

52.4  
16



ISSN—0182—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აოაგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 115 ტომ

№ 1

თბილისი 1984 იული

✓33  
(28.115.11-2)

II-1125

თბილისი • ТВИЛИСИ • TBILISI

324  
1984  
საქართველოს  
საბჭოთავო  
საზოგადოებრივი  
მეცნიერებათა  
აკადემია

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 115 ტომ

1984

✓ 33

(8115/1-2)

II-1125



ქართული დაარსებულია 1940 წელს  
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 ГОДУ

გამოდის თვეში ერთხელ  
ВЫХОДИТ ОДИН РАЗ В МЕСЯЦ

გამომცემლობა „მეცნიერება“  
Издательство „Мецниереба“

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 115 ტომ

№ 1

თბილისი 1984 იული

### ს ა რ ე დ ა ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),  
თ. გამყრელიძე, ი. გვერდუთელი, ა. გუნია, ს. ღურშიძე, ა. თავხელიძე, ვ. კუპრაძე  
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, ვ. ოყუჩავა, ა. დრანგიშვილი,  
ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი,  
ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჭიბლაძე

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуння (заместитель  
главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, И. Г. Гвердцители, А. Л. Гунья,  
Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джигладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзи-  
гури, С. В. Дурмишидзе, В. Д. Купрадзе (заместитель главного ре-  
дактора), Г. А. Меликишвили, В. М. Окуджава, А. С. Прангишвили,  
А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В.  
Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი გ. შახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

---

გადაეცა ასაწყობად 16.7.1984; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.10.1984; შეკვ.  
№ 2195; ანაწყობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცე-  
ლა 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6;  
უე 09217; ტირაჟი 1400; ფასი 1 მან 90 კპ.

Сдано в набор 16.7.1984; подписано к печати 29.10.1984; зак. № 2195; размер  
набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издатель-  
ский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 09217; тираж 1400;  
цена 1 руб. 90 коп.

\*\*\*

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

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

17.8.35

- \* მ. აშორდია. განზოგადებულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის ერთი მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ 19
- \* მ. მებერელიშვილი. ეკვივარიანტული შეესებები და ბიკომპაქტური გაფართოებები 23
- \* გ. სულხანიშვილი. უსასრულო წრიულ ცილინდრში მაგნიტური ველის საშუალებით პლაზმის გაწონასწორებული დაკერის ამოცანის ამოხსნა 27
- \* რ. დუდუჩავა, თ. ლაცაბიძე. უბან-უბან გლუვ წირებზე კომპლექსური შეუღლებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლებების ინდექსის შესახებ 32
- \* მ. წუწუნაევა. ერთი ოპტიმალური ამოცანის შესახებ კვაზიწრფივი ჰიპერბოლური სისტემებისათვის გურსას ტიპის სასაზღვრო პირობებით 35
- \* ა. ხარაზიშვილი. კვაზინვარიანტული ზომების არსებობისათვის 40

დრეკადობის თეორია

- \* ა. გოგია. ხვრელების მქონე ცილინდრული გარსის გათვლა 44

ფიზიკა

- \* ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. გულდამაშვილი, ა. სიჭინავა. არაკანალიზებული, დეკანალიზებული და კანალიზებული იონების გადანაწილება 47
- \* გ. დუდუნაშვილი, ა. ბიჩინაშვილი. მიკროძაბვების რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა ნიკელის, სპილენძის და ვერცხლის ფხვნილების საფუძველზე დამზადებულ ფოროვან მასალებში 52
- \* გ. ჯორჯაძე. ასიმპტოტური ცვლადი ლიუვილის განტოლებისათვის 55
- \* მ. შოლდავსკი, ა. უშვერიძე. კრებადი შეფვრთების თეორია სკალარული ველის თეორიისათვის ექსპონენციალური პროპაგატორით 59
- \* თ. კვარაცხელია, ჯ. მებონია. სამხეულეოვანი იმპულსური მიახლოება და  $He(p, 2p)H^3$  რეაქცია 64
- \* რ. კაბისოვი, ა. უგულავა. ბმრ გაჭერება ფონონური ვიწრო ველის პირობებში 67

გეოფიზიკა

- \* ზ. კერესელიძე, ვ. კირცხალია. მდგარი ზონის მოდელი დედამიწის მაგნიტოსფეროს გარდამავალ არეში 71
- \* ს. კრილოვი, ი. გოლიკოვი, ნ. კლემიშანოვა, ო. ბელიაკოვი, გ. ხოჭოლავა, ო. გვენცაძე, ვ. ორგელაშვილი. დაბალ განედებზე მდს გამოსხივების რეგისტრაციის პირველი ცდა 76

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს. საქ. სსრ კ. მარქსის

## ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- \* რ. გიგაური, ე. დოქსოპულო, ნ. ნათიძე, მ. შანიძე. კობალტის (II) როდანიდისა და ზოგიერთი არსონიუმის იოდიდის ურთიერთქმედების პროდუქტების შესახებ 79
- \* ნ. მზარეთლიშვილი, ვ. ნათიძე, ე. დავითაშვილი. რკინა-პრაზეოდიუმის და რკინა-ლუტეციუმის კარბონატების ერთდროული დალექვა წყალხსნარებიდან 84

## ორგანული ქიმია

- \* ლ. მელიქიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ქ. გოდერძიშვილი. თ. გაბუნია. მიკროელემენტების განაწილება ნორიოს ნავთობის ქრომატოგრაფიული დაყოფით მიღებულ ფრაქციებში 88
- \* ჯ. ლალიძე, თ. რევაზიშვილი, ლ. თალაკვაძე, ი. აბესაძე, რ. ლალიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). მელატონინის დეჰმეტოქსიანალოგების სინთეზი ტრიპტამინის და დიკარბონმეყვების საფუძველზე 91
- მ. ლურსმანაშვილი, თ. თავშავაძე, ნ. ირემაძე, ვ. ლალიძე, რ. ლალიძე. [4,4,8,8-ტეტრაამთილ-2,3,6,7-დიბენზო-9-აზაბიციკლო(3,3,1) ნონანდიოლ-1,5]-ილ-აცეტილ-ვალინის სინთეზი 95

## ფიზიკური ქიმია

- \* თ. ანდრონიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. გრადილი, ნ. გოგითიძე, ფ. შვეცი. კათიონური მოდიფიკაციის გავლენა ფორიანი პოლიმერული სორბენტების ქრომატოგრაფიულ თვისებებზე 100
- \* ა. ატანოვი, ი. ვიუნიკი, თ. ივანოვი, ა. შკოდინი. ნატრიუმის იოდიდის მეთანოლში დისოციაციის თერმოდინამიკური მახასიათებლის პოლითერმული გამოკვლევა 103
- \* ლ. გოგიჩაძე, ვ. გაფრინდაშვილი. ქალკობრიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი ნედლეულის ერთობლივი გამოწვის პირობებში მიმდინარე შესაძლებელი რეაქციების თერმოდინამიკური ანალიზი 107
- \* გ. ბეზარაშვილი. დ. ლორთქიფანიძე, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსეირიძე. რუნგე-კუტას მეთოდის გამოყენება პირდაპირი კინეტიკური ამოცანების ამოხსნისათვის 111

## მხიშრი ტექნოლოგია

- \* რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ნებიერიძე, რ. დემეტრაშვილი. კარბონატული ფლოტოკონცენტრატის ვადამუშავება გოვირდმეჯისა და ამონიუმის დიფონატის ხსნარების საშუალებით 115

## ფიზიკური გეოგრაფია

- \* ტ. ბერიძე, ნ. კლობოტოვსკაია, მ. თვალჭრელიძე. მდ. დიდი ლიხვის სათავეებში ზედალესტოცენური ტბიური ნალექების სედიმენტაციის ლანდშაფტურ-კლიმატური პირობების შესახებ 120

## საშენებლო მექანიკა

- \* თ. გოგელია. კონსტრუქციის დინამიკური ანგარიში მოძრავ დატვირთვაზე სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენებით 124



\* ი. ლუჩკოვსკი, ო. თუთბერიძე. რკინაბეტონის ლენტური ფუნდამენტის ანგარიშისათვის

აბტონატური მართვა და ბამოთვლითი ტექნიკა

\* დ. თურქიანი. ნებისმიერ სტრუქტურათა ფუნქციონირების საიმედოობის სტრუქტურულ-ალბათობითი ანალიზი 132

მასალათა ტექნოლოგია

\* გ. თათარაშვილი. ბეტონის სიმტკიცეზე და დეფორმაციაზე გარემოს ტენიანობის ციკლური ცვლელადობის გავლენის შესწავლა 135

ნიადაბთმცოდნეობა

\* ჯ. ლომიძე. მუხის ფესვების მოქმედება მთის ქანებზე 139

ბოტანიკა

\* ნ. ჯულელი. ახალი მონაცემები საქართველოს კულტურული ფლორის შესახებ 143

მცენარეთა ფიზიოლოგია

\* ო. წიწილაშვილი. კალიუმის დეფიციტის გავლენა ვაშლის ნივთიერებათა ცვლის ზოგიერთ მხარეზე 148

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

\* ა. ფანცხაეა, ნ. ყიფიანი. ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა სტიმულაციის სტრესული მექანიზმი 151

\* თ. ლაბახუა, ზ. კოკაია, მ. კოკაია. ზოგიერთი ფარმაკოლოგიური ნივთიერების მოქმედება კატის სენსომოტორული ქერქის გამოწვეულ პასუხებზე 156

\* რ. რიქინაშვილი, გ. მარსაგიშვილი, ე. მოსიძე. ადრეულ პოსტემბრიონალურ განვითარების პერიოდში თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების განცალკევებული მოქმედების შესახებ წიწილებში 158

ბიოფიზიკა

\* ნ. ნამორაძე. დნმ მკარმოლეკულის სუპერსპირალურ მდგომარეობაში უწყვეტად გადასვლის შესაძლებლობის შესახებ 163

ბიოქიმია

\* ე. შილაკაძე, ე. კვეზერელი, ა. ლეჟაეა, ნ. ჯორბენაძე, ა. გრიგოლია. გერმანიუმის იზონიკოტინის მექავას ჰიდრაზინიანი და ლარუსანიანი კომპლექსური ნაერთების გამოცდა ანტიტუბერკულოზურ აქტივობაზე 166

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

\* დ. პატარაია, ლ. ცირეკიძე, ნ. ნუცუბიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). საქართველოს ნიადაგებიდან გამოყოფილი თავისუფლად მცხოვრები აქტინომიცეტების აზოტფიქსაციის უნარის შესწავლისათვის 170

ფიტოპათოლოგია

- ლ. კრელაშვილი. ვაზის ჭრაქის გამომწვევი სოკო *Plasmopara Viticola Bere et de Toni* გადაზამთრების საკითხისათვის 174

მისპირიმიტული მიღვიძნა

- მ. გიგინეიშვილი, ჯ. მეტრეველი, ს. თევზაძე, ნ. კვაჭაძე. თირ-კმელზედა ჭირკვლის ფუნქციის ცვლილება ადნექსიტის მკურნალობის დროს 179

ფილოსოფია

- მ. ბეჟანიშვილი. არისტოტელეს აბოდიქტიკური სილოგისტიკის ინტერპრეტაცია მოდელების თეორიით 184

ენათმეცნიერება

- ლ. ნაფეტვარიძე. ფუტურუმის განვითარების რეგიონალურ-ჭრონოლოგიური და ენარობრივი მახასიათებლები XII—XV სს. გერმანული ენის მასალაზე 187
- ვ. ჯანგიძე. ინგილოური დიალექტის კაკური კილოკავისა და აზერბაიჯანულის კახური მეტყველების ფონეტიკურ-ფონოლოგიური ურთიერთობიდან (კახურ-კაკური ინტერფერენცია) 189
- მ. ტუსკია. უარყოფით ფორმათა წარმოება ქართულში 193

არქეოლოგია

- მ. ფუთურიძე. თრიალეთური კულტურის ლოკალური ვარიანტები 197

საპარტიზლოს სსრ მიცნიერებათა აკადემიანი

- სესიები, კონფერენციები, თათბირები 201
- მეცნიერთა იუბილეები 208
- ქრონიკა, ინფორმაცია 215

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

М. Т. Ашордия. Об одной многоточечной краевой задаче для системы обобщенных обыкновенных дифференциальных уравнений	17
М. Г. Мегрелишвили. Эквивариантные пополнения и бикompактные расширения	21
Г. И. Сулханишвили. Решение задачи уравновешенного удержания плазмы в бесконечном круговом цилиндре с помощью магнитного поля	25
Р. В. Дудучава, Т. И. Лацабидзе. Об индексе сингулярных интегральных уравнений с комплексно-сопряженными функциями на кусочно-гладких линиях	29
М. Т. Цуцунава. Об одной оптимальной задаче для квазилинейных гиперболических систем с краевыми условиями типа Гурса	33
А. Б. Харацишвили. К существованию квазиинвариантных мер	37

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

А. А. Гогия. Численный расчет цилиндрической оболочки с отверстиями	41
---------------------------------------------------------------------	----

### ФИЗИКА

И. Г. Гвердцители (академик АН ГССР), А. И. Гулдамашвили, А. В. Сичинава. Перераспределение неканалированных, деканалированных и каналированных ионов	45
Г. Г. Гугунишвили, А. И. Бичинашвили. Рентгенографическое исследование микронапряжений в пористых материалах на основе порошков никеля, меди и серебра	49
Г. П. Джорджадзе. Асимптотические переменные для уравнения Ливуилля	53
М. Л. Молдавский, А. Г. Ушверидзе. Сходящаяся теория возмущений для скалярных теорий поля с экспоненциальным пропагатором	57
Т. И. Кварацхелия, Дж. В. Мебония. Трехтельное импульсное приближение и реакция $He^4(p,2p)H^3$	61
Р. С. Кабисов, А. И. Угулава. Насыщение ЯМР в условиях фононного узкого горла	65

### ГЕОФИЗИКА

З. А. Кереселидзе, В. Г. Кирицхалия. Модель застойной зоны в переходной области магнитосферы Земли	69
С. М. Крылов, Ю. В. Голиков, Н. Г. Клейманова, О. С. Беяков, Г. М. Хочолава, О. М. Гвенцадзе, В. Ш. Орвелашвили. Первый опыт регистрации ОНЧ-излучений в низких широтах	73

\* Заглавие отмеченное звездочкой относится к резюме статьи.

## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р. Д. Гигаури, Э. П. Доксопуло, Н. В. Натидзе, М. М. Мания.  
О продуктах взаимодействия роданида кобальта (II) с некоторыми  
ионидами арсения 77
- Н. В. Мзарелишвили, В. П. Натидзе, Е. Г. Давиташвили. Сов-  
местное осаждение карбонатов празеодима-железа и лютеция-железа из  
водных растворов 81

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), К. Г. Годердзишвили,  
Т. И. Габуния. Распределение микроэлементов по хроматографическим  
фракциям норийской нефти 85
- Д. Р. Лагидзе, Т. Н. Ревазишвили, Л. Я. Талаквадзе, И. Г.  
Абесадзе, Р. М. Лагидзе (член-корреспондент АН ГССР). Синтез  
дезметоксиналогов мелатонина на основе триптамина и дикарбоновых  
кислот 89
- М. О. Лурсманашвили, Т. Н. Тавшавадзе, Н. К. Иремадзе,  
В. Т. Лагидзе, Р. М. Лагидзе. Синтез [4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-  
дibenзо-9- азабицикло (3,3,1) nonандиол-1,5] ил-ацетил-D,L-валина 93

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), И. Градил,  
Н. М. Гогитидзе, Ф. Швец. Влияние катионной модификации на  
хроматографические свойства пористых полимерных сорбентов 97
- А. Н. Атанов, И. Н. Вьюнник, Т. Н. Иванов, А. М. Шкодин. Поли-  
термическое исследование термодинамических характеристик диссоциации  
иодистого натрия в метаноле 101
- Л. Д. Гогичадзе, В. Н. Гаприндашвили. Термодинамическая оценка  
возможных реакций в процессе совместного обжига халькопиритного  
концентрата и кальцийсодержащего сырья 105
- Г. С. Безарашвили, Д. Н. Лордкипанидзе, З. Г. Дзоце-  
нидзе, М. Д. Мусеридзе. Применение метода Рунге-Кутты для  
решения прямых кинетических задач 109

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), Д. С. Небиеридзе, Р. А. Демет-  
рашвили. Переработка карбонатного флотоконцентрата растворами  
серной кислоты и дитионата аммония 113

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Т. Ш. Беридзе, Н. Б. Клопотовская, М. Г. Твалчрелидзе.  
О ландшафтно-климатических условиях образования верхнеплейстоцено-  
вых озерных отложений в верховьях р. Большая Лиахви 117

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Т. И. Гогелия. Динамический расчет конструкций на подвижные нагрузки  
с применением метода конечных элементов 121
- И. Я. Лучковский, О. Б. Тутберидзе. К расчету железобетонных лен-  
точных фундаментов 125

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Д. В. Туркиян. Структурно-вероятностный анализ надежности функционирования произвольных структур 129

## ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Г. Ш. Татарашвили. Исследование влияния циклического изменения влажности среды на прочностные и деформационные свойства бетона 133

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Д. В. Ломидзе. Влияние корней дуба на горные породы 137

## БОТАНИКА

- Н. Д. Джугели. Некоторые новые данные по культурной флоре Грузии 141

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- О. К. Цицилашвили. Влияние калийного голодания на некоторые стороны обмена веществ в растениях винограда 145

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. Д. Панцхава, Н. З. Кипиани. Стрессовый механизм стимуляции физиологических функций 149

- Т. Ш. Лабахуа, З. Г. Кокая, М. Г. Кокая. Действие некоторых фармакологических веществ на вызванные потенциалы сенсомоторной коры кошки 153

- Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, В. М. Мосидзе. О раздельном функционировании мозговых полушарий у цыплят в раннем периоде постэмбрионального развития 157

## БИОФИЗИКА

- Н. З. Наморадзе. О возможности плавного заворота макромолекулы ДНК в суперспираль 161

## БИОХИМИЯ

- Е. М. Шилакадзе, Э. А. Квезерели, А. П. Лежава, Н. Г. Джорбенадзе, А. Г. Григолия. Испытание антитуберкулезной активности комплексных соединений германия с гидразидом изоникотиновой кислоты и ларусаном 165

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Д. Т. Патарая, Л. Г. Цирекидзе, Н. Н. Нуцубидзе (член-корреспондент АН ГССР). К изучению азотфиксирующей способности свободживущих актиномицетов, выделенных из почв Грузии 169

## ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Л. Г. Чрелашвили. К вопросу перезимовки гриба *Plasmopara Viticola* Bere et de Toni, вызывающего мильдю винограда 173



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- М. С. Гигинейшвили, Дж. М. Метревели, С. А. Тевзадзе,  
Н. В. Квачадзе. Изменение функции коры надпочечников при лечении  
больных с аднекситом 177

ФИЛОСОФИЯ

- М. Н. Бежанишвили. Теоретико-модельная интерпретация аподиктической  
силлогистики аристотеля 181

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- Л. Д. Напетваридзе. Регионально-хронологические и жанровые харак-  
теристики развития футурума в XII—XV вв. на материале немецкого  
языка 185
- \* В. Т. Джангидзе. Из фонетико-фонологического взаимоотношения какско-  
го говора ингилойского диалекта и азербайджанского кахского наречия  
(кахско-какская интерференция) 192
- \* М. М. Тускиа. Образование отрицательных форм в грузинском языке 195

АРХЕОЛОГИЯ

- \* М. Ш. Пугуридзе. Локальные варианты триалетской культуры 199

В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- Сессии, конференции, совещания 201
- Юбилей ученых 208
- Хроника, информация 215

## C O N T E N T S

### MATHEMATICS

M. T. Ashordia. On a multipoint boundary value problem for a system of generalized ordinary differential equations	20
M. G. Megrelishvili. Equivariant completions and bicomact extensions	24
G. I. Sulkhaniashvili. Solution of the problem of a balanced confinement of plasma by a magnetic field in an infinite circular cylinder	28
R. V. Duduchava, T. I. Latsabidze. On the index of singular integral equations with complex conjugate functions on piecewise smooth lines	32
M. T. Tsutsunava. On an optimal control problem for quasi-linear hyperbolic systems with boundary conditions of Goursat type	35
A. B. Kharazishvili. Toward the existence of quasiinvariant measures	40

### THEORY OF ELASTICITY

A. A. Gogia. Computation of a cylindrical shell with holes	44
------------------------------------------------------------	----

### PHYSICS

I. G. Gverdtseteli, A. I. Guldamashvili, A. V. Sichinava. Redistribution of nonchannelled, dechannelled and channelled ions	47
G. G. Gugunishvili, A. I. Bichinashvili. An X-ray Investigation of microstresses in porous materials based on nickel, copper and silver powders	52
G. P. Jorjadze. Asymptotic variables for the Liouville equation	56
M. L. Moldavski, A. G. Ushveridze. A convergent perturbation theory for the scalar field theories with exponential propagator	60
T. I. Kvaratskhelia, J. V. Mebonia. The three-particle impulse approximation and the reaction $He^4(p, 2p)H^3$	64
R. S. Kabisov, A. I. Ugulava. NMR saturation in phonon narrow throat conditions	67

### GEOPHYSICS

Z. A. Kereselidze, V. G. Kirtskhalia. A magnetohydrodynamic model of the stagnation region in the magnetosheath of the magnetosphere	72
S. M. Krylov, Yu. V. Golikov, N. G. Kleimanova, O. S. Belyakov, G. M. Khocholava, O. M. Gventsadze, V. Sh. Orvelashvili. First attempt at recording VLF-radiation in low latitudes	76

### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

R. D. Gigauri, E. P. Doxopulo, N. V. Natidze, M. M. Mania. Interaction of cobalt thiocyanate with arsonium iodides	80
N. V. Mzareulishvili, V. P. Natidze, E. G. Davitashvili. Coprecipitation of ferro-praseodymium and ferrolutetium carbonates from aqueous solutions of their salts	84

## ORGANIC CHEMISTRY

- L. D. Melikadze, K. G. Goderdzishvili, T. I. Gabunia. Microelement distribution in the chromatographic fractions of Norio oil 88
- J. R. Lagidze, T. N. Revazishvili, L. I. Talakvadze, I. G. Abesadze, R. M. Lagidze. Synthesis of demethoxy analogues of melatonin on the basis of tryptamine and dicarboxylic acids 92
- M. O. Lursmanashvili, T. N. Tavshavadze, N. K. Iremadze, V. T. Lagidze, R. M. Lagidze. The synthesis of [4, 4, 8, 8-tetramethyl-2, 3, 6, 7-dibenzo-9-azabicyclo (3, 3, 1) nonanediol-1,5]-yl-glycyl-D, L,-valine 96

## PHYSICAL CHEMISTRY

- T. G. Andronikashvili, J. Hradil, N. M. Gogitidze, F. Sveč. Influence of cation modification on the chromatographic properties of porous polymer sorbents 100
- A. N. Atanov, I. N. Vjunnik, T. N. Ivanov, A. M. Shkodin. Polythermal investigation of thermodynamic parameters of NaI dissociation in methanol 103
- L. D. Gogichadze, V. N. Gaprindashvili. Thermodynamic estimation of the possible reactions in the course of joint annealing of chalcopyrite concentrate and Ca-containing raw materials 108
- G. S. Bezarashvili, D. N. Lordkipanidze, Z. G. Dzotsenidze, M. D. Museridze. Application of the Runge-Cutta method to the solution of a direct kinetic problem 112

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- R. I. Agladze, D. S. Nebieridze, R. A. Demetrashvili. The processing of carbonate flotation concentrate with solutions of sulphuric acid and ammonium dithionate 115

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- T. Sh. Beridze, N. B. Klopotovskaya, M. G. Tvalchrelidze. On the landscape-climatic conditions of the sedimentation of Upper Pleistocene lake deposits in the Greater Liakhvi headwaters (South Ossetia) 121

## STRUCTURAL MECHANICS

- T. I. Gogelia. Dynamic analysis of structures for movable loads using the finite element method 124
- I. Y. Luchkovsky, O. B. Tutberidze. On the analysis of r. c. strip foundations 128

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- D. V. Turkiyan. Structural-probabilistic analysis of the reliability of random structures 132

## TECHNOLOGY OF MATERIALS

- G. Sh. Tatarashvili. Investigation of the influence of the cyclic change of the humidity of the medium on the strength and strain properties of concrete 135

## SOIL SCIENCE

- D. V. Lomidze. The influence of oak forests on rocks 139
- N. D. Jugeli. New data on Georgian cultural flora 143

## PLANT PHYSIOLOGY

- O. K. Tsitsilashvili. The influence of K deficiency of some aspects of metabolism in vine plants 148

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. D. Pantskhava, N. Z. Kipiani. The stress mechanism of the stimulation of physiological functions 151
- T. Sh. Labakhua, Z. G. Kokaja, M. G. Kokaia. Effects of some pharmacological agents on the evoked potentials in the cat's sensorimotor cortex 156
- R. S. Rizhinashvili, G. A. Marsagishvili, V. M. Mosidze. On the separate functioning of the chickens' brain hemispheres in the early period of postembryonic development 159

## BIOPHYSICS

- N. Z. Namoradze. On the possibility of superhelix formation by the DNA macromolecule continuous coiling 164

## BIOCHEMISTRY

- E. M. Shilakadze, E. A. Kvezereli, A. P. Lezhava, N. G. Jorbenadze, A. G. Grigolia. Antituberculous activity test of germanjum complex compounds with isonicotinic acid hydrazide and larusan 166

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- D. T. Pataraiia, L. G. Tsirekidze, N. N. Nutsubidze. Towards the study of the nitrogen-fixing power of free-living actinomycetes isolated from Georgian soils 171

## PHYTOPATHOLOGY

- L. G. Chrelashvili. Towards the wintering of the mildew-causing fungus *Plasmopara Viticola* Bere et de Toni 175

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- M. S. Gigineishvili, J. M. Metreveli, S. A. Tevzadze, N. V. Kvachadze. Changes in the function of the adrenal gland cortex during the treatment of patients with adnexitis 179

## PHILOLOGY

- M. N. Bezhanishvili. A model-theoretic interrelation of Aristotele's apodictic syllogistic 184

## LINGUISTICS

- L. D. Napetvaridze. Regional-chronological and genre characteristics of the development of the German Future tense in the 12th-15th centuries 188
- V. T. Jangidze. On the phonetic and phonological interrelations of the Kak subdialect of the Ingilo dialect and the Kakh dialect of the Azerbaijanian language (the Kakh-Kak interference) 192
- M. M. Tuskia. Derivation of negative forms in the Georgian language 196

## ARCHAEOLOGY

- M. Sh. Puturidze. Local variants of the Trialeti culture 200





М. Т. АШОРДИЯ

ОБ ОДНОЙ МНОГОТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБОБЩЕННЫХ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 8.2.1983)

В настоящей статье для системы обобщенных обыкновенных дифференциальных уравнений

$$dx(t) = dA(t) \cdot f(t, x(t)) \quad (1)$$

изучается задача типа Коши—Николетти

$$[x(t_k)]_k = \varphi_k(x) \quad (k = 1, \dots, n). \quad (2)$$

Из работ, выполненных ранее в этом направлении, отметим [1—5]. Ниже применяются следующие обозначения и определения.

$I = [a, b]$  ( $-\infty < a < b < +\infty$ ).  $R^n$ — $n$ -мерное вещественное евклидово пространство. Если  $x, y \in R^n$ , то  $[x]_i$ — $i$ -я компонента  $x$ ,  $\|x\| = |[x]_1| + \dots + |[x]_n|$ ;  $|x|$ —вектор такой, что  $[|x|]_i = |[x]_i|$  ( $i = 1, \dots, n$ );  $x \leq y \Leftrightarrow \Rightarrow [x]_i \leq [y]_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ).  $R_+^n = \{x \in R^n : [x]_i \geq 0 \text{ (} i = 1, \dots, n)\}$ .

$V_a^b x$ —сумма полных вариаций компонент вектор-функции  $x: [a, b] \rightarrow R^n$ .  $BV_n(I)$ —банахово пространство вектор-функций  $x: I \rightarrow R^n$  таких, что  $V_a^b x < +\infty$ ,  $\|x\|_{BV} = \|x(a)\| + V_a^b x$ .  $d_1 x(t) = x(t) - x(t-)$ ,  $d_2 x(t) = x(t+) - x(t)$ .

$R^{n \times n}$ —множество вещественных  $n \times n$  матриц.  $[A]_{ij}$ —элемент  $i$ -й строки  $j$ -го столбца матрицы  $A$ .  $d_1 A(t) = A(t) - A(t-)$ ,  $d_2 A(t) = A(t+) - A(t)$ .  $B: [a, b] \rightarrow R^{n \times n}$ —матричная функция такая, что  $[B(a)]_{ij} = 0$ ,  $[B(t)]_{ij} = V_a^t [A]_{ij}$  ( $a < t \leq b$ ;  $i, j = 1, \dots, n$ ).

