect of biological film in the formation and ripening of granulating tissue has been established as well as accelerated healing of lesions in the experimental series in comparison with controls. The positive properties of biological film as biological bandage are noted. In some cases biofilm can apparently replace homoplasty.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Хилькин, А. Б. Шехтер и др. Труды МОЛМИ им. И. М. Сеченова, т. XLIX, вын. 2, М., 1966.
2. Г. М. Дизик. Лечение ожоговых ран биологической гетеропленкой. Автореферат, Киев, 1966.
3. Р. Г. Брейтман. Клин. мед., 5, 1966.
4. Н. В. Нестерова, Л. П. Раскина, В. П. Перепелкин. Химико-фармацевтический ж., 11, 1970.
5. В. Д. Кикнадзе, Б. П. Иашвили и др. Сб. трудов НИИ гематологии и переливания крови им. акад. Г. М. Мухадзе, т. XIV, Тбилиси, 1974.





УДК 616.988

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Л. САГРАДЯН

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГАПТОГЛОБИНА В СЕКРЕТЕ  
 СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ У БОЛЬНЫХ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 5.4.1974)

Клиническая практика выдвигает настоятельную необходимость сопоставления тяжести и течения вирусного гепатита с показателями обмена веществ в интересах объективной оценки состояния больного, прогноза и разработки методов патогенетической терапии. В настоящее время имеется большое количество данных, свидетельствующих об увеличении или об уменьшении содержания гликопротеидов и отдельных углеводных компонентов их в крови при различных воспалительных и инфекционных заболеваниях. Антигенные свойства гаптоглобина отмечены в [1].

Нам не удалось найти данных как в отечественной так, и в зарубежной литературе, отображающих динамику уровня гаптоглобина в слюне у практически здоровых лиц и у больных вирусным гепатитом.

Количественное изменение гаптоглобина в патологии заставляет обратить внимание клиницистов [2—9] и биохимиков на его роль в патогенезе заболевания. Одним из ведущих факторов в нарушении обмена является изменение функциональной способности печени, вследствие которого снижается содержание гаптоглобина в сыворотке крови [10].

Противоречивый характер носят литературные данные о характере содержания гаптоглобина в сыворотке крови у больных вирусным гепатитом. В [10, 11] отмечено снижение уровня гаптоглобина, в то время как авторы [3, 12, 13] находят, что концентрация гаптоглобина у детей, больных эпидемическим гепатитом, не изменена. Повышение концентрации гаптоглобина у больных вирусным гепатитом на второй неделе от начала желтухи в период снижения других осадочных проб и энзим отмечено в [14, 15], причем нормализация уровня гаптоглобина наблюдалась в период поздней реконвалесценции. Авторы справедливо заключают, что определение гаптоглобина с этой целью имеет преимущество перед такими взятыми в отдельности пробами, как щелочная фосфатаза, трансаминаза, осадочные белковые пробы. Этим подчеркивается важность определения гаптоглобина у больных вирусным гепатитом, имеющего большое прогностическое и диагностическое значение.

Содержание гаптоглобина в секрете слюнных желез определялось нами по [16]. Под нашим наблюдением находились 122 больных вирусным гепатитом (80 мужчин, 42 женщины), из них легкой формой — 64, среднетяжелой — 54, тяжелой — 4. По возрасту: до 16 лет было 76 человек, от 16 до 50 лет — 33, от 50 лет и выше — 13. У всех больных диагноз вирусного гепатита был подтвержден клиническим, а также лабораторным обследованием (определение гемограммы, билирубина, проба Таката-Ара, осадочные пробы и т. д.). Контролем служили здоровые лица, в возрасте от 16 до 50 лет (всего 41 человек).



Средний уровень гаптоглобина у здоровых лиц в слюне составлял  $99,28 \pm 53,16$  мг% (индивидуальные колебания  $35,25 \pm 195,75$  мг%).

В таблице представлено изменение уровня гаптоглобина в секрете слюнных желез у больных вирусным гепатитом в разгар болезни. В период разгара болезни уровень гаптоглобина в секрете слюнных желез понижается: чем тяжелее протекает заболевание, тем значительнее понижается содержание гаптоглобина. Однако величина гаптоглобина при легкой форме болезни в обеих возрастных группах статистически недостоверна, т. е. Нр находится в пределах нижней границы нормы, что лишает этот показатель диагностического значения при данной форме гепатита. При среднетяжелой и тяжелой формах болезни отклонение гаптоглобина от нормы существенны и статистически достоверны.

Изменение уровня гаптоглобина в секрете слюнных желез у больных вирусным гепатитом в разгар болезни (мг %)

Форма тяжести болезни	Возраст	Статистические показатели			
		М мг %	$\pm \sigma$	$\pm m$	t
Контрольная группа		99,28	53,16	8,4	—
Легкая	до 16 лет	77,98	23,02	4,1	2,3
	От 16 до 50 лет	70,75	32,60	11,1	2,1
Среднетяжелая	До 16 лет	67,55	18,65	4,8	3,5
	От 16 до 50 лет	64,55	14,91	4,5	3,7
	От 50 лет и выше	62,00	8,50	4,9	3,8
Тяжелая	От 50 лет и выше	54,25	18,68	10,7	3,4

Нами установлено, что чем старше возраст больных, тем ниже уровень гаптоглобина почти во всех периодах болезни. Эти данные нами выявлены при легкой и среднетяжелой формах болезни, где были представлены две и три возрастные группы соответственно. При тяжелой форме болезни у нас имелись данные только для одной старшей возрастной группы. В период угасания наблюдается тенденция к нормализации уровня гаптоглобина во всех возрастных группах и при формах заболевания.

В период выздоровления полная нормализация имела место только при легкой форме болезни, а при среднетяжелой и тяжелой формах уровень гаптоглобина почти нормализовался. Изменение уровня гаптоглобина в слюне у больных вирусным гепатитом отражено на рис. 1

Полученные нами изменения уровня гаптоглобина у больных вирусным гепатитом в секрете слюнных желез согласуются с данными автора [10, 11, 17, 18], изучавших содержание Нр в сыворотке крови у аналогичных больных. Чем тяжелее протекает заболевание, тем резче выражены деструктивные изменения печени, что вызывает снижение гаптоглобина как в крови, так и в слюне параллельно с тяжестью гепатита.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы. У больных, страдающих вирусным гепатитом, значительно изменено содержание гаптоглобина в секрете слюнных желез. Степень нарушения уровня гаптоглобина в слюне зависит от возраста, тяжести и периода заболевания. В период разгара болезни содержание гаптоглобина в секрете слюнных желез понижается. Чем тяжелее заболевание и старше возраст больного, тем ниже уровень гаптоглобина. При легкой форме Нр находится на нижних границах нормы, а

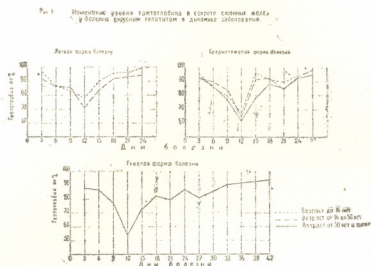


Рис. 1. Изменение уровня гаптоглобина в секрете слюнных желез у больных вирусным гепатитом в динамике заболевания в зависимости от тяжести, периода и возраста больных

при среднетяжелой и тяжелой формах намного ниже нормы. У больных с легкой формой болезни в возрасте до 16 лет в период выздоровления уровень гаптоглобина нормализуется, а у остальных больных при различных формах тяжести заболевания почти нормализуется. Гаптоглобинемия в слюне коррелирует со степенью тяжести заболевания. Чем резче выражены деструктивные изменения печени, тем ниже уровень гаптоглобина. Исследование изменений уровня гаптоглобина в слюне в комплексе с клиническими данными можно рекомендовать в качестве дополнительного метода для диагностики, прогноза и контроля за выздоровлением больного. Снижение концентрации гаптоглобина в слюне характерно для вирусного гепатита и помогает в дифференциальной диагностике паренхиматозной и механической желтух, но нормальный уровень его не исключает легкую форму вирусного гепатита.

ა. საგრადიანი

ჰაპტოგლობინის დონის ცვლილება პირუსული  
 ჰეპატიტით დაავადებულების სანერწყვი ჯირკვლის სპერმტში  
 რეზიუმე

ვირუსული ჰეპატიტით დაავადებულების ნერწყვში ჰაპტოგლობინის კონცენტრაცია მცირდება, რაც კორელაციაშია დაავადების სიმძიმესთან.

ჰაპტოგლობინის მერყეობა ნერწყვში შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს როგორც დამატებითი მეთოდი.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

A. L. SAGRADYAN

VARIATION OF HAPTOGLOBIN (Hp) LEVEL IN THE SALIVARY  
 GLAND SECRETION OF PATIENTS WITH INFECTIOUS  
 HEPATITIS

## Summary

Decrease of haptoglobin level in the salivary gland secretion in patients with infectious hepatitis was found to correlate with the severity and period of the illness and the patient's age.

Investigation of the variation of haptoglobin level in the saliva in combination with clinical evidence can be recommended as an additional method of differential diagnosis of parenchymal and mechanical jaundice, prognosis and control of the patient's recovery. On the other hand, it spares the patients from frequent sampling of blood from the vein.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Буртен. Сб. «Иммуноэлектрофоретический анализ». М., 1960, 112.
2. P. Milliez, L. Hartmann, G. Lagrie. *J. Urol. méd. chir.*, v. 65, 1962, 248.
3. M. Nyman. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, v. 9, 1957, 168.
4. M. F. Jayle, J. Vallin. *Sem. Hop. Paris*, v. 28, 1952, 3133.
5. D. M. Kahlich-Koenner. *Wien med. Wsch.*, Bd. 110, 1960, 493.
6. H. Mathies, E. Schleifer, K. Liebrich. *Klin. wsch.*, Bd. 41, 1963, 653.
7. D. Rizzi, U. Gillardi, A. Tursi. *Settim. med.*, v. 50, 1962, 803.
8. J. A. Owen, G. C. Gruchy, H. Smith. *J. Clin. Path.*, v. 13, 1960, 478.
9. C. G. Bergstrand, P. Fürst, Y. Larsson *et al.* *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, v. 14, 1952, 629.
10. R. K. Murray, G. E. Connell. *Nature (Lond.)*, v. 186, 1960, 86.
11. R. Murray, G. Connell. *Pert. J., Blood*, v. 17, 1961, 45.
12. J. A. Owen, R. Padawgi. *Scot. Med. J.*, v. 9, 1964, 14.
13. M. Nyman. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, v. 13, 1961, 625.
14. Г. К. Громов. Материалы 2-й биохимической конференции прибалтийских республик и Белорусской ССР. Рига, 1965.
15. O. Hevér, G. Wadasz. *J. Pediat.*, v. 67, 1965, 1156.
16. H. Smith, J. A. Owen. *Biochem. J.*, v. 78, 1961, 723.
17. С. Я. Капланский. Сб. «Химические основы процессов жизнедеятельности». М., 1962.
18. А. А. Лякишев. *Тер. арх.*, т. XXXIX, вып. 8, 1967, 32—37.



ბ. ოდილაძე

ბრავშიმბის სინჰირის ასახვა ვერბალურ ძეგვანში და  
მეტყველების ეფექტი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. ნათაქემ 23.4.1974)

სალიტერატურო ენაში გამოყენებული ტექსტის ელემენტების განმეორებათა სინჰირების ასახვა სუბიექტში სხვადასხვა კუთხით გამოკვლეული აქვთ ეტნიკს [1], ანდერვუდს და შულცს [2], ჰოუესს [3], გ. კეჩხუაშვილს [4], ა. ვასილევჩის [5], რ. ფრუმკინას [6], გ. ოდილაძეს [7]. ამ მკვლევარების მიერ მოპოვებული ფაქტები მიუთითებენ, რომ მოცემული ენის მატარებელი ინდივიდები, ენაში გამოყენებული ტექსტის ელემენტების — ასოების, დიგრამების, ტრიგრამების და ა. შ. და სიტყვების გამეორებათა სინჰირების პროგნოზირებას სწორად ახდენენ, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სუბიექტის სწორი მოქმედებისათვის, რადგან ინფორმაციის გარკვეულ ნაწილს გარემოდან მეტყველების სიგნალების სახით ვიღებთ. აღქმის გაძნელებულ პირობებში უფრო სწრაფად და სწორად გამოიცნობა ის ასო, დიგრამა, ტრიგრამა და ა. შ. ან სიტყვა, რომელიც მეტყველებაში უფრო სწორად იხმარება.

როდის იჩენს თავს პირველად სინჰირის „ცოდნა“ და როგორია სიტყვის ასახვის ასაკობრივი დინამიკა? ამ მიზნით ჩვენ გამოვიკვლიეთ ქართულ სალიტერატურო ენაში ხმარებული ასოების განმეორებათა სინჰირების გენეზისი მოსწავლეებში პირველიდან მეათე კლასის ჩათვლით.

გამოირკვა, რომ I კლასის მოსწავლეებში კორელაცია ასოთა განმეორების ობიექტურ სინჰირებსა ( $F_0$ ) და სუბიექტურ სინჰირებს შორის ( $F_s$ )  $Z_0=0,50$ -ის ტოლია.  $P<0,01$ . ეს შედეგები შეიძლება მივაკუთვნოთ ზეპირი მეტყველების ეფექტს. როგორც ჩანს, მეტყველების დაწყების დღიდან მშობლიურ ენაში ხმარებული ბგერების (ფონემების) განმეორების სინჰირები უკვალოდ არ იკარგება. ჩვენს ცდები ჩატარებული იყო სწავლის დაწყებიდან ოთხი თვის შემდეგ, როდესაც პირველი კლასის ბავშვებმა ასოების მხოლოდ ერთმანეთისაგან გარჩევა იცოდნენ.

II კლასის მოსწავლეებთან კორელაცია  $F_0$  და  $F_s$  შორის  $r_0=0,75$ . განსხვავება I და II კლასის შედეგებს შორის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანია. ეს განსხვავება შეიძლება მივაკუთვნოთ სწავლების ეფექტს, ეს ეფექტი უმთავრესად კითხვის პრაქტიკის შედეგია. ტექსტებში ხმარებული ასოების (გრაფემების) განმეორების სინჰირები უნებლიედ აისახება, რაც ნაკითხობასთან ერთად მატულობს. ცდის ჩატარების დროს მეორე კლასის ბავშვები უკვე თავისუფლად ფლობენ კითხვის ტექნიკას.