Всюду в дальнейшем интеграл понимается в смысле Перрона—Стилтьеса [5]. Предполагается, что функционалы  $\varphi_k: BV_n(I) \rightarrow R$  ( $k = 1, \dots, n$ ) являются непрерывными, элементы матричной функции  $A: I \rightarrow R^{n \times n}$  имеют ограниченные полные вариации, а вектор-функция  $f: I \times R^n \rightarrow R^n$  принадлежит классу Каратеодори  $K(I \times R^n \rightarrow R^n; A)$ , т. е. 1)  $f(\cdot, x)$  интегрируема по  $A$  на  $I$  при любом  $x$ ; 2) для некоторого  $x_0 \in R^n$  на  $I$  соблюдается неравенство  $\|f(t, x_0)\| \leq m_f(t)$ , где  $m_f$  интегрируема по  $[B]_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, n$ ); 3) для любого  $r > 0$  на множестве  $\{(t, x) : t \in I, \|x\| \leq r\}$  соблюдается условие  $\|f(t, x_2) - f(t, x_1)\| \leq h_f(t, r) \omega_f(\|x_2 - x_1\|, r)$ , где функция  $h_f(\cdot, r)$  интегрируема по  $[B]_{ij}$  ( $i, j = 1, \dots, n$ ), а функция  $\omega_f(\cdot, r): R_+ \rightarrow R_+$  непрерывна, не убывает и  $\omega_f(0, r) = 0$ .

Под решением задачи (1), (2) понимается удовлетворяющая условию (2) вектор-функция  $x \in BV_n(I)$  такая, что

$$x(t) = x(s) + \int_s^t dA(\tau) \cdot f(\tau, x(\tau)) \quad \text{при } a \leq s \leq t \leq b,$$

115.1.1984. 206-206/1

где

$$\left[ \int_s^t dA(\tau) \cdot f(\tau, x(\tau)) \right]_i = \sum_{j=1}^n \int_s^t [f(\tau, x(\tau))]_{ij} d[A(\tau)]_{ij} \quad (i = 1, \dots, n).$$

Пусть  $\alpha_1, \alpha_2 \in R^n$ ;  $\Lambda_1$  и  $\Lambda_2: I \rightarrow R^{n \times n}$  — интегрируемые по  $B$  матричные функции. Через  $\lambda_j: I \rightarrow R^n$  обозначим вектор-функцию с компонентами

$$[\lambda_j(t)]_k = \sum_{i=1}^n \left( \int_{t_h}^t [\Lambda_j(s)]_{ki} d[B(s)]_{ki} \right) + [\alpha_j]_k \quad \text{при } t \in I \quad (j=1, 2; k=1, \dots, n).$$

Если  $\lambda_1(t) \leq \lambda_2(t)$  при  $t \in I$ , то для любого  $\varphi: BV_n(I) \rightarrow R$  положим  $v_*(\varphi; \lambda_1, \lambda_2) = \inf \{ \varphi(x) : x \in BV_n(I), \lambda_1(t) \leq x(t) \leq \lambda_2(t) \text{ при } t \in I \}$ ,  $v^*(\varphi; \lambda_1, \lambda_2) = -\sup \{ \varphi(x) : x \in BV_n(I), \lambda_1(t) \leq x(t) \leq \lambda_2(t) \text{ при } t \in I \}$ .

Функционал  $\varphi: BV_n(I) \rightarrow R$  называется неубывающим, если

$$x(t) \leq y(t) \quad \text{при } t \in I \Rightarrow \varphi(x) \leq \varphi(y).$$

Пусть  $\Phi: I \rightarrow R^{n \times n}$ . Вектор-функция  $g: I \times R^n \rightarrow R^n$  называется  $\Phi$ -квази-неубывающей ( $\Phi$ -неубывающей) по последним  $n$ -переменным, если существует функция  $\delta: I \rightarrow ]0, +\infty[$  такая, что для любых  $\tau \in I, t \in I_\tau = ]\tau - \delta(\tau), \tau + \delta(\tau) \cap I$  и  $i, j, k \in \{1, \dots, n\}$  соблюдаются неравенства  $|[\Phi(t) - \Phi(\tau)]_{ji}| [g(\tau, x) - g(\tau, y)]_i \leq 0$  при  $[x]_k \leq [y]_k$  ( $k \neq i$ ),  $[x]_i = [y]_i$  ( $|[\Phi(t) - \Phi(\tau)]_{ii}| [g(\tau, x) - g(\tau, y)]_i \leq 0$  при  $x \leq y$ ).

*Теорема. Пусть существует функция  $\delta: I \rightarrow ]0, +\infty[$ , матричные функции  $\Lambda_1, \Lambda_2: I \rightarrow R^{n \times n}$  и векторы  $\alpha_1, \alpha_2 \in R^n$  такие, что для любых  $\tau \in I$  и  $i, k \in \{1, \dots, n\}$  соблюдаются неравенства*

$$\lambda_1(\tau) \leq \lambda_2(\tau),$$

$$[\lambda_1(t_h)]_k \leq v_*(\varphi_k; \lambda_1, \lambda_2) \leq v^*(\varphi_k; \lambda_1, \lambda_2) \leq [\lambda_2(t_h)]_k,$$

$$\begin{aligned} & (-1)^j ([A(t) - A(\tau)]_{ki} [f(\tau, [x]_1, \dots, [x]_{k-1}, [\lambda_j(\tau)]_k, [x]_{k+1}, \dots, [x]_n)]_i - \\ & - [B(t) - B(\tau)]_{ki} [\Lambda_j(\tau)]_{ki}) \text{sign} [(t - \tau)(\tau - t_h)] \leq 0 \quad \text{при } t \in I_\tau, \lambda_1(\tau) \leq x \leq \lambda_2(\tau) \\ & (j=1, 2), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (-1)^j d_j \lambda_1(\tau) + \lambda_1(\tau) \leq x + (-1)^j d_j A(\tau) \cdot f(\tau, x) \leq (-1)^j d_j \lambda_2(\tau) + \lambda_2(\tau) \\ & \text{при } (-1)^j (\tau - t_h) \geq 0, \lambda_1(\tau) \leq x \leq \lambda_2(\tau) \quad (j=1, 2). \end{aligned}$$

Тогда задача (1), (2) имеет решение  $x$ , удовлетворяющее неравенствам

$$\lambda_1(\tau) \leq x(\tau) \leq \lambda_2(\tau) \quad \text{при } \tau \in I.$$

*Следствие 1.* Пусть существует функция  $\delta: I \rightarrow ]0, +\infty[$  и функции  $g_1$  и  $g_2$  из  $K(I \times R_+^n \rightarrow R_+^n; B)$  соответственно  $B$ -квази-неубывающая и  $B$ -неубывающая по последним  $n$ -переменным такие, что для любых  $x \in R^n$  и  $i, k \in \{1, \dots, n\}$

$$\begin{aligned} & [A(t) - A(\tau)]_{ki} [f(\tau, x)]_i \text{sign} [(t - \tau)(\tau - t_h)x]_k \leq \\ & \leq |[B(t) - B(\tau)]_{ki}| [g_1(\tau, |x|)]_i \quad \text{при } \tau \in I, t \in I_\tau; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & (-1)^j [d_j A(\tau) \cdot f(\tau, x)]_k \text{sign} [x + (-1)^j d_j A(\tau) \cdot f(\tau, x)]_k \leq \\ & \leq [d_j B(\tau) \cdot g_2(\tau, |x|)]_i \quad \text{при } (-1)^j (\tau - t_h) \geq 0 \quad (j=1, 2). \end{aligned} \quad (4)$$

Пусть, кроме того, для любых  $x \in BV_n(I)$

$$|\varphi_k(x)| \leq \psi_k(|x|) \quad (k = 1, \dots, n),$$

где  $\psi_k (k = 1, \dots, n)$  — непрерывные, неубывающие функционалы и задача

$$d[y(t)]_k = [dB(t) \cdot (g_1(t, |y(t)|) + g_2(t, |y(t)|))]_k \text{sign}(t - t_k),$$

$$[y(t_k)]_k = \psi_k$$

разрешима. Тогда задача (1), (2) также разрешима.

Следствие 2. Пусть для любых  $x \in R^n$  и  $i, k \in \{1, \dots, n\}$  соблюдаются условия (3), (4), где  $[B]_{ii} \equiv 0 (k > i)$ ,

$[g_j(\tau, |x|)]_k = h_k(\tau, [|x|]_1, \dots, [|x|]_{k-1}) \omega_k(|x|_k)$  при  $\tau \in I (j = 1, 2)$ , (5) функция  $h_1(h_1(\tau) = h_1(\tau, \cdot))$  при  $\tau \in I$  интегрируема по  $[B]_{k1}$ , функции

$h_m \in \bigcap_{j=1}^m K(I \times R_+^{m-1} \rightarrow R_+; [B]_{jm}) - [B]_{jm}$  — не убывают по последним  $(m-1)$ -

переменным  $(m = 2, \dots, n; j = m, \dots, n)$ , а непрерывные  $[B]_{ii}$  — неубывающие

$(j = i + 1, \dots, n)$  функции  $\omega_i: R_+ \rightarrow R_+$  таковы, что либо  $\lim_{r \rightarrow +\infty} \frac{\omega_i(r)}{r} = 0$ , либо

$\omega_i(r) = r + c_i (c_i = \text{const} \geq 0)$  и  $[d_j B(\tau)]_{ii} h_i(\tau, |x|) < 1$  при  $(-1)^j (\tau - t_i) < 0 (j = 1, 2)$ . Пусть, кроме того,  $|\varphi_k(x)| < \gamma_k (\gamma_k = \text{const})$  при  $x \in BV_n(I) (k = 1, \dots, n)$ . Тогда задача (1), (2) разрешима.

Следствие 3. Пусть для любых  $x \in R^n$  и  $i, k \in \{1, \dots, n\}$  соблюдаются условия (3), (4), (5), где  $[B]_{ik} \equiv 0 (i \neq k)$ ,  $|\varphi_k(y)| < \gamma_k (y \in BV_n(I))$ ,

$\lim_{r \rightarrow +\infty} (r - [d_j B(\tau)]_{ii} h_i(\tau, |x|) \omega_i(r)) = +\infty$  при  $(-1)^j (\tau - t_i) < 0 (j = 1, 2)$

и либо функция  $[B]_{ii}$  кусочно-постоянна, либо она имеет не более конечного числа точек разрыва, а функция  $\omega_i: R_+ \rightarrow ]0, +\infty[$  удовлетворяет условию

$$\int_0^{+\infty} \frac{ds}{\omega_i(s)} = +\infty.$$

Тогда задача (1), (2) разрешима.

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

(Поступило 11.2.1983)

მათემატიკა

მ. აშორდია

განზოგადებულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის ერთი მრავალფერტილობანი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია დებულებები განზოგადებულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა (1) სისტემის ისეთი ამონახსნის არსებობის შესახებ, რომელიც აკმაყოფილებს (2) სასაზღვრო პირობებს.

М. Т. ASHORDIA

ON A MULTIPOINT BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR A SYSTEM  
OF GENERALIZED ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

## Summary

The existence theorems for solutions of the system (1) of generalized ordinary differential equations satisfying the boundary conditions (2) are stated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Kurzweil. Czech. Math. 7 (82), 1957, 418-449.
2. Я. Курцвейль. Прик. мат. и мех., 22, № 1, 1958, 27—45.
3. I. Kurzweil. Czech. Math. 8 (83), 1953, 356-359.
4. И. Т. Кигурадзе, Б. Пужа. Дифф. уравн. 12, № 12, 1976, 2139—2148.
5. S. Schwabik *et al.* Differential and Integral Equations. Praha, 1979, 248.



М. Г. МЕГРЕЛИШВИЛИ

## ЭКВИВАРИАНТНЫЕ ПОПОЛНЕНИЯ И БИКОМПАКТНЫЕ РАСШИРЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 1.2.1983)

В работе показано, что пополнение является эквивариантным для достаточно широкого класса равномерных  $G$ -пространств. Это позволяет применять эквивариантное пополнение для изучения эквивариантных бикомпактных расширений. Полученные результаты, в частности, усиливают соответствующие результаты де Вриса [1—3], Лудешера и де Вриса [4], а также де Гроота [5].

Если дано действие  $\alpha: G \times X \rightarrow X$ , то условимся писать  $gx$  вместо  $\alpha(g, x)$ . Через  $\alpha_g$  обозначается отображение  $\alpha_g: X \rightarrow X$ , определенное равенством  $\alpha_g(x) = gx$ . Под  $G$ -расширением подразумевается эквивариантное расширение. Множество всех окрестностей единицы группы  $G$  обозначим через  $N_G(e)$ . Равномерная структура предполагается заданной с помощью покрытий [6].

О других, используемых в статье понятиях см. [1, 4, 6].

Если  $(X, \mu)$  — равномерное  $G$ -пространство, то каждое  $\alpha_g: X \rightarrow X$   $\mu$ -равномерно непрерывно в точности тогда, когда  $\mu$  — инвариантная равномерность, т. е. если  $V(g, P) \in G \times \mu: gP \in \mu$ .

Предложение 1. Пусть  $G$  — топологическая группа,  $(X, \mu)$  — равномерное пространство и дано действие  $\alpha: G \times X \rightarrow X$  (не требуя, специально, его непрерывности). Если множество  $X$  —  $\mu$ -ограничено [2], где  $\mu$  — инвариантно, то  $\alpha$  — непрерывное действие.

Определение 1. Пусть  $\mu$  — инвариантная равномерность на  $G$ -пространстве  $X$ . Скажем, что  $(X, \mu)$  есть эквивариантное  $G$ -пространство, если  $X$  —  $\mu$ -ограничено. Если при этом  $\mu$  — метризуемая равномерность (т. е.  $\mu = \mathfrak{N}_0$ ), то  $X$  называется эквиметрическим  $G$ -пространством.

Через  $UN^G$  обозначаем категорию эквивариантных  $G$ -пространств, где морфизмы — эквивариантные равномерно непрерывные отображения.

Пусть  $i = (X, \mu) \rightarrow (\widehat{X}, \widehat{\mu})$  — пополнение равномерного пространства  $(X, \mu)$ . Если  $\mu$  — инвариантная равномерность на  $G$ -пространстве  $X$ , то каждое  $\alpha_g: X \rightarrow X$   $\mu$ -равномерно непрерывно и поэтому существует (единственное)  $\widehat{\mu}$ -равномерно непрерывное продолжение  $\widehat{\alpha}_g: \widehat{X} \rightarrow \widehat{X}$ . Ясно, что таким образом получается действие  $\widehat{\alpha}: G \times \widehat{X} \rightarrow \widehat{X}$ , продолжающее  $\alpha$ . Однако  $\widehat{\alpha}$  не всегда непрерывно, т. е. пополнение не всегда является эквивариантным. Следующая теорема, в частности, показывает (ввиду предложения 1), что в категории  $UN^G$  пополнение всегда эквивариантно.



Теорема 1. Если  $(X, \mu) \in ObUN^G$ , то  $(\widehat{X}, \widehat{\mu}) \in ObUN^G$ . Причем, если  $f: (X, \mu) \rightarrow (X', \mu')$  морфизм категории  $UN^G$ , где  $(X', \mu')$  — полное пространство, то существует единственный такой морфизм  $f': (\widehat{X}, \widehat{\mu}) \rightarrow (X', \mu')$ , что  $f'i = f$ .

Если  $(X, \mu)$  — равномерное  $G$ -пространство, то система покрытий  $\{gP: (g, P) \in G \times \mu\}$  является предбазой некоторой инвариантной равномерности (обозначаемая далее через  $\mu_G$ ) на пространстве  $X$ . При этом  $X - \mu_G$ -ограничено в точности тогда, когда  $X - \mu$ -ограничено [3].

Предложение 2. Если  $X - \mu$ -ограничено, то  $(X, \mu_G) \in ObUN^G$  и

$$\omega_{\mu_G} \leq \max\{\omega_{\mu}, L(G)\}.$$

Пусть действие на равномерном  $G$ -пространстве  $(X, \mu)$  является (равномерно) равностепенно непрерывным. В работе [4] приводится способ, позволяющий заменить  $\mu$  на такую равномерность  $\mu'$ , что  $X - \mu'$ -ограничено. Используя эту идею, приведем более общую конструкцию. Прежде всего дадим следующее

Определение 2. Пусть  $(X, \mu)$  — равномерное  $G$ -пространство. Скажем, что  $X$  является  $\mu$ -квазиограниченным, если

$$\forall P \in \mu \exists P' \in \mu \exists V \in N_G(e): gP' \rightarrow P \quad \forall g \in V.$$

Заметим, что если  $X - \mu$ -ограничено, или если некоторое  $V \in N_G(e)$  действует  $\mu$ -равномерно равностепенно непрерывно, то в обоих случаях  $X - \mu$ -квазиограничено.

Пусть  $(X, \mu)$  — равномерное  $G$ -пространство,  $B$  — база  $N_G(e)$  и  $\gamma$  — база равномерности  $\mu$ . Если система покрытий

$$(1) \quad \{UP: U \in B, P \in \gamma\} \quad (\text{где } UP = \{UA: A \in P\})$$

образует базу некоторой равномерности на  $G$ -пространстве  $X$ , то она не зависит от выбора  $B$  и  $\gamma$ , поэтому эту равномерность обозначим через  $\mu^G$ .

Предложение 3. Пусть  $X - \mu$ -квазиограниченное  $G$ -пространство. Тогда система (1) есть база равномерности на пространстве  $X$ . Причем,  $X - \mu^G$ -ограничено и  $\omega_{\mu^G} \leq \max\{\omega_{\mu}, \chi G\}$ .

Если  $(X, \mu)$  — равномерное пространство, то всевозможные конечные равномерные покрытия образуют базу предкомпактной равномерности  $\mu^*$  [5]. Соответствующее бикompактное расширение Самюэля обозначаем через  $S_{\mu}: X \rightarrow \beta_{\mu}X$ . Заметим, что  $\omega_{\beta_{\mu}X} = \omega_{\mu^*}$ . Если  $(X, \mu) \in ObUN^G$ , то  $(X, \mu^*) \in ObUN^G$ . Поэтому из теоремы 1 следует

Предложение 4. Если  $(X, \mu) \in ObUN^G$ , то бикompактное расширение  $S_{\mu}: X \rightarrow \beta_{\mu}X$  является эквивариантным.

Теорема 2. Существует взаимно однозначное соответствие между всеми бикompактными  $G$ -расширениями  $G$ -пространства  $X$  и всеми предкомпактными эквивариантностями на  $X$ .

Теорема 3. Следующие условия эквивалентны:

- (i)  $G$ -пространство  $X$  имеет бикompактное  $G$ -расширение.
- (ii)  $X$  является  $\mu$ -ограниченным относительно некоторой равномерности  $\mu$  на  $X$ .
- (iii)  $X$  является  $\mu$ -квазиограниченным относительно некоторой равномерности  $\mu$  на  $X$ .



Причем в этих условиях существует такое бикомпактное  $G$ -расширение  $X \rightarrow Y$ , что  $\omega Y \leq \max\{\omega X, L(G)\}$ .

Следствие. Если окрестность единицы действует  $\mu$ -равностепенно непрерывно относительно некоторой равномерности  $\mu$  на  $G$ -пространстве  $X$ , то  $X$  имеет бикомпактное  $G$ -расширение.

Замечание. Эквивалентность (i)  $\iff$  (ii), и результат, формулируемый в виде следствия, были получены де Врисом [1].

При доказательстве следствия теоремы 3 применяется следующая

Лемма. Если окрестность единицы  $U \in N_G(e)$  действует на  $X$   $\mu$ -равностепенно непрерывно, то на пространстве  $X$  существует такая равномерность  $\mu'$ , что  $\omega\mu = \omega\mu'$  и  $X$   $\mu'$ -квазиограничено.

Предложение 5. Пусть  $G$ -пространство  $X$  квазиограничено относительно некоторой метрики  $\rho$ . Тогда

(i) Если  $G$  — метризуемая группа, то  $X$  ограничено относительно некоторой метрики  $\rho'$ .

(ii) Если  $\omega G = \aleph_0$ , то

1) пространство  $X$  эквиметризуемо;

2) существует полное эквиметрическое пространство  $(X', \rho')$  и эквивариантное плотное топологическое вложение  $i: X \rightarrow X'$ .

Замечание. Утверждение (ii) предложения 5 усиливает результаты де Гроота [5] (см. также [2]).

Теорема 4. Если  $G$  — локально бикомпактная группа и имеет счетную базу (соответственно метризуемо), то всякое метризуемое  $G$ -пространство эквиметризуемо (соответственно ограничено относительно некоторой метрики).

Замечание. Пример де Гроота [5] (соответственно пример де Вриса [2]) показывает, что в теореме 4 условие наличия счетной базы (соответственно условие метризуемости) существенно.

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

(Поступило 11.2.1983)

მათემატიკა

მ. მიხრელიშვილი

მკვრივარინანტული შევსებები და ბიკომპაქტური გაფართოებები

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ თანაბრობის  $G$ -სივრცეთა საკმაოდ დიდი კლასისთვის შევსება ეკვივარიანტულია. ეს საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ ეკვივარიანტული შევსებები ეკვივარიანტულ ბიკომპაქტურ გაფართოებათა შესასწავლად.

M. G. MEGRELISHVILI

## EQUIVARIANT COMPLETIONS AND BICOMPACT EXTENSIONS

## Summary

Completion is shown to be equivariant for a sufficiently wide class of uniform  $G$ -spaces. This allows the use of equivariant completion in the investigation of equivariant bicomact extensions.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. de Vries. Amsterdam. Math. Centre Tracts, № 149, 1980.
2. J. de Vries. Gen. Top. Appl. 5, № 2, 1975, 107-122.
3. J. de Vries. Amsterdam. Math. Centre Tracts № 61, 1976.
4. H. Ludescher, J. de Vries. Nederl Akad. Wetensch. Proc. Ser. A 83, 1980, 263-268.
5. J. de Groot. Nieuw arch. wisk. (3) 7 (1959), 70-74.
6. J. Isbell. Uniform Spaces AMS, Providence R. I., 1964.



Г. И. СУЛХАНИШВИЛИ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УРАВНОВЕШЕННОГО УДЕРЖАНИЯ  
 ПЛАЗМЫ В БЕСКОНЕЧНОМ КРУГОВОМ ЦИЛИНДРЕ  
 С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 11.2.1983)

Пусть  $G$  — ограниченная односвязная область плоскости  $x, y$  с границей  $\partial G$ .

Найдем такую функцию  $u(x, y) \in C^0(\bar{G}) \cap C^2_1(G)$ , которая удовлетворяет уравнению

$$\Delta u + \lambda^* \min(u, 0) = 0, \quad (x, y) \in G \tag{1}$$

и условиям

$$u|_{\partial G} = C, \tag{2}$$

$$\int_{\gamma} |\text{grad } u| \, ds = K, \tag{3}$$

где  $\Delta$  — двумерный оператор Лапласа;  $K > 0$  и  $\lambda^* > \lambda_1$  — заданные числа ( $\lambda_1$  — основная частота области  $G$ );  $C > 0$  — неизвестное число, которое следует определить;  $\gamma = \{(x, y) | (x, y) \in G: u(x, y) = \alpha\}$  ( $0 < \alpha < C$ ) — некоторая линия уровня неизвестной функции  $u(x, y)$ .

Эта задача является модельной для уравновешенного удержания плазмы с помощью магнитного поля в бесконечном цилиндре  $G \times R$  с поперечным сечением  $G$ ; решение задачи является функцией тока для проекции на плоскость поперечного сечения в цилиндре  $G \times R$  магнитного поля [1].  $G_0 = \{(x, y) | (x, y) \in G: u(x, y) < 0\}$  и  $G_1 = G \setminus \bar{G}_0$  — поперечные сечения областей плазмы и вакуума в  $G \times R$ , соответственно.

Акер [1] сконструировал решение задачи (1) — (3) в терминах некоторых неизвестных функционалов и показал, что если область  $G$  является выпуклой, то конфигурация поперечного сечения уравновешенной плазмы также выпукла. Помимо этого важного результата доказанного в [1], Акер указывает на результат Темама [2] о том, что задача (1) — (3) имеет хотя бы одно решение, если  $\partial G \in C^4$ , и это решение единственно, когда  $\lambda^*$  не превосходит второго собственного значения  $\lambda_2$  задачи Дирихле оператора Лапласа в  $G$ .

Нетрудно видеть, что решение задачи (1) — (3) сводится к решению следующих задач:

$$\Delta u_0 + \lambda^* u_0 = 0, \quad u_0(x, y) < 0, \quad (x, y) \in G_0, \quad u_0|_{\partial G_0} = 0; \tag{4}$$

$$\Delta u_1 = 0, \quad u_1(x, y) > 0, \quad (x, y) \in G_1, \quad u_1|_{\partial G} = C, \tag{5}$$



$$\int_{\gamma} |\text{grad } u_1| ds = K, \quad (5)$$

при выполнении определенного условия сопряжения на  $\partial G_0$ .

В том частном случае, когда  $G = G_{R_1}$  — круг радиуса  $R_1$  и  $\lambda_1 < \lambda^* \leq \lambda_2$ , ниже мы дадим эффективное решение задачи (1)–(3). При этом предварительно предполагаем, что  $G_0 = G_{R_0}$  — круг, концентричный с  $G_{R_1}$ , с пока что неизвестным радиусом  $R_0$  ( $R_0 < R_1$ ). Это предположение относительно области  $G_0$  становится единственным возможным после того, когда в вышеуказанных условиях Темама об однозначной разрешимости задачи (1)–(3) будет построено решение этой задачи.

Как известно (см., например, [3]), решения задачи о собственных значениях

$$\Delta v + \mu v = 0, \quad (x, y) \in G_{R_0}, \quad v|_{\partial G_{R_0}} = 0$$

имеют вид

$$\mu = \frac{1}{R_0^2} j_{n,k}^2, \quad v = A J_n \left( \frac{\rho}{R_0} j_{n,k} \right) \cos(n\theta - \alpha) \\ (n = 0, 1, 2, \dots; k = 1, 2, \dots),$$

где  $A$  — произвольная постоянная;  $\alpha$  — произвольный угол;  $\rho$  и  $\theta$  — полярные координаты точки  $(x, y)$ ;  $J_n(\zeta)$  — функция Бесселя первого рода,  $j_{n,k}$  —  $k$ -й положительный корень функции  $J_n(\zeta)$ .

В нашем случае

$$\mu = \lambda^*, \quad \lambda_1 = \frac{1}{R_1^2} j_{0,1}^2, \quad \lambda_2 = \frac{1}{R_1^2} j_{1,1}^2.$$

Поэтому неравенство  $\lambda_1 < \lambda^* \leq \lambda_2$  имеет место тогда и только тогда, когда  $n=0$  и  $k=1$ . Так что  $\lambda^* = (1/R_0^2) j_{0,1}^2$  и, следовательно,  $R_0 = j_{0,1}/\sqrt{\lambda^*}$  — истинный радиус круга  $G_{R_0}$ .

Таким образом, согласно (7) решение задачи (4) примет вид

$$u_0(x, y) = A J_0(\sqrt{\lambda^*} \rho), \quad 0 \leq \rho \leq R_0, \quad R_0 = j_{0,1}/\sqrt{\lambda^*}, \quad (8)$$

где  $A < 0$  — произвольная постоянная.