III კლასში კორელაცია  $r_0$  0,75-ის ტოლია, IV-ში  $r_0=0,75$ , ხოლო V-ში მატულობს —  $r_0=0,79$ . VI კლასში კი  $F_0$  და  $F_s$  შორის კორელაცია უმნიშვნელოდ ეცემა. VII კლასში  $r_0=0,76$ , VIII კლასში ისევ მატულობს  $r_0=0,78$ . IX-ში  $r_0=0,81$ , ხოლო X-ში  $r_0=0,84$ . როგორც ირკვევა, VI კლასის მოსწავლეებში ასოთა განმეორების სინჰირის „ცოდნა“ ჩამოყალიბებულია. „მოამბე“, ტ. 75, № 3, 1974

ლია, რაც ადასტურებს გ. კეჩუაშვილის მტკიცებას, რომ ქართული ენის სტატისტიკური „ცოდნა“ მოსწავლეებში საბოლოოდ 13 წლის ასაკში უკვე ჩამოყალიბებულია [8].

მიღებული შედეგები მიუთითებენ, რომ სიხშირეების „ცოდნის“ დაგროვება ხდება თანდათან, აღმავალი გზით. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ დიგრამების, ტრიგრამების და სიტყვების სიხშირეების „ცოდნის“ ჩამოყალიბება ანალოგიურად უნდა ხდებოდეს.

ისმის კითხვა — როგორია ქართული ანბანის როლი ასოთა სიხშირის  $F_s$  ჩამოყალიბებაში?

ეს საკითხი შესწავლილი აქვთ ინგლისურ მასალაზე ეტნივს და რუსულ მასალაზე ა. ვასილევჩის.

ეტნივმა დაადგინა, რომ თანამედროვე სალიტერატურო ინგლისურ ენაში გამოყენებული ასოების  $F_s$  კორელაციაშია ანბანურ თანამედროვეობასთან —  $r_0=0,65$ ; მანვე დაადგინა, რომ ინგლისურ ენაში  $F_0$  არ არის ანბანთან კორელაციაში.  $r_0=-0,30$ , რაც, ჩვენი აზრით, ინგლისური ენის იმ თავისებურებით უნდა იყოს გამოწვეული, რომ ბგერები და გრაფემები ამ ენაში ერთმნიშვნელოვნად არ არიან დაკავშირებულნი.

ა. ვასილევჩმა ეს საკითხი გამოიკვლია რუსული ენის მასალაზე. აღმოჩნდა, რომ  $F_0$  კორელაციაშია ალფაბეტთან —  $r_0=0,46$ ; მისი აზრით, რუსულ ენაში ანბანში ასოს ადგილი გავლენას ახდენს ამ ასოების  $F_s$ -ზე. ამავე აზრს გამოსთქვამს ინგლისური ენის მიმართაც.

ჩვენი მონაცემებით, ქართულ სალიტერატურო ენაში კორელაცია  $F_s$ -სა და ანბანს შორის  $r_0=0,76$  ( $P<0,05$ ), ხოლო  $F_0$  კორელაციაშია ანბანთან  $r_0=0,64$ . ინგლისური და რუსული ენისაგან განსხვავებით ქართულ ენაში შედარებით მეტია კორელაცია  $F_0$  და ანბანს შორის, რაც შეიძლება აიხსნას ქართული ენის იმ თავისებურებით, რომ ყოველ ცალკეულ ბგერას ერთი გარკვეული გრაფემა შეესაბამება.

ქართული ენის ასოთა ანბანური თანმიმდევრობა ჩვენ შევადარეთ ძველ სალიტერატურო ქართულ ენაში (იაკობ ცურტაველი „წამებაა წმიდისა შუშანიკისი დედოფლისაჲ“ მიხედვით V ს.) გამოყენებული ასოების  $F_0$  სიხშირებს, აღმოჩნდა, რომ კორელაცია აქაც საკმაოდ მაღალია:  $F_0=0,59$ .

რამდენადაც ქართულ ანბანში ასახულია ობიექტური სიხშირეები, ისემა კითხვა — ასრულებს თუ არა ანბანი რაიმე როლს  $F_s$  „ცოდნის“ ჩამოყალიბებაში?

ჩვენი კვლევის შედეგებიდან ირკვევა, რომ ბგერების განმეორების სიხშირეები გარკვეული ოდენობით ასახულია მოსწავლეებში. მათ უკვე აქვთ „ცოდნა“ ასოთა განმეორების ობიექტური სიხშირეების შესახებ ანბანის დაუფლებამდე. როგორი დამოკიდებულებაა ამ „ცოდნასა“ და ანბანურ თანმიმდევრობას შორის?

ანბანში ასოთა თანმიმდევრობა, ჩვენი აზრით, მეტყველების ეფექტით არის განსაზღვრული. ამიტომ არის ანბანის ასოთა თანმიმდევრობაში ასახული ობიექტურად ენისათვის დამახასიათებელი სიხშირეები. ანბანური თანმიმდევრობა სუბიექტის სიხშირის „ცოდნის“ ჩამოყალიბებაში არ მონაწილეობს, ის თვითონ არის განსაზღვრული ინდივიდის მეტყველების პრაქტიკით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 26.4.1974)



Г. Ф. ОДИЛАДЗЕ

 ОТРАЖЕНИЕ ЧАСТОТ ГРАФЕМ В ВЕРБАЛЬНОМ  
 ПОВЕДЕНИИ И ЭФФЕКТ РЕЧИ

Резюме

На основе опытов, проведенных над учащимися I—X классов, выясняется, что характерные для языка частоты букв отражаются постепенно в индивидуе, который является носителем данного языка. Обнаружено, что среди учащихся I классов, которые еще не имеют опыта чтения, уже довольно четко отражена повторяемость звуков, используемых в языке. Этот результат рассматривается нами как эффект речи.

Предполагается, что первоначальное, с определенной последовательностью составление алфавита происходило под влиянием эффекта речи.

PSYCHOLOGY

G. Ph. ODILADZE

 REFLECTION OF GRAPHEME FREQUENCIES IN VERBAL  
 BEHAVIOUR AND THE EFFECT OF SPEECH

Summary

An experimental study involving pupils of the I-X forms indicates that the letter frequencies are gradually reflected in subjects speaking a given language. In form I pupils who lack reading experience the repetitions of the sounds used in the given language are rather clearly reflected. The result is considered to be the effect of speech. A high correlation was also found between the letter sequence of the Georgian alphabet and the objective frequencies. The alphabet does not influence the formation of subjective frequencies, itself being determined by the speech practice of the individual.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Attneave. J. Exp. Psychol., vol. 46, № 2, 1953.
2. B. J. Underwood, B. W. Schulz. Meaningfulness and Verbal Learning. Chicago, 1960.
3. D. N. Howes, R. L. Solomon. Visual duration threshold as a function of word-probability. J. Exp. Psychol., vol. 41, № 6, 1951.
4. Г. Н. Кечухашвили. Вопросы психологии, № 2, 1966.
5. А. П. Василевич. Сб. «Психологические и психолингвистические проблемы владения и овладения языком». М., 1969.
6. Р. М. Фрумкина. Вероятность элементов текста и речевое поведение. М., 1971.
7. Г. Ф. Одиладзе. Сообщения АН Грузинской ССР, 62, № 1, 1971.
8. Г. Н. Кечухашвили. «Новые исследования в психологии и возрастной физиологии», № 2. М., 1970.





ბ. გოგოლაშვილი

ზმნისწინისებულ ხმოვანთა ცვლასთან დაკავშირებული  
 ზოგი საკითხი დიალექტებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიურმა 8.4.1974)

ქართულში ზმნისწინებს ოთხი ხმოვანი ახლავს: ა, ი, ო და ე. ეს ხმოვნები დიალექტებში სხვადასხვა ცვლილებას განიცდის, რასაც არაერთი მკვლევარი შეხებია, მაგრამ ზოგი რამ კიდევ არის გასარკვევი, სახელდობრ: ა) განიცდის თუ არა ცვლილებას ყველა ზმნისწინისებული ხმოვანი; ბ) შეუძლია თუ არა ყველა ხმოვანს ზმნისწინისებული ხმოვნის შეცვლა; გ) რა სახის ცვლილება ხდება; დ) აქვს თუ არა მნიშვნელობა ურთიერთმოქმედ ხმოვანთა პოზიციას.

1. დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ ზმნისწინისებული ხმოვანი იცვლება ზმნის როგორც პირიან, ისე უპირო ფორმებთან, გვაქვს, ერთი მხრივ: გო უ ტ ე ხ ე - ლ ი, დო უ ნ ა ხ ა ვ ი, გ უ შ ე ტ ა რ ი (←გაუშეტარი), მ შ უ მ ა ნ ე ლ ი (←მოუშმანელი) და, მეორე მხრივ: გო უ ტ ე ლ ა, დე ი ნ ა ხ ა, გ უ შ ა პ ე ბ ა (←გაუშაება), დ უ ჩ ე მ ე ბ ს (←დაუჩემებს).

2. ზმნისწინისებულ ხმოვანზე თითქმის ვერ ახდენს გავლენას ფუძისებული ხმოვანი, მიუხედავად იმისა, მათ შორის კონტაქტური ურთიერთობაა თუ დის-ტანციური. მაგალითად: გა ე რ თ ი ა ნ დ ა, გა ო რ ტ ი ც დ ა, გა უ რ ჩ დ ა, დ ა ი ნ ტ რ ე ს დ ა, დ ა ი მ ე დ ე ბ უ ლ ი (და არა გვერთიანდა, გაურჩადა და ა. შ.); ასევე გა ვ ე ლ უ რ დ ა, გა ვ ე რ ა ნ დ ა, გა გ ი ჟ დ ა, გა გ ე ბ უ ლ ი (და არა გველურდა, გვევრანდა და ა. შ.).

ერთადერთ გამონაკლისს წარმოადგენს ვედ/ვიდ ზმნა; მხოლოდ ამ ზმნის ფუძისებული ხმოვანი იწვევს ზმნისწინისებული ხმოვნის შეცვლას: წ ე - ვ ე დ ი, ჩ ე ვ ე დ ი, გ ე ვ ი დ ა. გამონაკლისი თვით ამ ზმნის თავისებურებასთან ჩანს დაკავშირებულს: აღნიშნულ ზმნაში ედ/იდ სუფიქსადაა მიჩნეული [1]; შეიძლება ვეფთქრა, რომ ზმნისწინისებული ხმოვნის შეცვლა გამოიწვია სუფიქსისებულმა ხმოვანმა, მაგრამ მსგავსი ცვლილება არ ხდება ისეთ ზმნებში, როგორიცაა ა-ღ-ე ბ ა, დ-ღ-ე ბ ა, წ ა-მ-ე ბ ა, გა-გე ბ ა და სხვ. სუფიქსისებული ხმოვანი ვერ იწვევს ზმნისწინისებული ხმოვნის შეცვლას: დაბრკოლებას ძირისებული თანხმოვანი ქმნის. ამგვარად, ვედ ფუძე თავისებური ძალისაა.

3. ზმნისწინისებული ხმოვნის შეცვლას იწვევს მხოლოდ პრეფიქსისებული ხმოვანი: ა (ქცევისა), ე (გვარისა), ი (ქცევისა და გვარისა) და უ (ქცევისა და მიმღობის მაწარმოებელი). როგორც ცნობილია, ზმნისწინისებული ხმოვანი ყველა დიალექტში ერთნაირად არ იცვლება, მაგრამ დგინდება კანონზომიერება, რომელსაც ემორჩილება ზმნისწინისებულ ხმოვანთა ცვლა ყველა დიალექტში: ასიმილაცია-დისიმილაციის ძალით ზმნისწინისებული ხმოვანი იცვლება თანაბარი ლიაობის ან შედარებით ვიწრო ხმოვნით თუ ნახევარხმოვნით. თუ გავითვალისწინებთ ზმნისწინისებულ და ზმნის პრეფიქსისებულ ხმოვანთა შესაძლო კომბინაციებს [2], აღმოჩნდება, რომ მათი განვითარების გზა ადასტურებს დებულებას (კომპლექსის განვითარების ერთდარივე საფეხური შეიძლება შეგვხვდეს რამდენიმე დიალექტში. ამ შემთხვევაში ჩვენ მხოლოდ ერთ-ერთ მათგანს მიუთითებთ).

- აა — ა; თუმ: გ ა ე კ ე თ ე ბ ს — გ ა ა ე კ ე თ ე ბ ს.  
 აე — აე — აე — აე — ე; გაეგზავნა, იმერ: გეეგზავნა, გურ:  
 გიეგზავნა, აჭარ: გდეგზავნა, თუმ: გეეგზავნა.  
 აი — აი — იი — ი; წაილო, იმერ: წიილო, გურ: წიილო, აჭარ: წილო.  
 აუ — აუ — აუ — აუ — უ; დაუძახა, იმერ: დოუძახა, გურ: დუუძა-  
 ხა, აჭარ: დუძახა.  
 ია — ია; მიაგდო, აჭარ: მიაგდო.  
 იე — იე; მიელო, აჭარ: მიელო.  
 იი კომპლექსში ზმნისწინისეული ხმოვანი არ იცვლება.  
 იუ — იუ; მიუსვი, კახ: მუუსვი (მდრ. მუუსვი-მოუსვი).  
 ია — ია — ია; მოაქვს, იმერ: მუაქვს, აჭარ: მუაქვს.  
 იე — იე; მოერგო, კახ: მუერგო.  
 იე — იე; მოერგო, იმერ: მიერგო.  
 იი — იი; მოიტანა, იმერ: მიიტანა.  
 იუ — იუ — უ; მოუტანს, გურ: მუუტანს, თუმ: მიუტანს.  
 ეა — ეა — ია; შეაქვს, ფშურ: შიაქვს, აჭარ: შიაქვს.  
 ეე — ეე — იე; შეებრალა, გურ: შიებრალა, აჭარ: შიებ-  
 რალა.  
 ეი — იი — იე; შეიძლო, თუმ: შიიძლო, აჭარ: შიიძლო.  
 ეუ — იუ — იუ — უ; შეუთვალა, იმერ: შოუთვალა, გურ:  
 შუუთვალა, აჭარ: შუუთვალა.

ქართულში, კახურსა და მოხურში უ და ი ხმოვნები ვერ იწვევს წინა-  
 მავალი ა ხმოვნის ცვლას; ზმნისწინისეული ხმოვნები იცვლება მხოლოდ ე  
 ხმოვნის გავლენით: გეელო, წეელო და ა. შ.

ია და ეა კომპლექსთა განვითარების გზებს თუშურისათვის ასე აღადგე-  
 ნენ: ია — \*აა — ა, ეა — \*აა — ა [3] ქეევის ნიშნისეული ა ხმოვანი იმგავ-  
 სებს შედარებით ვიწრო ი და ე ხმოვნებს და შემდეგ ხდება შერწყმა. ზმნის-  
 წინისეულ ხმოვანთა ამგვარი მონაცვლეობა (ვიწრო — ფართო) არა გვაქვს  
 სხვა დიალექტებში, პირიქით ამ კომპლექსთა განვითარების სხვაგვარი გზე-  
 ბია დადგინილი, ამიტომ თუშურისთვისაც ისე უნდა აღვადგინოთ ამ კომ-  
 პლექსთა განვითარების გზები, როგორც ეს სხვა დიალექტებშია დადასტურე-  
 ბული: ია — ია — ია — ა; ეა — ია — ა. დიფთონგის გამარტივების  
 საფუძველზე დაკარგული ნახევარხმოვნის საკომპენსაციოდ დაგრძელდა ა  
 ხმოვანი (ამგვარი ფაქტები ხშირია თვით თუშურ დიალექტში), ამდენად შე-  
 იძლება დავუშვათ თუშურისა და აჭარულისათვის გრძელ ხმოვანთა ამგვარი  
 წარმომავლობა.

4. ზმნისწინისეულ და ზმნის პრეფიქსისეულ ხმოვნებს შორის სუბიექ-  
 ტური პირველი პირის „ვ“ ნიშნის ჩართვა პროცესზე არავითარ გავლენას არ  
 ახდენს: მე-ვე წყვეთ, წე-ვიღე, გე-ვიგე და სხვ. ინტერვოკალურ პო-  
 ზიციაში მოქცეული ობიექტური პირის ნიშნები მ, გ, გვ პროცესს საგრძნობ-  
 ლად აბრკოლებენ: ი ხმოვანი წინამავალ ხმოვანს მხოლოდ აჭარულში ცვლის:  
 ი-მი შენა, ში-მი-იტანა, დი-გიშალო, ში-გვიყვანა და სხვ. სხვა  
 დიალექტებში ასიმილაციონის როლში მხოლოდ ე ხმოვანი გვევლინება: მე-  
 ვე გო, მე-გველო, გე-მე გო და ა. შ. ყველა შემთხვევაში ხდება მხოლოდ  
 რეგრესული ასიმილაცია.

5. რთული ზმნისწინის პირველი კომპონენტისეული ხმოვნის ცვლილების  
 მიზეზი არის არა მომდევნო ასიმილირებული ხმოვანი [4, 5], არამედ მისი მა-  
 ასიმილირებელი ხმოვანი. ისეთ შემთხვევებში, როგორცაა გემეეყვანა,  
 წეემეელო და სხვ. ვნებითის ე ხმოვანი იმგავსებს როგორც მეორე, ისე  
 პირველ კომპონენტისეულ ხმოვანს. ამგვარ ახსნას ადასტურებს იმერული  
 დიალექტისათვის დამახასიათებელი ისეთი ფორმები, როგორცაა გამეეეყ-  
 ვანა, წამეეელო და ა. შ. აქ ა ხმოვანს ვერ იმსგავსებს ვერც ნაასიმილა-  
 ციარი ე ხმოვანი და ვერც მომდევნო ი ხმოვანი, რადგან ინტერვოკალურ პო-  
 ზიციაში მოქცეულია მ თანხმოვანი.



6. სამეცნიერო ლიტერატურაში სხვადასხვაგვარადაა ახსნილი დიალექტური მჱ- (მო-) და მჱა- (მე-) ზმნისწინთა წარმოშობა.

მო- ზმნისწინის მჱ- ფორმის არსებობა მჱა- პოზიციაში (მატანა, მააგლიჯა და ა. შ.) ასიმილაციადაა მიჩნეული [3, 4]; მამ- პოზიციაში (მამკლა, მამიტანა და ა. შ.) ა ხმოვანს ორ ბავისმიერ ბგერას შორის მოქეცული ო ხმოვანი დელაბიალიზებულ სახედ მიიჩნევენ [6, 7]. ხოლო როცა არ ხერხდება ო → ა პროცესის ახსნა ასიმილაცია-დისიმილაციის საფუძველზე, მჱ-ს არსებობის მიზეზად ერთფეროვნებისაკენ მიდრეკილებისა და ანალოგიის პრინციპს ასახელებენ [4, 7].

ამრიგად, აღნიშნულ მოსაზრებათა ავტორები ვარაუდობენ პროცესს მო → მჱ, რაც, ჩვენი აზრით, სადავოა, რადგან: ა) ზმნისწინისეულ ხმოვანთა ამგვარი მონაცვლეობა (ვიცრო → ფართო), როგორც ვნახეთ, არ დასტურდება არც ერთ დიალექტში; ბ) მო- || მჱ- და მი- ზმნისწინთა შეპირისპირების საფუძველზე მჱ- ფორმას მიიჩნევენ პირველადად [8—10], რადგან, ცნობილია, რომ სააქეთო და საიქითო მიმართულების გამოხატვაში ი ხმოვანს ა ხმოვანი უპირისპირდება; გ) ქართულში მჱ- ფორმის პირველადობას უჭერს მხარს ამ ზმნისწინის მეგრული შესატყვისი მო- (მორთი „მორი“); დ) მო- ფორმის მეორეულობას ადასტურებს აგრეთვე რთული ზმნისწინების ანალიზი: ამოჩამო-, გამო-, შემო-, წამო-, ზმნისწინებში ო ხმოვანი ვერ იმსგავსებს პირველი კომპონენტისეულ ა და ე ხმოვნებს. არა გვაქვს მოსალოდნელი გომოყ ა ე ს, შომო ა ქვ ს და ა. შ. ვფიქრობთ, რომ პირველი კომპონენტისეული ხმოვნის უცვლელობის მიზეზი ო ხმოვნის მეორეულობაა, ხოლო მეორეული ხმოვანი სხვა ხმოვანზე გავლენის უნარს მოკლებულია [11].

მაშასადამე, მჱ- არის პირველადი, ხოლო მო- მეორეული. ამაში წილი მიუძღვის მ სონანტს, რომელმაც დაიმსგავსა მომდევნო ა ხმოვანი [10].

ასევე ორი ფორმითაა წარმოდგენილი დიალექტებში შე- ზმნისწინიც: შე- / მჱ-. ერთი ზმნისწინის ორი ფორმის ურთიერთმიმართების შესახებ სამეცნიერო ლიტერატურაში გადაჭრით არაფერია ნათქვამი. მკვლევართა უმრავლესობა მხოლოდ ფაქტზე მიუთითებს და აღნიშნავს, რომ შე-ს ნაცვლად იხმარება მჱ-, ე. ი. შე- ფორმას მიიჩნევენ ამოსავლად.

მჱ- ფორმის პირველადობაზე მიუთითებს დეეტერსი [8]. ქართველურ ენათა მონაცემების გათვალისწინების საფუძველზე თ. გ ა მ ყ რ ე ლ ი ძ ე მიღის იმ დასკვნად, რომ „შოვ ა ფუქიდან უნდა მომდინარეობდეს შე-პრევერბი ქართულში, რომლის ფუნქციაა მიმართულების გამოხატვა გარედან შიგნით: შოვ ა → შუა → მჱ ა → შე“ [12].

შე → მჱ პროცესის ფონეტიკურ ნიადაგზე ახსნა არ ხერხდება, ამავე დროს ამგვარი დაშვება ეწინააღმდეგება იმ კანონზომიერებას, რომელზეც დამყარებულია ზმნისწინისეულ ხმოვანთა ცვლა დიალექტებში, ეს კი გვაძლევს საფუძველს დავეთანხმით მოსაზრებას, რომლის მიხედვითაც მჱა → შე. ამგვარ ფონეტიკურ ცვლილებათა მიზეზად ამ პოზიციაში უმახვილო ფართო ხმოვნის დაეწროებას მიიჩნევენ [12].

პირველადი სახით დასავლურში, კერძოდ, იმერულში ეს ზმნისწინი გვხვდება მხოლოდ რთული ზმნისწინების შემადგენლობაში: შ ა მ ო ღ გ ა, შ ა მ ო ღ ე გ ი („შემოდგომა“), შ ა მ ე ვ ი დ ა და ა. შ. სპეციალურ ლიტერატურაში ამგვარ ფორმებში — მჱა- ზმნისწინის არსებობას მო-ს დართული ხსნიან [6, 7], ხოლო იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა გამოეწვია მო- ზმნისწინს ე ხმოვნის ა-ღ შეცვლა, არაფერია ნათქვამი. ამ შემთხვევაში შე → მჱ პროცესის უსაფუძვლობაზე მიუთითებს ისეთი ფორმების არსებობა, როგორიცაა შე შ ა მ ჩ ნ ი ა, შე მ ა ხ ვ ე დ რ ა, შე მ ა რ ი გ ა და სხვ. სადაც იმავე ფონეტიკურ გარემოცვაში ზმნისწინის ვიწროხმოვნის ვარიანტია დაცული. შამო- ზმნისწინში პირველადი მჱ- ფორმის არსებობა რთული ზმნისწინის სიძველეზე უნდა მიუთითებდეს. გაურკვეველია რამ შეუწყო ხელი პირველი კომპონენტის ამ ფორმით შემონახვას.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 16.5.1974)

Г. Б. ГОГОЛАШВИЛИ

 НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ  
 ПРЕВЕРБИАЛЬНЫХ ГЛАСНЫХ В ДИАЛЕКТАХ

Резюме

В диалектах превербиальный гласный меняется как при личных, так и при безличных формах глагола; гласный основы не влияет на превербиальный гласный.

Установлена закономерность: на основе асимплиации-диссимплиации превербиальный гласный меняется либо гласным одинаковой открытости, либо относительно узким гласным, либо полугласным.

LINGUISTICS

G. B. GOGOLASHVILI

 SOME QUESTIONS RELATED TO PREVERBAL VOWEL  
 CHANGE IN DIALECTS

Summary

Some aspects of preverbal vowel change in Georgian dialects are discussed. The basic regularities underlying preverbal vowel change have been established.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. არნ. ჩიქობავა. ქანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. თბილისი, 1938, 272-274.
2. შ. ძიძიგური. ხმოვანთა კომპლექსების ფონეტიკურ პროცესთა საფუძველი ქართულ კილოებსა და ზანურში, ივე I. თბილისი, 1946.
3. თ. უთურგაიძე. თუშური კილო. თბილისი, 1960, 17.
4. არ. მარტიროსოვი, გრ. იმნაიშვილი. ქართული ენის კახური დიალექტი. თბილისი, 1956, 35; 89.
5. შ. ძიძიგური. მესხური დიალექტი, ძიგბანი ქართული დიალექტოლოგიიდან. თბილისი, 1954, 134.
6. ქ. ძოწენაძე. ზემომეგრული მეტყველების ზოგიერთი თავისებურება, ქპიშ, XVIII. ქუთაისი, 1957, 240.
7. კ. კუბლაშვილი. ფონეტიკური პროცესები ქართული ენის დასავლურ კილოებში, ქპიშ, XIX. ქუთაისი, 1959, 262; 249.
8. G. Deeters. Das khartiawefiscie Verbum. Leipzig, 1900, 12, 10.
9. არ. მარტიროსოვი. ზმნისწინების შედგენილობა და მათი პირველადი ფუნქციები ძველ ქართულში, ივე, V. თბილისი, 1958, 81.
10. გ. კაქარავა. სადავო ფორმის მქონე ერთი ზმნისწინის აგებულებისათვის ქართულში, პსსპიშ, ტ. 25. თბილისი, 1973, 80, 81.
11. ვ. თოფური. კვლავ უმლაუტისათვის სვანურში, ტუმ, VIII. თბილისი, 1928.
12. თ. გამყრელიძე. სიბილანტთა შესატყვისობანი და ქარაველურ ენათა უძველესი სტრუქტურის ზოგიერთი საკითხი. თბილისი, 1959, 56.



УДК 894.631 (7.067.26)

ფილოლოგია

ბ. შიტივაური

ფორმალური პარალელიზმი ქართულ ხალხურ კომეზიაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 23.5.1974)

ფორმალური პარალელიზმი შესაბამისი თემატიკის, მეტრისა და მოცულობის ხალხურ ლექსებში ფართოდ არის გავრცელებული. ზოგიერთი მკვლევარი მასში ფსიქოლოგიური პარალელიზმის დაშლის პროდუქტს ხედავს, მაგრამ თუ მხედველობაში მივიღებთ აღნიშნულ პირველყოფილ აზროვნებაში არსებულ წყვილების პრინციპს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ფორმალური პარალელიზმი თავისი სემანტიკური საწყისებით შორეული წარსულიდან იღებს სათავეს. იგი ახლოს დგას პარალელიზმის უძველეს ტიპთან.

ფორმალური პარალელიზმი როგორც კომპოზიციური ხერხი ფსიქოლოგიური პარალელიზმისაგან უპირველეს ყოვლისა იმით განსხვავდება, რომ მასში აუცილებელი არ არის გარკვეულ კანონზომიერებაზე დამყარებული სიმბოლური და რეალური მოტივების არსებობა და პოეტური ანალოგიის საფუძველზე მათი ურთიერთმხატვრული თანაფარდობა. მეორეც, ფორმალური პარალელიზმის სიმეტრიული ნაწილები ზოგჯერ აბსოლუტურად მოკლებულია ურთიერთშორის პოეტურ-ასოციაციურ კავშირს, რასაც, ცხადია, ადგილი არა აქვს ფსიქოლოგიური პარალელიზმის სიმბოლურ და რეალურ სურათებში, სადაც პოეტურ-ასოციაციური კავშირი აუცილებელ მხატვრულ და ემოციურ ულემენტს წარმოადგენს.