Теперь напишем решение задачи (5) в круговом кольце  $G_1 = G_{R_1} \setminus \bar{G}_{R_0}$  (см., например, [4])

$$u_1(x, y) = \frac{\ln(R_0/\rho)}{\ln(R_0/R_1)} C, \quad R_0 \leq \rho \leq R_1. \quad (9)$$

Отсюда следует, что

$$|\text{grad } u_1| = -(C/\rho) \ln(R_0/R_1),$$

а уравнение кривой  $\gamma = \{(x, y) | (x, y) \in G_1: u_1(x, y) = \alpha\}$  ( $0 < \alpha < C$ ) имеет вид  $\rho = R_0 (R_1/R_0)^{\alpha/C}$ . Учитывая эти равенства, из (6) находим

$$C = -(K/2\pi) \ln(R_0/R_1). \quad (10)$$

Так что уравнение кривой  $\gamma$  примет вид  $\rho = (j_{0,1}/\sqrt{\lambda^*}) \exp(2\pi\alpha/K)$ .  
Согласно (9), (10) имеем

$$u_1(x, y) = (K/2\pi) \ln(\rho/R_0), \quad R_0 \leq \rho \leq R_1. \quad (11)$$

На основе (8), (11) находим равенства

$$\partial u_0 / \partial \rho = A J'_0(\sqrt{\lambda^*} \rho) \sqrt{\lambda^*}, \quad \partial u_1 / \partial \rho = K/2\pi \rho,$$

которые вместе с соотношением

$$\left. \frac{\partial u_0}{\partial \rho} \right|_{\rho=R_0^-} = \left. \frac{\partial u_1}{\partial \rho} \right|_{\rho=R_0^+}$$

позволяют написать

$$A = \frac{K}{2\pi j_{0,1} J'_0(j_{0,1})}.$$

Учитывая полученное значение для  $A$ , формуле (8) можно придать вид  $(J'_0(j_{0,1}) = -J_1(j_{0,1}))$

$$u_0(x, y) = -\frac{K}{2\pi} \cdot \frac{J_0(\sqrt{\lambda^*} \rho)}{j_{0,1} J_1(j_{0,1})}, \quad 0 \leq \rho \leq R_0 = j_{0,1}/\sqrt{\lambda^*}.$$

Согласно равенству  $J'_0(j_{0,1}) j_{0,1} + J'_1(j_{0,1}) = 0$ , вытекающему из уравнения Бесселя для функции  $J_0(\zeta)$ , находим

$$\left. \frac{\partial^2 u_0}{\partial \rho^2} \right|_{\rho=R_0^-} = \left. \frac{\partial^2 u_1}{\partial \rho^2} \right|_{\rho=R_0^+}.$$

Таким образом, функция

$$u(x, y) = \begin{cases} -\frac{K}{2\pi} \cdot \frac{J_0(\sqrt{\lambda^*} \rho)}{j_{0,1} J_1(j_{0,1})} & \text{при } 0 \leq \rho \leq R_0, \\ \frac{K}{2\pi} \ln(\rho/R_0) & \text{при } R_0 \leq \rho \leq R_1, \end{cases} \quad (12)$$

где  $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $R_0 = j_{0,1}/\sqrt{\lambda^*}$ , является единственным решением задачи (1)—(3) в том случае, когда область  $G$  является кругом радиуса  $R_1$ .

Заметим, что формулу (12), выведенную здесь элементарным способом, можно получить также из общей формулы Акера [1].

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

(Поступило 11.2.1983)

მათემატიკა

ბ. სულხანიშვილი

უსასრულო წრიულ ცილინდრში მაგნიტური ველის საშუალებით  
პლაზმის გაწონასწორებულ დამკვირვებელს ამოცანის ამოხსნა

რეზიუმე

ბეგელის პირველი გვარის ფუნქციების საშუალებით ელემენტარული  
გზით აგებულია თავისუფალსაზღვრიანი (1)—(3) ამოცანის (12) ამოხსნა  
(დენის ფუნქცია) იმ შემთხვევაში, როცა  $G$  არე წარმოადგენს წრეს; დადგე-  
ნილია თავისუფალი ანუ პლაზმა-ვაკუუმის საზღვარი.



G. I. SULKHANISHVILI

SOLUTION OF THE PROBLEM OF A BALANCED CONFINEMENT  
OF PLASMA BY A MAGNETIC FIELD IN AN INFINITE  
CIRCULAR CYLINDER

## Summary

The solution (12) (the stream function) of problem (1)-(3) with a free boundary is constructed by means of Bessel's function of the first kind in the case when  $G$  is a disk. The free boundary, i. e. the plasma-vacuum boundary, is established.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Acker. Math. Meth. Appl. Sci., 3, № 3, 1981.
2. R. Темам. Comm. Part. Diff. Eqs., 2, 1977.
3. Р. Курант, Д. Гильберт. Методы математической физики, т. I. М.—Л., 1951.
4. Л. В. Канторович, В. И. Крылов. Приближенные методы высшего анализа. М.—Л., 1962.



Р. В. ДУДУЧАВА, Т. И. ЛАЦАБИДЗЕ

ОБ ИНДЕКСЕ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИИ  
 С КОМПЛЕКСНО-СОПРЯЖЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ  
 НА КУСОЧНО-ГЛАДКИХ ЛИНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 11.3.1983)

Пусть  $\Gamma = \bigcup_{k=1}^r \Gamma_k$ , где  $\Gamma_k$  — простые, гладкие, ориентированные дуги, не имеющие общих точек, кроме, быть может, концов. Точку  $c \in \Gamma$  будем называть узлом кривой  $\Gamma$ , если она является концом какой-либо гладкой составляющей или общим концом по крайней мере двух гладких составляющих (кратный узел). Будем считать, что среди узлов  $c_1, c_2, \dots, c_n$  линии  $\Gamma$  нет точек возврата.  
 Пусть

$$\rho(t) = \prod_{k=1}^n |t - c_k|^{\alpha_k},$$

где  $-1 < \alpha_k < p - 1$ ,  $k = \overline{1, n}$ ,  $p > 1$ .

$RL_p^m(\Gamma; \rho)$  — векторное пространство, над полем действительных чисел, вектор-функций  $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_m)$  с нормой

$$\|\varphi\|_{p, \rho} = \left( \sum_{j=1}^m \int_{\Gamma} \rho(t) |\varphi_j|^p |dt| \right)^{1/p}.$$

Через  $PC^{m \times m}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$  обозначим множество матриц-функций (м.-ф.) порядка  $m$ , элементы которых непрерывные функции на закрытых дугах  $\Gamma_1, \dots, \Gamma_r$  (в кратных узлах эти функции, вообще говоря, не определены),

В пространстве  $RL_p^m(\Gamma; \rho)$  рассмотрим оператор (уравнение)

$$\begin{aligned} (B\varphi)(t) &= a(t)\varphi(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} + c(t)\overline{\varphi}(t) - \\ &- \frac{e(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\overline{\varphi(\tau) d\tau}}{\tau - t} - \frac{h(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\overline{\varphi(\tau) d\tau}}{\tau - t} + \int_{\Gamma} k_s(t, \tau)\varphi(\tau) d\tau + \\ &+ \int_{\Gamma} k_s'(t, \tau)\overline{\varphi(\tau) d\tau} = f(t), \end{aligned} \tag{1}$$

где м.-ф.  $a(t), b(t), \dots$ , принадлежит классу  $PC^{m \times m}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$ , а ядра  $k_s, k_s' \in LH_{\infty}^{m \times m}(\Gamma^2)$  имеют фиксированные особенности (точное определение см., напр., [1, 2]).



В [2] был сформулирован критерий нетеровости для оператора (1). Здесь мы дадим формулу индекса для него и рассмотрим одно приложение полученных результатов.

Оператору (1) сопоставим символ

$$B_\omega(t, \xi) = \begin{pmatrix} B_1(t, \xi) & B_2(t, \xi) \\ B_2(t, -\bar{\xi}) & B_1(t, -\bar{\xi}) \end{pmatrix} \quad t \in \Gamma; \xi \in R,$$

где

$$B_1(t, \xi) = \tilde{a}(t, \xi) + \tilde{b}(t, \xi) S_\omega(t, \xi) + \tilde{h}(t, \xi) \overline{S_\omega(t, -\bar{\xi})} + k_\omega(t, \xi),$$

$$B_2(t, \xi) = \tilde{c}(t, \xi) + \tilde{d}(t, \xi) S_\omega(t, \xi) + \tilde{e}(t, \xi) \overline{S_\omega(t, -\bar{\xi})} + k'_\omega(t, \xi).$$

Здесь м. -ф.  $k_\omega(t, \xi)$ ,  $k'_\omega(t, \xi)$ ,  $\tilde{a}(t, \xi)$ ,  $\tilde{b}(t, \xi)$ , ... определяются как и в [2], а м. ф.  $S_\omega(t, \xi)$  определяется несколько иначе чем в [2], а именно:

$$S_\omega(t, \xi) = \begin{cases} \operatorname{sgn} \xi, & \text{если } t \neq c_1, \dots, c_n, \\ \left| \left| \sigma_{j,q} \left( \frac{\exp(-2\pi(\delta_{j\mu} - \delta_{jq} + e_{j\mu q})(i\alpha_t + \bar{\xi}))}{\operatorname{sh} \pi(i\alpha_t + \bar{\xi})} + \delta_{\mu q} \right) \right| \right|_{\mu, q=1}^{n(c_j)}, & \text{если } t = c_j \end{cases}$$

(точные определения используемых обозначений см. в [2]).

Если  $\inf |\det B_\omega(t, \xi)| > 0$  ( $t \in \Gamma$ ,  $\xi \in R$ ), введем обозначения

$$G_\pm(t) = \begin{pmatrix} a(t) \pm (b(t) - h(t)) & c(t) \pm (d(t) - e(t)) \\ \bar{c}(t) \pm (\bar{e}(t) - \bar{d}(t)) & \bar{a}(t) \pm (\bar{h}(t) - \bar{b}(t)) \end{pmatrix}$$

и индекс м.-ф.  $B_\omega(t, \xi)$  определим формулой

$$\operatorname{ind} B_\omega = \frac{1}{2\pi} [\operatorname{argdet}(G_-^{-1}(t) G_+(t))]_\Gamma + \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^n \operatorname{argdet} B_\omega(c_j, \xi)_R.$$

**Теорема 1.** Для нетеровости оператора (1) в пространстве  $RL_p^m(\Gamma; \rho)$  необходимо и достаточно, чтобы

$$\inf_{\substack{t \in \Gamma \\ \xi \in R}} |\det B_\omega(t, \xi)| > 0; \quad (2)$$

если это условие выполнено, то

$$\operatorname{Ind} B = -\operatorname{ind} B_\omega. \quad (3)$$

Условие (2) эквивалентно условию, полученному в [2].

При доказательстве формулы (3) применяются работа [3] и следующая

Лемма. Оператор

$$(K\varphi)(t) = \frac{1}{\pi i} \int_\Gamma \frac{\overline{\varphi(\tau)} d\tau}{\tau - t} + \frac{1}{\pi i} \int_\Gamma \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} = \frac{1}{\pi i} \int_\Gamma \varphi(\tau) d \left( \ln \frac{\tau - t}{\bar{\tau} - \bar{t}} \right)$$

имеет вид

$$(K\varphi)(t) = \int_\Gamma k_s(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau + \int_\Gamma k_r(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau,$$

где  $k_s(t, \tau) \in L H_\omega^{m \times m}(\Gamma^2)$ , а оператор с рядом  $k_r(t, \tau)$  в полне непрерывен в  $RL_p^m(\Gamma; \rho)$  и  $L_p^m(\Gamma; \rho)$ .

В случае гладкого контура  $\Gamma$  оператор  $K$  вполне непрерывен в указанных пространствах (см. [4]).



Пример. Пусть  $\Gamma$  — замкнутая кусочно-гладкая ориентированная против часовой стрелки линия на комплексной плоскости  $C$ , охватывающая точку  $0 \in C$  и  $c_j$ -узлы  $\Gamma$  ( $j = 1, n$ ); следовательно,  $\Gamma/\{c_1, \dots, c_n\}$ ; —совокупность гладких дуг, внутренний угол между которыми в точке  $c_j$  равно  $\gamma_j$  ( $\gamma_j \neq \pi$ ).

Рассмотрим задачу линейного сопряжения (задачу Маркушевича, см. [4, 5]):

$$\Phi^+(t) = a(t)\Phi^-(t) + b(t)\bar{\Phi}^-(t) + f(t), \quad (4)$$

где  $a, b \in C(\Gamma)$ ,  $f \in RL_p(\Gamma; \rho)$ , а решение  $\Phi$  ищется в классе функций, представимых интегралом типа Коши с плотностями из пространства  $RL_p(\Gamma; \rho)$ .

Как хорошо известно (см. [4, 5]) граничная задача (4) эквивалентна сингулярному интегральному уравнению

где

$$D\varphi = a_1\varphi + a_2\bar{\varphi} + b_1S_\Gamma\varphi + b_2\bar{S}_\Gamma\bar{\varphi} = f, \quad (5)$$

где

$$f, \varphi \in RL_p(\Gamma; \rho),$$

$$(S_\Gamma\varphi)(t) = \frac{1}{\pi i} \int_\Gamma \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t},$$

$$a_1(t) = \frac{1}{2}(1 + a(t)), \quad a_2(t) = \frac{1}{2}b(t), \quad b_1(t) = \frac{1}{2}(1 - a(t)), \quad b_2(t) = -\frac{1}{2}b(t).$$

Введем следующие обозначения:

$$g_{\gamma_j, \beta_j}(\xi) = \frac{\operatorname{sh}(\pi - \gamma_j)(i\beta_j + \xi)}{\operatorname{sh} \pi(i\beta_j + \xi)},$$

$$\text{где } \beta_j = \frac{1 + \alpha_j}{\rho} \quad j = 1, \dots, n; \text{ очевидно, что } g_{\gamma_j, \beta_j}(0) = \frac{\sin(\pi - \gamma_j)\beta_j}{\sin \pi\beta_j}$$

$$\epsilon_{\gamma_j, \beta_j} = \begin{cases} 0, & \text{если } b(c_j) = 0, \\ 0, & \text{если } b(c_j) \neq 0 \left| \frac{a(c_j)}{b(c_j)} \right| > \left| g_{\gamma_j, \beta_j}(0) \right|, \\ 1, & \text{если } \left| \frac{a(c_j)}{b(c_j)} \right| < \left| g_{\gamma_j, \beta_j}(0) \right|. \end{cases}$$

Выписав символ оператора  $D$  и подсчитав его детерминант, в виде следствия Теоремы 1 получается

Теорема 2. Для нетеровости граничной задачи (4) необходимо и достаточно, чтобы выполнялись следующие условия:

- 1)  $a(t) \neq 0$ ,  $t \in \Gamma$ ;
- 2)  $b(c_k) = 0$ , либо  $b(c_k) \neq 0$  и при этом

$$\left| \frac{a(c_k)}{b(c_k)} \right| \neq \left| g_{\gamma_k, \beta_k}(0) \right| \quad (k = 1, \dots, n).$$

Если условия теоремы выполнены, индекс задачи (4) (оператора (5)) вычисляется по формуле:

$$\operatorname{Ind} D = 2 \operatorname{ind} a + \sum_{j=1}^n \epsilon_{\gamma_j, \beta_j}.$$

Для гладких кривых ( $\gamma_1 = \dots = \gamma_n = \pi$ ) сформулированная теорема хорошо известна (см. [4, 5]). Рассмотренный здесь пример наглядно показывает существенную зависимость условий нетеровости и индекса уравнений типа (1) от углов  $\gamma_1, \dots, \gamma_n$ .

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

(Поступило 11.3.1983)

მათემატიკა

რ. დუდუჩავა, თ. ლაცაბიძე

უბან-უბან გლუვ წირებზე კომპლექსური შემულეზიანი  
 სინგულარული ინტეგრალური განტოლებების ინდექსის შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია (1) სახის ოპერატორების ნეტერისეულობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები  $L_p^m(\Gamma; \rho)$  სივრცეში და მოცემულია ამ ოპერატორების ინდექსის გამოსათვლელი ფორმულა. მიღებული შედეგები გამოიყენება მარკუშევიჩის სსახლგრო ამოცანის მაგალითზე, სადაც ნათლად ჩანს  $\Gamma$  წირის გლუვ მდგენელებს შორის კუთხის გავლენა ამოცანის ნეტერისეულობასა და ინდექსზე.

MATHEMATICS

R. V. DUDUCHAVA, T. I. LATSABIDZE

## ON THE INDEX OF SINGULAR INTEGRAL EQUATIONS WITH COMPLEX CONJUGATE FUNCTIONS ON PIECEWISE SMOOTH LINES

Summary

For an operator of the type (1) the criterion to be Noetherian in space  $L_p^m(\Gamma; \rho)$  is established and the index formula is given. The results obtained are illustrated following the Markuševič problem. Following that example, the influence of the angles between the smooth components of  $\Gamma$  on the condition to be Noetherian and the index of the problem is seen clearly.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. В. Дудучава. Сообщения АН ГССР, 91, № 2, 1978, 293—296.
2. Т. И. Лацабидзе. Сообщения АН ГССР, 112, № 3, 1983, 481—484.
3. Р. В. Дудучава. Mathematische Nachrichten B. 79, 1977, 75-98.
4. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом, М., 1977.
5. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.



М. Т. ЦУЦУНАВА

ОБ ОДНОЙ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ С КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ ТИПА ГУРСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 15.4.1983)

Пусть  $m$  и  $n$  — натуральные числа,  $0 < a < +\infty$ ,  $0 < b < +\infty$ ,  $D = [0, a] \times [0, b]$ ,  $\Omega \subset R^m$  — непустое ограниченное множество,  $U$  — множество измеримых вектор-функций  $u: D \rightarrow \Omega$  (которое будем называть множеством допустимых управлений), вектор-функции  $\varphi_1: [0, b] \rightarrow R^n$ ,  $\varphi_2: [0, a] \rightarrow R^n$  и матричная функция  $\Lambda: [0, b] \rightarrow R^{n \times n}$  удовлетворяют условию Липшица, причем

$$\varphi_1(0) = \Lambda(0) \varphi_1(b) + \varphi_2(0),$$

а вектор-функция  $f: D \times R^{3n} \times \Omega \rightarrow R^n$  такова, что:

- а)  $f(\cdot, \cdot, \cdot, y, p, q, u): D \rightarrow R^n$  измерима при любом  $(y, p, q, u) \in R^{3n} \times \Omega$ ,  $f(x, y, \cdot, \cdot, \cdot, \cdot): R^{3n} \times \Omega \rightarrow R^n$  непрерывна при любом  $(x, y) \in D$ ;
- б)  $f(\cdot, 0, 0, 0, \cdot): D \times \Omega \rightarrow R^n$  ограничена;
- в)  $f(x, t, y, p, q, u)$  имеет непрерывные частные производные по  $y, p, q$  и матричные функции

$$F_1(x, t, y, p, q, u) = \frac{\partial f(x, t, y, p, q, u)}{\partial y}, F_2(x, t, y, p, q, u) = \frac{\partial f(x, t, y, p, q, u)}{\partial p}, F_3(x, t, y, p, q, u) = \frac{\partial f(x, t, p, q, u)}{\partial q}$$

непрерывны по  $y, p, q$ .

Предположим, что для любого допустимого управления  $u \in U$  гиперболическая система

$$\frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x \partial t} = f\left(x, t, y(x, t), \frac{\partial y(x, t)}{\partial x}, \frac{\partial y(x, t)}{\partial t}, u(x, t)\right) \quad (1)$$

имеет единственное абсолютно непрерывное в смысле Каратеодори решение  $y(x, t) = y(x, t; u)$ , удовлетворяющее краевым условиям

$$y(0, t) = \varphi_1(t) \text{ при } 0 \leq t \leq b, y(x, 0) = \Lambda(x)y(x, b) + \varphi_2(x) \text{ при } 0 \leq x \leq a. \quad (2)$$

Допустимое управление  $u^0 \in U$  называется оптимальным, если

$$y_n(a, b; u^0) = \inf_{u \in U} y_n(a, b; u), \quad (3)$$





где  $y_n(a, b; u^0)$   $n$ -я компонента вектора  $y(a, b; u^0)$ . Если  $u^0$ —оптимальное управление и  $y^0(x, t) = y(x, t; u^0)$ , то пара вектор-функций  $(y^0, u^0)$  называется решением оптимальной задачи (1)—(3).

В настоящей заметке приводится аналог принципа максимума Л. С. Понтрягина [1] для оптимальной задачи (1)—(3). В случае  $\Lambda(x) \equiv 0$  результаты такого типа содержатся в [2—4].

Ниже приняты следующие обозначения.

$G = (g_{ik})_{i,k=1}^n$ — $n \times n$ —матрица с элементами

$$g_{ik} \quad (i, k = 1, 2, \dots, n).$$

$$|G| = (|g_{ik}|)_{i,k=1}^n.$$

$r_G$ —спектральный радиус линейного оператора, порожденного матрицей  $G$ ;  $e_n$ — $n$ -мерный вектор-столбец, все компоненты которого кроме  $n$ -й равны нулю, а  $n$ -я компонента равна 1.

$yz$ —скалярное произведение векторов  $y$  и  $z$ .

**Теорема 1.** Пусть

$$|F_i(x, t, y, p, q, u)| \leq A_i \quad \text{при } (x, t, y, p, q, u) \in D \times R^{3n} \times \Omega$$

$$(i = 1, 2, 3)$$

и

$$\exp(bA_2) |\Lambda(x)| \leq A \quad \text{при } 0 \leq x \leq a,$$

где  $A_i$  ( $i=1, 2, 3$ ) и  $A$ —неотрицательные постоянные  $n \times n$  матрицы, причем

$$r_A < 1. \quad (4)$$

Тогда для любого допустимого управления  $u \in U$  краевая задача (1), (2) имеет единственное решение  $y(x, t) = y(x, t; u)$ .

Замечание. В сформулированной теореме условие (4) является существенным и его нельзя заменить нестрогим неравенством  $r_A \leq 1$ .

**Теорема 2.** Если соблюдаются условия теоремы 1, то для любого  $u^0 \in U$  система интегральных уравнений

$$\begin{aligned} \psi(x, t) = & -e_n + \Lambda^*(x) \psi(x, 0) + \int_x^a [\Lambda^{*'}(s) - \Lambda^*(s) G_3(s, 0)] \psi(s, 0) ds + \\ & + \int_x^a \int_t^b G_1(s, \tau) \psi(s, \tau) ds d\tau + \int_t^b G_2(x, \tau) \psi(x, \tau) d\tau + \\ & + \int_x^a G_3(s, t) \psi(s, t) ds, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$G_i(x, t) = F_i \left( x, t, y^0(x, t), \frac{\partial y^0(x, t)}{\partial x}, \frac{\partial y^0(x, t)}{\partial t}, u(x, t) \right)$$

$$(i = 1, 2, 3)$$

и  $y^0(x, t) = y(x, t; u^0)$ , имеет единственное решение.

Теорема 3 (принцип максимума). Пусть соблюдаются условия теоремы 1 и  $(y^0, u^0)$  является решением оптимальной задачи (1)–(3). Тогда почти всюду на  $D$  выполняется равенство

$$\begin{aligned} \psi(x, t) f \left( x, t, y^0(x, t), \frac{\partial y^0(x, t)}{\partial x}, \frac{\partial y^0(x, t)}{\partial t}, u^0(x, t) \right) = \\ = \sup_{u \in \Omega} \psi(x, t) f \left( x, t, y^0(x, t), \frac{\partial y^0(x, t)}{\partial x}, \frac{\partial y^0(x, t)}{\partial t}, u \right), \end{aligned}$$

где  $\Psi$  — решение системы интегральных уравнений (5).

Академия наук Грузинской ССР

Институт систем управления

(Поступило 21.4.1983)

მათემატიკა

ა. წუწუნავა

ერთი ოპტიმალური ამოცანის შესახებ კვაზიწრფივი  
 ჰიპერბოლური სისტემებისათვის გურსას ტიპის სასაზღვრო  
 პირობებით

რეზიუმე

(1) — (3) სახის ოპტიმალური ამოცანისათვის დადგენილია პონტრიაგინის  
 მაქსიმუმის პრინციპის ანალოგიური დებულება.

MATHEMATICS

M. T. TSUTSUNAVA

ON AN OPTIMAL CONTROL PROBLEM FOR QUASI-LINEAR  
 HYPERBOLIC SYSTEMS WITH BOUNDARY CONDITIONS  
 OF GOURSAT TYPE

Summary

For the optimal control problem (1)-(3) an analog of the Pontryagin maximum principle is given.



## ԳՐԱԴԱՐԱՆԱԿ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1976.
2. А. И. Егоров. Автоматика и телемеханика, 25, № 5, 1964, 613—623.
3. В. И. Плотников, В. И. Сумин. Журн. вычисл. математики и мат. физики, 12, № 1, 1972, 61—77.
4. К. Т. Ахмедов, С. С. Ахиев. ДАН АзССР, 28, № 5, 1972, 12—16.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

## К СУЩЕСТВОВАНИЮ КВАЗИИНВАРИАНТНЫХ МЕР

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 26.4.1983)

Пусть  $E$  — произвольное топологическое пространство. Символом  $B_1(E)$  будем в дальнейшем обозначать борелевскую  $\sigma$ -алгебру этого пространства (т. е.  $\sigma$ -алгебру, порождаемую классом всех открытых множеств из  $E$ ), а символом  $B_2(E)$  будем обозначать  $\sigma$ -алгебру, состоящую из всевозможных подмножеств пространства  $E$ , обладающих свойством Бэра в этом пространстве. Очевидно, что имеет место включение  $B_1(E) \subset B_2(E)$ .

*Теорема 1. Пусть  $E$  — сепарабельное топологическое пространство, каждая точка которого имеет счетный псевдохарактер (т. е. каждое одноточечное подмножество из  $E$  представимо в виде пересечения некоторого счетного семейства открытых множеств), и пусть  $G$  — несчетная группа преобразований пространства  $E$ , действующая свободно в нем и такая, что*

$$(Vg)(VX) (g \in G \ \& \ X \in B_2(E) \Rightarrow g(X) \in B_2(E)).$$

*Тогда всякая  $\sigma$ -конечная  $G$ -квазиинвариантная мера, определенная на  $\sigma$ -алгебре  $B_2(E)$ , тождественно равна нулю.*

Доказательство теоремы 1 основывается на следующей лемме.

*Лемма 1. Пусть  $E$  — основное базисное множество,  $G$  — несчетная группа преобразований этого множества, действующая свободно в нем, а  $\mu$  — некоторая  $\sigma$ -конечная  $G$ -квазиинвариантная мера, заданная в  $E$ . Тогда, каково бы ни было  $\mu$ -измеримое множество  $X$  с  $\mu(X) > 0$ , найдется множество  $Y \subset X$ , являющееся не [измеримым относительно меры  $\mu$ .*

*Замечание 1.* Сформулированная только что лемма была впервые получена в работе [1] (в этой работе речь идет об инвариантных мерах, но доказательство одно и то же для обоих случаев). Отметим здесь же, что весьма частный случай леммы 1 был впоследствии доказан также в работе [2].

*Замечание 2.* Пример обычной плотностной топологии на действительной прямой  $R$  показывает, что в формулировке теоремы 1 требование сепарабельности топологического пространства  $E$  является существенным. С другой стороны, если прямую  $R$  наделить топологией, замкнутыми множествами которой служат конечные подмножества в  $R$  (а также само множество  $R$ ), то будет видно, что и требование счетности псевдохарактеров точек топологического пространства  $E$  является существенным в формулировке приведенной теоремы.

Таким образом, можно сделать заключение, что даже в довольно простых случаях на  $\sigma$ -алгебре  $B_2(E)$  топологического пространства  $E$ ,



вообще говоря, нельзя определить какую-либо ненулевую  $\sigma$ -конечную квазинвариантную меру. С этой точки зрения борелевская  $\sigma$ -алгебра  $B_1(E)$  топологического пространства  $E$  выглядит предпочтительнее, чем  $\sigma$ -алгебра  $B_2(E)$ . Достаточно вспомнить, например, теорему существования ненулевой  $\sigma$ -конечной инвариантной (а следовательно, и квазинвариантной) меры Хаара для любой локально компактной топологической группы, представимой в виде счетного объединения своих компактных подмножеств. Отметим, что условие локальной компактности группы нельзя отбросить, как показывает следующий пример.

**Пример 1.** Пусть  $H$  — произвольное бесконечномерное сепарабельное гильбертово пространство (скажем,  $H = l^2$ ). Наделим  $H$  слабой топологией. Ясно, что относительно этой топологии  $H$  является сепарабельным локально выпуклым топологическим векторным пространством (в частности, топологической группой). Далее, согласно хорошо известной теореме, всякий замкнутый шар в  $H$  является компактным множеством относительно слабой топологии. Следовательно, пространство  $H$  представимо в виде объединения счетного семейства своих компактных подмножеств. В силу сепарабельности  $H$ , борелевская  $\sigma$ -алгебра пространства  $H$ , наделенного его обычной топологией, совпадает с борелевской  $\sigma$ -алгеброй этого же пространства, наделенного его слабой топологией. Но известно, что на борелевской  $\sigma$ -алгебре пространства  $H$  невозможно определить какую-нибудь ненулевую  $\sigma$ -конечную меру, квазинвариантную относительно группы всех параллельных переносов этого пространства.

**Пример 2.** Пусть снова  $H$  — бесконечномерное сепарабельное гильбертово пространство, наделенное либо обычной, либо слабой топологией. Тогда на борелевской  $\sigma$ -алгебре этого пространства можно задать ненулевую  $\sigma$ -конечную меру, инвариантную (а следовательно, и квазинвариантную) относительно некоторого всюду плотного векторного подпространства в  $H$ .

С другой стороны, если  $E$  — произвольное несепарабельное векторное нормированное пространство, наделенное его слабой топологией, то на борелевской  $\sigma$ -алгебре  $B_1(E)$  этого пространства нельзя определить ни одной ненулевой  $\sigma$ -конечной меры, квазинвариантной относительно какого-либо всюду плотного векторного подпространства в  $E$ .