ფორმალურ პარალელიზმს ტიპიური გამოყენება აქვს ხალხურ შაირებში (აქ ივულისხმება როგორც დაბალი, ისე მაღალი შაირი). ეს შაირები შეიძლება სხვადასხვა თემატიკისა იყოს: სატრფიალო, საყოფაცხოვრებო, ფილოსოფიური და სხვ. აქ გვაქვს მეტწილად ერთი მხრივ ოთხტაეპიანი, ხოლო მეორე მხრივ ექვსტაეპიანი სტროფები (აქაც რეამარცვლიანი სალექსო ტაეპია ნაგულისხმევი). მათ შორის ფორმალური პარალელიზმი ყველაზე მეტად ოთხტაეპიან სტროფშია გავრცელებული. ჩვეულებრივ ეს სტროფები (ოთხტაეპიანიც და ექვსტაეპიანიც) დამოუკიდებელ სალექსო ერთეულს წარმოადგენს.

თუ ანგარიშს გავუწევთ იმ ფაქტს, რომ ფორმალური პარალელიზმი სალექსო სტროფის, ატრიბუტს შეადგენს, მაშინ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფორმალური პარალელიზმის წარმოშობა სტროფის წარმოშობით არის გაპირობებული.

ფორმალური პარალელიზმი სატრფიალო შაირებში ხშირადაა რეალიზებული:

გაზაფხულისა პირზედა  
 შაშვმა დაიწყო გალობა,  
 დამადნე სანთელივითა,  
 დაიწვას შენი ქალობა.

აქ ფორმალური სურათია:

გაზაფხულისა პირზედა  
 შაშვმა დაიწყო გალობა.

რეალური სურათია:

დამადნე სანთელივითა,  
 დაიწვას შენი ქალობა.



აქ რეალური სურათი ფორმალურ სურათთან არავითარ შინაარსობრივ-ლოგიკურ და მხატვრულ-ასოციაციურ კავშირში არ არის. მაგრამ მათ შორის არსებობს რიტმული მთლიანობა, რომელიც მოცემულ შაირს ერთ კომპოზიციურ სალექსო ორგანიზმად აერთიანებს. ამრიგად, ამ შემთხვევაში რიტმი დომინირებულ როლს ასრულებს.

რიტმული მთლიანობა განმსაზღვრელ მომენტად გვევლინება სატრფიალო თემაზე აგებულ სხვა დამოუკიდებელ სტროფშიც, რომელშიც ფორმალური პარალელიზმი აგრეთვე შინაარსობრივ-მხატვრული კავშირის გარეშე არის წარმოდგენილი:

გაფრინდი, შავო მერცხალო,  
დაპყე ალაზნის პირსაო,  
ომი არ გაუჭირდება  
კარგი დედ-მამის შეილსაო.

ფორმალური პარალელიზმი საყოფაცხოვრებო შაირებშიც გვხვდება. ზოგიერთი მათგანისათვის საღალღობო იუმორია დამახასიათებელი:

ეს მგელი იმით მოკვალით, — თხა შეგვიკამა ნისლაო,  
აჩქარდი დიასახლსო, სხვაგანაც გვინდა მისვლაო.

ფორმალური პარალელიზმი არც სოციალური შინაარსის ლექსისათვის არის უცხო მოვლენა:

ჭართლია დიდი სოფელი,  
თოვლს დასდებს, აღარ აიღებს,  
რაც მოსავალი მოუვით,  
იმას ბატონი წაიღებს.

დამოწმებული მაგალითებიდან პირველი ნიმუში შეიცავს ფორმალურ პარალელიზმს, რომლის ნაწილებს შორის რაიმე შინაარსობრივ-ლოგიკური ურთიერთობა არ შეინიშნება. მეორე ნიმუშში კი, — სოციალურ თემაზე აგებულ სტროფში, — ფორმალურ და რეალურ სურათებს შორის გარკვეული კავშირი ივარაუდება.

ფორმალური პარალელიზმი შრომის სიმღერაშიც არას გამოყენებული. აქაც ამ მხატვრული ხერხის ზოგადი პრინციპი არის დაცული. საერთოდ ასეთი ტიპის სტროფები უპირატესად იზომეტრული წყობისაა:

აგერ მოდის თეთრი ცხენი,  
იმას უნდა ბევრი ქერი,  
ყანის მკაში ვერ მაჯობებ,  
გინდა გებას რკინის ხელი.

ეს მხატვრული ხერხი თანამედროვე ლექსებშიც გვხვდება.

ჩვენს დროშაზე ახატია ჩაქუჩი და ნამგალი,  
საბჭოთა ხელისუფლება მუდამ იყავ მაგარი.

შედარებით მცირე რაოდენობით დამოუკიდებელ საერთო ერთეულად გვხვდება სტროფი, რომელშიც ექვსი ტაეპია. აქ, როგორც წესი, ფორმალური ნაწილი შეიცავს ორ ტაეპს, რეალური — ოთხს:

ზამთარი ვარდსა დააქენოს,  
ფურცელი შეიქმს დენასა,  
მაშინ კარგია კაი ყმა,  
ხმალი რომ შეიქმს ელვასა,  
ისარი მოციქულობდეს,  
შუბი აგდებდეს ენასა.



არის შემთხვევა, როდესაც ფორმალური პარალელიზმი ლექსისა თუ ბალადის დასაწყის სტრიქონებად გვევლინება. ამ დროს იგი პოეტური ნაწარმოების ერთგვარ პრელუდიას წარმოადგენს:

ვაზაფხულით გაიშლება  
 სოსანი და იაო,  
 ბიჭებო, ყური დაუგდეო,  
 ლადოს შიირიო.

აქ ექსპოზიციურ ნაწილს შემდეგ უშუალოდ ლექსის ფაბულა მოსდევს. მსგავსი ფაქტი დასტურდება სხვა ნიმუშშიც:

დავჯე, დავიწყე ლექსობა,  
 ჩონგურს აუბი ლარები,  
 მცხეთას აშენდა ზაპისი,  
 მუშებო, თქვენი ძალებით.

და ა. შ.

გვაქვს ფორმალური პარალელიზმის შემცველი ისეთი სტროფები, რომლებიც ტიპიური ფორმულების სახით ზღაპრის დაბოლოების დროს იხმარება. ესაა საკუთრივ ამბის დალოცვითი დასასრული, რომელშიც არქაული საწესჩვეულებო პოეზიის ელემენტებია შემორჩენილი.

აღნიშნული ფუნქციის ზოგიერთი ტიპიური ფორმულა ზოგადი ხასიათისაა და მისი რეალური ნაწილი ხშირ შემთხვევაში მსმენელის დალოცვას ითვალისწინებს:

მთას ჟრემი ავიტანე,  
 წამოვიდა გორებითა,  
 აქ სიცოცხლით დამიძებით,  
 საიქიოს ცხონებითა.

ამბის დალოცვითი დასასრულის ტიპიურ ფორმულაში ზოგჯერ კონკრეტულად გეოგრაფიული გარემოც არის დასახელებული. გეოგრაფიული გარემო ჩვეულებრივ ფორმალური პარალელიზმის ფორმალურ ნაწილში შედის, მის რეალურ ნაწილში კი კვლავ მსმენელთა დალოცვაა მოცემული:

უნავირი მცხეთას დამრჩა,  
 მოსართავი არაგვზედა,  
 დმერთმა ყველას გავიმარჯოთ,  
 ვინაც სხედხართ ალაგვზედა.

ამა თუ იმ დამოუკიდებელ სალექსო სტროფში თუ შიარში ფორმალური პარალელიზმის ფორმალურ და რეალურ ნაწილებს შორის ზოგჯერ მკრთალად მაინც გაილეხებს შორეული მხატვრული ასოციაციები:

დავესწარ ცისა ვახსნასა,  
 მასკვლავის გამრავლებასა,  
 შენ რომ თვალთ დაგინახე,  
 ნეტა ჩემს გახარებასა.

აქ პოეტური ანალოგიის კანონი მოქმედებს: ფორმალურ ნაწილში ვადმოცემული ცის ვახსნა და ვარსკვლავთ გამრავლება უშუალო ფიგურალურ კავშირშია ადამიანების ურთიერთდახმავით გამოწვეულ სიხარულთან.

ამრიგად, ზოგიერთ ფორმალურ პარალელიზმში ამა თუ იმ ინტენსივობით მაინც იგრძნობა მხატვრულ-ასოციაციური კონტაქტები. ჩვენი აზრით ასეთი კატეგორიის ფორმალური პარალელიზმების უმრავლესობა გენეზისით პოეტუ-

რი აზროვნების ადრეულ ეტაპს უკავშირდება, როდესაც სიმბოლური სახიერება უფრო რთული და მდიდარი შინაარსით იყო აღბეჭდილი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 შ. რუსთაველის სახ. ქართული ლიტერატურის  
 ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.5.1974)

ФИЛОЛОГИЯ

Г. Е. ШЕТЕКАУРИ

## ФОРМАЛЬНЫЙ ПАРАЛЛЕЛИЗМ В ГРУЗИНСКОЙ НАРОДНОЙ ПОЭЗИИ

Резюме

Формальный параллелизм как художественное средство часто применяется в образцах грузинского поэтического фольклора. Особенно типично он используется в народных песнях с любовной, бытовой и философской тематикой.

Формальный параллелизм состоит из формальной и реальной частей. Он выполняет как изобразительную, так и эмоциональную функцию.

PHILOLOGY

G. E. SHETEKURI

## FORMAL PARALLELISM IN GEORGIAN FOLK POETRY

Summary

Formal parallelism as an artistic device is frequently resorted to in specimens of Georgian folk poetry. It is especially typical in folk songs of amorous, every-day life and philosophical themes. Formal parallelism consists of formal and real parts, performing both figurative and emotional functions.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ხალხური სიტყვიერება, I. თბილისი, 1918.
2. ხალხური სიტყვიერება, III. თბილისი, 1953.
3. ალ. ლ. ონტო. ქართული შაირები. თბილისი, 1941.
4. მ. ჩიქოვანი. ქართული ხალხური სიტყვიერების ისტორია. თბილისი, 1956
5. А. М. Новикова. Народные частушки. М., 1960.
6. Б. Ф. Поршнев. Социальная психология и история. М., 1966.
7. H. Wallon. Les origines de la pensee chez l'enfant. t. 1. Paris, 1945.

მ. ნიორაძე

ახალი აღმოჩენები საბაჟიას მღვიმეში

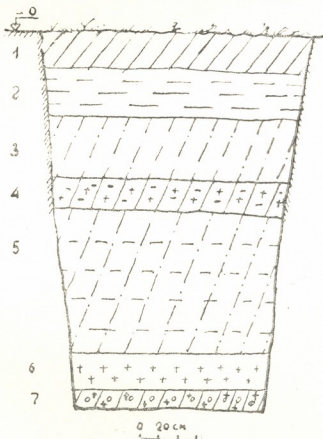
(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. აფაქიძემ 28.6.1974)

საქართველოს ტერიტორიაზე ქვის ხანის ადამიანის ცხოვრების კვალი პირველად წყალწითელას ხეობაში იქნა მიკვლეული.

XIX საუკუნის 40-იანი წლებიდან მოყოლებული დღემდე აღნიშნულ ხეობაში არქეოლოგიურად საინტერესო მღვიმეებია დადასტურებული. ამათგან აღსანიშნავია იაზონის [1], საკაყიას [2], ჭახათის დამარხული მღვიმე [3] და სხვ.

წყალწითელას ხეობის მღვიმეებს შორის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ძეგლს საკაყიას მღვიმე წარმოადგენს, რომლის მონაპოვარმა ჯერ კიდევ 60 წლის წინათ დაადასტურა ქვის ხანის ადამიანის ნაკვალევის არსებობა კავკასიაში. (რ. შმიდტი, ლ. კოზლოვსკი).

საკაყიას მღვიმის განივი ზოლი №9736



სურ. 1

1936—1937 წლებში ხსენებული მღვიმე გათხარა და მეცნიერულად შესწავლა გ. ნიორაძემ. გათხრების შედეგად ნათელი გახდა ფენათა სტრატოგრაფია, მათი სტრუქტურული შედგენილობა [2] (სურ. 1).

პირველი ფენა — მოშავო ჰუმუსი, კირქვის ნატეხების ჩანარებით, შეიცავს გვიანი ღროის თიხის კურკლის ფრაგმენტებს, ძელებს, სისქე 30—40 სმ;

მეორე ფენა — მოყავისფრო თიხნარი კირქვის ნატეხების ჩანართებით, გვიანი პერიოდის ნაშთების შემცველი, სისქე 50 სმ;  
 მესამე ფენა — მოწითალო-მოყავისფრო თიხნარი, მცირე რაოდენობის კირქვის ნატეხების ჩანართებით, სტერილური, სისქე 65 სმ;  
 მეოთხე ფენა — მოშავო თიხნარი, ნახშირის ნამცეცების ჩანართებით, ზედაპალეოლითური ნაშთების შემცველი, სისქე 30—40 სმ;  
 მესუთე ფენა — ღია მოყავისფრო თიხნარი, კირქვის ნატეხების ჩანართებით, სტერილური.

ამრიგად, საკაქიას მღვიმეში დადასტურებული იყო ერთი ზედაპალეოლითური კულტურული ფენა. აღნიშნული მღვიმე მეციერიებაში შევიდა როგორც ზედაპალეოლითური ხანის კლასიკური ძეგლი.