**Лемма 2.** Пусть  $I$  — некоторое множество индексов и пусть для каждого индекса  $i \in I$  символ  $S_i$  обозначает единичную окружность в евклидовой плоскости  $R^2$ , а символ  $R_i$  обозначает прямую в  $R^2$ , проходящую через точку  $(0, -1)$  и касательную к окружности  $S_i$ . Далее, для всякого  $i \in I$  обозначим через  $f_i$  инверсию с центром  $(0, 1)$ , переводящую множество  $S_i \setminus \{(0, 1)\}$  в прямую  $R_i$ . Если  $h$  — произвольный параллельный перенос прямой  $R_i$ , то совершенно ясно, что отображение  $f_i^{-1} \circ h \circ f_i$  представляет собой гомеоморфизм множества  $S_i \setminus \{(0, 1)\}$  на самого себя. Этот гомеоморфизм однозначно продолжается до гомеоморфизма единичной окружности  $S_i$ . Обозначим через  $G_i$  группу всех таких гомеоморфизмов окружности  $S_i$ . Тогда можно утверждать, что мера Хаара на произведении  $\prod_{i \in I} S_i$  является квазинвариантной относительно прямой суммы семейства групп  $(G_i)_{i \in I}$ .



Лемма 3. Пусть  $\mu$  — мера Хаара на произведении  $\prod_{i \in I} S_i$  и пусть для каждого индекса  $i \in I$

$$X_i = \{(0, 1)_i\} \times \prod_{j \neq i} S_j.$$

Тогда множество

$$X = \left( \prod_{i \in I} S_i \right) \setminus \left( \bigcup_{i \in I} X_i \right) = \prod_{i \in I} (S_i \setminus \{(0, 1)_i\})$$

является  $\mu$ -массивным в пространстве  $\prod_{i \in I} S_i$ .

Из сформулированных лемм вытекает следующая теорема.

Теорема 2. Пусть  $I$  — произвольное множество индексов и пусть для каждого  $i \in I$  символ  $R_i$  обозначает действительную прямую. Тогда на борелевской  $\sigma$ -алгебре пространства  $\prod_{i \in I} R_i$  можно определить вероятностную меру, квазиинвариантную относительно прямой суммы семейства групп  $(R_i)_{i \in I}$ .

Замечание 3. Очевидно, что произведение  $\prod_{i \in I} R_i$  представляет собой локально выпуклое топологическое векторное пространство, а прямая сумма семейства  $(R_i)_{i \in I}$  служит всюду плотным векторным подпространством в этом произведении.

Замечание 4. Пусть  $\Gamma$  — произвольная метризуемая топологическая группа, топологический вес которой не измерим в широком смысле. Если на борелевской  $\sigma$ -алгебре группы  $\Gamma$  можно задать вероятностную меру, квазиинвариантную относительно некоторой всюду плотной подгруппы из  $\Gamma$ , то сама группа  $\Gamma$  необходимо является сепарабельной. С другой стороны, теорема 2 показывает, что для любого кардинального числа  $\alpha$  существует полная не локально компактная топологическая группа  $G$  с  $\text{Card } G \geq \alpha$ , на борелевской  $\sigma$ -алгебре которой можно определить вероятностную меру, квазиинвариантную относительно некоторой всюду плотной подгруппы из  $G$ . В частности, если  $\alpha > 2^c$ , то группа  $G$  не является сепарабельной (здесь, как обычно,  $c$  обозначает мощность континуума).

Было бы интересно охарактеризовать (в чисто топологических и теоретико-групповых терминах) все те топологические группы  $G$ , которые обладают следующим свойством: на борелевской  $\sigma$ -алгебре  $B_1(G)$  существует хотя бы одна вероятностная мера, квазиинвариантная относительно некоторой всюду плотной подгруппы из  $G$ .

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. И. Н. Векуа





А. А. ГОГИЯ

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ОТВЕРСТИЯМИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 6.2.1983)

В работе излагается численное решение задачи о напряженном состоянии цилиндрической оболочки с отверстиями. Математической моделью является система уравнений упругих оболочек И. Н. Векуа [1, 2].

Рассмотрим двусвязную цилиндрическую оболочку постоянной толщины  $2h_0$ , ограниченную, как показано на рис. 1, линиями  $\Gamma_i$ ,  $i=1,8$ , с радиусом кривизны срединной поверхности  $R_1$ .  $x_1, x_2, x_3$  — система координат, к которой отнесена оболочка, причем  $x_1$  направлена вдоль  $\Gamma_4$ ,  $x_2$  — вдоль  $\Gamma_1$ , а  $x_3$  — вдоль нормали к срединной поверхности.

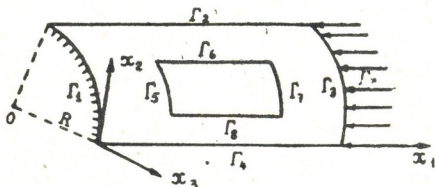


Рис. 1

Предположим, что поля смещений и напряжений выражаются приближенно в виде [1, 2]

$$u_j \cong \sum_{k=0}^1 \binom{(k)}{j} u_j P_k(x_3/h_0),$$

$$\sigma_{ij} \cong \sum_{k=0}^1 \binom{(k)}{ij} \sigma_{ij} P_k(x_3/h_0), \quad i, j = 1, 2, 3.$$

Система уравнений равновесия имеет вид [1, 2]

$$\sum_{\alpha=1}^2 \binom{(k)}{\sigma_{\alpha\beta}} a - \sum_{\alpha=1}^2 b_{\alpha\beta} \binom{(k)}{\sigma_{\alpha 3}} - \frac{2k+1}{h_0} \binom{(k-1)}{\sigma_{\beta 3}} + F_\beta = 0,$$

$$\sum_{\alpha=1}^2 \binom{(k)}{\sigma_{\alpha 3}} a + \sum_{\alpha,\beta=1}^2 b_{\alpha\beta} \binom{(k)}{\sigma_{\alpha\beta}} - \frac{2k+1}{h_0} \binom{(k-1)}{\sigma_{33}} + F_3 = 0,$$



где

$$\begin{aligned} \sigma_{\alpha\beta}^{(k)} &= \lambda \delta_{\alpha\beta} \sum_{\alpha=1}^2 u_{\alpha,\alpha}^{(k)} + \mu (u_{\beta,\alpha}^{(k)} + u_{\alpha,\beta}^{(k)}) - \left( -\frac{\lambda}{R} \delta_{\alpha\beta} + 2\mu b_{\alpha\beta} \right) u_3^{(k)} + \frac{\lambda}{h} \delta_{\alpha\beta} u_3^{(k)}; \\ \sigma_{\alpha 3}^{(k)} &= \mu \left( u_{3,\alpha}^{(k)} + \sum_{\beta=1}^2 b_{\alpha\beta} u_{\beta}^{(k)} + \frac{1}{h^0} u_{\alpha}^{(k)} \right), \quad \sigma_{33}^{(k)} = \lambda \left( \sum_{\alpha=1}^2 u_{\alpha,\alpha}^{(k)} + \frac{1}{R} u_3^{(k)} \right) + \frac{\lambda + 2\mu}{h_0} u_3^{(k)}; \\ u_j^{(0)} &= u_j^{(1)}, \quad u_j^{(1)} = 0, \quad \delta_{\alpha\beta} = \begin{cases} 1, & \alpha = \beta \\ 0, & \alpha \neq \beta \end{cases}, \quad F_j = \frac{2k+1}{2h_0} [P_j + (-1)^k P_j], \\ b_{11} &= b_{12} = b_{21} = 0; \\ b_{22} &= -\frac{1}{R}, \quad k=0, 1; \quad \alpha, \beta=1, 2. \end{aligned}$$

В зависимости от нагружения, способа закрепления и т. д. возникают различные задачи по исследованию напряженно-деформированного состояния оболочки. Одну из них сформулируем следующим образом: дуга  $\Gamma_1$  жестко защемлена, на противоположную дугу  $\Gamma_3$  действует равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $P$ , а оставшаяся граница оболочки свободна. Условия эти можно записать в виде

Граничные линии	Граничные условия
$\Gamma_1$	$u_1^{(0)} = u_2^{(0)} = u_3^{(0)} = u_1^{(1)} = u_2^{(1)} = u_3^{(1)} = 0,$
$\Gamma_2, \Gamma_4, \Gamma_6, \Gamma_8$	$\sigma_{22}^{(0)} = \sigma_{21}^{(0)} = \sigma_{23}^{(0)} = \sigma_{22}^{(1)} = \sigma_{21}^{(1)} = \sigma_{23}^{(1)} = 0,$
$\Gamma_3$	$\sigma_{11}^{(0)} = -P, \quad \sigma_{12}^{(0)} = \sigma_{13}^{(0)} = \sigma_{11}^{(1)} = \sigma_{12}^{(1)} = \sigma_{13}^{(1)} = 0,$
$\Gamma_5, \Gamma_7$	$\sigma_{11}^{(0)} = \sigma_{12}^{(0)} = \sigma_{13}^{(0)} = \sigma_{11}^{(1)} = \sigma_{12}^{(1)} = \sigma_{13}^{(1)} = 0.$

Введем безразмерные координаты  $x = x_1/|\Gamma_4|$ ,  $y = x_2/|\Gamma_4|$ , где  $|\Gamma_1|$  и  $|\Gamma_4|$  — длины линий  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_4$ . Тогда область  $0 \leq x_1 \leq |\Gamma_4|$ ,  $0 \leq x_2 \leq |\Gamma_1|$  в координатах  $x, y$  примет вид  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ .

Для численного решения поставленной задачи разработана специальная методика дискретизации области, которая дает возможность с помощью метода конечных разностей вычислять концентрацию напряжений вблизи углов. Суть метода — неравномерная сетка с управляемым шагом, причем сетка сгущается вблизи угловых точек. Конечно-разностные уравнения поставленной задачи записываются в матрично-векторном виде [3]:

$$\begin{aligned} B_0 w_0 + C_0 w_1 &= f_0, \\ A_i w_{i-1} + B_i w_i + C_i w_{i+1} &= f_i, \quad i = \overline{1, m-1}, \\ A_m w_{m-1} + B_m w_m &= f_m. \end{aligned} \quad (1)$$



Система (1) решается методом матричной прогонки [4].

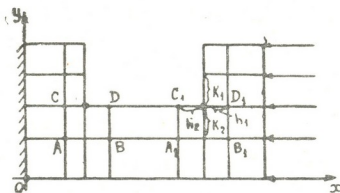


Рис. 2

Приведем в важнейших точках  $A, B, C, D, A_1, B_1, C_1, D_1$  (рис. 2) численные результаты расчета, полагая

$|\Gamma_1| = |\Gamma_4| = 3M$ ,  $|\Gamma_5| = |\Gamma_7| = 0,5 |\Gamma_1|$ ,  $|\Gamma_6| = |\Gamma_8| = 0,5 |\Gamma_4|$ ,  $\nu = 0,3$ .  
( $\nu$  — коэффициент Пуассона),  $R = 6$  м.

$\sigma_{\alpha\beta}/P$	A	B	C	D	$A_1$	$B_1$	$C_1$	$D_1$
$\sigma_{11}^{(0)}/P$	-0,6	-1,7	0,1	-3,2	-9,1	-17,1	-10,9	-10,1
$\sigma_{11}^{(1)}/P$	0,01	-0,02	-0,004	0,06	0,4	0,04	0,15	0,1
$\sigma_{12}^{(0)}/P$	-1,5	-1,3	0,1	0	-13,9	-24,1	0	-2,8
$\sigma_{12}^{(1)}/P$	-0,008	-0,03	0,03	0	-0,1	0,03	0	0,4
$\sigma_{22}^{(0)}/P$	3,4	0,6	3,7	0	0,7	-18,4	0	-15,5
$\sigma_{22}^{(1)}/P$	0,06	-0,04	0,05	0	0,1	0,1	0	0,002

На рис. 2 представлена часть рассматриваемой сеточной области. Через  $h_\alpha, k_\alpha$  ( $\alpha = 1, 2$ ) обозначены шаги неравномерной сетки.

Они вычисляются автоматически по формулам  $h_\alpha = 2^{-\beta} h$  и  $k_\alpha = 2^{-\beta} k$ , где  $h$  и  $k$  — шаги равномерной сетки в разных участках области. Последняя таблица составлена при  $\beta = 10$ .

Рассмотренная задача иллюстрирует возможности системы программ, созданной автором настоящей статьи на алгоритмическом языке FORTRAN, предусматривающей решение следующих двумерных граничных задач теории упругости: расчет прямоугольной пластинки и цилиндрической оболочки без отверстий и с отверстиями (прямоугольные, ромбические и треугольные отверстия). Решение перечисленных задач можно находить как по классической теории, так и по теории оболочек И. Н. Векуа (приближение  $N=1$ ).

В заключение нужно заметить, что достоинством указанной системы программ является легкость в обращении с нею. В частности, для решения отмеченных выше задач нужно указать размеры соответствующей конструкции, граничные условия и массовые силы. ЭВМ сама записывает конечно-разностный аналог соответствующих уравнений и граничных условий, после чего решение задачи сводится к си-

стеме линейных алгебраических уравнений. Решением этой последней системы заканчивается по существу расчет соответствующей конструкции.

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

(Поступило 11.2.1984)

დრამატობის თეორია

ა. გოგია

ხვრელეზის მქონე ცილინდრული გარსის გათვლა

რ ე ზ ი მ ე

ი. ვეკუას განტოლებების საფუძველზე მოცემულია მართკუთხოვანი ხვრელით შესუსტებული ცილინდრული გარსის გათვლა.

THEORY OF ELASTICITY

A. A. GOGIA

COMPUTATION OF A CYLINDRICAL SHELL WITH HOLES

Summary

On the basis of I. Vekua's equations the computation of a cylindrical shell, relaxed by a rectangular hole, is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе, 30, 1965, 5—103.
2. И. Н. Векуа. Некоторые общие методы построения различных вариантов теории оболочек М., 1982, 285.
3. А. А. Гогия. Численное решение задачи о концентрации напряжений около прямоугольного отверстия в прямоугольных пластинках. Тбилиси, 1980, 112.
4. А. А. Самарский, Е. С. Николаев. Методы решения сеточных уравнений. М., 1978, 589.



И. Г. ГВЕРДЦИТЕЛИ (академик АН ГССР), А. И. ГУЛДАМАШВИЛИ,  
А. В. СИЧИНАВА

### ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКАНАЛИРОВАННЫХ, ДЕКАНАЛИРОВАННЫХ И КАНАЛИРОВАННЫХ ИОНОВ

Профиль пространственного распределения концентрации атомов в монокристалле, когда направление падающих ионов совпадает с кристаллографической ориентацией, складывается из распределения неканалированных, деканалированных и каналированных ионов [1]. Поведение формы профиля существенно зависит от условий ионного легирования и определяется вкладом отдельных его компонентов. Существующие расчетные профили каналированных ионов с учетом ряда факторов [2, 3] качественно объясняют экспериментально наблюдаемые расхождения [4—6] с теорией [1]. Однако количественно не установлено влияние различных факторов (поверхностно аморфного слоя мишени, угла и плоскости падения ионов и др.) на вклад неканалированных, деканалированных и каналированных ионов на полный профиль распределения ионов.

Для понимания особенностей и природы поведения формы профиля оценено изменение отдельных его частей за счет многократного рассеяния падающих ионов в поверхностно разрушенном слое вещества. Реальная поверхность кристалла после стандартной механической и химической обработки обычно покрыта аморфным слоем различной толщины. Угловое распределение ионов, испытавших многократное рассеяние в слое  $x$  на малые результирующие углы для степенного потенциала взаимодействия вида  $u(r) \sim r^{-2}$  в интервале углов  $\theta, \theta + d\theta$ , определяется выражением из работы [7]:

$$f(\theta) \theta d\theta = \frac{p\theta d\theta}{[\theta^2 + p^2]^{3/2}}, \quad (1)$$

$$P = 2,05 N x a z_1 z_2 e^2 (M_1 + M_2) (M_2 E)^{-1},$$

где  $N$  — число атомов мишени в единице объема;  $a = 0,468 (z_1^{1/3} + z_2^{1/3})^{-1/2}$  — параметр экранирования Томаса—Ферми;  $E$  — начальная энергия иона;  $z_1 e, M_1$ ;  $z_2 e, M_2$  — заряд и масса иона и мишени, соответственно. В расчетах предполагается непрерывное уменьшение энергии иона, т. е. в каждом акте столкновений частица отклоняется на малые углы.

Число частиц  $W_\psi(\psi)$  от общего количества падающих ионов, рассеянных на  $\theta \leq \psi$  критического угла каналирования, считается хорошо каналированным. Критический угол осевого каналирования при

$\psi > \frac{a}{d}$  согласно [1] равен

$$\psi = \left[ \frac{a^2 z_1 z_2 e^2}{d^3 E} \right]^{1/4}, \quad (2)$$

где  $d$  — расстояние между соседними атомами ряда.

Доля падающих ионов, рассеянных в интервале углов от  $\psi$  до  $2\psi$  (деканализированные ионы) составляют промежуточную область в профиле —  $W_d(\psi \div 2\psi)$ . Тогда доля неканализованных ионов составит величину  $W_n = 1 - W(2\psi)$ . Если ионы падают под углом  $\theta_0 = 0$  к кристаллографическому направлению (перпендикулярно поверхности) мишени, тогда вероятность захвата ионов в режиме плоскостного каналирования будет

$$W_{nh}(\psi) = \int_0^\psi f(\theta) d\theta. \quad (3)$$

Рассматривая осевой канал как пересечение двух плоскостных каналов, для доли аксиально каналированных ионов получаем выражение

$$W_h = \left[ 1 - \frac{p}{(p^2 + \psi^2)^{1/2}} \right]^2. \quad (4)$$

Аналогично определяются  $W_d$  и  $W_n$ .

В качестве примера на рис. 1 приведены расчетные значения доли компонентов, составляющих полный профиль распределения концентрации ионов бора с энергией 30 кэВ по глубине легирования  $\langle 110 \rangle$  кремния в зависимости от толщины поверхностного аморфно-

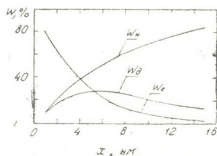


Рис. 1

го слоя мишени. Наличие на реальной поверхности кремния аморфного слоя с минимальной толщиной  $x \sim 3$  нм существенно уменьшает количество ионов, захваченных в режиме каналирования и соответственно увеличивает вклад неканализованных ионов. Поэтому, практически в профиле распределения [4—6] добиться высокой доли каналированных ионов и четкого разделения распределений каналированных и неканализованных ионов, не всегда возможно.

В таблице сведены расчетные значения вклада отдельных частей распределения ионов фосфора и бора в кремнии ориентации  $\langle 110 \rangle$ . Для сравнения, там же приведенные экспериментальные значения, взятые из работ [4, 6], показывают удовлетворительные согласия с расчетными значениями. Экспериментальные данные [4, 6] получены при расходимости ионного пучка  $\sim 0,25^\circ$  и точности ориентации





$\sim 0,1^\circ$ . Полученные простые аналитические выражения позволяют оценить долю неканалированных, деканалированных и каналированных ионов в зависимости от энергии, угла и плоскости падения ионов, кристаллографического направления и толщины поверхностного раз-

W, %	Бор, E=30 кэВ x=10 нм		Бор, E=100 кэВ x=10 нм		Фосфор, E=40 кэВ x=3 нм		Фосфор, E=110 кэВ x=3 нм	
	расчет	эксп. [6]	расчет	эксп [6]	расчет	эксп. [4]	расчет	эксп. [4]
$W_H$	70	63	36	52	60	51	32	34
$W_d$	22	$W_d+W_k$	27	$W_d+W_k$	25	36	26	30
$W_k$	8	37	37	48	15	13	42	36

рушенного слоя мишени. С известной осторожностью можно качественно оценить и влияние флюенса ионов. Меняя управляемо параметры ионного пучка и мишени, можно выбрать нужные соотношения компонентов и соответственно формы полного профиля распределения концентрации атомов по глубине. В частности, наращиванием на поверхности монокристалла аморфных пленок минимизировать вклад каналированных ионов.

НИИ стабильных изотопов

(Поступило 15.4.1983)

ფიზიკა

О. ზვირდუაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
ა. გულდამაშვილი, ა. სიხინავა

არაკანალირებული, დეკანალირებული და კანალირებული იონების  
ბადანაწილება

რეზიუმე

კრისტალის ზედაპირზე არსებულ ამორფულ ფენაში დაცემული იონების მრავალჯერადი გაბნევის შემთხვევაში არაკანალირებული, დეკანალირებული და კანალირებული იონების წვლილი შეფასებულია მიღებული მარტივი ანალიზური თანაფარდობებით. გამოთვლილ და არსებულ ექსპერიმენტულ მნიშვნელობებს შორის თანხმობა დამაკმაყოფილებელია.

PHYSICS

I. G. GVERDTSITELI, A. I. GULDAMASHVILI, A. V. SICHINAVA  
REDISTRIBUTION OF NONCHANNELLED, DECHANNELLED AND CHANNELLED IONS

Summary

Simple analytical equations have been obtained for estimating the fractions of nonchannelled, dechannelled and channelled ions as a function of the ion energy, angle and plane of incidence, the thickness of the amorphous layer and the crystal orientation in the case of multiple scattering of incident ions in the amorphous layer of the target plane. The predictions show a satisfactory agreement with experimental data.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Линдхард. УФН, 99, вып. 2, 1969, 249.
2. Ю. В. Мартыненко. ФТТ, 13, № 11, 1971, 2580.
3. В. В. Белошицкий, М. А. Кумахов, В. А. Муралев. Физические основы ионно-лучевого легирования. Горький, 1972, 247.
4. G. Dearnaley *et al.* Can. J. Phys., 46, 1968, 587.
5. I. G. Gverdtsiteli *et al.* Rad. Eff. 19, 1973, 171.
6. Н. П. Волошина, И. Г. Гвердцители, А. И. Гулдамашвили, Э. М. Диасамидзе, Т. Т. Карпенко. Труды VI Всес. совещ. по физике взаимодействия заряженных частиц с монокристаллами. М., 1975, 421.
7. Ю. В. Готт. ЖЭТФ, 60, № 4, 1971, 1291.



Г. Г. ГУГУНИШВИЛИ, А. И. БИЧИНАШВИЛИ

### РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОНАПРЯЖЕНИЙ В ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВ НИКЕЛЯ, МЕДИ И СЕРЕБРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 2.2.1983)

В [1] отмечалось, что флуктуация распределения пор в пористой системе приводит к ухудшению физико-механических свойств пористого тела. В связи с этим представляет интерес изучение микронапряжений, обусловленных флуктуациями распределения пор в пористой системе, и установление между ними возможной корреляции.

Рентгеновские исследования по изучению неориентированных микронапряжений в пористых образцах проводились на дифрактометре ДРОН 2,0 на  $CrK\alpha$  излучении.

Определение микронапряжений проводилось на отражении (220) по формуле [2]:

$$\sigma = \frac{E}{4} \frac{\beta}{\operatorname{tg} \theta_0}; \text{ Н/м}^2, \quad (1)$$

где  $\beta = \frac{1}{2} (B - b + \sqrt{B(B-b)})$ ;  $B$  — ширина линии рабочего образца;  $b$  — ширина линии эталонного образца;  $E$  — модуль Юнга;  $\theta_0$  — угол Брегга.

Для изготовления пористых образцов использовались промышленные полидисперсные порошки никеля марки ПНК-1Л6, меди ПМС-1 и серебра ПС-1 с гранулометрическим составом частиц порошка  $50 \cdot 10^{-6}$  м и ниже, а также раствор нитратов указанных металлов в этиловом «гидролизном» спирте, содержащего 90%  $C_2H_5OH$ .

Спеканию подвергались свободносформированные, а также спрессованные образцы, состоящие из смесей вышеуказанных компонентов с соотношением в весовых частях 10:1:4 (металлический порошок, нитрат металла, этиловый спирт).

Наряду с такими факторами как, например, влияние формы и размера спекаемых частиц металлического порошка, возникновение и изменение микронапряжений связано с флуктуациями объема пористой области в пористом теле.

Очевидно, что в начале процесса спекания изменение объема пор и перераспределение числа пор в пористой системе должно происходить более интенсивно, чем в конце процесса. Соответственно, флуктуационные явления, а также связанные с ними микронапряжения (рис. 1, 2), выше при начальных стадиях процесса спекания.

По [1] изменение флуктуации концентрации пор описывается формулой

$$|\overline{\Delta C}|^2 = \frac{1}{n} C(1-C)[1+C(1-C)], \quad (2)$$

где  $n$  — число пор;  $C$  — концентрация пор в пористой области.

В формуле (2) учитываются флуктуационные явления, связанные со статистикой расположения пор в пористой системе.



Количественные значения объема пористой области как и связаны с ними микронапряжения зависят, в свою очередь, от значений начальной пористости пористого тела. В связи с этим, степень изменения характера микронапряжений для свободносформированных, а также спеченных пористых образцов на основе порошка меди, никеля и серебра в начальной стадии спекания неодинаков.

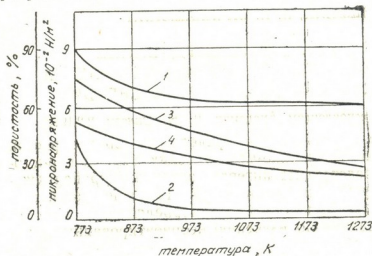
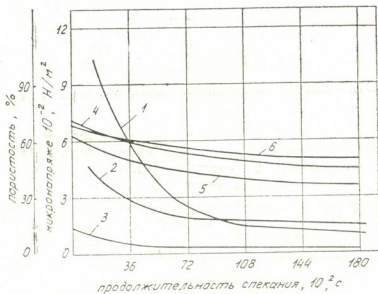


Рис. 1. Зависимость микронапряжений и пористости от температуры спекания никелевых и медных образцов: 1 — микронапряжения никелевых образцов; 2 — микронапряжения медных образцов; 3 — пористость медных образцов; 4 — пористость никелевых образцов

На характер изменения микронапряжений спрессованных пористых образцов, кроме перечисленных выше факторов, оказывает

Рис. 2. Зависимость микронапряжений и пористости от продолжительности спекания медных, никелевых и серебряных образцов: 1 — микронапряжения медных образцов; 2 — микронапряжения никелевых образцов; 3 — микронапряжения серебряных образцов; 4 — пористость медных образцов; 5 — пористость никелевых образцов; 6 — пористость серебряных образцов



влияние флуктуация дальнейшего порядка расположения пор, которая обуславливает практически линейный характер изменения микронапряжений (рис. 3).

На более поздней стадии спекания, когда  $C \ll 1$ , флуктуация концентрации пор

$$|\overline{\Delta C}|^2 = \frac{C}{n} \quad (3)$$

описывается только изменением объема пористой области.

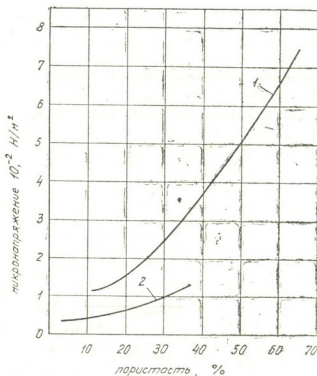
В связи с этим, качественная сторона характера изменения микронапряжений, как для спрессованных так и для свободносформированных пористых образцов, на последней стадии спекания одинакова.

Определение микронапряжений в зависимости от изменения температуры спекания (рис. 1) показало, что с увеличением температуры (пористость уменьшается [1]) уменьшаются микронапряжения как у

никелевых так и у медных пористых образцов. Характер изменения микронапряжений в обоих случаях одинаков.

На рис. 2 представлены кривые, характеризующие изменения микронапряжений пористых медных, никелевых и серебряных образцов в зависимости от продолжительности процесса спекания при постоянной температуре, равной для никелевых и серебряных образцов 1023 К и для медных образцов 1073 К.

Рис. 3. Зависимость микронапряжений медных (1) и никелевых (2) спрессованных образцов от пористости



С увеличением продолжительности спекания (пористость уменьшается [1]) микронапряжения в пористых телах уменьшаются, аналогично влиянию увеличения температуры спекания образцов.

При продолжительности спекания, равной  $54 \cdot 10^2$  с, степень изменения микронапряжений выражена более резко, чем при низких температурах спекания образцов.

Зависимость микронапряжений никелевых и медных образцов, спрессованных с усилием  $1,5 \cdot 10^8$  Па от пористости (спекание осуществлялось с разной продолжительностью изотермической части) представлена на рис. 2.

Как видно, характер изменения микронапряжений аналогичен характеру влияния изменения температуры и влияния продолжительности спекания пористых никелевых и медных образцов.

Сравнительные рентгеновские исследования никелевых, медных и серебряных пористых и компактных материалов показали, что при сообщении им одинаковой пластической деформации, микронапряжения в этих материалах значительно выше (в 10 и более раз) по сравнению с флуктуационными микронапряжениями пористой области, вызванными температурой и продолжительностью процесса спекания.

Уменьшение микронапряжений с уменьшением пористости связано с более равномерным распределением пор во всей массе пористого тела.

В компактных металлических телах увеличение микронапряжений до определенных значений вызывает повышение механических свойств материалов. При этом основным фактором повышения свойств материалов является воздействие на них различными способами с целью создания максимально мелкозернистой (с увеличенным числом равно-





мерно распределенных зерен правильной формы на единице площади или в единице объема) структуры материала.