1973 წელს არქეოლოგიურმა ექსპედიციამ (გ. გრიგოლია, მ. ნიორაძე) [4] სტრატეგრაფიის დაზუსტების მიზნით საკაქიას მღვიმის შესასვლელიდან დაახლოებით 7—8 მ მანძილზე, სადაც მღვიმის ვანი 2,5 მ-ია, ვაჭრა საძიებო თხრილი ზომით 2,3×0,8×2,1 მ. იგი მიმართულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ აღმოსავლეთისაკენ. თხრილის ვაჭრის შედეგად გამოვლინდა შემდეგი სურათი. ზედაპირიდან 1,5 მ-ის სიღრმეზე ვრცელდებოდა სტერილური ფენა — ღია მოყავისფრო წებოვანი თიხნარი, რომელიც შეიცავს კირქვის ნატეხებს (გ. ნიორაძის სტრატეგრაფიული ჰრილის მეხუთე ფენა). სტერილურს მოსდევს ლითოლოგიურად განსხვავებული ფენა — მუქი მოყავისფრო თიხნარი (0,3—0,4 მ სისქისა). იგი კირქვის მცირე ნატეხების შემცველია; მასში ლინზების სახით გვხვდება მოშავო ფერის თიხნარი. ფენა კულტურულია, შეიცავს ქვედაპალეოლითური ეპოქის ნაშთებს. 1,9 მ სიღრმიდან ფენა იღებს უფრო მოყვითალო ფერს, ღორღიც უფრო წვრილმარცვლოვანია. მასალა მცირდება; ნაპოვნია თითო-ოროლა ძვლის ფრაგმენტი და კაქის ერთი ანატკეცი. ფენა გათხარეთ მხოლოდ 20 სმ სიღრმეზე, ჯერჯერობით არ არის დადგენილი კულტურული ფენის სისქე. მის ქვემოთ მდებარე ფენების თანამიმდევრობა, სიმძლავრე, ხასიათი და სხვ. ერთი რამ კი უდავოდ დადგინდა, რომ საკაქიას მღვიმეში დაცულია კიდევ ერთი, ღრემდე უცნობი, კულტურული



სურ 2

ფენა, რომელიც გ. ნიორაძის მიერ დადასტურებული ზედაპალეოლითურისაგან 1,5 მ სისქის სტერილური წარმონაქმნით არის გამოყოფილი. ამ უკანასკნელმა მოგვცა ქვის იარაღ-ანატკეცები (11 ცალი) და ცხოველის (მღვიმური დათვი?) ძლიერ ფოსილიზებული ძვლის ფრაგმენტები. ქვის ნაკეთობათა შო-

რის, რომელთა დასამზადებლად უპირატესად არგილიტია გამოყენებული, გამოირჩევა არალევალუური ტექნიკით ნაკეთები სახოკები (სურ. 28, 9, 10), დანა-სახოკი (სურ. 211), წვეტანა (სურ. 21) და ანატკეც-ანამტკერეები (სურ. 22-7).

ეს მცირე, მაგრამ ძალზე საინტერესო მონაპოვარი სავარაუდოდ მუსტიერული ხანით უნდა დათარიღდეს.

ამრიგად, საკაჯიას მღვიმის დღემდე ცნობილ სტრატეგრაფიულ კრილში გამოვლენილ ხუთ ფენას ემატება ჩვენს მიერ საძიებო თხრილში მიკვლეული, მღვიმეში ადრე გამოვლენილი ფენებისაგან როგორც კულტურულად, ისე ქრონოლოგიურად მკვეთრად განსხვავებული მეექვსე და მეშვიდე ფენები.

იმისათვის, რომ კიდევ უფრო მეტი დამაჯერებლობით და სრულად წარმოვიდგინოთ ამ ძეგლის სტრატეგრაფიული სურათი, აუცილებელია გაგრძელდეს მღვიმის არქეოლოგიური გათხრები.

მღვიმეში უკვე გამოვლენილი და მოსალოდნელი ახალი მონაპოვრის შესწავლა ბევრ არსებითს შეგვძენს დასავლეთ საქართველოს ზედაპალეოლითური კულტურების გენეზისის საკითხების კვლევისათვის. მღვიმის მთლიანი გათხრა შესაძლებლობას მოგვცემს სრული წარმოდგენა შეგვქმნას ძეგლის კულტურულ-ქრონოლოგიური ადგილისა და საერთოდ ძეგლის ხასიათის შესახებ.

ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.6.1974)

АРХЕОЛОГИЯ

М. Г. НИОРАДЗЕ

## НОВЫЕ ОТКРЫТИЯ В ПЕЩЕРЕ САКАЖИА

Резюме

В пещере Сакажиа (близ г. Кутаиси) впервые 60 лет тому назад были засвидетельствованы следы пребывания человека каменного века.

В результате раскопок, осуществленных проф. Г. К. Ниорадзе в 1936—1937 гг., Сакажиа вошла в науку как классический памятник эпохи верхнего палеолита.

Археологической экспедицией в 1973 г. (Г. К. Григолия, М. Г. Ниорадзе) с целью уточнения стратиграфии памятника в Сакажиа на расстоянии 7—8 м от входа в пещеру был заложен разведочный шурф, ориентированный с северо-запада на юго-восток. Размеры шурфа 2,3×0,8×2,1 м. На глубине 1, 5 м был обнаружен стерильный слой светло-коричневого суглинка с примесью щебня. Этот слой подстилается коричневатым суглинком более темного тона с примесью небольшого количества известнякового щебня. Толщина слоя 30—40 см. Слой культурный. Он содержит материал эпохи нижнего палеолита, известного здесь доньше. На глубине 1,90 м слой представлен суглинком более светлого тона с примесью гравия, содержащим инвентарь эпохи нижнего палеолита. Слой был вскрыт мощностью 20 см.

Нижнепалеолитические слои содержат орудия и отщепы из аргилита и кремня (11 ед.), а также сильно фосилизованный фаунистический материал пещерного медведя (?). Среди орудий: скребла (рис. 28, 9, 10), нож-скребло (рис. 211, остроконечник (рис. 21) изготовленные нелевалуазской техникой.

Добытый в 1973 г. материал предварительно датируется мустьерской эпохой. Большое научное значение этих находок, равно как и постановка в будущем широких раскопок в пещере Саказхиа, не требуют дополнительных аргументаций.

## ARCHAEOLOGY

M. G. NIORADZE

### NEW FINDS IN SAKAZHIA

#### Summary

A Stone Age human settlement in the Sakazhia Cave (near Kutaisi) was discovered for the first time sixty years ago (R. Schmidt, L. Kozlovski). As a result of the excavations carried out by Professor G. K. Nioradze in 1936-1937 Sakazhia is known as a classical site of the Upper Palaeolithic. The cultural layer of the Lower Palaeolithic in Sakazhia was discovered for the first time by the archaeological expedition of 1973 (G. K. Grigolia and M. G. Nioradze). It is separated from the Upper Palaeolithic layer, which was discovered by G. K. Nioradze, by a 1.5m-thick sterile layer. The artefacts found in the Lower Palaeolithic layer consist of side-scrapers (Fig. 2<sub>8-10</sub>), blades (Fig. 2<sub>11</sub>), points (Fig. 2<sub>1</sub>) etc. These tools, produced by non-Levallois technique, are dated to the Mousterian.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Dubois de Montpereux. Voyage autour du Caucase, t. III. Paris, 1839, გვ. 163.
2. გ. ნიორაძე. ქვის ხანის აღმიანი საქაიის გამოქვაბულში. თბილისი, 1953.
3. ნ. ბერძენიშვილი. ქვის ხანის ახალი ძეგლი წყალწითელას ხეობაში (ვახთის გამოქვაბული). თბილისი, 1964.
4. გ. გრიგოლია, მ. ნიორაძე. სამეგრელოს ქვის ხანის საძიებო-არქეოლოგიური ექსპედიციის მუშაობის შედეგები, საველე არქეოლოგიური კვლევა-ძიება 1973 წელს (მოკლე ანგარიშები). თბილისი, 1974.





УДК 6(09)

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

Г. Ф. КЮНЕ, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР),  
 И. А. АНДРИАШВИЛИ

АМАЛЬГАМНО-ДИФФУЗИОННОЕ ПРИКРЕПЛЕНИЕ  
 ПЕРЕГОРОДОК ДЛЯ ПЕРЕГОРОДЧАТЫХ ЭМАЛЕЙ

Искусство художественной обработки металлов было развито в Грузии еще в глубокой древности. Большого мастерства достигли древние грузинские умельцы в работах по золоту, в частности в изготовлении перегородчатых эмалей. Традиция изготовления перегородчатых эмалей на золоте имела длительную историю, которую можно проследить до конца XIV в. [1].

Перегородчатая эмаль с технической точки зрения представляет одну из самых сложных работ по золоту в древней Грузии. Это касается не только обработки золота, но и варки разноцветных эмалей.

Под перегородчатой эмалью понимается тонкий золотой лист с прикреплёнными к нему тонкими золотыми полосками небольшой высоты, пространства между которыми заполнены разноцветными эмалями. Перегородки предназначены для создания рисунка или узора и препятствуют смешению эмалей различного цвета.

Основной трудностью при изготовлении перегородчатой эмали является приклепление тончайших перегородок к основанию — золотому листу. Несмотря на наличие целого ряда работ, посвященных византийским, грузинским и другим эмалям [2—4], секрет припоя, применявшегося древними мастерами для приклепления перегородок, до недавнего времени оставался неизвестным.

Теофиль в своем трактате «Записка о разных искусствах», написанном в конце X или в первой половине XI в. [5], в книге III (глава 51) приводит рецепт припоя золота. Последний представляет собой по существу смесь окиси меди и золота с примесью флюса, приготовленную в виде пасты, наносимой в нужные места перед пайкой, Шульц [3] указывает, что с помощью описанной Теофилом технологии ему удавалось получать достаточно прочные соединения.

Однако возможность применения древними мастерами указанной выше пасты при изготовлении перегородчатых эмалей нам представляется сомнительной. Во-первых, при плавлении припоя из-за капиллярности должны были бы заполняться узкие пространства и щели, имеющиеся между перегородками. (Так, например, диаметр зрачка глаза в некоторых медальонах составляет лишь 0,4 мм, причем он заполнен эмалью, а не припоем). Кроме того, при нагревании пасты и расплавлении припоя практически невозможно удержать на поверхности золота сложный рисунок, составленный из перегородок. Затем, визуальное наблюдение за изделиями из перегородчатой эмали не указывает на возможность присутствия меди в местах припоя, так как цвет изделия везде одинаков [3] и соответствует цвету чистого золота. К сожалению, художественная и историческая ценность имеющихся образцов перегородчатой эмали не позволяет использовать их для химического анализа.

Вместе с тем, как известно [6], в прошлом золочение серебра производилось горячим способом: на поверхность серебра наносилась золотая амальгама; после соответствующего нагрева ртуть испарялась, оставляя на поверхности золота, прочно сцепленное с серебром. Затем, для придания блеска поверхность полировалась. Г. Н. Чубинашвили [6] высказывает предположение, что такая техника золочения применялась и в Грузии.

Как показывают наблюдения, в местах, трудно доступных для полировок — в углах и углублениях, поверхность позолоченного изделия остается матовой. Такая же поверхность наблюдается у изделий, выполненных в технике зерни и особенно, у золота в перегородчатых эмалях.

Это обстоятельство натолкнуло И. С. Таруашвили на мысль, что в древности при припайвании золотых перегородок к основанию должна была применяться ртуть. В 1949 г. ему удалось осуществить процесс прикрепления перегородок с использованием ртутной амальгамы и при участии авторов настоящей статьи изготовить несколько копий грузинских эмалей [7], находящихся в настоящее время в Музее искусств Грузии.

Методика прикрепления золотых перегородок к основанию и изготовления наружного рисунка для заполнения эмалью состоит в следующем: готовится золотая пластинка нужной формы и размера, толщиной 0,4—0,5 мм. Края пластинки загибаются на высоту 1,5—2,5 мм, и, тем самым, образуется коробчатая форма. Из листового золота толщиной 0,1—0,15 мм нарезаются полосы шириной 1,5—2,5 мм, которые после их выгибания по заданному эскизу рисунка или узора (орнамента) последовательно укладываются в указанную выше коробку. При этом в случае необходимости рисунок корректируется по месту, по мере укладки перегородки. При укладке необходимо добиваться плотного прилегания полос (перегородок) к основанию.

После завершения укладки перегородок изделие разбирается и внутренняя часть коробчатого основания смачивается ртутью, которая берется в таком количестве, чтобы поверхность полностью, без излишков, была покрыта ею. На подготовленное таким образом коробчатое основание вновь укладываются перегородки в соответствии с рисунком (узором) и заливается небольшое количество ртути. Собранным этим способом изделие выдерживается при комнатной температуре в течение 6—8 часов, после чего закладывается в печь и нагревается медленно до 950—1000°C (примерно в течение 1 часа). При такой температуре оно выдерживается в течение 10 часов.

Вышеописанный режим нагрева и выдержки перегородок с основанием, на которое был нанесен слой ртути, исходит из диффузионного процесса взаимного растворения ртути и золота.

Из диаграммы состояний системы Hg—Au [8, 9] видно, что ртуть значительно больше растворяется в золоте, чем золото в ртути.

Начиная с 20° и выше насыщение золота ртутью доходит до 20%, в то время как растворимость золота в ртути даже при 122°C не превышает 1,5 и 1,7 вес.%. Это указывает на то, что с момента нанесения ртути на золото сразу же начинается диффузионный процесс, в результате которого образуются амальгамы с различными концентрациями ртути.

Вышеуказанная длительная термическая выдержка при высокой температуре способствует значительному удалению ртути и закреплению перегородок к основанию.

После остывания получается готовая основа будущего изделия из перегородчатой эмали. Остается лишь заполнить образованные перегородками полости разноцветной эмалью с последующей шлифовкой и полировкой изделия.

Следует отметить, что в результате длительной термической обработки частицы золота, освобождаясь от ртути, скрепляют золотую основу с перегородками так прочно, что их невозможно оторвать друг от друга без значительной деформации последних.

Таким образом, по завершению вышеуказанного термического процесса получается твердая амальгама, являющаяся, по-видимому, тем самым припоем, которым пользовались древние золотых дел мастера при изготовлении перегородчатых эмалей.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 23.5.1974)

ბიბლიოგრაფია

ბ. კიშვი, ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),  
ი. ანდრიაშვილი

ტიხროვის ამალგამურ-დიფუზიური დამაგრება  
ტიხროვიანი მინანქრებისათვის

რეზიუმე

საქართველოში ტიხროვანი მინანქრის დამზადებას ხანგრძლივი ისტორია აქვს. იგი მომდინარეობდა მე-14 საუკუნის ბოლომდე. შემდგომში ეს ტექნოლოგია დაიკარგა.

ნაშრომში აღწერილია ოქროს ფუძეზე ოქროსაგან დამზადებული თხელი ტიხროვის ამალგამურ-დიფუზიური დამაგრების ტექნოლოგია, რომლითაც სარგებლობდნენ ძველი ქართველი ოსტატები. ტიხროვის დასამაგრებლად იყენებდნენ სინდიცს, რომლის თხელ ფენასაც ასხამდნენ ოქროს ფუძეზე, შემდეგ მასზე აწყობდნენ ტიხრებს და ერთხანს ასე ტოვებდნენ. ამ ნაკეთობას თანდათანობით ახურებდნენ 1000°-მდე და ამ ტემპერატურაზე აყოვნებდნენ დაახლოებით 10 საათის განმავლობაში ჭარბი სინდიცის ასაორთქლებლად. ამ ტექნოლოგიით დამზადებული იქნა ტიხროვანი მინანქრის რამდენიმე ნიმუში.

HISTORY OF ENGINEERING

G. F. KUHNE, F. N. TAVADZE, I. A. ANDRIASHVILI

AMALGAM-DIFFUSION SECURING OF DIVIDING STRIPS IN  
CLOISONNÉ ENAMELS

Summary

The technology of amalgam-diffusion securing of thin gold dividing strips to the gold ground of cloisonné enamels is described in the paper. Georgian craftsmen presumably used this technology to make cloisonné enamel. It has been noted that this technology was used only up to the 14th century. The nature of the method is described. Mercury was used for securing the dividing strips. The gold ground was covered with a thin layer of

mercury and then the strips were fixed on the sheet. Then it was heated up to 1000°C and held at this temperature for some time to allow the evaporation of mercury. With a view to restoring the technology in question the authors of the present paper have, in collaboration with L. Taruashvili, made several specimens.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Я. Амيرانашвили. История грузинского искусства. М., 1963.
2. Н. Кондаков. История и памятники византийской эмали. СПб, 1892.
3. I. Schulz. Der Byzantinische Zellschmelz. Frankfurt a. M., 1890.
4. M. Rosenberg. Zellschmelz. Frankfurt a. M., 1921.
5. Манускрипт Тесфиля «Записки о разных искусствах». ВЦНИЛКР, сообщения 7. М., 1963.
6. Г. Н. Чубинишвили. Грузинское чеканное искусство. Тбилиси, 1959.
7. Chalva Amiranachvili. Les émaux de Géorgie. Paris, 1962.
8. М. Н. Гавзе. Взаимодействие ртути с металлами и сплавами. М., 1966.
9. М. Хансен, К. Андерко. Структура двойных сплавов. М., 1962.

75-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბესალაშვილი ლ. 320, 580  
 აგლაძე რ. 124, 364  
 ადოლაშვილი მ. 360  
 აღექსიძე ნ. 703  
 ალთუნაშვილი ც. 504  
 ამალღობელი ნ. 320, 580  
 ამყოლაძე თ. 408  
 ანდრიაშვილი ი. 755  
 ანდრიანოვი კ. 104  
 არევაძე ფ. 240  
 არეშიძე ქრ. 348  
 არზუმანოვი ა. 731  
 აფხაზავა ი. 104  
 ახალკაცი რ. 703  
 ახვლედიანი დ. 132  
 ახვლედიანი ე. 496  
 ახობაძე ლ. 320
- ბაგრატიონი ე. 485  
 ბალაძე ვ. 139  
 ბალაძე მ. 24  
 ბალაძე მ. 703  
 ბაიკაძე მ. 619  
 ბეგალიშვილი გ. 571  
 ბეგალიშვილი ნ. 76  
 ბეგიაშვილი მ. 619  
 ბენაშვილი ე. 348  
 ბენაშვილი მ. 568  
 ბერიძე რ. 436  
 ბერკოვიჩი ი. 43  
 ბიბილეიშვილი შ. 694  
 ბობოხიძე ე. 459  
 ბოკერია რ. 485  
 ბოკუჩავა მ. 187  
 ბოჭორიშვილი მ. 31  
 ბრეგვაძე მ. 437  
 ბროუნჩეი ფ. 95  
 ბურშტეინი მ. 40  
 ბუტი ე. 444
- გაბისიანი ა. 655  
 გაბუნია ვ. 336  
 გაბუნია ლ. 500  
 გაგნიძე რ. 683  
 გაგუა ა. 485  
 გეგეჭკორი ა. 716  
 გელაძე თ. 694  
 გელიშვილი ბ. 680
- გენევი დ. 288  
 გერსამია დ. 320, 580  
 გველეისანი ა. 80  
 გვერდწითელი ი. 116  
 გვიმრაძე ბ. 127  
 გვინიძე გ. 639  
 გიგინეიშვილი კ. 452  
 გოგებაშვილი ნ. 496  
 გოგია გ. 680  
 გოგინაძე დ. 124  
 გოგლიძე რ. 707  
 გოგოლაშვილი გ. 741  
 გოგუაძე ლ. 580  
 გომელაური ვ. 412  
 გომელაური ნ. 652  
 გორგიძე ა. 691  
 გორდენიანი მ. 459  
 გრიგალაშვილი ქ. 91  
 გრიჭოშვილი გ. 151  
 გუგუჩავა გ. 328  
 გუდუკოვი ბ. 351  
 გუდუკოვი ი. 452  
 გუმბარიძე ნ. 711
- დავითაშვილი ე. 100, 604  
 დავითაშვილი ნ. 153, 393  
 დასავევა მ. 320, 580  
 დამუხევეგი დ. 500  
 დევაძე ლ. 119  
 დემეტრაშვილი რ. 95  
 დემეტრაძე დ. 404  
 დემურიშვილი ნ. 153, 393  
 დვალი ჟ. 727  
 დობორჯგინიძე ლ. 60  
 დოლიძე ლ. 612  
 დოლიძე ნ. 703  
 დოლიძე ჟ. 639  
 დუგლაძე დ. 485  
 დუმბაძე გ. 485
- ეზიკაშვილი ო. 672  
 ენტოვი ვ. 160  
 ენუქაშვილი ი. 76  
 ერისტოვა ე. 43  
 ერშოვი ბ. 608
- ვადაჭკორია გ. 415  
 ვარაზანაშვილი გ. 496
- ვარვარიუკი ვ. 144, 380  
 ვარსიმაშვილი რ. 400  
 ვეფხვაძე ჟ. 168
- ზალიშვილი მ. 444  
 ზალდასტანაშვილი ნ. 668  
 ზედელაშვილი ე. 608  
 ზეზინა ნ. 452  
 ზურაბაშვილი ზიგ. 475, 723  
 ზურაბაშვილი ზიგ. 231  
 ზურაბაშვილი ნ. 191
- თავართქილაძე შ. 332  
 თავაძე ფ. 151, 388, 391, 660, 755  
 თავბერიძე მ. 599  
 თავხელიძე დ. 153, 393  
 თაქთაქიშვილი ი. 240  
 თევდორაძე ლ. 221, 485  
 თოდუა ბ. 202  
 თოიძე ო. 694  
 თოფურბიძე მ. 580  
 თოფჩიშვილი მ. 127  
 თუთბერიძე ბ. 375  
 თულიანი ლ. 592  
 თუმაჯანოვი ი. 436
- იაშვილი ბ. 731  
 ილურიძე-სტურუა მ. 484  
 ინჯგია რ. 324  
 იურკინი გ. 554
- კაკუშაძე ლ. 643  
 კაკუშაძე რ. 647  
 კაპანაძე გ. 27  
 კაპანაძე ჟ. 48  
 კაშიბაძე ვ. 148, 383  
 კაკიტაძე ო. 144  
 კახიანი ზ. 221  
 კერესელიძე ზ. 64  
 კერძაია ა. 485
- კვარაცხელია ვ. 535  
 კვირიკაშვილი ო. 388  
 კვიციანიშვილი ა. 599  
 კიანჯკო ვ. 660  
 კიკნაძე ვ. 731  
 კილაძე რ. 72  
 კიპერმანი ს. 351  
 კიუნე გ. 755



- კლინი ე. 184  
 კოლხიდაშვილი ქ. 444  
 კორინთელი გ. 127  
 კორშაკი ვ. 111  
 კოტაივა დ. 180  
 კოტია ა. 415  
 კოტრიკაძე ე. 107  
 კოჩინევა ს. 652  
 კუბლაშვილი ქ. 100  
 კუბრიცი მ. 391  
 კურცხალია ც. 631
- ლაბიძე ა. 576  
 ლაზრიყვა ნ. 675  
 ლაიტერერი ი. 539  
 ლაპიაშვილი ე. 583  
 ლაღიძე ნ. 615  
 ლევინი ა. 623  
 ლეკვიშვილი ნ. 463  
 ლეკვიშვილი თ. 420, 424  
 ლეონტიყვა ს. 111  
 ლესელიძე ი. 583  
 ლომიათა ო. 84  
 ლორია ლ. 507  
 ლორთქიფანიძე გ. 424  
 ლორთქიფანიძე მ. 139  
 ლორთქიფანიძე მ. 221  
 ლუთიძე შ. 420
- მაგრაქველიძე თ. 412  
 მაისაია ო. 296  
 მაისურაძე გ. 360  
 მაკოვეცი ს. 660  
 მამალაძე ნ. 351  
 მამფორია გ. 124  
 მამფორია დ. 675  
 მარგიყვი ბ. 655  
 მარდალეიშვილი თ. 432  
 მარკელოვი ი. 144, 380  
 მარუაშვილი ლ. 367  
 მასხარაშვილი ა. 168  
 მაღლაყელიძე დ. 655  
 მაღლაყელიძე თ. 163  
 მაჭავარიანი მ. 485  
 მახარაძე ა. 635  
 მახარაძე თ. 119  
 მაკოლბლიშვილი ზ. 207  
 მაკოლბლიშვილი თ. 227  
 მეზუყე ბ. 316  
 მეგრელიძე თ. 668  
 მედეყდევი ს. 719  
 მეტრეყვი ზ. 699  
 მზარეულიშვილი ნ. 604  
 მიყიროვი ა. 324  
 მინდინი ი. 104
- მიჭაშვიძე ა. 412  
 მიყელაძე მ. 308  
 მოყროუსოვა გ. 447  
 მოსაშვილი გ. 356
- ნადარაია ე. 532  
 ნადიბაიძე გ. 76  
 ნათიძე ე. 604  
 ნანობაშვილი ე. 356  
 ნასყიდაშვილი ი. 583  
 ნასყიდაშვილი პ. 687  
 ნაფეტყვარიძე ლ. 116, 343  
 ნაკელიშვილი გ. 583  
 ნყუნ-ხიუნ-ნგია 687  
 ნყურასოვი ლ. 576  
 ნემსაძე ე. 67  
 ნიყოლაძე ი. 587  
 ნიროაძე მ. 749  
 ნოლაიდელი ა. 107
- ოდილაძე გ. 737  
 ოდიშარია მ. 160  
 ონიანი ე. 173  
 ოსიძე ა. 275
- პაშყოყსკი ე. 304  
 პიატნიცი ი. 91  
 პერესუნყო ა. 596  
 პეტრიაშვილი რ. 169  
 პეტროვა ტ. 187  
 პოგოსიანი ა. 436
- ყიყიაშვილი ლ. 51  
 ყორდანიი თ. 471  
 ყორდანიი ი. 388
- რამიშვილი შ. 391  
 რიყყოვი ს. 447  
 რუსანოვი ა. 111
- საბელაშვილი შ. 612  
 საგრადიანი ა. 492, 731  
 სალუყვაძე რ. 320, 580  
 სამოილენყო ე. 623  
 სანიყიძე ჟ. 55  
 სარაჯიშვილი კ. 199  
 სარაჯიშვილი პ. 694  
 სიღამონ-ერისთავი მ. 231  
 სირაძე რ. 625  
 სიჭინავა შ. 195  
 სკობელებევა ნ. 187  
 სლადკოშტეყვი ე. 388  
 სმირონოვი ა. 339  
 სმირონოვი ბ. 623  
 სტეპანოვი გ. 151
- სულაძე ო. 388  
 სურმაყვა გ. 660
- ტატიშვილი ო. 332  
 ტოპერმანი ი. 731  
 ტურაშვილი ტ. 300  
 ტულუში კ. 202  
 ტყეზუჩავა რ. 35
- უგულავა ნ. 596  
 უთურაშვილი ე. 456
- ფაღავა ირ. 484  
 ფაჩულია ნ. 551  
 ფერაძე რ. 371  
 ფირცხალავა ნ. 596, 599  
 ფოჩიანი ლ. 220
- ჭარტველიშვილი კ. 336  
 ჭარუმიძე ზ. 615  
 ჭაშყაშვილი გ. 388  
 ჭაშყაშვილი ე. 424  
 ჭაჭია გ. 467  
 ჭაჭია ი. 391  
 ქიჭავა გ. 432  
 ჭრისტესაშვილი ლ. 67  
 ჭუმსიაშვილი ი. 169
- ღამბაშიძე რ. 132, 136  
 ღლონტი ო. 548  
 ღონლაძე ი. 324  
 ღონლაძე პ. 655
- ყანჩაყელი ლ. 191
- შალიაყინა ნ. 364  
 შანიძე მ. 233  
 შანშიაშვილი მ. 608  
 შარიყაძე ჟ. 64  
 შაყულაშვილი ო. 580  
 შეთეყყოვი გ. 745  
 შელყეგია რ. 504  
 შელია ნ. 100  
 შენგელია ჟ. 364  
 შერვაშიძე თ. 544  
 შენგირაძე ა. 631  
 შეველაშვილი ა. 599  
 შუბლაძე გ. 694  
 შუდრა ო. 320, 580  
 შიღდრინი ბ. 599
- ჩარგეიშვილი მ. 320, 580  
 ჩარყყინი მ. 360  
 ჩერყეზიშვილი ქ. 116, 343  
 ჩინჩალაძე თ. 202