В компактных материалах с мелкозернистой структурой пористость практически отсутствует, и естественно предположить, что корреляция между микронапряжениями и пористостью не может быть осуществлена.

Пористые тела с минимальными микронапряжениями находятся в равновесном состоянии так же, как и компактные материалы с мелкозернистой структурой, характеризующиеся высокими, равномерно распределенными микронапряжениями.

Долговечность работы изделий из таких пористых материалов, естественно, значительно выше по сравнению с пористыми изделиями с неоднородным распределением пор наподобие компактных материалов с крупнозернистой структурой.

Таким образом, рентгенографические исследования позволили не только изучить с количественной точки зрения микронапряжения в пористых материалах, но и установить взаимосвязь между микронапряжениями и флуктуационными явлениями распределения пор в пористой системе.

Научно-исследовательский институт  
электронно-ионной технологии  
г. Тбилиси

Грузинский Политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.2.1983)

ფიზიკა

ბ. ლულუნიშვილი, ა. ბიჩინაშვილი

მიკრომაკვების რენტგენოგრაფიული გამომკვლევა ნიკელის, სპილენძის და ვერცხლის ფხვნილების საფუძველზე დამზადებულ ფოროვან მასალებში

რეზიუმე

ჩატარებულია რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა არაორიენტირებული მიკრომაკვების შესასწავლად ნიკელის, სპილენძის და ვერცხლის ფხვნილების საფუძველზე დამზადებულ ფოროვან მასალებში.

ფოროვან სისტემაში დადგენილია კორელაცია მიკრომაკვებსა და ფლუქტუაციურ მოვლენებს შორის ფორების განაწილებაში.

PHYSICS

G. G. GUGUNISHVILI, A. I. BICHINASHVILI

AN X-RAY INVESTIGATION OF MICROSTRESSES IN POROUS MATERIALS BASED ON NICKEL, COPPER AND SILVER POWDERS

Summary

The character of microstresses in free-formed and compacted porous bodies has been investigated by the X-ray method. The effect of sintering duration, temperature, and compaction effort on microstress changes of porous samples based on copper, nickel and silver powders has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Гугунишвили, А. И. Бичинашвили. Труды НИИЭТ, XI, Тбилиси, 1977, 53—65.
2. С. С. Горелик, Л. Н. Госторгуев, Ю. А. Скаков. Рентгенографический и электронографический анализ. М., 1970, 336.
3. Г. Г. Гугунишвили, А. И. Бичинашвили. Труды НИИЭТ, IX (вып. 1), Тбилиси, 1975, 54—59.





Г. П. ДЖОРДЖАДЗЕ

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ  
 ЛИУВИЛЛЯ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 2.3.1983)

В настоящей статье рассмотрено преобразование фазового пространства для двумерной модели классической теории поля.

Пусть  $G_-$  — фазовое пространство, точками которого являются пары функций  $(\varphi_-(x), \pi_-(x))$ . Эти функции предполагаются достаточно гладкими и имеют асимптотическое поведение:

$$\text{при } x \rightarrow \pm\infty, \exp\{\varphi_-(x)\} \rightarrow 0, \varphi_-'(x) \rightarrow 0, \pi_-(x) \rightarrow 0, \quad (1)$$

причем степень убывания такая, что ниже встречающиеся неопределенные интегралы остаются конечными.

Если  $A$  и  $B$  — функции от точек пространства  $G_-$ , т. е. функционалы от  $(\varphi_-(x), \pi_-(x))$ , для них определим скобку Пуассона:

$$\{A, B\} = \int_{-\infty}^{\infty} dz \left[ \frac{\delta A}{\delta \varphi_-(z)} \frac{\delta B}{\delta \pi_-(z)} - \frac{\delta A}{\delta \pi_-(z)} \frac{\delta B}{\delta \varphi_-(z)} \right]. \quad (2)$$

Кроме того, введем гамильтониан

$$H_0(\varphi_-, \pi_-) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{2} [\pi_-^2(x) + \varphi_-'^2(x)] dx.$$

Тогда уравнения движения в фазовом пространстве  $G_-$  имеют вид

$$\dot{\varphi}_-(x) = \{\varphi_-(x), H_0\} = \pi_-(x),$$

$$\dot{\pi}_-(x) = \{\pi_-(x), H_0\} = -\varphi_-''(x),$$

а его решения описывают свободное безмассовое скалярное поле в двумерном пространстве-времени, с расходящим  $(\varphi_- \rightarrow -\infty)$  асимптотическим поведением на пространственной бесконечности.

Рассмотрим преобразование в другое пространство  $G$ :

$$\varphi(x) = \varphi_-(x) - 2 \ln \left[ 1 - \frac{m^2}{16} \alpha(x) \beta(x) \right],$$

$$\pi(x) = \pi_-(x) - \frac{m^2}{8} \frac{\alpha(x) \beta'(x) - \alpha'(x) \beta(x)}{1 - \frac{m^2}{16} \alpha(x) \beta(x)}, \quad (3)$$

где

$$\alpha(x) = \int_{-\infty}^x dy \exp \left\{ \frac{1}{2} \left[ \varphi_-(y) + \int_{-\infty}^y \pi_-(z) dz \right] \right\},$$

$$\beta(x) = \int_{+\infty}^x dy \exp \left\{ \frac{1}{2} \left[ \varphi_-(y) - \int_{-\infty}^y \pi_-(z) dz \right] \right\}. \quad (3')$$

Точками пространства  $G$  опять являются пары гладких функций  $(\varphi(x), \pi(x))$ , и их асимптотическое поведение совпадает с (1). Тогда фазовые траектории пространства  $G$  преобразуются в траектории пространства  $G$ , которые удовлетворяют уравнениям движения:

$$\dot{\varphi}(x) = \pi(x),$$

$$\dot{\pi}(x) = \varphi''(x) - \frac{m^2}{2} \exp \{ \varphi(x) \}. \quad (4)$$

Эти уравнения опять гамильтоновы с гамильтонианом

$$H(\varphi, \pi) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \frac{1}{2} \pi^2(x) + \frac{1}{2} \varphi'^2(x) + \frac{m^2}{2} \exp \{ \varphi(x) \} \right] dx, \quad (5)$$

причем скобки Пуассона в пространстве  $G$  определяются по аналогии с (2), только  $(\varphi_-, \pi_-)$  надо заменить на  $(\varphi, \pi)$ .

Кроме того, из (3) следует соотношение

$$\frac{1}{2} \pi^2(x) + \frac{1}{2} \varphi'^2(x) + \frac{m^2}{2} \exp \{ \varphi(x) \} - 2 \varphi''(x) = \frac{1}{2} \pi_-^2(x) +$$

$$+ \frac{1}{2} \varphi_-'(x) - 2 \varphi_-''(x),$$

откуда с учетом граничных условий (1) получаем равенство гамильтонианов

$$H(\varphi, \pi) = H_0(\varphi_-, \pi_-).$$

Далее, подставляя  $\varphi$  и  $\pi$  из (3) в (2), вместо  $A$  и  $B$ , можно проверить выполнение соотношений

$$\{\varphi(x), \varphi(y)\} = \{\pi(x), \pi(y)\} = 0, \quad \{\varphi(x), \pi(y)\} = \delta(x - y),$$

т. е. преобразование (3) сохраняет скобки Пуассона. Кроме того, из (3) можно получить, что в локальной форме выполняется равенство

$$\pi \dot{\varphi} - \pi_- \dot{\varphi}_- = \dot{F}(\rho_1, \rho_2, \rho_3) - \frac{\partial}{\partial x} \left[ \rho_2 \frac{dF(\rho_1, \rho_2, \rho_3)}{d\rho_3} \right],$$



где

$$\rho_1(x) = \varphi(x), \rho_2(x) = \varphi(x) - \varphi_-(x), \rho_3(x) = \rho_2'(x),$$

а  $F$  имеет вид

$$F(\rho_1, \rho_2, \rho_3) = 2 \sqrt{\rho_3^2 - m^2 \left(1 - \exp\left\{-\frac{1}{2} \rho_2\right\}\right) \exp\{\rho_1\}} - \rho_3 \ln \frac{\rho_3 + \sqrt{\rho_3^2 - m^2 \left(1 - \exp\left\{-\frac{1}{2} \rho_2\right\}\right) \exp\{\rho_1\}}}{\rho_3 - \sqrt{\rho_3^2 - m^2 \left(1 - \exp\left\{-\frac{1}{2} \rho_2\right\}\right) \exp\{\rho_1\}}} \quad (6)$$

Отсюда получаем, что действия для гамильтоновых систем в пространствах  $G_-$  и  $G$  эквивалентны, т. е. лагранжианы отличаются на полную производную по времени.

Из всего вышесказанного следует, что преобразование (3) есть независящее от времени, каноническое преобразование, производящая функция которого задается через (6).

С другой стороны, система, задаваемая гамильтонианом (5) в фазовом пространстве  $G$ , описывает модель, связанную с уравнением Лиувилля

$$\varphi_{tt}(x, t) - \varphi_{xx}(x, t) + \frac{m^2}{2} \exp\{\varphi(x, t)\} = 0,$$

а фазовые траектории задают регулярные решения этого уравнения [1—3], т. е. преобразование (3) есть каноническое преобразование, связывающее модель Лиувилля с безмассовой свободной теорией. Сравнивая с результатами работ [2, 3], можно показать, что  $\varphi_-(x)$  задает асимптотическое  $in$  поле.

В заключение заметим, что полученные формулы можно использовать для построения точной (или квазиклассической) квантовой теории модели Лиувилля.

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

(Поступило 4.3.1983)

ფიზიკა

ბ. ჯორჯაძე

ასიმპტოტური ცვლადები ლიუვილის განტოლებისათვის

რეზიუმე

ველის თეორიის ორგანზომილებიანი მოდელისათვის ცხადი სახით აგებულია ფაზური სივრცის კანონიკური გარდაქმნა. ეს გარდაქმნა აკავშირებს ნულმასიან თავისუფალ ველს ლიუვილის განტოლებით აღწერილ ურთიერთქმედებად ველთან. მოძებნილია კანონიკური გარდაქმნის მაწარმოებელი ფუნქცია.

G. P. JORJADZE

## ASYMPTOTIC VARIABLES FOR THE LIOUVILLE EQUATION

## Summary

For the two-dimensional model of the field theory the phase space transformation is constructed explicitly. This transformation connects the zero mass free field with the interacting field described by the Liouville equation. The generating function of a canonical transformation is found.

## საბოლოო — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Джорджадзе, А. К. Погребков, М. К. Поливанов. ТМФ, 40, № 2, 1979.
2. Г. П. Джорджадзе. ТМФ, 41, № 1, 1979.
3. E. D'Hoker, R. Jakiw. Phys. Rev. D 26, 1982.



М. Л. МОЛДАВСКИЙ, А. Г. УШВЕРИДЗЕ

СХОДЯЩАЯСЯ ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ СКАЛЯРНЫХ ТЕОРИИ ПОЛЯ С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫМ ПРОПАГАТОРОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Харадзе 24.3.1983)

Статья посвящена построению сходящейся теории возмущений для евклидовых теорий скалярного поля с действием

$$S[\varphi] = m^2 \int \varphi f(-\Delta/m^2) \varphi d^D x + \lambda \int \varphi^{2p} d^D x, \quad (1)$$

где  $m^2 \neq 0$ ;  $\lambda > 0$ ;  $p \geq 2$ ;  $D \geq 1$ ;  $\Delta$  —  $D$ -мерный лапласиан, а  $f$  — функция, определенная сходящимся при  $t \geq 0$  степенным рядом

$$f(t) = f_0 + \sum_{k=1}^{\infty} f_k t^k, \quad f_0 > 0, \quad f_k \geq 0 \quad (2)$$

и удовлетворяющая условию

$$\int_0^{\infty} f^{-1}(t) t^{D/2} dt < \infty. \quad (3)$$

Введем обозначение:

$$g = p^p \sup \lambda \int f^{2p} d^D x \left[ m^2 \int \varphi f(-\Delta/m^2) \varphi d^D x \right]^{-p}. \quad (4)$$

Согласно теореме вложения Соболева [1] и (3)  $0 < g < \infty$ .

Константу  $g$  удобно выбрать в качестве меры интенсивности самодействия в теории (1). Область  $g \ll 1$  соответствует слабой, а  $g \gg 1$  — сильной связи. Действие (1) перепишем в виде

$$S[\varphi] = A[\varphi] + g B[\varphi], \quad (5)$$

где функционалы  $A[\varphi]$  и  $B[\varphi]$  однородны по  $\varphi$  со степенями 2 и  $2p$ , соответственно.

Предметом нашего изучения в теории (1) будут корреляторы

$$G^h = \int D\varphi [\varphi^2(0)]^h \exp\{-S[\varphi]\}. \quad (6)$$

Все вычисления будут проводиться в размерной регуляризации, в которой

$$G^0 = 1, \quad D\alpha\varphi = D\varphi, \quad \int d^D x = \delta^D(0) = 0. \quad (7)$$

Ряд стандартной теории возмущений (СТВ) для корреляторов  $G^h$  имеет вид

$$G^h = \sum_{n=0}^{\infty} G_{0,n}^h, \quad G_{0,n}^h = \frac{(-g)^n}{n!} \int D\varphi [\varphi^2(0)]^h B^n[\varphi] \exp\{-A[\varphi]\}. \quad (8)$$

В силу (2) и (3) члены этого ряда, вычисляемые с помощью фейнмановских правил, свободны от инфракрасных и ультрафиолетовых расходимостей, однако сам ряд расходится, так как

$$G_{0,n}^h = (-g)^n (n!)^{p-1} \exp\{O(\ln n)\}. \quad (9)$$

Причина расходимости ряда СТВ связана с неудачным разбиением действия  $S[\varphi]$  на невозмущенную часть  $N_0[\varphi] = A[\varphi]$  и возмущение  $P_0[\varphi] = -gB[\varphi]$ , при котором не обеспечивается необходимая малость возмущения по сравнению с невозмущенной частью для всех полей  $\varphi$  [2].

Исследуем теперь корреляторы  $G^h$  в рамках нестандартной теории возмущений (НТВ), основанной на разбиении:

$$S[\varphi] = N_a[\varphi] - P_a[\varphi],$$

$$N_a[\varphi] = A[\varphi] + aA^p[\varphi], \quad P_a[\varphi] = -gB[\varphi] + aA^p[\varphi], \quad (10)$$

в котором  $a > 0$ . (При  $a=0$  НТВ переходит в СТВ). Справедливо неравенство

$$N_a[\varphi] \geq R_a |P_a[\varphi]|, \quad R_a = \begin{cases} 1; & a \geq g/2\rho^p \\ [g/a\rho^p - 1]^{-1}; & a \leq g/2\rho^p \end{cases}, \quad (11)$$

позволяющее надеяться, что при  $a \geq g/2\rho^p$  ряд НТВ для корреляторов

$$G^h = \sum_{n=0}^{\infty} G_{a,n}^h, \quad G_{a,n}^h = \frac{1}{n!} \int D\varphi [\varphi^2(0)]^h P_a^n[\varphi] \exp\{-N_a[\varphi]\} \quad (12)$$

окажется сходящимся. Докажем это. Имеем

$$G_{a,n}^h = G_{a,n}^{h,+} + (-1)^n G_{a,n}^{h,-}, \quad (13)$$

где

$$G_{a,n}^{h,\pm} = \frac{1}{n!} \int_{\Omega_a^\pm} D\varphi [\varphi^2(0)]^h |P_a^n[\varphi]| \exp\{-N_a[\varphi]\}, \quad (14)$$

$\Omega_a^\pm$  — области функционального пространства, в которых  $\pm P_a[\varphi] \geq 0$ . Отметим, что при  $a \geq g/\rho^p$  множество  $\Omega_a^-$  пусто. Далее, в асимптотике  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$\begin{aligned} G_{a,n}^{h,\pm} &\leq \frac{1}{n!} R_a^{-n} \int D\varphi [\varphi^2(0)]^h \{aA^p[\varphi]\}^n \exp\{-N_a[\varphi]\} = \\ &= \frac{1}{n!} R_a^{-n} \int_0^\infty dt \cdot t^{-1} \exp\{-t - at^p\} (at^p)^n \int D\varphi [\varphi^2(0)]^h \delta(1 - A[\varphi]) = \\ &= R_a^{-n} \exp\left\{-\sqrt[p]{\frac{n}{a}}\right\} \exp\{O(\ln n)\} \end{aligned} \quad (15)$$

откуда видно, что ряд (12) действительно сходится при  $a \geq g/2\rho^p$ .



Члены ряда НТВ могут быть выражены через члены ряда СТВ.

Соответствующая формула имеет вид

$$G_{a;n}^k = a^n U_{k+pn}^p(a) \sum_{l=0}^n a^{-l} \frac{(k+pn-1)!}{(n-l)!(k+pl-1)!} G_{a;l}^k, \quad (16)$$

где

$$U_N^p(a) = \frac{1}{(N-1)!} \int_0^{\infty} dt t \exp\{N-1\} \exp\{-t - at^p\}. \quad (17)$$

Вывод ее приводится в работе [3].

Развитая выше НТВ-схема может быть применена к модели теории поля с экспоненциальным пропагатором, которая является частным случаем рассматриваемых нами теорий. Функция  $f$ , входящая в определение действия (1), для этой модели имеет вид

$$f(t) = e^t. \quad (18)$$

В силу (18) вычисление членов ряда СТВ в модели сводится лишь к взятию гауссовых интегралов. Ряд СТВ для корреляторов  $G^1$  и  $G^2$  известен вплоть до седьмого порядка [4]. Вычисляя первые семь членов ряда НТВ по формуле (16), можно убедиться в справедливости асимптотической формулы (15).

В заключение отметим, что для детальной проверки НТВ-схемы интересно было бы вычислить большее число членов ряда СТВ для модели с экспоненциальным пропагатором. В настоящее время эта задача представляется вполне разрешимой.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физики

(Поступило 25.3.1983)

შეზიარება

მ. მოლდავსკი, ა. უშვერიძე

ქრებადი შეფოტეების თეორია სკალარული ველის თეორიისათვის  
მასკონენციალური პროპაგატორით

რეზიუმე

აგებულია არასტანდარტული შეფოტეების თეორია სკალარული ველის ინფრაწითელი და ულტრაიისფერი განშლადობებისაგან თავისუფალ თეორიებში, კერძოდ, მოდელში ექსპონენციალური პროპაგატორით.

M. L. MOLDAVSKI, A. G. USHVERIDZE

A CONVERGENT PERTURBATION THEORY FOR THE SCALAR  
FIELD THEORIES WITH EXPONENTIAL PROPAGATOR

## Summary

A nonstandard, convergent perturbation theory for the scalar field theories free from infrared and ultraviolet divergences is described. A model with an exponential propagator is considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. М. Никольский. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. М., 1979.
2. А. Г. Ушверидзе. Ядерная физика, 38, 3, 1983.
3. В. S. Shaverdyan, A. G. Ushveridze. Phys. Lett., 123, В. 1983.
4. C. Berviller *et al.* Phys. Rev. D. 17, 8, 1978.



Т. И. КВАРАЦХЕЛИЯ, Дж. В. МЕБОНИЯ

## ТРЕХТЕЛЬНОЕ ИМПУЛЬСНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ И РЕАКЦИЯ $He^4(p,2p)H^3$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Копаленшвили 21.6.1983)

Реакции квазиупругого выбивания (РКВ) типа  $(a,a'b)$  являются одним из важных способов решения определенных задач ядерной физики. Так, например, при сравнительно высоких энергиях (несколько сотен Мэв) наблюдаемые величины этих процессов непосредственно можно связать с импульсным распределением нуклонов и разных кластеров (конфигурации типа  $d$ ,  $t$ ,  $\alpha$ -частица и т. д.) в ядре-мишени [1]. Однако с переходом к сравнительно низкому энергетическому диапазону ( $E \leq 100$  Мэв), где можно провести более надежные количественные измерения, обусловленные хорошим угловым и энергетическим разрешением экспериментальных установок, возникают новые трудности теоретического характера. Прежде всего, при низких энергиях требуется более последовательное определение механизма реакции. В самом деле, справедливость традиционного импульсного приближения (ИП) [2], столь очевидное в РКВ при высоких энергиях, здесь становится проблематичной в связи с невозможностью однозначного определения двухчастичного Т-матричного элемента в рамках формализма Чу [3]. Если при высоких энергиях такая неоднозначность практически несущественна, то с переходом к низким энергиям два возможных варианта для матричного элемента могут привести к качественно разным результатам [3]. Вторая трудность связана с определением волновой функции связанного состояния. Дело в том, что во всех модельных представлениях чаще всего используются решения бесконечной потенциальной ямы, имеющие неправильную асимптотику на больших расстояниях, которые в основном и определяют сечение РКВ. Третья трудность возникает при сравнении величины экспериментального и теоретического сечений в ИП: теория дает слишком завышенное значение для сечения.

В цикле работ [4—8] эти трудности были преодолены на основе нерелятивистской теории Л. Д. Фаддеева [9] и предположения о справедливости механизма физически однократного столкновения. Улучшение модельной функции было достигнуто в результате ее сшивания с функцией Ханкеля, являющейся решением уравнения Шредингера для связанного состояния вне области действия ядерных сил. Далее, требование последовательного учета механизма однократного столкновения привело к обрезанию волновой функции в  $x$ -пространстве. Сформулированный таким образом матричный элемент РКВ мы называем «Трехтельным импульсным приближением» с обрезанием (ТИПО) и без обрезания (ТИП). Такая процедура обрезания, по-видимому, имеет более глубокий физический смысл, чем это может показаться на первый взгляд. Действительно, радиус обрезания можно связать с соответствующим орбитальным моментом  $L$ :  $L \sim kR$ . Поэтому обрезание в  $x$ - и  $L$ -пространствах должно отражать один и тот же физический смысл. С другой стороны, известно, что обрезание в орбитальном пространстве связывают с нарушением трехчастичных унитарных соотношений для низких орбитальных моментов [10]. Та-



ким образом, применяемую нами процедуру обрезания следует понимать как некоторый эффективный способ приблизительного восстановления унитарных свойств амплитуды РКВ, явно нарушенных в обычном приближении однократного столкновения.

В данном сообщении мы применяем ТИПО для исследования реакции  $He^4(p, 2p)H^3$ . Представляя ядро-мишень как  $p+H^3$  («спектрокопический фактор» такого представления равен  $\sqrt{2}$ ), то по аналогии работ [6—8] для трехмерного дифференциального сечения имеем

$$\frac{d^3\sigma}{dE_1' d\Omega_1 d\Omega_2} = \frac{16m}{9\pi} \frac{k_1'}{k_1} \sum_{k_2'} k_2' \left| 4 - \frac{k_1'}{k_2'} \cos\Theta_2 + \frac{k_1'}{k_1} \cos(\Theta_1 - \Theta_2) \right|^{-1} \sum_{\nu_1' \nu_2' \nu_3'} |M_{fi}|^2, \quad (1)$$

$$\text{где } M_{fi} = IG_0(k_3', R) \sum_{S_{12} J_{12} L_{12} L'_{12}} t_{L'_{12} L_{12}}^{J_{12}}(k'_{12}, k_{12}; k'_{12}) \sum_{m'_{12} m_{12}} P_{L'_{12}}^{m'_{12}}(\Theta'_{12}) \cdot P_{L_{12}}^{m_{12}}(\Theta_{12}) \cdot Q, \quad (2)$$

$$Q = \sum_{\nu'_{12} m'_{12} \nu_{12}} \langle L'_{12} m'_{12} S_{12} \nu'_{12} | J_{12} M_{12} \rangle \langle L_{12} m_{12} S_{12} \nu_{12} | J_{12} M_{12} \rangle \langle 1/2 \nu'_{12} 1/2 \nu_2' | S_{12} \nu'_{12} \rangle \cdot \langle 1/2 \nu_1 1/2 - \nu_3' | S_{12} \nu_{12} \rangle.$$

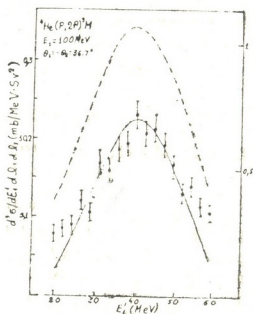
Здесь  $m$ —масса нуклона ( $\hbar=c=1$ );  $P_L^m$ —нормированный присоединенный полином Лежандра;  $G_0(k, R)$ —обрезанный Фурье-образ волновой функции связанного состояния;  $I$ —интеграл перекрытия между внутренними функциями  $H^3$ ;  $J_{\alpha\beta}(M_{\alpha\beta})$ ,  $L_{\alpha\beta}(m_{\alpha\beta})$ ,  $S_{\alpha\beta}(\nu_{\alpha\beta})$ ,  $S_{\alpha}(\nu_{\alpha})$ —полный, орбитальный и собственный моменты со своими проекциями;  $k_{\alpha\beta}$ ,  $k_{\alpha\alpha}$ —волновые векторы; кроме того, величины в конечном состоянии обозначены штрихами.

Двухчастичный  $t$ -матричный элемент вне энергетической поверхности  $t_{L'L}^J(k', k, k')$  мы вычисляем при помощи нелокального и сепарабельного потенциала Монгана [11]. В качестве модельной функции применяем оболочечную функцию гармонического осциллятора с квантовыми числами  $n=0$ ,  $L=0$ , другие параметры шивания (см. [8]) имеют следующие значения:  $\kappa=0,846 \Phi^{-1}$ ;  $a=1,76 \Phi$ ;  $R_c=3,51 \Phi$ ;  $\langle r^2 \rangle = 2,66 \Phi^2$ ;  $A_L = 0,639 \Phi^{-3/2}$ ;  $B_L = -5,10 \Phi^{-3/2}$ .

На рис. 1 показан результат нашего расчета совместно с единственными в настоящее время экспериментальными данными при сравнительно низких энергиях:  $E_1=100$  Мэв и углы разлета  $\Theta_1=-\Theta_2=36,7^\circ$  [12]. Пунктирная кривая соответствует расчету по ТИП, сплошная кривая— по ТИПО. Следует отметить, что результат ТИП практически совпадает с аналогичными расчетами по микроскопическим волновым функциям [13] и значительно улучшает согласие теории с экспериментом как по форме, так и по величине сечения (хотя расхождение по величине сечения все еще остается) по сравнению с расчетами по модельным функциям [12, 14, 15]. Действительно, расчет с осцилляторной функцией [12] приводит к узкому квазиупругому пику и нуждается в нормировочном множителе, равном 0,092; использование функции Эйкарта [16] хотя несколько улучшает форму сечения [14, 15], тем не менее расхождение по величине растет (нормировочный коэффициент равен 0,077). Такое обстоятельство еще раз подчеркивает важность улучшения асимптотики модельных функций в исследовании РКВ, с одной стороны, и возможность проведения такого улучшения при помощи применяемой нами процедуры шивания— с другой. Что касается расчета в ТИПО, то легко заме-

тить, что он хорошо воспроизводит экспериментальное сечение как по форме, так и по величине. Здесь заслуживает внимание не только сам факт достижения хорошего согласия теории с экспериментом; главное то, что такое согласие достигается для параметра обрезания ( $c \sim 16$ ), который приблизительно совпадает с его значением для РКВ как на дейтроне, так и на более сложных ядрах [5—8]. Такой результат является еще одной демонстрацией возможности ТИПО описать все РКВ единым образом без привлечения дополнительного расчетного параметра.

Рис. 1. Зависимость дифференциального сечения реакции  $He^4(p, 2p)H^3$  от энергии рассеянного протона  $E_1'$  при  $E_1 = 100$  Мэв,  $\Theta_1 = -\Theta_2 = 36,7^\circ$ . Пунктирная кривая соответствует расчету по ТИП, сплошная — по ТИПО. Экспериментальные данные взяты из работы [12]



Хотелось бы остановиться еще на одном результате. В работе [17] приводилось теоретическое исследование рассматриваемой в данной работе реакции ( $He^4(p, 2p)H^3$ ) на основе численного решения уравнений Фаддеева и метода искаженных волн. Оба метода дали одинаково хорошую форму дифференциального сечения. Однако ни один из них (даже точные фаддеевские расчеты) не смогли обеспечить согласие теории с экспериментом по величине сечения даже без учета правильного значения для спектроскопического фактора (понадобился нормировочный множитель 0,3 при  $\gamma=1$ ). Причина такого расхождения, на наш взгляд, заключается в том, что расчеты в работе [17] велись при помощи не зависящего от спина упрощенного нелокального и сепарабельного потенциала типа Ямагучи, параметры которого были определены по экспериментальным данным  $N-N$  рассеяния в триплетном  $S$ -состоянии. Такой потенциал, безусловно, должен был привести к сильному искажению  $p-p$  матричного элемента для четных орбитальных моментов. Сравнение нашего результата с результатом работы [17] позволяет сделать вывод о том, что при проведении количественных расчетов РКВ следует пользоваться хорошо определенными двухчастичными потенциалами.