ჩიქობავა გ. 148, 383	წერეთელი თ. 560	ხონელიძე ვ. 731
ჩიხლაძე თ. 427	წერეთელი პ. 211	ხოშტარია ა. 412
ჩლაიძე ნ. 199		ხუგაშვილი ც. 339
ჩოგოვაძე ი. 184	კანტურია გ. 119	ხუნდაძე ა. 420
ჩხაიძე ლ. 320	კანტურია ლ. 599	
ჩხეიძე ს. 360	კორაქაძე გ. 356	ჯაიანი გ. 19, 312
ჩხეიძე ფ. 683	კურაძე თ. 215, 475, 478, 723	ჯალაშვილი მ. 124
ჩხეიძე ქ. 348		ჯამბაზიშვილი ი. 719
ჩხუბიანიშვილი ე. 180	კურქელაშვილი თ. 412	ჯანჭღავა ი. 647
		ჯაშიაშვილი თ. 111
ცაგარელი გ. 420	ხინღრავე თ. 664	ჯაფარიძე ლ. 180, 615
ცანავა გ. 221	ხანანაშვილი ლ. 104	ჯაფარიძე ნ. 76
ცერცვაძე ლ. 576	ხარაზიშვილი ა. 291, 560	ჯვარშიშვილი თ. 316
ციცვაძე ა. 339	ხაშიშოვი შ. 280	ჭმუხაძე ს. 580
ციცაძე გ. 339, 484	ხაჩიძე ნ. 664, 672	ჯორბენაძე თ. 485
ცირეკიძე ა. 672	ხეთავური გ. 168	ჯოხაძე გ. 625
ციციშვილი გ. 360, 612	ხელაშვილი თ. 67	ჯონაძე დ. 707
ციციშვილი ნ. 87	ხირსელი ა. 227	ჭულაყიძე ქ. 444
ციციშვილი ც. 485		

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 75-го ТОМА

Абесалашвили Л. Н. 371, 577	Бобохидзе Е. А. 457	Глонти О. А. 545
Абхазава И. И. 101	Бокерия Р. И. 488	Гогешашვილი Н. В. 493
Агладзе Р. И. 121, 361	Бокучава М. А. 185	Гогна Г. К. 677
Адолашвили М. Г. 357	Бочоришвили М. А. 29	Гогичаძე დ. ჯ. 121
Алексидзе Н. Г. 701	Брегваძე მ. ა. 439	Гоглиძე რ. ი. 705
Алтунишвили Ц. О. 501	Броучек Ф. И. 93	Гоголашვილი Г. Б. 744
Амаглобели Н. С. 371, 577	Бурштейн М. И. 37	Гогоაძე ჯ. გ. 577
Амколадзе Т. И. 405	Бут Е. В. 441	Гомელაური В. И. 409
Андрианов К. А. 101		Гомელაური Н. Г. 449
Анриашვილი И. А. 753	Вадачкорია Г. В. 413	Гонгаძე გ. ა. 653
Ареваძე ფ. მ. 237	Варазанаშვილი Г. А. 493	Гонгаძე იუ. ა. 321
Арешидзе Х. И. 345	Варварюк В. В. 141, 371	Горგიძე А. Д. 689
Арзуманов А. Г. 729	Варсимашვილი Г. А. 493	Гордესანი М. Ш. 457
Ахалкаци Р. Г. 701	Вепхვაძე დ. გ. 165	Григалашვილი К. И. 89
Ахвледиანი Д. Г. 129		Грикуров Г. Н. 149
Ахвледиანი Г. Н. 493	Габисანი А. Г. 653	Гругунаვა Г. Е. 325
Ахобадзе Л. Т. 371	Габуння В. П. 333	Гუდკოვ ი. ნ. 449
	Габуння Л. К. 497	Гუმბარიძე Н. П. 709
Баграტიони Э. Л. 488	Гагинძე რ. ი. 681	
Балаваძე ვ. კ. 137	Гагуა А. М. 488	Давითაშვილი Е. Г. 97, 601
Балаваძე მ. ბ. 21	Гамбаშიძე Р. А. 129, 133	Давითაშვილი Н. С. 155, 395
Балаваძე მ. ვ. 701	Гвелესანი А. И. 77	Дасаева М. А. 317, 577
Бациკაძე მ. გ. 617	Гвердцители И. М. 113, 341	დაშვავა დ. 497
Бегалишვილი Г. М. 569	Гвимრაძე გ. ზ. 125	Дვალი დ. მ. 725
Бегалишვილი Н. А. 73	Гвинчидзе Г. И. 637	დევაძე ჯ. ვ. 117
Бегიაშვილი М. К. 617	Гегечкори А. М. 713	დემეტრაძე დ. თ. 401
Бенашვილი Е. М. 345	Гелაძე თ. შ. 693	დემეტრაშვილი რ. ა. 93
Бенашვილი М. А. 565	Гелейшვილი В. П. 677	დემურიშვილი ნ. ვ. 155, 395
Беридзе Р. К. 433	Генев Д. Ж. 285	
Беркович Я. Г. 41	Герсамя Д. В. 317, 577	Джаниანი გ. ვ. 17, 309
Бибилеიшვილი Ш. И. 693	Гигინეიшვილი К. А. 449	ჯალიაშვილი მ. ნ. 121

- Джамбазишвили Я. С. 717  
 Джанджгава И. Д. 645  
 Джапаридзе Л. И. 177  
 Джапаридзе Л. Н. 613  
 Джапаридзе Н. Д. 79  
 Джашиашвили Т. К. 109  
 Джваршеишвили Т. М. 313  
 Джмухадзе С. В. 577  
 Джорбенадзе Г. А. 488  
 Джохадзе Г. М. 626  
 Джохадзе Д. И. 705  
 Джулакдзе К. Р. 441  
 Доборджинидзе Л. Г. 57  
 Долидзе Д. А. 637  
 Долидзе Л. Ш. 609  
 Долидзе Н. И. 701  
 Дугладзе Д. И. 488  
 Думбадзе Г. Г. 488  
 Езикашвили О. С. 669  
 Ентов В. М. 157  
 Енукашвили И. М. 73  
 Ершов Б. Г. 605  
 Жижиашвили Л. В. 49  
 Жордания И. С. 385  
 Жордания Т. К. 469  
 Заалишвили М. М. 441  
 Залдастанишвили Н. К. 665  
 Зеделашвили Е. Н. 605  
 Зезина Н. В. 449  
 Зурабашвили Зиг. А. 473, 721  
 Зурабашвили Зур. А. 229  
 Зурабишвили Н. А. 189  
 Иашвили Б. П. 729  
 Илуридзе-Стураа М. А. 481  
 Инджгия Р. Г. 321  
 Қаджая Г. Ш. 465  
 Қаджая И. Д. 389  
 Какиашвили Г. В. 385  
 Какушадзе Л. А. 641  
 Какушадзе Р. С. 645  
 Канчавели Л. А. 189  
 Капанадзе Г. А. 25  
 Капанадзе Дж. В. 45  
 Картвелишвили К. М. 333  
 Карумидзе З. А. 613  
 Кахиани З. Н. 224  
 Кацитадзе О. И. 141  
 Кашакашвили В. П. 421  
 Кашибадзе В. В. 145, 381  
 Кварацхелия В. В. 533  
 Квирикашвили О. Н. 385  
 Квитаишвили А. И. 597  
 Кердзая А. О. 488  
 Кереселидзе З. А. 65  
 Кикава Г. С. 429  
 Кикнадзе В. Д. 729  
 Киладзе Р. И. 69  
 Киперман С. Л. 349  
 Кияненко В. В. 657  
 Клейн Е. Э. 181  
 Колхидашвили К. М. 441  
 Коринтели Г. С. 125  
 Коршак В. В. 109  
 Котаева Д. В. 177  
 Котия А. К. 413  
 Котрикадзе Э. Л. 105  
 Кочинева С. М. 649  
 Кристесашвили Л. В. 65  
 Кублашвили Ж. Ш. 97  
 Кумсиашвили И. И. 171  
 Курицкий М. А. 389  
 Курцхалия Ц. С. 629  
 Кюне Г. Ф. 753  
 Лабиб А. М. 573  
 Лагидзе Н. И. 613  
 Лазарева Н. Л. 673  
 Лайтерер Ю. 537  
 Лапиашвили Э. С. 582  
 Левин А. И. 621  
 Леквейшвили Н. И. 461  
 Лекишвили Т. Г. 417, 421  
 Леонтьева С. Н. 109  
 Леселидзе И. К. 582  
 Ломая О. В. 81  
 Лордкипанидзе Г. И. 421  
 Лордкипанидзе М. Г. 224  
 Лордкипанидзе М. М. 137  
 Лория Л. А. 505  
 Лутидзе Ш. И. 417  
 Маглакелидзе Д. Л. 653  
 Маглакелидзе Т. А. 161  
 Маграквелидзе Т. Ш. 409  
 Мансаиа О. И. 293  
 Майсурадзе Г. В. 357  
 Маковец С. Е. 657  
 Мамаладзе Л. М. 349  
 Мампория Г. Ш. 121  
 Мампория Д. М. 673  
 Маргиев Б. Г. 653  
 Мардалейшвили Т. К. 429  
 Маркелов И. Б. 141, 377  
 Маруашвили Л. И. 365  
 Масхарашвили А. А. 165  
 Махарадзе А. И. 633  
 Махарадзе Т. Н. 117  
 Мачавариани М. И. 488  
 Мгалоблишвили З. Г. 205  
 Мгалоблишвили О. В. 225  
 Мебуке Б. К. 313  
 Мегрелидзе Т. Я. 665  
 Медведов С. И. 717  
 Метрели З. А. 697  
 Мзареулишвили Н. В. 601  
 Микашавидзе А. Н. 409  
 Микеладзе М. Ш. 305  
 Микиров А. Е. 321  
 Миндлин Я. И. 101  
 Мокроусова Г. И. 445  
 Мосашвили Г. А. 353  
 Надарая Э. А. 529  
 Надибадзе Г. А. 73  
 Нанобашвили Е. М. 353  
 Напетваридзе Л. Д. 313, 341  
 Наскидашвили И. А. 582  
 Наскидашвили П. П. 685  
 Натидзе В. П. 601  
 Нацвлишвили Г. И. 582  
 Нгуен-Хью-Нгия 685  
 Некрасова Л. В. 573  
 Немсадзе Е. К. 65  
 Николадзе И. Е. 585  
 Ниорадзе М. Г. 751  
 Ногайдели А. И. 105  
 Одиладзе Г. Ф. 739  
 Одишария М. Г. 157  
 Опшани Э. С. 176  
 Осидзе А. Г. 273  
 Пагава И. К. 481  
 Пачулиа Н. Л. 549  
 Пашковский В. И. 301

- Перадзе Р. В. 369  
 Пересунько А. Ф. 593  
 Петриашвили Р. А. 171  
 Петрова Т. А. 185  
 Пирцхალავა Н. И. 593  
 Погосян А. И. 433  
 Починани Л. А. 217  
 Пятницкий И. В. 89  
  
 Рамишвили Ш. Д. 389  
 Русанов А. Л. 109  
 Рыжков С. Д. 445  
  
 Сабелашвили Ш. Д. 609  
 Саградян А. Л. 489, 733  
 Салуквадзе Р. Г. 317, 577  
 Самойленко В. Н. 621  
 Саникидзе Д. Г. 53  
 Сараджишвили К. Г. 197  
 Сараджишвили П. М. 693  
 Сидамон-Эристави М. Э. 229  
 Сирадзе Р. В. 626  
 Сичинава Ш. Г. 193  
 Скобелева Н. И. 185  
 Сладкошteeв В. П. 385  
 Смирнов А. Н. 337  
 Смирнов Б. Н. 621  
 Степанов Г. А. 149  
 Суладзе О. Н. 385  
 Сурмава Г. М. 657  
 Тавадзе Ф. Н. 149, 385, 389, 657, 753  
 Таварткиладзе Ш. А. 329  
 Тавберидзе М. Г. 597  
 Тавхелддзе Д. Д. 155  
 Тавхелидзе Д. С. 395  
 Тактакишвили И. Г. 237  
 Татишвили О. В. 329  
 Тевдорадзе Л. А. 224  
 Тевдорадзе Л. Ш. 488  
 Ткебучава Р. С. 33  
 Тодуа Б. Т. 201  
 Тоидзе О. Ш. 693  
 Топерман И. Б. 729  
 Топуридзе М. В. 577  
 Топчишвили М. В. 125  
 Тугуши К. Л. 201  
 Тулиани Л. И. 589  
 Тумаджапов И. И. 433  
 Турашвили Т. В. 297  
 Тутберидзе Б. Д. 573  
 Угулава Л. А. 593  
 Угурашвили Э. А. 453  
 Хаиндрава О. М. 662  
 Хананашвили Л. М. 101  
 Харaziшвили А. Б. 289, 561  
 Хачидзе Н. А. 662, 669  
 Хашимов Ш. А. 277  
 Хелашвили Т. В. 65  
 Хетагури Т. И. 165  
 Хирсели А. И. 225  
 Хонелидзе В. С. 729  
 Хоштариа А. Г. 409  
 Хугашвили Ц. Г. 337  
 Хундадзе А. М. 417  
 Цагарели Г. Г. 417  
 Цанава Г. М. 224  
 Церетели О. Д. 557  
 Церетели П. Д. 209  
 Церивадзе Л. П. 573  
 Цивадзе А. Ю. 337  
 Цишадзе Г. В. 337  
 Цишадзе Г. И. 481  
 Цирекидзе А. Д. 669  
 Цицишвили Г. В. 357, 609  
 Цицишвили Н. Д. 85  
 Цицишвили Ц. Д. 488  
 Чантурия Г. Ф. 117  
 Чантурия З. А. 281  
 Чантурия Л. М. 597  
 Чаргейшвили М. С. 371, 577  
 Чарквиани М. К. 357  
 Черкезишвили К. И. 113, 341  
 Чикобава Г. Ш. 145, 381  
 Чинчаладзе Т. Г. 201  
 Чиракадзе Г. Г. 353  
 Чихладзе Т. М. 425  
 Члаидзе Н. В. 197  
 Чоговадзе И. С. 181  
 Чурадзе Т. А. 213, 473, 477, 721  
 Чучулашвили Т. А. 409  
 Чхаидзе Л. В. 371  
 Чхеидзе К. И. 345  
 Чхеидзе П. Б. 681  
 Чхеидзе С. С. 357  
 Чхубианишвили Е. И. 177  
 Шакулашвили О. А. 577  
 Шалаякина Н. В. 361  
 Шанидзе М. Г. 236  
 Шаншиашвили М. И. 605  
 Шарикадзе Д. В. 61  
 Швангирадзе А. В. 629  
 Швелашвили А. Е. 597  
 Шелегия Р. С. 501  
 Шелия Н. Г. 97  
 Шенгелия Дж. Г. 361  
 Шервашидзе Т. Л. 541  
 Шетекаури Г. Е. 748  
 Шубладзе Г. Н. 693  
 Шудра О. С. 371, 577  
 Шедрин Б. М. 597  
 Эристова Е. Д. 41  
 Юркин Г. И. 553

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 75

- Abesalashvili L. N. 320, 580  
 Abkhazava I. I. 104  
 Adolashvili M. G. 360  
 Agladze R. I. 124, 364  
 Akhalkatsi R. G. 703  
 Akhobadze L. T. 320  
 Akhvled'ani D. G. 132  
 Akhvlediani E. N. 496  
 Aleksidze N. G. 703  
 Altunashvili Ts. O. 504  
 Amaglobeli N. S. 580, 320  
 Amkoladze T. I. 403  
 Andrianov K. A. 104  
 Andriashvili I. A. 755  
 Areshidze Kh. I. 348  
 Arevadze F. M. 240  
 Arzumanov A. G. 731  
 Bagrationi E. L. 488  
 Balavadze M. B. 24  
 Balavadze M. V. 703  
 Balavadze V. K. 139  
 Batsikadze M. G. 620

- Begalishvili G. M. 572  
 Begalishvili N. A. 76  
 Begiashvili M. K. 620  
 Benashvili E. M. 348  
 Benashvili M. A. 568  
 Beridze R. K. 436  
 Berkovich Ya. G. 44  
 Bibileishvili Sh. I. 695  
 Bobokhidze E. A. 460  
 Bochorishvili M. A. 31  
 Bokeria R. I. 488  
 Bokuchava M. A. 187  
 Bregvadze M. A. 439  
 Brouček F. I. 95  
 Burstein M. I. 40  
 But E. V. 444  
  
 Cereteli O. D. 560  
 Chanturia G. F. 119  
 Chanturia L. M. 600  
 Chanturia Z. A. 284  
 Chargeishvili M. S. 320, 580  
 Charkviani M. K. 360  
 Cherkezishvili K. J. 116, 343  
 Chikhladze T. M. 428  
 Chikobava G. Sh. 148, 383  
 Ch'inchaladze T. G. 203  
 Chirakadze G. G. 355  
 Chkhaidze L. B. 320  
 Chkhaidze K. I. 348  
 Chkhaidze P. B. 684  
 Chkhaidze S. S. 360  
 Chkhubianishvili E. I. 180  
 Chlaidze N. V. 199  
 Chogovadze I. S. 184  
 Chuchulashvili T. A. 412  
 Churadze T. A. 215, 476, 479, 723  
  
 Dasaeva M. A. 320, 580  
 Dashzeveg D. 500  
 Davitashvili E. G. 604  
 Davitashvili H. G. 100  
 Davitashvili N. S. 156, 395  
 Demetradze D. T. 404  
 Demetrashvili R. A. 95  
 Demurishvili N. V. 156, 395  
 Devadze L. V. 119  
 Doborj'nidze L. G. 60  
 Dolidze D. A. 639  
 Dolidze L. Sh. 612  
 Dolidze N. I. 703  
  
 Dugladze D. I. 488  
 Dumbadze G. G. 488  
 Dvali D. M. 728  
  
 Entov V. M. 160  
 Enukashvili I. M. 76  
 Eristova E. D. 44  
 Ershov B. G. 608  
 Ezikashvili O. S. 672  
  
 Gab'siani A. G. 656  
 Gabunia L. K. 500  
 Gabunia V. P. 336  
 Gagnidze R. I. 684  
 Gagua A. M. 488  
 Gegechkori A. M. 716  
 Geladze T. Sh. 695  
 Geleishvili B. P. 680  
 Genev D. Zh. 288  
 Gersam a D. V. 320, 580  
 Ghambashidze R. A. 132, 136  
 Gigineishvili K. A. 452  
 Glonti O. A. 548  
 Gogebashvili N. V. 496  
 Goga G. K. 680  
 Gogichadze D. L. 124  
 Goglidze R. I. 708  
 Gogolashvili D. B. 744  
 Goguadze L. G. 580  
 Gomelauri N. G. 652  
 Gomelauri V. I. 412  
 Gongadze G. A. 656  
 Gongadze Yu. A. 324  
 Gordeziani M. Sh. 460  
 Gorgidze A. D. 692  
 Grigalashvili K. I. 92  
 Griukurov G. N. 151  
 Gudkov B. S. 352  
 Gudkov I. N. 452  
 Gugunava G. E. 328  
 Gumba'idze N. P. 711  
 Gverdtiteli I. M. 116, 342  
 Gvimradze G. E. 128  
 Gvinch'idze G. I. 639  
  
 Hashimov Sh. A. 280  
  
 Iashvili B. P. 731  
 Iluridze-Sturua M. I. 484  
 Injgia R. G. 324  
  
 Jaiani G. V. 20, 312  
 Jaliashvili M. N. 124  
 Jambazishvili Ya. S. 720  
  
 Janjgava I. D. 647  
 Japaridze L. N. 180  
 Japaridze L. N. 616  
 Japaridze N. D. 76  
 Jashiashvili T. K. 111  
 Jmukhadze S. V. 580  
 Jokhadze G. H. 627  
 Jorbenadze T. A. 488  
 Julakidze K. R. 444  
 Jvarsheishvili T. M. 316  
  
 Kadzhaia G. Sh. 468  
 Kakhiani Z. N. 224  
 Kakushadze L. A. 644  
 Kajaia I. D. 391  
 Kanchaveli L. A. 191  
 Kapanadze G. A. 28  
 Kapanadze I. V. 48  
 Kartvelishvili K. M. 336  
 Karumidze Z. A. 616  
 Kashakashvili G. V. 388  
 Kshakashvili V. P. 424  
 Khashbadze V. V. 148, 383  
 Katsitadze O. I. 144  
 Kerdzia A. O. 488  
 Kereselidze Z. A. 64  
 Khachidze N. A. 664, 672  
 Kha'indrava O. M. 664  
 Khananashvili L. M. 104  
 Kharazishvili A. B. 291, 563  
  
 Khelashvili T. V. 68  
 Khetaguri G. I. 168  
 Khirseli A. I. 228  
 Khonelidze V. S. 731  
 Khoshtaria A. G. 412  
 Khugashvili Ts. G. 339  
 Khundadze A. M. 420  
 Kikava G. S. 432  
 Kiknadze V. D. 731  
 Kiladze R. I. 72  
 Kiperman S. L. 352  
 Kiyankenko V. V. 660  
 Klein H. E. 184  
 Kochineva S. M. 652  
 Kolkhidashvili K. M. 441  
 Kornteli G. S. 128  
 Korshak V. V. 111  
 Kotaeva D. V. 180  
 Kotia A. K. 415  
 Kotrikadze E. L. 108  
 Kristesashvili L. V. 68  
 Kublashvili I. Sh. 100  
 Kuhne G. F. 755  
 Kumsiashvili I. I. 171

- Kuritski M. A. 391  
 Kurtskhalia Ts. S. 632  
 Kvaratskhelia V. V. 536  
 Kvirikashvili O. N. 288  
 Kvitashvili A. I. 600  
  
 Labib A. M. 576  
 Lagidze N. I. 616  
 Lapiashvili E. S. 584  
 Lazrieva N. L. 676  
 Leiterer I. 539  
 Lekishvili T. G. 420, 424  
 Lekveishvili N. I. 463  
 Leont'eva S. N. 111  
 Leselidze I. K. 584  
 Levin A. I. 623  
 Lomaia O. V. 84  
 Lordkipanidze G. S. 424  
 Lordkipanidze M. G. 224  
 Lordkipanidze M. M. 139  
 Loria L. A. 507  
 Lutidze Sh. I. 420  
  
 Machavariani M. I. 488  
 Maglakelidze D. L. 656  
 Maglakelidze T. A. 163  
 Magrakvelidze T. Sh. 412  
 Maisaia O. I. 296  
 Maisuradze G. V. 360  
 Mamaladze L. M. 352  
 Mamporia D. M. 676  
 Mamporia G. Sh. 124  
 Mardaleishvili T. K. 432  
 Margiev B. G. 656  
 Markelov I. B. 144, 280  
 Maruashvili L. I. 368  
 Maskharashvili A. A. 168  
 Makharadze I. A. 636  
 Makharadze T. N. 119  
 Makovets S. E. 660  
 Mebuke B. K. 316  
 Medvedev S. I. 720  
 Megrelidze T. Ya. 668  
 Metreveli Z. A. 699  
 Mgaloblishvili O. V. 228  
 Mgaloblishvili Z. G. 207  
 Mikashvidze A. N. 412  
 Mikeladze M. Sh. 308  
 Mikirov A. E. 324  
 Mindlin Ya. I. 104  
 Mokrousova G. I. 447  
 Mosashvili G. A. 356  
 Mzareulishvili N. V. 601  
  
 Nadaraia E. A. 532  
 Nadibaidze G. A. 76  
 Nanobashvili E. M. 356  
 Napetvaridze L. D. 116, 343  
 Nask'dashvili I. A. 584  
 Naskidashvili P. P. 687  
 Natidze V. P. 604  
 Natvlishvili G. I. 584  
 Nekrasova L. V. 576  
 Nemsadze E. K. 68  
 Nguyen Hiu Nghia 687  
 Nikoladze I. E. 588  
 Nioradze M. G. 752  
 Nogaideli A. I. 108  
  
 Odiladze G. Ph. 739  
 Odisharia M. G. 160  
 Oniani E. S. 176  
 Osidze A. G. 276  
  
 Pachulia N. L. 551  
 Pagava I. K. 484  
 Pashkovski V. I. 304  
 Peradze P. V. 371  
 Peresunko A. Ph. 596  
 Petriashvili R. A. 171  
 Petrova T. A. 187  
 Piatnitski I. V. 92  
 Pirtskhalava N. I. 596, 600  
 Pochiani L. A. 220  
 Pogosyan A. I. 436  
  
 Ramishvili Sh. D. 391  
 Rusanov A. L. 111  
 Ryzhkov S. D. 447  
  
 Sabelashvili Sh. D. 612  
 Sagradyan A. L. 492, 736  
 Shakulashvili O. A. 580  
 Salukvadze R. G. 320, 580  
 Sanikidze J. G. 55  
 Sarajishvili P. M. 695  
 Shalyakina N. V. 364  
 Shanidze M. G. 236  
 Shanshiashvili M. I. 608  
 Sharikadze I. V. 64  
 Shchedrin B. M. 600  
 Shelegia R. S. 504  
 Shelia N. G. 100  
 Shengelia T. G. 364  
  
 Shervashidze T. L. 544  
 Shetekauri G. E. 748  
 Shubladze G. N. 695  
 Shudra O. S. 320, 580  
 Shvangiradze A. B. 632  
 Shvelashvili A. E. 600  
 Sichinava Sh. G. 196  
 Sidamon-Erista i M. E. 231  
  
 Siradze R. V. 627  
 Skobeleva N. I. 187  
 Sladkoshteev V. T. 388  
 Smirnov A. N. 339  
 Smirnov B. N. 623  
 Stepanov G. A. 151  
 Suladze O. N. 388  
 Surmava G. M. 660  
  
 Taktakishvili I. G. 240  
 Tatishvili O. V. 332  
 Tavadze F. N. 151, 388, 391, 660, 755  
 Tavartkiladze Sh. A. 332  
 Tavberidze M. G. 600  
 Tavkhelidze D. D. 156  
 Tavkhelidze D. S. 395  
 Tevdoradze L. A. 224  
 Tevdoradze L. Sh. 488  
 Tkebuchava R. S. 35  
 Todua B. T. 203  
 Topchishvili M. V. 128  
 Toperman I. B. 731  
 Topuridze M. B. 580  
 Tsagareli G. G. 420  
 Tsanova G. M. 224  
 Tsereteli P. D. 211  
 Tsertsvadze L. P. 576  
 Tsintsadze G. I. 484  
 Tsintsadze G. V. 339  
 Tsirekidze A. D. 672  
 Tsitsishvili G. V. 360, 612  
 Tsitsishvili N. D. 88  
 Tsitsishvili Ts. D. 488  
 Tsvadze A. Yu. 339  
 Tugushi K. L. 203  
 Tuliani L. I. 592  
 Tumajanov I. I. 436  
 Turashvili T. V. 300  
 Tutberidze B. D. 375  
  
 Ugulava L. A. 596  
 Uturashvili E. A. 456

- Vadachkoria G. V. 415  
Varazanashvili G. A. 496  
Varsimashvili R. Sh. 400  
Varvaryuk V. V. 144, 380  
Vepkhvadze D. G. 168
- Yurkin G. I. 555  
Zaalishvili M. M. 444  
Zaldastanishvili N. K. 668  
Zedelashvili E. N. 608  
Zezina N. V. 452
- Zhizhiashvili L. V. 51  
Zhordania I. S. 388  
Zhordania T. K. 472  
Zurabashvili Zig. A. 231,  
476, 723  
Zurabishvili N. A. 191



## 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.

## ს ა ბ ო რ ტ ა ს ა უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჩერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებში, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლიტიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამოცემის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარგე შენოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემა აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (ვარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცემით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილი 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია აღებულთა თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ შესვლის 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადატვირთულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განვიორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რედაქციას უნდა დასცეს ვანკუთვენება 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 კალკანზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-

ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები 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 ნიშნაქებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცლებზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენეთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათიებლად 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 ჟურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.