Тбилисский государственный университет  
 Институт физики высоких энергий

(Поступило 30.6.1983)

თ. კვარაცხელია, ჯ. მებონია

სამსხეულოვანი იმპულსური მიახლოება და  $He^4(p, 2p)H^3$  რეაქცია

რეზიუმე.

თეორიულად შესწავლილია  $He^4(p, 2p)H^3$  რეაქცია 100 მეგ ენერგიაზე. მიღწეულია ექსპერიმენტის კარგი აღწერა სამსხეულოვანი იმპულსური მიახლოების ფარგლებში, რომელიც გამოყენებული იყო ავტორების მიერ აღრიხდელ შრომებში სხვა კვანძურკალი ამოგლეჯის რეაქციების გამოსაკვლევად.

PHYSICS

T. I. KVARATSKHELIA, J. V. MEBONIA

THE THREE-PARTICLE IMPULSE APPROXIMATION AND THE  
REACTION  $He^4(p, 2p)H^3$

Summary

The reaction  $He^4(p, 2p)H^3$  at 100 Mev energy was investigated by the impulse approximation method used in the authors' earlier studies of quasielastic knockout reactions. A good agreement between theory and experiment is reached for all quasielastic knockout reactions in a unified theoretical approach which does not depend on a target nucleus and on the energy of bombarding particles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. V. Balashov *et al.* Nucl. Phys. 59, 1964, 414.
2. G. F. Chew. Phys. Rev. 80, 1950, 196.
3. V. V. Balashov, J. V. Mebonia. Nucl. Phys. A 107, 1968, 369.
4. J. V. Mebonia. Phys. Lett. 30 B 1969, 153.
5. J. V. Mebonia. Phys. Lett. 48 B, 1974, 196.
6. Дж. В. Мебония, Т. И. Кварацхелия. Труды ТГУ, физика, т. 203, 1978, 76.
7. О. Л. Бартая, Дж. В. Мебония. ЯФ, 33, 1981, 987.
8. Т. И. Кварацхелия, Дж. В. Мебония. Сообщения АН ГССР, 110, № 2, 1983, 285.
9. Л. Д. Фаддев. ЖЭТФ, 39, 1960, 1459.
10. H. Nakamura. Progr. Theor. Phys. 48, 1972, 695.
11. Th. Mongan. Phys. Rev. 178, 1969, 1957.
12. H. G. Pugh *et al.* Phys. Lett. 48 B, 1973, 192.
13. О. Л. Бартая, Дж. В. Мебония. Сообщения АН ГССР, 101, 1981, 569.
14. R. D. Haracz, T. K. Lim. Phys. Rev. Lett. 31, 1973, 1263.
15. R. D. Haracz, T. K. Lim. Phys. Rev. C9, 1974, 560.
16. T. K. Lim. Phys. Lett. 44 B, 1973, 341.
17. S. K. Young, E. F. Redish. Phys. Rev. C10, 1974, 498.





Р. С. КАБИСОВ, А. И. УГУЛАВА

## НАСЫЩЕНИЕ ЯМР В УСЛОВИЯХ ФОНОННОГО УЗКОГО ГОРЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 10.11.1983)

В задачах ЭПР при достаточно низких температурах часто возникает ситуация, когда разные моды решеточных колебаний можно считать невзаимодействующими, а однофононный механизм определяющим механизмом релаксации. При релаксации спин-системы это приводит к возбуждению решеточных колебаний в узком интервале частот вблизи магнитного резонанса. В этом случае при достаточно высокой концентрации парамагнитной примеси, в сильных переменных магнитных полях, приток энергии к резонансным фононам осуществляется быстрее, чем ее перераспределение по спектру фононов и передача термостату. В результате этого произойдет разогрев резонансных фононов. После этого объединенная спин-фононная система релаксирует к термостату. В этом и заключается эффект фононного узкого горла (ФУГ).

За последние годы много работ [1—4] было посвящено исследованию ФУГ. В работах [5, 6] исследовалось явление магнитного узкого горла, во многом аналогичное эффекту ФУГ.

В настоящей работе исследуется ФУГ при насыщении ЯМР в ферро- и антиферромагнетиках, когда ядерная спин-система релаксирует к системе фононов через подсистему магнонов.

Гамильтониан исследуемой системы, помещенной во внешнее постоянное магнитное поле и перпендикулярное ему радиочастотное магнитное поле, имеет вид

$$H = H_z + H_d + H_p + H_{Ip} + H_{aI}, \quad (1)$$

где  $H_z$  — зеемановский гамильтониан ядерных спинов;  $H_d$  — секулярная часть диполь-дипольного взаимодействия ядерных спинов;  $H_p$  — гамильтониан фононов;  $H_{Ip}$  — гамильтониан косвенного взаимодействия ядерных спинов с фононами [7, 8] через подсистему магнонов;  $H_{aI}$  — гамильтониан взаимодействия ядерных спинов с радиочастотным полем.

Гамильтониан (1) формально совпадает с гамильтонианом, приводимым в работе [4], если в последнем заменить электронные спины на ядерные, спин-решеточное взаимодействие — на косвенное взаимодействие ядерных спинов с фононами. Поэтому аналогично [4] коэффициент ФУГ имеет вид

$$\sigma = C_1 T_p / C_p 2 \Delta T_{Ip}$$

რ. კაბისოვი, ა. უგულავა

ბ მ რ ბ ა ჯ პ რ ი ბ ა ფონონური ვიწრო ხელის პირობებში

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაჩვენებია, რომ მაგნიტურ-მოწესრიგებულ კრისტალებში ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის გაჯერებისას, როდესაც ბირთვული სპინ-სისტემა რელაქსირებს ფონონური ქვესისტემისაკენ მაგნონების ქვესისტემის საშუალებით, არსებობს ფონონური ზეავის წარმოქმნის საშუალება.

PHYSICS

R. S. KABISOV, A. I. UGULAVA

NMR SATURATION IN PHONON NARROW THROAT CONDITIONS

Summary

The occurrence of phonon avalanche is possible when NMR is saturated in magnetoordered crystals and the nuclear spin system relaxes to the phonon system through the magnon subsystem.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Альтшулер, Б. М. Козырев. Электронный парамагнитный резонанс. М., 1972.
2. С. А. Альтшулер, Р. М. Валишев, В. Н. Кочеллаев, А. Х. Хасанов. ЖЭТФ, 62, 1972, 639.
3. L. L. Buishvili *et al.* Physica, 71, 1974, 161.
4. Л. Л. Буишвили, Н. Г. Гиоргадзе, А. И. Угулава, М. Д. Звиадзе. ЖЭТФ, 67, 1974, 665.
5. Р. С. Кабисов, А. И. Угулава. ФТТ, 19, вып. 3, 1977, 939.
6. K. Bifalvas-Borgiel *et al.* Physica. 381, 1978, 1-9.
7. S. D. Silverstein. Phys. Rev., 132, 1963, 997.
8. Е. А. Туров, М. Г. Петров. Ядерный магнитный резонанс в ферро- и антиферромагнетика. М., 1969.

З. А. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, В. Г. КИРЦАЛИЯ

## МОДЕЛЬ ЗАСТОЙНОЙ ЗОНЫ В ПЕРЕХОДНОЙ ОБЛАСТИ МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 6.1.1983)

В работах [1, 2] рассматривалась задача магнитогидродинамического обтекания идеально проводящего клина сверхзвуковым потоком проводящей жидкости, несущим с собой вмороженное магнитное поле. В рамках модели однородного слоя было показано, что ударный фронт перед клином, в зависимости от величины угла раствора клина, представляет собой либо присоединенную, либо отошедшую ударную волну. Критическое значение угла раствора клина зависит от показателя адиабаты среды и для идеального газа с параллельными векторами скорости и вмороженного магнитного поля, согласно [2],  $\alpha_h = 74^\circ$ . Если дневную сторону магнитосферы отождествить с клиновидным телом, имеющим угол раствора  $\alpha > \alpha_h$ , то, по-видимому, можно получить качественную информацию о структуре переходного слоя магнитосферы, размеры которого должны определяться параметром отхода ударного фронта.

В работе [2] было указано, что для исследования структуры переходного слоя, наряду с моделью однородного слоя, может оказаться эффективным также приближение ламинарной невязкой жидкости. В последнем случае переходной слой можно разбить на две области: застойную зону, образующую «эффективный клин» с углом раствора  $\alpha = \alpha_h$ , для которого ударная волна является присоединенной и линейной, и область однородного потока жидкости. Однако при таком подходе неизбежно возникают проблемы определения параметров «эффективного клина» и устойчивости его границы, представляющие самостоятельную задачу, для решения которой ниже используется один из методов теории струй идеальной несжимаемой жидкости.

Суть решения поставленной задачи заключается в замене по аналогии критической (лобовой) точки магнитосферы с нулевой скоростью плазмы солнечного ветра застойной зоной на плоской пластинке, обтекаемой струйным потоком идеальной несжимаемой жидкости [3]. Использование такой модели вполне допустимо из-за дозвукового характера течения плазмы в переходном слое магнитосферы. Застойная зона перед магнитосферой определяется из требования постоянства гидродинамического давления и модуля скорости течения плазмы солнечного ветра на граничных линиях тока (область  $A'OAA'$  на рис. 1). На участках  $OA$  и  $OA'$  скорость плазмы постоянна  $V_1 = \text{const} < V_0$ , а вдоль  $ABC$  и  $A'B'C'$  ( $BC$  и  $B'C'$  — свободные струи) меняется от  $V_1$

до  $V_0$ , где  $V_0$  — скорость солнечного ветра до взаимодействия с магнитосферой. Согласно [3], параметры застойной зоны перед пласти-

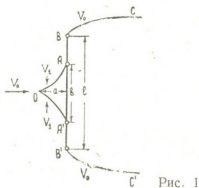


Рис. 1

кой зависят от гидродинамических характеристик течения жидкости и линейных размеров пластинки

$$a = 32 \cdot l \cdot q^{-1/2} \frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^3}{4n^2-1} \cdot \frac{q^n}{1-q^{2n}}}{4 + \pi + 64 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1} n^3}{4n^2-1} \cdot \frac{q^{2n}}{1-q^{2n}}}, \quad (1)$$

$$b = 64 \cdot l \cdot q^{-1/2} \frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1} \cdot n^3}{4n^2-1} \cdot \frac{q^n}{1-q^{2n}}}{4 + \pi + 64 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1} n^3}{4n^2-1} \cdot \frac{q^{2n}}{1-q^{2n}}}, \quad (2)$$

где  $a$  — длина застойной зоны;  $b$  — ее ширина;  $l$  — длина пластинки;  $q = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2$ .

Выражения (1) и (2) позволяют оценить параметры «эффективного клина» магнитосферы и величину скорости плазмы солнечного ветра на ее границах. Действительно, линейный размер дневной стороны магнитосферы практически постоянен —  $l = 2 \cdot 10^5$  км, а длина застойной зоны приблизительно равна расстоянию между лобовой точкой магнитосферы и ударным фронтом, которое в зависимости от давления солнечного ветра меняется в диапазоне  $[2 \div 2.5] \cdot 10^4$  км [4]. В результате численного решения на ЭВМ получим диапазон  $q^{1/2} \approx [6.7 \div 8.4] \cdot 10^{-3}$ , которому для характерной величины скорости солнечного ветра до взаимодействия с магнитосферой  $V_0 = 4 \cdot 10^2$  км·с<sup>-1</sup> соответствуют скорости на границах застойной зоны  $V_1 \approx [34 \div 27]$  км·с<sup>-1</sup> и ширина застойной зоны  $b \approx [3.9 \div 4.9] \cdot 10^4$  км. Величину угла раствора «эффективного клина» можно приблизительно оценить из треугольника с высотой  $a$  и основанием  $b$ , угол у вершины которого практически постоянен —  $\alpha = \alpha_0 = 90^\circ$ .

После определения характерного диапазона скорости плазмы на границах застойной зоны можно провести оценку их устойчивости относительно малых возмущений в рамках модели тангенциального маг-



нигидродинамического разрыва. Согласно [5], если магнитное поле с разных сторон разрыва направлено вдоль скачка скорости, то разрыв будет устойчивым относительно малых возмущений при выполнении условия

$$H_1^2 + H_2^2 \geq \frac{4\pi\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} V^2, \quad (3)$$

где  $H_1$  и  $H_2$  — магнитные поля;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  — плотности среды с обеих сторон разрыва;  $V$  — скачок скорости на разрыве.

Предполагая, что плотность плазмы и напряженность магнитного поля непрерывны в переходной области магнитосферы при скачке скорости  $V=V_1$ , условие (3) примет вид

$$V_1^2 \leq 4V_A^2, \quad (4)$$

где  $V_A = \frac{H^2}{4\pi\rho}$  ( $H_1=H_2=H$ ,  $\rho_1=\rho_2=\rho$ ) — альвеновская скорость среды.

Как следует из выражения (4), устойчивость тангенциального разрыва полностью зависит от стабилизирующего влияния магнитного поля. Межпланетное магнитное поле может иметь произвольную ориентацию, но при наличии у него составляющей вдоль поверхности «эффективного клина» магнитосферы, даже всего лишь 3нТ, границе застойной зоны должна быть устойчивой и при аномально высокой концентрации плазмы в переходной области  $n \approx 20$  протонов в  $\text{см}^3$ , вплоть до скорости невозмущенного солнечного ветра  $V_0 \approx 400 \text{ км.с}^{-1}$ .

В заключение отметим, что существование застойной зоны перед магнитосферой может повлиять также и на структуру остальной части переходной области, отождествление которой с однородным слоем будет весьма условным. Действительно, скорость течения плазмы вдоль переходной области должна меняться от величины  $V_1$  до характерной величины скорости солнечного ветра до взаимодействия с магнитосферой  $V_0$ , что эквивалентно появлению «эффективной» вязкости в ламинарной идеальной жидкости. Поэтому даже при очень гладком изменении скорости плазмы могут возникнуть завихренности, способные возбудить очаги турбулентности в переходной области магнитосферы.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 3.2.1983)

გეოფიზიკა

ზ. კერისელიძე, ვ. კირცხალია

მდგარი ზონის მოდელი დედამიწის მაგნიტოსფეროს გარდამავალ არეში

რეზიუმე

მოცემულია დედამიწის მაგნიტოსფეროს გარდამავალ არეში მდგარი ზონის მაგნიტოჰიდროდინამიკური მოდელი, რომლის თანახმად მზის ქარის პლაზმა გაიგივებულია იდეალური სითხის ქველთან. ნაპოვნია მდგარი ზონის პარამეტრები და მოცემულია მისი საზღვრების მდგრადობის პირობა მზის ქარის პლაზმის პარამეტრების ტიპური მნიშვნელობებისათვის.

Z. A. KERESOLIDZE, V. G. KIRTSKHALIA

A MAGNETOHYDRODYNAMIC MODEL OF THE STAGNATION REGION  
IN THE MAGNETOSHEATH OF THE MAGNETOSPHERE

## Summary

A magnetohydrodynamic model of the day-side part of the magnetosphere, representing a frontal point of the magnetosphere with a wedge-like body, is given. The characteristic size of the stagnation region is evaluated by means of the method of ideal liquid current which models the flow of solar wind in the magnetosheath.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Еркаев, В. Г. Пивоваров. Сб. «Численные методы механики сплошной среды», 5, № 2, Новосибирск, 1974, 9—20.
2. Н. В. Еркаев, В. Г. Пивоваров. Сб. «Численные методы механики сплошной среды», 5, № 3, Новосибирск, 1974, 29—38.
3. М. И. Гуревич. Теория струй идеальной жидкости. М., 1979.
4. В. А. Сергеев, Н. А. Циганенко. Магнитосфера Земли. М., 1980.
5. С. И. Сыроватский. УФН, 62, № 3, 247—302.



С. М. КРЫЛОВ, Ю. В. ГОЛИКОВ, Н. Г. КЛЕИМАНОВА, О. С. БЕЛЯКОВ,  
Г. М. ХОЧОЛАВА, О. М. ГВЕНЦАДЗЕ, В. Ш. ОРВЕЛАШВИЛИ

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ РЕГИСТРАЦИИ ОНЧ-ИЗЛУЧЕНИЙ В НИЗКИХ ШИРОТАХ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 13.3.1983)

Наблюдаемое на поверхности Земли очень низкочастотное (ОНЧ) электромагнитное излучение в диапазоне частот 0,3—9,0 кГц является важной характеристикой электромагнитной активности земной магнитосферы. Ранее на территории СССР и за рубежом наблюдения ОНЧ-излучения проводились в основном в авроральных и субавроральных широтах, в то время как низкоширотные ОНЧ-сигналы представляют особый интерес с точки зрения их морфологических и корреляционных характеристик, т. е. амплитудно-частотных спектров и связей с геомагнитными пульсациями и магнитными бурями.

Поскольку на низких широтах возможность проникновения магнитосферных ОНЧ-сигналов через ионосферу во многом зависит от наличия в ней неоднородностей, фиксируемых ионосферным зондированием, становится ясной прямая связь между процессами в ионосфере и ОНЧ-излучением.

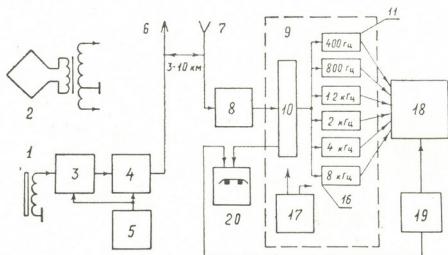
Опыт регистрации ОНЧ-сигналов в Японии на низкоширотной обсерватории Мошири ( $\Phi=34^\circ$ ) [1] на той же геомагнитной широте, что и Тбилиси, показал, что, помимо свистящих атмосферников, на этих широтах могут наблюдаться также сигналы магнитосферного происхождения. Следует заметить, что обсерватория Мошири находится практически в антиподной точке по отношению к Тбилиси и поэтому особый интерес представляет сопоставление данных по ОНЧ-излучениям, зарегистрированных синхронно в этих точках. Такое сопоставление поможет выяснить динамику развития волновых явлений в магнитосфере Земли во время магнитных бурь и проверить предположения о том, что во время сильных геомагнитных возмущений генерация ОНЧ-излучений происходит в глобальных масштабах.

На территории Грузии первые пробные наблюдения ОНЧ-излучений в диапазоне частот 0,7—8,0 кГц были выполнены осенью 1975 г. Регистрирующая аппаратура была установлена недалеко от г. Тбилиси близ пос. Качрети ( $\Phi=36^\circ$ ). Анализ полученных данных показал [2], что всплески ОНЧ-излучений наблюдаются, как правило, в течение магнитно возмущенных периодов, причем оказалось, что интенсивность излучений в диапазоне КНЧ ( $f < 2$  кГц) на этих широтах превышает интенсивность более высокочастотных излучений ( $f > 2$  кГц). Этот факт был новым и требовал экспериментальной проверки. Кроме того, были отмечены некоторые особенности ОНЧ-излучения в низких широтах и прежде всего большой уровень фоновых грозовых разрядов, что, вообще говоря, сильно осложняет регистрацию, так как дает ложный вклад в полезный сигнал. Кроме того, значительно повышаются требования к линейности усилительной части аппаратуры во избежание переноса спектра сигналов из-за их нелинейного преобразования в тракте усиления. Была также еще раз подтверждена необходимость применения радиотелеметрии для передачи



сигнала с пункта приема ОНЧ-излучения в пункт его анализа и регистрации. Это позволяет избежать помех, связанных с электрификацией и радиофикацией населенного пункта, в котором установлена аппаратура.

С учетом этих обстоятельств в СКБ НИП АН Грузинской ССР по техническому заданию Института физики Земли АН СССР была изготовлена малая серия установок для регистрации ОНЧ-излучения. Блок-схема аппаратуры приведена на рис. 1. Выносной пункт ОНЧ-излучений состоит из магнитной ОНЧ-антенны, предусилителя, телеметрического УКВ ЧМ передатчика, УКВ антенны и блока батарейного питания. Аппаратура комплектуется двумя видами магнитной антенны—рамочной с повышающим трансформатором и ферритовой. Ферритовая антенна более удобна в эксплуатации, ее легче предохранить от ветровых помех. Рамочная антенна обладает большей чувствительностью и более пригодна для установки на стационарных пунктах наблюдения.



Выносной пункт приема ОНЧ : Пункт анализа и регистрации ОНЧ

Рис. 1. Блок-схема установки для регистрации ОНЧ-излучений: 1—ферритовая антенна; 2—рамочная антенна; 3—предусилитель; 4—УКВ ЧМ передатчик; 5—блок батарейного питания; 6, 7—УКВ антенны радиотелеметрии; 8—УКВ ЧМ приемник; 9—конструктив «Вишня» с контрольно-усилительной анализирующей аппаратурой; 10—контрольно-усилительный блок; 11—16—фильтры-интеграторы; 17—блок сетевого питания; 18—самописец; 19—часы; 20—магнитофон

Предусилитель является наиболее ответственной частью установки, для работы в условиях сильных импульсных помех он должен обладать высокой линейностью и большим динамическим диапазоном. В противном случае неизбежно паразитное детектирование различных мешающих сигналов. Кроме того, в предусилителе необходима глубокая фильтрация сетевых помех и сигналов навигационных радиостанций «Омега», работающих на частотах выше 10 кГц.

Сигнал с выхода предусилителя подается на модуляционный вход УКВ ЧМ передатчика на 70 МГц. Выходная мощность передатчика 100 мВт. Направленная УКВ антенна обеспечивает передачу сигнала в сторону пункта регистрации.

На пункте регистрации сигнал с приемной УКВ антенны поступает на ЧМ приемник телеметрии. Демодулированный ОНЧ-сигнал с приемника поступает на контрольно-усилительный блок анализато-

ра и далее на шесть параллельных фильтров-интеграторов. В каждом из них выделяется полоса частот шириной около октавы. Центральные частоты полосовых фильтров 400 Гц, 800 Гц, 1,2 кГц, 2 кГц, 4 кГц, 8 кГц. Интегратор состоит из детектора сигнала, собственно интегратора с узлом сброса сигнала и усилителя постоянного тока, выходное напряжение которого пропорционально уровню сигнала в заданной полосе частот.

Отличительными чертами фильтров-интеграторов являются: 1) полосовой фильтр с крутыми спадами частотной характеристики, 2) активный детектор с высокой линейностью, 3) малое ( $< 1$  мс) время сброса интегратора.

Кроме того, все усилительные каскады аппаратуры обладают высокой линейностью и малым временем восстановления после перегрузки. Все это позволяет работать в условиях сильных грозových помех. Линейность детектора приводит к отсутствию «мертвой зоны», т. е. любой сколь угодно малый сигнал приводит интегратор в действие. Это создает возможность производить не только относительные, но и абсолютные измерения уровня интенсивности ОНЧ-шумов, так как при выключении сигнала интегратор устанавливается на уровне, точно соответствующем нулю записи. Цена деления при этом определяется калибровкой, при которой с помощью калибровочного генератора и кольца с током создается определенное калибровочное поле, воздействующее на магнитную антенну.

Регистрация ОНЧ-излучения производится на магнитофон (для последующего анализа) и на бумажную ленту шестиканального самописца, подключаемого к выходам интеграторов.

Первые опыты эксплуатации описанной выше аппаратуры вблизи г. Тбилиси (пос. Качрети) показали, что, несмотря на сильный грозовой фон, характерный для южных широт, четкая фиксация уровня ОНЧ-шумов возможна практически в любое время. Исключения составляют лишь некоторые периоды времени в течение летних месяцев и случаи ближних гроз. Пример записи ОНЧ-излучения приведен на рис. 2.

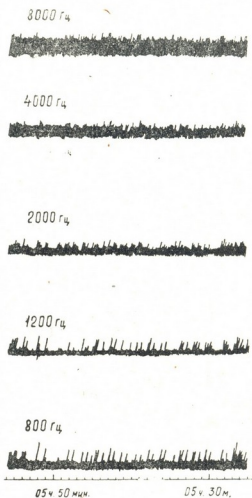


Рис. 2. Пример записи ОНЧ-излучения на ст. Качрети

ს. კრილოვი, ი. გოლიკოვი, ნ. კლიმანოვა, ო. ბელიაკოვი,  
 ზ. ხოხოლავა, ო. გვენცაძე, ვ. ორველაშვილი

დაბალ განედებზე მდს გამოსხივების რეგისტრაციის პირველი ცდა

რეზიუმე

სტატიაში მოკლედაა განხილული დაბალ განედებში მეტად დაბალი სიხშირის (მდს) გამოსხივების რეგისტრაციის საკითხები, გაანალიზებულია სარეგისტრაციო აპარატურის მიმართ წაყენებული მოთხოვნები. მოცემულია დაბალგანედური მდს-გამოსხივების რეგისტრაციის პირველი შედეგები, აღწერილია აპარატურა და ის ტექნიკური დასკვნები, რომლის საშუალებით მიღწეულია რეგისტრაციის სტაბილურობა ძლიერი სამხრეთგანედური ჰექა-ჰუხილის პირობებში.

GEOPHYSICS

S. M. KRYLOV, Yu. V. GOLIKOV, N. G. KLEIMANOVA, O. S. BELYAKOV,  
 G. M. KHOCHOLAVA, O. M. GVENTSADZE, V. Sh. ORVELASHVILI

### FIRST ATTEMPT AT RECORDING VLF-RADIATION IN LOW LATITUDES

Summary

The paper deals with scientific and methodological problems connected with the registration of VLF-radiation in low latitudes: the requirements laid to the recorders are analyzed; the first results of registering low-latitude VLF-radiation are presented. The recorder is described as well as the technical solutions that have permitted to achieve steady recording under conditions of a strong southern latitude thunderstorm background.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Twai *et al.* Proc. Res. Atm. Nagoya, University. 29, № 11, 1964.
2. В. Ш. Орвелашвили, Г. М. Хочолава, Н. Г. Клейманова. Тез. докл. симпозиума КАПГ, ч. III. Тбилиси, 1976, 51.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. Д. ГИГАУРИ, Э. П. ДОКСОПУЛО, Н. В. НАТИДЗЕ, М. М. МАНИЯ

О ПРОДУКТАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОДАНИДА КОБАЛЬТА (II)  
С НЕКОТОРЫМИ ИОДИДАМИ АРСОНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 1.3.1983)

В начале нашего века мышьяксодержащие органические соединения привлекали внимание многих исследователей как потенциальные медицинские препараты (работы Эрлиха и его школы), а начиная с 60-х годов рост количества публикаций обусловлен бурным развитием химии комплексных соединений с мышьяксодержащими лигандами. Это направление исследований остается доминирующим и в настоящее время [1]. Притом, большинство органических соединений мышьяка, столь широко применяемые в различных отраслях народного хозяйства [2, 3], содержит ряд функциональных группировок и обладает комплексом ценных свойств.

В предыдущей работе нами было показано [4], что взаимодействием иодистых этилди(м-толил)алкиларсониев с иодидом ртути (II) вместо ожидаемых тетраиодомеркуроатов [5], получаются трииодомеркуроаты соответствующих арсониев. Этот факт указывает на то, что при применении органических производных мышьяка в качестве лигандов на степень координации комплексообразователя влияет и внешняя сфера, более конкретно, — состав и строение последнего.

С другой стороны, как известно [6, 7], роданогруппа является амбидентным лигандом, которая способна образовывать связь с атомом металла-комплексообразователя либо через атом азота ( $M-NCS$ , где  $M$  — металл), либо через атом серы ( $M-SCN$ ), или с обоими атомами ( $M-NCS-M$ ). В некоторых же комплексах  $NCS$ -группа координационно не связана с атомом металла и имеет ионный характер [8, 9].

Выявление особенности в поведении мышьяксодержащих лигандов и установление закономерности — актуальная проблема теоретического характера. В связи с этим представлялось интересным изучить взаимодействие роданида кобальта (II) с некоторыми иодидами арсония и исследовать синтезированные соединения с помощью ИК-спектроскопии с целью определения места локализации координационной связи роданогруппы. Синтез и некоторые физико-химические свойства исходных солей арсония опубликованы в работе [10].

Реагирующие вещества брали в таком количестве, чтобы молярное соотношение  $[R_2As(R')J] : KSCN : Co(SCN)_2$  составляло 2 : 2, 5 : 1. В этой реакции роданид калия является донором роданогруппы.

Синтез проводили при комнатной температуре. Спустя 5—12 суток после смешивания исходных веществ выделялись кристаллические продукты, которые отделяли от маточного раствора фильтрованием, несколько раз промывали дистиллированной водой, этиловым спиртом, эфиром и высушивали над пятиокисью фосфора и парафином до постоянного веса, после чего анализировали.

Так как прямое количественное определение роданогруппы оказалось невозможным, серу определяли по методике [11], мышьяк — ме-



тодом Эвинса [12], а кобальт — комплексометрическим методом трилоном-Б с применением в качестве металл-индикатора эриохрома черного [13]. Результаты химического анализа и некоторые физико-химические константы целевых продуктов сведены в таблице.

Анализ ИК-спектров исследуемых веществ показывает, что они в основном идентичны с ИК-спектрами катионов исходных солей арсония [10], за исключением области поглощения анионов тетрароданокобальтата. В отличие от соответствующих иодидов арсония в ИК-спектрах синтезированных соединений частоты  $\nu(\text{CN})$  групп  $\text{NCS}^-$  найдены в области  $\sim 2070 - 2100 \text{ см}^{-1}$ , что несколько повышены по сравнению с  $\nu(\text{CN})$  иона  $\text{NCS}^-$ . Идентифицированы также  $\delta(\text{NCS})$ ,  $\nu(\text{CS})$  и слабое поглощение  $2\delta(\text{NCS})$  около  $490, 840, 960 - 980 \text{ см}^{-1}$ , соответственно. Эти значения частот указывают на то, что группы  $\text{NCS}^-$  имеют монодентатный характер, входят во внутреннюю сферу комплекса [14], причем они связаны с кобальтом через атом азота [15].

Тетрароданокобальтаты арсония  $[\text{R}_2\text{As}(\text{R}')\text{R}'']_2[\text{Co}(\text{NCS})_4]$ 

№	R	R'	R''	Выход, %	Т. пл., °С	Найдено, %			Вчислено, %		
						As	Co	S	As	Co	S
1	изо- $\text{C}_3\text{H}_7$	о- $\text{CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4$	$\text{CH}_3$	75,6	45—46	17,24	6,82	14,56	17,50	6,88	14,93
2	изо- $\text{C}_4\text{H}_9$	о- $\text{CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4$	$\text{CH}_3$	80,0	95	16,25	6,25	13,60	16,42	6,46	14,01
3	п- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	н- $\text{C}_3\text{H}_7$	$\text{CH}_2\text{COOH}$	82,6	44—46	14,38	5,75	12,63	14,86	5,84	12,71
4	п- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	н- $\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_2\text{COOH}$	60,5	48—49	14,49	5,59	11,91	14,46	5,68	12,36
5	п- $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$	изо- $\text{C}_4\text{H}_9$	$\text{CH}_2\text{COOH}$	70,0	40—41	14,26	5,63	12,10	14,46	5,68	12,36
6	н- $\text{C}_3\text{H}_7$	о- $\text{CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4$	$\text{CH}_3$	62,2	54—54,5	17,10	6,75	14,42	17,50	6,88	14,93
7	изо- $\text{C}_3\text{H}_7$	изо- $\text{C}_3\text{H}_7$	$\text{CH}_2-\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$	65,3	75—76	18,76	7,04	15,33	18,40	7,23	15,70

Принимая во внимание вышеизложенное, образование роданидных комплексов кобальта (II) с мышьяксодержащими лигандами можно объяснить протеканием следующих последовательных реакций:



Все синтезированные комплексы представляют собой низкоплавкие вещества (см. таблицу) от голубого до темно-синего цвета, нерастворимые в воде, диэтиловом эфире, бензоле и в других неполярных

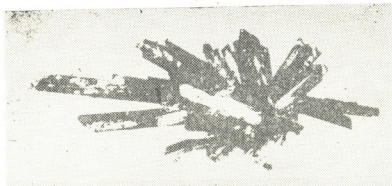


Рис. 1

органических растворителях, но сравнительно легко растворимые в ацетоне и формамиде. Соединения №№ 3—5 через 1,5—2 месяца на воздухе частично переходят в жидкообразное состояние, а все остальные являются устойчивыми при комнатной температуре.



Следует отметить, что с точки зрения структуры весьма интересным оказался тетрароданокобальтоат триизопрпилетиламидарсония (соед. № 7), для которого характерен полиморфизм. Так, на второй день после смешивания спиртовых растворов реагирующих веществ из маточного раствора начинает выделяться крупнокристаллическое вещество малинового цвета (модификация 1), а на третий день — синего цвета (модификация 2). Первая модификация, выход которого составляет 23,5%, имеет вытянутую призматическую форму, над которой хорошо замечаются грани вертикальной призмы (110) и III пинакоиды (001) (рис. 1). Общим габитусом кристаллы принадлежат к моноклинной сингонии. К моноклинной сингонии принадлежат и кристаллы II модификации (выход 42,0%). И в этом случае развиты призмы и пинакоиды (рис. 2). Обе модификации являются устойчивыми при комнатной температуре, однако при растворении в вазелине, а также при растирании I модификация приобретает синий цвет, т. е. переходит во II модификацию. Следует подчеркнуть, что ИК-спектры обеих модификаций идентичны. Этот факт, со своей стороны, указывает на то, что в обоих случаях кристаллы состоят из ионов арсония и тетрароданокобальтоата, однако эти ионы различно расположены в кристаллах каждой модификации и, как следствие, образуют различный кристаллический вид. Экспериментально показано, что полиморфное превращение I модификации во II является монотропным, всякие попытки вновь получить I модификацию из спиртового раствора оказались безуспешными.

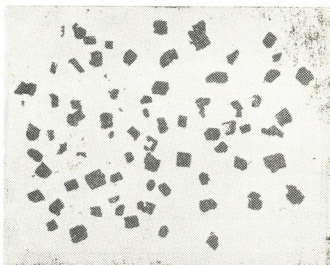


Рис 3

ИК-спектры поглощения в области  $400-4000 \text{ см}^{-1}$  были получены на спектрофотометре UR-20 по обычной методике растирания исследуемых образцов в вазелиновом масле.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.3.1983)

ზოგადი და აბსტრაქტული კვიზა

რ. ბიბაური, ე. დოკუაშვილი, ნ. ნათიძე, ა. მანია

კობალტის (II) როდანიდისა და ზოგიერთი არსონიუმის იოდიდის ურთიერთქმედების პროდუქტების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია კობალტის (II) როდანიდისა და ზოგიერთი არსონიუმის იოდიდის ურთიერთქმედება სპირტბუნარებში ელვის ფიზიკურ-ქიმიური მე-

თოდებით დადგენილია, რომ ამ დროს მიიღება  $[R_3As(R')R''I_2][Co(NCS)_4]$  ტიპის ნაერთები. ამასთანავე, ტრიიზობოპროპილეთილამიდარსონიუმის იოდიდს აღმოაჩნდა პოლიმორფული თვისებები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

R. D. GIGAURI, E. P. DOXOPULO, N. V. NATIDZE, M. M. MANIA

INTERACTION OF COBALT THIOCYANATE WITH ARSONIUM IODIDES

Summary

Physicochemical methods of investigation have shown that as a result of the interaction of cobalt thiocyanate with some arsonium iodides in alcoholic solutions arsonide complexes of  $[R_3As(R^1)R^{11}]_2[Co(NCS)_4]$  type are produced. Tetrathiocyanate cobaltoates of triisopropylethylene of amidearsonium were found to be characterized by polymorphism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Насыбулина. I Всес. конф. по синтезу и использованию мышьякоорганических соединений в народном хозяйстве. Тезисы докладов. Казань, 1980, 36.
2. M. Nagasawa, K. Nagamizu. Япон. пат., 4400 (1961); С. А., 55, 23941 (1961).
3. Б. Д. Чернокальский, В. И. Гаврилов, Ф. М. Хуснутдинова, Р. Г. Гаврилова, Е. С. Гуревич, Е. И. Фрост, Л. И. Щербакова. Авт. свид. 405925 (1971); Бюлл. изобр., № 45 (1973).
4. Р. Д. Гигаури, Л. И. Годердзишвили, Б. Д. Чернокальский, М. А. Инджия, И. А. Сабин-Гусс, Т. Н. Шатакишвили. Сообщения АН ГССР, 99, № 3, 1980, 605.
5. M. M. Vaig *et al.* Can. J. Chem., 40, 1962, 46.
6. М. А. Порай-Кошиц, Г. В. Цинцадзе. Кристаллохимия тио- и селеноцианатных соединений. М., 1967, 28.
7. Ю. Я. Харитонов. Сб. «Колебательные спектры в неорганической химии». М., 1971, 161.
8. М. А. Порай-Кошиц, Г. В. Цинцадзе. Кристаллохимия, сер. «Итоги науки», М., 1967, 61.
9. Г. В. Цинцадзе. Смешанные псевдогалогенидо-аминные соединения некоторых металлов. Тбилиси, 1974, 53.
10. Р. Д. Гигаури, Б. Д. Чернокальский, М. А. Инджия, М. Г. Матиашвили, О. О. Бурчуладзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 2, 1977, 353.
11. В. А. Климов. Основные микрометоды анализа органических соединений. М., 1965, 52.
12. Р. Х. Фрейдлина. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. М.—Л., 1945, 164.
13. Р. Пршибил. Комплексоны в химическом анализе. М., 1960, 303.
14. Т. К. Джашиашвили, Г. В. Цинцадзе, Я. Я. Харитонов, Ю. П. Смольников, М. М. Абашидзе, Т. П. Челидзе. Коорд. химия, 6, вып. 4, 1980, 573.
15. Э. А. Квезерели, Э. Г. Сирбиладзе. Коорд. химия, 8, вып. 5, 1982, 647.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. В. МЗРЕУЛИШВИЛИ, В. П. НАТИДЗЕ, Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ

СОВМЕСТНОЕ ОСАЖДЕНИЕ КАРБОНАТОВ ПРАЗЕОДИМА-ЖЕЛЕЗА И ЛЮТЕНЦИЯ-ЖЕЛЕЗА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 3.3.1983)

В статье излагаются результаты исследования взаимодействия в системе  $(Pr^{3+} + Fe^{3+}) - Na_2CO_3 - H_2O$  и  $(Lu^{3+} + Fe^{3+}) - (NH_4)_2CO_3 - H_2O$  при постоянном содержании суммы  $[Pr^{3+}, (Lu^{3+}) + Fe^{3+}]$  и переменном количестве  $Na_2CO_3$  и  $(NH_4)_2CO_3$  при  $25^\circ C$ . Отношение карбоната к металлу в исходных смесях, обозначаемое далее через  $n$ , изменялось в широких пределах.

Все применяемые в данной работе соли имели квалификацию х. ч.

Состав образующихся в системах соединений определялся как графически — по данным анализа равновесных растворов (методом остаточных концентраций), так и непосредственным анализом воздушносухих твердых фаз. Эти же твердые фазы подвергались термическому, рентгенографическому и ИК-спектроскопическому исследованию.

На рис. 1 представлены результаты исследования системы  $Pr(NO_3)_3 - Fe(NO_3)_3 - Na_2CO_3 - H_2O$  при  $25^\circ C$  методом остаточных концентраций. Согласно полученным данным, при добавлении первых порций карбоната натрия в раствор, содержащий смесь нитратов празеодима и железа до  $n \leq 0,5$ , в осадок выпадают только ионы празеодима в виде основного карбоната  $Pr(OH)CO_3 \cdot 2H_2O$ . При этом ионы железа количественно остаются в растворе, образуя растворимую основную соль состава  $Fe(OH)CO_3$ . Дальнейшее добавление карбоната натрия в систему сдвигает равновесие в сторону образования нормального карбоната железа настолько интенсивно, что при  $n \geq 0,75$  ионы железа полностью переходят в осадок в виде  $Fe_2(CO_3)_3$ .

Установленный химическим анализом процентный состав выделенной при  $n = 1,0$  твердой фазы соответствует формуле  $Pr(OH)CO_3 \cdot Fe_2(CO_3)_3 \cdot H_2O$ , для которой найдено, %:  $Pr - 26,12$ ;  $Fe - 21,40$ ;  $OH^- - 3,44$ ;  $CO_3^{2-} - 45,22$ ;  $H_2O - 3,82$ ; вычислено, %:  $Pr - 26,69$ ;  $Fe - 21,21$ ;  $OH^- - 3,22$ ;  $CO_3^{2-} - 45,46$ ;  $H_2O - 3,42$ .

Термическое разложение  $Pr(OH)CO_3 \cdot Fe_2(CO_3)_3 \cdot H_2O$  происходит стадийно. На первой стадии до  $225^\circ C$  происходит выделение кристаллизационной воды, далее, начиная с  $310^\circ C$ , наблюдается полное обезвоживание соли, включая потери воды за счет гидроксильной группы (рис. 2) и начало кристаллизации соли, в связи с чем на рентгенограмме получены линии слабой интенсивности. После первой стадии термолитиза при переходе к безводной соли гидроксильная группа не разрушается, в силу чего на ИК-спектре поглощения этой соли наблю-

ბ. „მეცნიერება“, ტ. 115, № 1, 1984



дается полоса поглощения в области  $3400 \text{ см}^{-1}$ , отвечающей валентным колебаниям  $\text{OH}$ - группы. Дальнейшее нагревание образца приводит к декарбонизации соли и образованию конечного продукта термоллиза. Состав прокаленных осадков, полученных при  $n=1$  и  $1,25$ ,

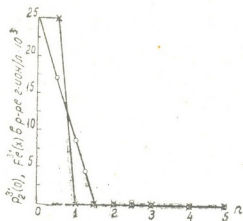


Рис. 1. Остаточные концентрации

$\text{Pr}^{3+}$  (o) и  $\text{Fe}^{2+}$  (x) в системе  $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3$

□ —  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

отвечает формулам  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Pr}_6\text{O}_{11}$  и  $1,5 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Pr}_6\text{O}_{11}$  соответственно. Штрих-диаграммы указанных продуктов прокаливания имеют линии, отличные от линий оксидов железа и празеодима, что подтверждает образование нового соединения типа феррита.

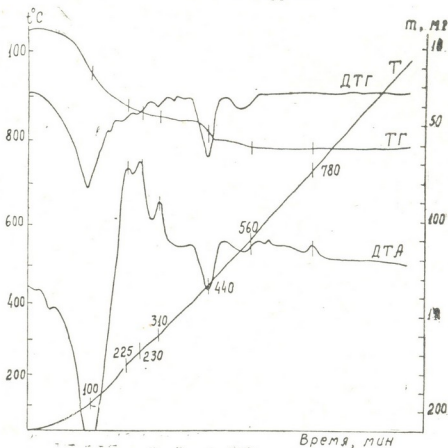


Рис. 2. Термогравиметрия  $\text{Pr}(\text{OH})\text{CO}_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Согласно результатам измерения магнитной восприимчивости остатков, полученных в результате прокаливания твердых фаз, установлено, что ферромагнитные свойства проявляют остатки составов  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Pr}_6\text{O}_{11}$  и  $1,5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Pr}_6\text{O}_{11}$ , выделенных при  $n=1$  и  $n=1,25$ , а остатки, полученные при  $n=0,75$  и  $1,75$ , обладают парамагнитными свойствами.

В соответствии с изменением концентрации карбоната натрия в интервале  $n$  от 1,5 до 10 величины отношения в осадке  $\text{CO}_3^{2-}:\text{Pr}^{3+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}:\text{Fe}^{3+}$  указывают на образование твердых фаз составов  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2[\text{PrFe}(\text{CO}_3)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Ниже представлены результаты химического анализа выделенных соединений при  $n=1,5$ . Для  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  найдено, %: Pr—34,10; Fe—13,43;  $\text{CO}_3^{2-}$ —42,21;  $\text{H}_2\text{O}$ —10,26; вычислено, %: Pr—33,39; Fe—13,27;  $\text{CO}_3^{2-}$ —42,66;  $\text{H}_2\text{O}$ —10,68. Для  $\text{Na}_2[\text{PrFe}(\text{CO}_3)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  найдено, %: Na—8,54; Pr—28,41; Fe—11,12;  $\text{CO}_3^{2-}$ —45,92;  $\text{H}_2\text{O}$ —6,01; вычислено, %: Na—8,86; Pr—27,15; Fe—10,79;  $\text{CO}_3^{2-}$ —45,92;  $\text{H}_2\text{O}$ —6,01.

Термическое разложение рассматриваемых выше солей происходит однотипно. В первой стадии наблюдается дегидратация солей, а при дальнейшем повышении температуры до  $460^\circ\text{C}$  начинается разложение образцов с выделением  $\text{CO}_2$ . Конечным продуктом термолитиза  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  является  $\text{Pr}_6\text{O}_{11} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , а для  $\text{Na}_2[\text{PrFe}(\text{CO}_3)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Pr}_6\text{O}_{11}$ .

Результаты аналогичного исследования системы  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3$ — $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ — $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ — $\text{H}_2\text{O}$  показали также, что в начале процесса при добавлении небольших количеств осадителя до  $n \leq 0,5$  в системе осадок не выпадает (рис. 3). Дальнейшее введение в систему карбоната аммония, обеспечивающее значение  $n=1,0$ , приводит к количественному осаждению железа и неполному выделению карбоната лютетия.

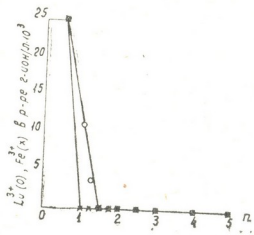


Рис. 3. Остаточные концентрации

$\text{Lu}^{3+}$  (о) и  $\text{Fe}^{3+}$  (х) в системе  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3$

— $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ — $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ — $\text{H}_2\text{O}$

В исследуемых смесях в интервале  $n=0,5$  до 2,0 растворы являются коллоидными и окрашенными в характерный цвет для ионов железа, причем интенсивность окраски по мере увеличения  $n$  постепенно уменьшается и при  $n=2,5$  раствор над осадком становится бесцветным и прозрачным.

Разложение соосажденных смесей в точках, отвечающих величинам  $n=1,25$ , 1,5 и 1,75 при температуре  $320^\circ\text{C}$ , приводит к образованию смешанных оксидов лития и железа, обладающих ферромагнитными свойствами.

На термограмме образование феррита лютетия сопровождается резко выраженным экзотермическим эффектом.

Процесс осаждения лютетия в системе  $\text{Lu}(\text{NO}_3)_3$ — $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ — $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ — $\text{H}_2\text{O}$  заканчивается при  $n=1,5$  и в этой точке состава осадка отвечает формуле  $\text{Lu}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Результаты химического анализа твердой фазы, выделенной при  $n=1,5$ , подтверждают данные, полученные по методу остаточных концентраций. Найдено, %: Lu—38,93;





Fe—12,71; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>—40,32; H<sub>2</sub>O—7,04. Вычислено, %: Lu—39,14; Fe—12,71; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>—40,27; H<sub>2</sub>O—7,97.

Дальнейшее увеличение концентрации карбоната аммония до  $n=5,0$  не приводит к изменению состава осадка. Соосажденная смесь при  $n=2,0$  в тех же условиях не проявляет ферромагнитных свойств.

Сопоставление полученных данных с результатами исследования совместного осаждения гидроокисей железа и иттрия [1] показало, что образование ферритов РЗЭ в карбонатных смесях наблюдается при значительно низких температурах, так, например, при получении ферритов РЗЭ из соосажденных смесей с едким натром необходимо прокалывание образца до 900°C, а с карбонатом аммония для этого достаточно 310—320°C.

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

(Поступило 15.4.1983)

ზოგადი და აბორგანული ქიმია

ბ. მზარეულშვილი, ვ. ნათიძე, ე. დავითაშვილი

რკინა-პრაზეოდიუმის და რკინა-ლუტეციუმის კარბონატების  
ერთდროული დაღებვა წყალხსნარებიდან

რეზიუმე

შესწავლილია რკინა-პრაზეოდიუმისა და რკინა-ლუტეციუმის შერეული კარბონატების მიღების პირობები და ზოგიერთი თვისება.

დადგენილია, რომ პრაზეოდიუმის (ლუტეციუმის) და რკინის კარბონატების ერთობლივი დაღევისას მორეაგირე კომპონენტების გარკვეული თანაფარდობის დროს წარმოიქმნება შერეული მარილები, რომელთა გახურებით 310—320°C მიიღება იშვიათმიწა ელემენტების ფერიტები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

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

CO-PRECIPIATION OF FERRO-PRASEODYMIUM AND  
FERROLUTETIUM CARBONATES FROM AQUEOUS  
SOLUTIONS OF THEIR SALTS

Summary

Some properties and conditions of the formation of ferro-praseodymium (lutetium) carbonates have been studied.

Mixed salts are shown to be formed at co-precipitation of praseodymium and ferrous components. Heating of these salts at 310-320°C yields ferrites of the cited rare earths.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили. Неорганические материалы, 4, 12, 1968, 2215.





ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР), К. Г. ГОДЕРДЗИШВИЛИ,  
 Т. И. ГАБУНИЯ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПО  
 ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ ФРАКЦИЯМ НОРИЙСКОЙ НЕФТИ

К настоящему времени в нефти обнаружено около 40 элементов, которые составляют весьма незначительную часть. Микроэлементы при перегонке и разделении нефти концентрируются в самых тяжелых фракциях, однако часть из них обнаруживается в легких фракциях, за счет летучести металлоорганических соединений или уноса парами углеводородов [1—3].

С целью выявления существующего положения в распределении микроэлементов между различными фракциями нефти изучено содержание микроэлементов в продуктах хроматографического деления норийской нефти (скв. 31), глубина залегания которой — 1055—1184 м, удельный вес — 0,8924, содержание смол — 16%, асфальтенов — 2,4%, серы — 0,2%, зольность фотохимическим способом — 0,0196%.

Таблица 1

Характеристика исследованных фракций хроматографического деления норийской нефти

№	Исследуемые фракции	№ фр.	Кол-во фр., г	М	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	Зольность, %	Элементарный анализ, %		
							C	H	S
1	Элюаты	1	490	367,06	1,4630	—	84,64	13,90	0,2
2	"	2	126	353,61	1,4810	0,0011	84,91	12,57	0,2
3	"	3	391	331,84	1,4880	0,0018	86,60	12,83	0,4
4	"	4	370	378,18	1,4930	0,0032	86,20	12,40	0,1
5	"	5	372	287,58	1,5090	0,0030	87,51	12,10	0,1
6	"	6	160	265,63	1,5780	0,0049	86,54	9,10	0,3
7	Экстракты	1+2	67	289,36	1,5890	0,0109	89,4	8,80	0,89
8	"	3	26,7	320,59	1,5980	0,0185	83,74	8,89	0,31
9	"	4	42	454,85	—	0,0468	88,60	9,21	0,4
10	"	5	30	561,12	—	0,0408	88,43	8,29	0,8
11	"	6	86,4	584,41	—	0,057	87,04	8,70	0,4
12	"	7	227,9	667,68	—	0,068	88,52	9,10	0,92
13	"	8	10,16	432,40	—	0,1227	83,61	10,83	—
14	Асфальтены		47,54	—	—	0,4917	89,07	6,80	0,8

Разделение сырой нефти проводили следующим образом: после отстаивания и обезвоживания нефти легкую фракцию отгоняли (в пределах 62—200°C) при атмосферном давлении; асфальтены из отбензиновой нефти осаждали 40-кратным количеством петролейного эфира с концом кипения 70°C и оставляли на 24 часа в темном месте; после отстаивания асфальтены отделяли декантацией и промывали петролейным эфиром от остатков смол и углеводородов; из деасфальтированной нефти растворитель удаляли перегонкой на водяной бане.

Разделение нефти проводили адсорбционно-хроматографическим методом на окиси алюминия, активированной при 150°C в течение



Таблица 2

Результаты спектрального анализа зольных остатков фракций хроматографического деления норвежской нефти

Исследуемые фракции	№ фр.	Содержание элементов в золе, %														
		V	Ni	Cr	Co	Mn	Mo	Cu	Ti	Pb	Sn	Zn	B	Sr	Ba	V/Ni
Элюаты	2	0,07	0,32	0,18	0,018	0,25	—	0,1	0,34	0,16	0,12	>0,3	0,017	0,12	0,12	0,21
	3	0,027	0,25	0,28	0,008	0,3	0,0012	0,1	0,25	0,20	0,05	>0,3	0,032	0,07	0,17	0,1
	4	0,018	0,27	0,10	—	0,25	0,002	>0,1	0,16	0,22	0,12	>0,3	0,011	0,03	0,19	0,06
	5	0,018	0,20	0,12	—	0,25	—	0,1	0,18	0,24	0,22	>0,3	0,012	0,05	0,12	0,09
	6	0,001	0,02	0,008	—	0,014	—	0,006	—	0,003	0,002	>0,3	0,003	—	—	0,08
	7	0,001	0,02	0,008	—	0,014	—	0,006	—	0,003	0,002	>0,3	0,003	—	—	0,08
Экстракты	1	0,045	0,18	0,08	0,007	0,1	—	0,1	0,07	0,02	0,02	0,3	0,015	—	0,034	0,24
	2	0,002	0,034	0,016	—	0,1	—	0,1	0,03	0,017	0,01	0,3	0,02	—	0,028	0,06
	3	0,004	0,09	0,06	—	0,1	—	0,1	0,046	0,042	0,06	0,3	0,026	—	0,026	0,04
	4	0,004	0,042	0,05	—	0,08	—	0,1	0,011	0,017	0,006	0,3	0,007	—	—	0,09
	5	0,008	0,7	0,12	—	0,024	—	~0,1	0,024	0,007	0,009	>0,1	0,009	—	—	0,01
	6	0,006	0,13	0,005	—	0,005	—	0,05	—	0,003	0,002	0,1	0,003	—	—	0,04
	7	0,08	0,34	0,003	—	0,008	—	>0,1	—	0,005	0,005	>0,1	0,022	—	—	0,23
	8	0,02	0,1	0,034	0,005	0,004	—	>0,1	—	0,01	0,007	>0,1	0,008	—	—	0,2
Асфальтены	9	0,42	0,8	0,021	0,05	0,02	0,004	>0,1	0,11	0,028	0,3	>0,3	0,3	0,06	3,0	0,52

Меликянце, К. Г. Государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина



2 часов. Хроматографическое разделение проводили в двух стеклянных колонках высотой 3 м, диаметром 5 см. Заполненную адсорбентом колонку смачивали петролейным эфиром и затем пропускали смесь нефть:петролейный эфир (1:0,5).

Элюирование углеводородной части из адсорбционных зон осуществляли петролейным эфиром. Элюаты собирали по цвету элюата (6 фракций). Адсорбент колонки делили по окрашенным в различные цвета и люминесценции зоны. Экстрагирование смол из адсорбента проводили бензолом, спирто-бензолом и ацетоном.

Результаты физико-химических исследований хроматографических фракций приведены в табл. 1.

Полученные из нефти жидкие фракции для выделения зольных соединений облучали УФ-лучами лампы СВД-120 в течение 8—16 часов согласно разработанной нами ранее методике [4]. Высокмолекулярную ароматику (экстракты 1—3) облучали в тонких слоях. Зольные остатки из смолистых веществ (экстракты 4—7), полярных соединений (экстракт 8) и асфальтенов получали методом прямого сжигания.

Методами термодиффузионного разделения и комплексообразования с карбамидом из элюата хроматографического деления получали парафиновые фракции, не содержащие микроэлементов [5].

Количественное содержание микроэлементов в полученных зольных остатках определяли эмиссионным спектральным анализом, результаты анализа приведены в табл. 2.

В исследуемых продуктах хроматографического деления норийской нефти количественно определены характерные для нефтяной зольные элементы: V, Ni, Cr, Co, Mn, Mo, Cu, Ti, Pb, Sn, Zn, Sr, B, Ba.

Как видно из таблицы, при хроматографическом разделении нефти металлоорганические соединения концентрируются главным образом в асфальтенах, полярных соединениях и смолах, однако часть из них распределяется во всех фракциях хроматографического деления. В асфальтенах наблюдается более высокое количественное содержание изучаемых элементов, чем в элюатах и экстрактах. Во всех фракциях хроматографического деления содержатся следующие элементы: V, Ni, Cr, Mn, Cu, Pb, Sn, Zn, B. В некоторых фракциях Co, Mo, Sr, Ti и Ba не обнаружены.

Нужно отметить, что во всех фракциях хроматографического деления и асфальтенах содержание никеля преобладает над содержанием ванадия, отношение V:Ni меньше единицы и изменяется в узком интервале от 0,01 до 0,52. Отношения ванадия к никелю в асфальтенах и исходной норийской нефти одинаковые (0,5).

Как отмечает ряд авторов [6, 7], такую закономерность нельзя было наблюдать в том случае, если бы эти элементы в нефтях оказались случайно и являлись примесями.

Это положение можно объяснить тем, что уже в исходном нефтематеринском веществе ванадий и никель содержатся в определенных соотношениях, которые сохраняются во фракциях и не изменяются при переработке и разделении нефти.



ლ. მელიკაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
 ძ. ზოდინაძის მიერ, თ. ზაბუნია

მიკროელემენტების განაწილება ნორიოს ნავთობის  
 ქრომატოგრაფიული დაყოფით მიღებულ ფრაქციებში

რეზიუმე

შესწავლილია მიკროელემენტების რაოდენობრივი განაწილება ნორიოს ნავთობიდან აღსორბციული ქრომატოგრაფიის მეთოდით მიღებულ ფრაქციებში და ასფალტენებში.

ნაჩვენებია, რომ მიკროელემენტების ძირითადი რაოდენობა დაკავშირებულია ნავთობის ფისოვან-ასფალტენურ ნაერთებთან, ხოლო დანარჩენი განაწილებულია ყველა ქრომატოგრაფიულ ფრაქციაში. ამასთან, ნიკელის რაოდენობრივი შემცველობა როგორც გამოსავალ ნავთობში, ისე ქრომატოგრაფიულ ფრაქციებში და ასფალტენებში მეტია, ვიდრე ვანადიუმისა და მათი თანაფარობა ერთზე ნაკლებია.

ORGANIC CHEMISTRY

L. D. MELIKADZE, K. G. GODERDZISHVILI, T. I. GABUNIA

## MICROELEMENT DISTRIBUTION IN THE CHROMATOGRAPHIC FRACTIONS OF NORIO OIL

Summary

Study has been made of the quantitative distribution of microelements in the adsorption chromatographic fractions and asphaltenes obtained from Norio oil.

The greater portion of microelements is shown to be concentrated in the resinous-asphaltene compounds, the rest being distributed in all the chromatographic fractions. The quantitative content of Ni exceeds that of V in crude oil as well as in chromatographic fractions and asphaltenes, their ratio being  $<1$ .

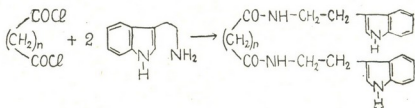
ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Р. Сергиенко, Б. А. Таимова, Е. И. Талалаев. Высокомолекулярные углеводородные соединения нефти. М., 1979, 39.
2. И. У. Нуманов, И. М. Насыров. Гетероатомные компоненты нефтей Таджикской депрессии. Душанбе, 1973, 108.
3. Ю. М. Абызгильдин, Ю. И. Михайлюк, Қ. С. Яруллин, А. А. Ратовская. Порфирины и металлопорфириновые комплексы нефтей. М., 1977, 33.
4. Л. Д. Меликадзе, К. Г. Годердзишвили, Дж. И. Зульфугарлы. К изучению микроэлементов нефтей Грузии. Тбилиси, 1976, 51.
5. С. Р. Сергиенко, А. Айдогдиев. Нефти месторождений восточного побережья Каспия. Ашхабад, 1972.
6. Л. А. Гуляева. Изв. АН СССР, сер. геол., 1, 112, 1973.
7. Дж. И. Зульфугарлы. Распространение микроэлементов в каустобнолитах, организмах, осадочных породах и пластовых водах. Баку, 1960.

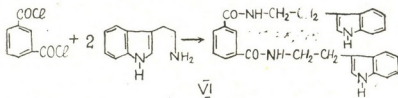
Д. Р. ЛАГИДЗЕ, Т. Н. РЕВАЗИШВИЛИ, Л. Я. ТАЛАКВАДЗЕ,  
 И. Г. АБЕСАДЗЕ, Р. М. ЛАГИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

### СИНТЕЗ ДЕЗМЕТОКСИАНАЛОГОВ МЕЛАТОНИНА НА ОСНОВЕ ТРИПТАМИНА И ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Ранее нами впервые было показано, что некоторые аралкильные аналоги мелатонина, одного из важнейших продуктов метаболизма эпифиза, обнаруживают антибластоматозную активность [1, 2]. В продолжение этих исследований в данной работе мы осуществляли синтез ряда новых аналогов указанных соединений взаимодействием триптамина с хлорангидами соответствующих дикарбоновых кислот по схеме



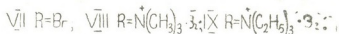
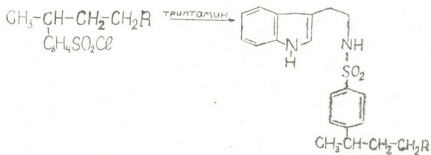
I  $n=2$ ; II  $n=3$ ; III  $n=4$ ; IV  $n=7$ ; V  $n=8$ .



В ИК-спектрах соединений (I—VI) наблюдаются характеристические полосы поглощения: NH индольного кольца в области  $3380\text{ см}^{-1}$ , NH амидной группы при  $3250\text{ см}^{-1}$  и C=O амидной группы в диапазонах  $1650\text{—}1630$  и  $1530\text{—}1565\text{ см}^{-1}$  (амид I и амид II соответственно). Интенсивные полосы при  $2950$  и  $2850\text{ см}^{-1}$  в диамидах (I—V) могут быть отнесены к  $\nu_{\text{CH}}$  цепочки метиленовых групп. Соответственно в ИК-спектре соединения (VI) наблюдается интенсивная полоса поглощения  $\nu_{\text{CH}}$  ароматического кольца при  $1594\text{ см}^{-1}$ .

Наряду с вышеуказанными соединениями, в данной статье приводится также описание синтеза впервые полученного нами продукта взаимодействия 3-(*p*-сульфохлоридфенил)-1-бромбутана [3] с триптамином 3-(*p*-2-(индоллил-3)-этилсульфонамидофенил)-1-бромбутана (VII) и его четвертичных аммониевых солей (VIII) и (IX):





В ИК-спектре соединения (VII) присутствуют полосы поглощения NH индольного кольца  $3390 \text{ см}^{-1}$  и NH сульфонамидной группы  $3300 \text{ см}^{-1}$ . Полосы поглощения при  $1320$  и  $1160 \text{ см}^{-1}$  могут быть отнесены к симметричным и асимметричным валентным колебаниям S=O в сульфонамидной группировке. Широкая полоса поглощения при  $570 \text{ см}^{-1}$  указывает на присутствие C—Br-связи. В ПМР-спектре соединения (VII) наблюдаются синглет NH индольного кольца  $\delta 9.65$  м.д. и триплет NH сульфонамидной группы  $\delta 6,4$  м.д.

ИК-спектры синтезированных соединений сняты на спектрофотометре «Specord-75R» в таблетках KBr. Контроль за ходом реакции, а также чистотой полученных соединений осуществлялся методом ТСХ на окиси алюминия (II степень активности по Брокманну). Триптамин в виде основания с т. пл.  $114-115^\circ$  получен из его гидрохлорида обработкой раствором щелочи. Дихлорангидриды карбоновых кислот получены взаимодействием хлористого тионила с соответствующими дикарбоновыми кислотами: дихлорангидрид янтарной кислоты — т. кип.  $62/5 \text{ мм}$ ,  $n_D^{20} 1,4760$ ; дихлорангидрид глутаровой кислоты — т. кип.  $88/4 \text{ мм}$ ,  $n_D^{20} 1,4706$ ; дихлорангидрид адипиновой кислоты — т. кип.  $112-115/10 \text{ мм}$ ,  $n_D^{20} 1,4725$ ; дихлорангидрид азелаиновой кислоты — т. кип.  $138-140/2 \text{ мм}$ ,  $n_D^{20} 1,4715$ ; дихлорангидрид себациновой кислоты — т. кип.  $145-147/2 \text{ мм}$ ,  $n_D^{20} 1,4683$ ; дихлорангидрид изофталевой кислоты — т. пл.  $43-44^\circ$  [4].

Бис-/2-(индолил-3)этиламид-/1,4-янтарной кислоты (I). К смеси  $1,4 \text{ г}$  ( $0,0085$  моль) триптамина в  $20 \text{ мл}$  бензола и  $15 \text{ мл}$   $0,5 \text{ N}$  NaOH при комнатной температуре и перемешивании прибавляли раствор  $0,85 \text{ г}$  ( $0,0035$  моль) дихлорангидрида янтарной кислоты в  $20 \text{ мл}$  бензола и нагревали в течение 2 часов. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали последовательно водой и эфиром. После перекристаллизации из этанола продукт имеет т. пл.  $205-206^\circ$ ,  $0,9 \text{ г}$  (выход  $40\%$  от теор.). Найдено: C  $71,75$ ; H  $6,76$ ; N  $13,54\%$ .  $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{O}_2\text{N}_4$ . Вычислено: C  $71,64$ ; H  $6,47$ ; N  $13,93\%$ .

Бис-/2-(индолил-3)этиламид-/1,5-глутаровой кислоты (II) получен в условиях, описанных в предыдущем опыте, взаимодействием  $1,5 \text{ г}$  ( $0,009$  моль) триптамина с  $0,59 \text{ г}$  ( $0,0035$  моль) дихлорангидрида глутаровой кислоты. Т. пл.  $204-205^\circ$ ,  $0,95 \text{ г}$  (выход  $68\%$  от теор.). Найдено: C  $71,95$ ; H  $6,51$ ; N  $13,82\%$ .  $\text{C}_{25}\text{H}_{28}\text{O}_2\text{N}_4$ . Вычислено: C  $72,11$ ; H  $6,73$ ; N  $13,46\%$ .

Соединения (III—VI) получены по аналогии с синтезом соединения (I):

Бис-/2-(индолил-3)этиламид-/1,6-адипиновой кислоты (III), т. пл.  $198-199^\circ$  (выход  $60\%$  от теор.). Найдено: C  $72,42$ ; H  $6,97$ ; N  $12,85\%$ .  $\text{C}_{26}\text{H}_{30}\text{O}_2\text{N}_4$ . Вычислено: C  $72,54$ ; H  $6,97$ ; N  $13,02\%$ .



Бис-/2-(индолил-)-этиламид/1,9-азелаиновой кислоты (IV), т. пл. 160—161° (выход 65% от теор.). Найдено: С 74,03; Н 7,83; N 11,95.  $C_{29}H_{36}O_2N_4$ . Вычислено: С 73,73; Н 7,63; N 11,86%.

Бис-/2-(индолил-3)-этиламид/-1,10-себацಿನოვოი კისლოტი (V), т. пл. 169—170° (выход 60% от теор.). Найдено: С 74,29; Н 7,63; N 11,25%.  $C_{30}H_{38}O_2N_4$ . Вычислено: С 74,07; Н 7,82; N 11,52%.

Бис-/2-(индолил-3) этилаמיד/изофталиевой кислоты (VI), т. пл. 201—202° (выход 55% от теор.). Найдено: С 74,75; Н 5,95; N 12,95%.  $C_{28}H_{26}O_2N_4$ . Вычислено: С 74,66; Н 5,77; N 12,44%.

3-/п-2-(индолил-3)-этилсульфонамидофенил/-1-бромбутан (VII) К смеси 1,65 г (0,007 моль) триптамина и 0,7 г (0,007 моль) триэтиламина при комнатной температуре и перемешивании прибавляли по каплям 2,15 г (0,007 моль) 3-(п-фенилсульфо)хлорид/-1-бромбутана. Реакционную массу перемешивали в течение 4 часов, выпавший гидроксид триэтиламина отфильтровывали и растворитель упаривали. Остаток растворяли в безноле, промывали водой и сушили над  $Na_2SO_4$ . Затем растворитель отгоняли и полученный продукт перекристаллизовывали из этанола, т. пл. 117—118°, 2,2 г (выход 50% от теор.). Найдено: С 55,02; Н 5,46; Br 18,20; N 6,82; S 7,40%.  $C_{20}H_{23}BrN_3SO_2$ . Вычислено: С 55,17; Н 5,53; Br 18,35; N 6,43; S 7,36%.

Бромистый {триметил-3'/п-(индолил-3)этилсульфонамидофенил/-бутил} аммоний (VIII) получен кватернизацией 2 г (0,004 моль) соединения (VII) триметиламином в сухом ацетоне. Выпавшие кристаллы промывали абсолютным эфиром, т. пл. 120° (с разл.), 1,2 г (выход 53% от теор.). Найдено: Br 16,24; N 8,86;  $C_{23}H_{32}BrN_3SO_2$ . Вычислено: Br 16,02; N 8,5; S 6,49.

Бромистый {триэтил-3'/п-(индолил-3)этилсульфонамидофенил/-бутил} аммоний (IX) получен кватернизацией 2 г (0,004 моль) соединения (VII) триэтиламином, т. пл. 192—196° (с разл.), 1,3 г (выход 53% от теор.). Найдено: N 7,34; Br 14,40; S 5,38%.  $C_{26}H_{38}BrN_3SO_2$ . Вычислено: N 7,83; Br 14,92; S 5,97%.

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

Онкологический научный центр  
МЗ ГССР  
Грузинский политехнический  
институт

(Поступило 30.6.1983)

ორბანული მიმზი

ჟ. ლალიძე, თ. რამაზიშვილი, ლ. თალაკვაძე, ი. აბასაძე, რ. ლალიძე  
(საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

მელატონინის დეზმეტოქსინანალოზების სინთეზი ტრიპტამინის და  
დიკარბონმჟავების საფუძველზე

რეზიუმე

ქარვის, გლუტარის, აღიზინის, აზელაინის და იზოვალის მჟავების დი-ქლორანჰიდრიდების ურთიერთქმედებით ტრიპტამინთან განხორციელებულია შესაბამისი დიამიდების სინთეზი, დეზმეტოქსიმელატონინის სტრუქტურული ანალოგების სახით.



J. R. LAGIDZE, T. N. REVAZISHVILI, L. I. TALAKVADZE, I. G. ABESADZE,  
R. M. LAGIDZE

SYNTHESIS OF DEMETHOXY ANALOGUES OF MELATONINE ON  
THE BASIS OF TRYPTAMINE AND DICARBOXYLIC ACIDS

Summary

By the interaction of dichloranhydrides of succinic glutaric, adipic, azelaic, sebacic, and isophthalic acids with tryptamine the corresponding diamides were synthesized, which may be considered as demethoxy analogues of melatonin.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Р. Лагидзе, Л. Я. Талаквадзе, Л. А. Цулукидзе, Р. М. Лагидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 1, № 2, 157, 1975.
2. J. R. Lagidze *et al.* *Planta Medica*, 89, № 3, 277, 1980.
3. Р. М. Лагидзе, Д. В. Тавберидзе, А. И. Двалишвили. Сообщения АН ГССР, 53, № 3, 577, 1969.
4. Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie, Vierte Auflage, Band II, 1920.

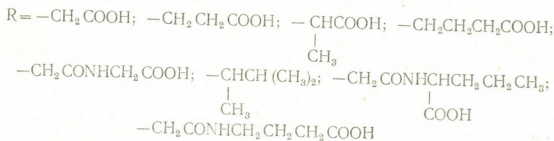
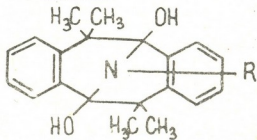
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. О. ЛУРСМАНАШВИЛИ, Т. Н. ТАВШАВАДЗЕ, Н. К. ИРЕМАДЗЕ,  
 В. Т. ЛАГИДЗЕ, Р. М. ЛАГИДЗЕ

СИНТЕЗ [4,4,8,8-ТЕТРАМЕТИЛ-2,3,6,7-ДИБЕНЗО-9-АЗАБИЦИКЛО  
 (3,3,1) НОНАНДИОЛ-1,5]-ИЛ-АЦЕТИЛ-D,L-ВАЛИНА

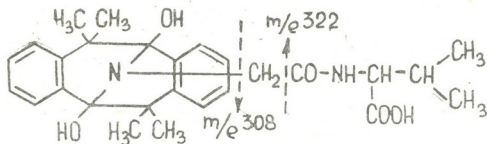
(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 21.3.1983)

В ранее опубликованных работах [1, 2] было показано, что при трансаннулярном взаимодействии 1,2,5,6-дibenзо-3,3,7,7-тетраметилциклооктандиона-4,8 с различными стерически незатрудненными первичными аминами, в том числе с важнейшими биогенными аминами и некоторыми аминокислотами с хорошими выходами образуются соответствующие аза-гетероциклические соединения типа 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дibenзо-9-азабцикло(3,3,1)нонандиол-1,5, которые могут быть рассмотрены как замещенные дез-метокси аналоги аргемонина и родственных алкалоидов. В работах [3, 4] впервые было показано также, что в результате трансаннулярного взаимодействия указанного дикетона с глицином, α,D,L-аланином, β-аланином, γ-аминомасляной кислотой, D,L-валином, глицил-глицином, глицил-D,L-норвалином, глицил-γ-аминомасляной кислотой были получены соответствующие аза-гетероциклические соединения.



В целях расширения пределов применимости этой реакции в данной работе мы распространили ее на глицил-D,L-валин.

Взаимодействием в ранее описанных условиях [1,2] глицил-D,L-валина с 1,2,5,6-дibenзо-3,3,7,7-тетраметилциклооктандионом-4,8 удалось из продуктов реакции выделить [4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дibenзо-9-азабцикло(3,3,1)нонандиол-1,5]-ил-ацетил-D,L-валин (1), кристаллическое вещество с т. пл. 177,5—179°.



Соединение (1) было охарактеризовано в виде его гидрохлорида с т. пл. 182—183,5° (II), метилового эфира с т. пл. 207—208° (III) и гидрохлорида последнего с т. пл. 165—167°. Строение указанных соединений доказано на основании данных элементного анализа, ИК-, ПМР и масс-спектров.

ИК-спектры сняты на приборе UR-20 (ГДР) в таблетках с KBr; ПМР-спектры — на приборе ДА-60 «Вариан», Масс-спектры — на приборе МАТ-44 «Варин» (ФРГ).

Соединение (1). К 0,3 г глицил-D,L-валина добавляли эквивалентное количество 20% раствора NaOH и раствор 0,5 г diketона в 20 мл этилового спирта. Смесь умеренно кипятили в течение 18 часов, после чего добавляли 30 мл воды и невошедший в реакцию diketон извлекали эфиром. Раствор после удаления diketона подкисляли разбавленной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и извлекали последовательно эфиром (20 мл×3), бензолом (20 мл×3) и этилацетатом (20 мл×2). Объединенный экстракт сушили над Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, фильтровали и растворитель отгоняли под небольшим разрежением. Дважды перекристаллизованный из этанола остаток плавится в пределах 177,5—179° (выход 0,25 г, 30% от теор.).

Найдено, %: С 69,22, Н 7,11, N 5,92, 5,76; (M<sup>+</sup>) 466 (масс-спектроскопически) C<sub>27</sub>H<sub>34</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — вычислено, %: С 69,52, Н 7,29, 6,00; М 466.

ИК-(ν, см<sup>-1</sup>) наблюдается уширенная полоса с максимумом 3395 валентных колебаний OH и NH групп (перекрывающиеся), интенсивная полоса CO карбоксильной группы 1730, 2400—1700 см<sup>-1</sup> OH-карбоксильной группы. Амидная группа интенсивными полосами 1670 («амид I») и 1549 («амид II»);

Н-ЯМР (CDCl<sub>3</sub>, б, м. д.): 8,07 (1H, g, f = 8,9 гц, NH); 7,6—7,0 (8H, M, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>); 4,52 (1H, gg, f = 8,9 и 40 гц, C<sup>α</sup>H); 3,43 и 3,23 (2H, AB-кв, f = 17,4 гц, глициновые CH<sub>2</sub>); 3,4 (3H, C, OH и COOH); 2,27 (1H, M, CH); 1,49, 1,46, 1,44 и 1,36 (3H каждый, C, 3 и 7 CH<sub>3</sub>); 0,97 (6H, g, f = 6,8 гц, валиновые CH<sub>3</sub>).

В масс-спектре (1) наблюдается достаточно интенсивный пик молекулярного иона (M<sup>+</sup>) 466 и малоинтенсивные пики ионов с m/e 448, 423 и 421, которые отвечают элиминированию из (M<sup>+</sup>), частиц H<sub>2</sub>O; (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH и COOH. Наряду с ними в спектре соединений (1) наблюдаются пики, отвечающие элиминированию из (M<sup>+</sup>) фрагментов -CONH-CH-(COOH)CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и -CH<sub>2</sub>CONHCH(COOH)CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, приводящие к появлению пиков с m/e 322 и 308, соответственно.

Соединение (II). К раствору 0,15 г соединения (1) в 3 мл абсолютного эфира при комнатной температуре прибавляли постепенно

5 мл насыщенного раствора HCl в эфире. Через 15—20 минут после удаления растворителя выпавшую твердую массу перекристаллизовали из бензола. Т. пл. 182—183,5°, 0,28 г (выход 80%). В воде не растворим; в этаноле растворяется хорошо; найдено, %: Cl 7,16, 7,40,  $C_{27}H_{34}N_2O_5 \cdot HCl$  — вычислено, %: Cl 7, 28.

Соединение (III). К раствору 0,2 г соединения (I) в 30 мл абсолютного эфира приливали раствор диазометана в эфире до прекращения выделения пузырьков. Затем эфир упаривали и остаток перекристаллизовали из раствора бензол-этанол (2:1). Продукт имеет т. пл. 207—208,5° (выход 70% от теор.).

Найдено, %: C 69,76, H 7,42, N 5,62, 5,58; ( $M^+$ ) 480 (масс-спектроскопически);  $C_{28}H_{36}N_2O_5$  — вычислено, %: C 70,0; H 7,50; N 5,85; M-480.

ИК- ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ), в области валентных колебаний OH и NH-групп наблюдается двойная, широкая полоса в области 3321 и 1673 и 1657 амидной группы («амид» I) и («амид» II).

Н-ЯМР-( $CDCl_3$ , б, м, д.); соединение (III), 8,07 (IH, g, f = 9,0 гц, NH); 7,6—7,0(8H, M,  $C_6H_5$ ); 4,61 (IH, gg, f = 9,0 и 4,2 гц  $C^*H$ ); 3,92 (IH, C, OH); 3, 72 (3H, C,  $COOCH_3$ ); 3,38 и 3,25(2H, АВ-кв, f = 17,4 гц глициновые  $CH_2$ ); 2,8 (IH, C, OH); 2,18 (IH, M,  $C^{\beta}H$ ); 1,48; 1,46; 1,45 и 1,36(3H каждый, C, 3 и 7- $CH_3$ ); 0,94 м. д. (6H, g, f = 6,8 гц валиновые  $CH_3$ ).

В масс-спектре (III) имеется интенсивный пик молекулярного иона ( $M^+$ ) 480 и малоинтенсивные пики ионов с m/e 465, 449, 437 и 421, которые отвечают элиминированию из ( $M^+$ ), частиц  $CH_3$ ;  $CH_3O$ ;  $(CH_3)_2CH$  и  $CH_3COO$ ; в спектре наблюдаются пики ионов, отвечающие элиминированию из ( $M^+$ ) фрагментов  $-CONHCH(COOCH_3)CH(CH_3)_2$  и  $-CH_2CONHCH(COOCH_3)CH(CH_3)_2$  с m/e 322 и 308, соответственно.

Гидрохлорид (IV), получен вышеописанным способом, т. пл. 165—166,5, перекристаллизованные из бензола (выход 75%). В воде не растворим. Растворяется в этаноле. Найдено, %: Cl 6,72, 6,55;  $C_{28}H_{36}N_2O_5 \cdot HCl$  — вычислено, %: C 6,90.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической  
и органической химии  
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 24.3.1983)

ორბანული ჟიურია

ა. ლუსაბანაშვილი, თ. თავზავაძე, ნ. ირემაძე, ვ. ლალიძე, რ. ლალიძე

[4,4,8,8-ტეტრაამეთილ-2,3,6,7-დიბენზო-9-აზაბიციკლო(3,3,1)  
ნონანდიოლ-1,5]-ილ-აცეტილ-D,L-ვალინის სინთეზი

რეზიუმე

ადვილად ხელმისაწვდომი დიკეტონის 1,2,5,6-დიბენზო-3,3,7,7-ტეტრაამეთილციკლოქტანდიონ-4,8 ტრანსანულარული ურთიერთქმედებით გლიცილ-D, L-ვალინთან განხორციელებულია შესაბამისი აზაპეტეროციკლური ნაერთის [4,4,8,8-ტეტრაამეთილ-2,3,6,7-დიბენზო-9-აზაბიციკლო(3,3,1)ნონანდიოლ-1,5]-ილ-აცეტილ-D, L-ვალინის და მისი წარმოებულების სინთეზი საკმაოდ კარგი გამოსავლით.

M. O. LURSMANASHVILI, T. N. TAVSHAVADZE, N. K. IREMAZDE,  
V. T. LAGIDZE, R. M. LAGIDZE

THE SYNTHESIS OF [4,4,8,8-TETRAMETHYL-2,3,6,7-DIBENZO-9-  
AZABICYCLO(3,3,1)NONANEDIOL-1,5]-YL-GLYCYL-D,L-VALINE

Summary

By the interaction of the readily available new diketone 1,2,5,6-dibenzo-3,3,7,7-tetramethylcyclooctanedione-4,8 with glycyL-D, L-valine the corresponding aza-heterocyclic compound [4,4,8,8-tetramethyl-2,3,6,7-dibenzo-9-azabicyclo(3,3,1)nonanediol-1,5]-yl-glycyL-D,L-valine and its derivatives were synthesized in sufficiently good yields.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе, Н. К. Иремадзе, М. Ш. Вашакидзе, Г. В. Розиннов. ХПС, 2, 1973, 187.
2. Р. М. Лагидзе, Н. К. Иремадзе, Л. П. Чигогидзе, Д. Р. Лагидзе, Р. Р. Девдариани. Сообщения АН ГССР, 80, № 3, 1975, 601.
3. Р. М. Лагидзе, Н. К. Иремадзе и др. ХПС, 1, 1979, 43.
4. Н. К. Иремадзе, Д. Р. Лагидзе, Н. И. Чобаниани, М. О. Лурсманашвили, Р. Р. Девдариани, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 95, № 1, 1979, 89.





ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 И. ГРАДИЛ, Н. М. ГОГИТИДZE, Ф. ШВЕЦ

ВЛИЯНИЕ КАТИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ НА  
 ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ  
 ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ

Наряду с пористыми полимерными сорбентами [1], значительный интерес представляет применение в практике газовой хроматографии в качестве сорбентов макропористых ионсменных смол. Обладая всеми свойствами пористых полимерных сорбентов, они также могут быть переведены в различные ионные формы без существенного изменения полимерной матрицы в процессе модификации [2—4].

Нами исследованы хроматографические свойства пористых полимерных сорбентов на основе глицидилметакрилата и этилендиметилакрилата [5] с последующим сульфированием [6] для получения сильноосновных катионообменных полимеров. Характеристики исследуемых сорбентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики макропористых катионообменных полимеров

№	Полимеры	Объем пор, см <sup>3</sup> /г	Пористость	Катионная емкость ммоль/г	S %	Уд. поверхность, м <sup>2</sup> /г
885	G-Gel-40-91-SP	0,787	50,6	0,997	3,11	82,6
895	G-Gel-15-91-SP	1,25	61,8	0,468	1,2	228,2

Из исходных форм полимеров получали  $H^+$ ,  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$  и  $Ag^+$  катионообменные формы путем обработки в динамических условиях 5% растворами солей, содержащих соответствующие катионы. Газо-хроматографические исследования проводили на хроматографе ЛХМ-8МД, детектор—каталометр, длина хроматографической колонки — 0,5 м, вн. диаметр — 0,3 см, скорость газа-носителя гелия — 50 мл/мин.

В табл. 2 приведены индексы Ковача некоторых эталонных стандартов. Они сравнены с соответствующими значениями на хромосорбе 104. Как видно из таблицы, значение индексов удерживания на макропористом катионите G-Gel-40-91-SP и его катионмодифицированных формах значительно выше, чем на сильнополярном сорбенте хромосорбе 104, что говорит о высокой полярности исследуемого сорбента, тогда как значения индексов удерживания на G-Gel-15-91-SP и его катионмодифицированных формах значительно ниже, чем на хромосорбе 104. Если принять во внимание катионную емкость исследуемых сорбентов, то для первого катионита она почти вдвое выше. Это приводит к тому, что первый сорбент (А) характеризуется гораздо более высокой полярностью по сравнению со вторым (В). Следует также отметить, что на значение величин индексов Ковача влияние природы катиона значительно в случае бо-

Относительные времена удерживания полярных молекул

Сорбат	$\alpha$ , Å <sup>2</sup>	$\mu$ , D	H <sup>+</sup>		Li <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Rb <sup>+</sup>		Cs <sup>+</sup>		Ag <sup>+</sup>		Полисорб-1
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Вода	1,49	1,84	14,0	0,8	21,0	1,3	16,0	0,7	5,0	1,3	14,0	2,0	12,0	1,4	8,0	1,0	0,12
Метанол	3,23	1,67	6,5	1,0	10,0	1,3	8,5	1,4	5,0	2,5	7,0	1,0	6,0	1,2	4,0	1,0	0,19
Ацетонитрил	4,48	3,94	10,5	2,3	10,0	2,0	14,5	3,0	8,0	2,0	9,0	2,7	11,0	2,8	16,0	3,8	0,60
Ацетон	6,32	2,73	8,0	1,0	7,0	2,3	9,0	3,8	6,0	2,8	6,0	2,7	9,0	3,6	6,0	2,8	0,69
Диэт. эфир	9,02	1,17	2,5	2,3	3,0	1,5	4,5	1,4	1,3	1,5	2,5	1,7	3,0	1,6	2,5	1,8	0,87
n-Пентан	9,95	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00

Таблица 4

Относительные времена удерживания предельных и непредельных углеводородов

Сорбат	Т. кип. °C	Мол. вес	H <sup>+</sup>		Li <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Rb <sup>+</sup>		Cs <sup>+</sup>		Ag <sup>+</sup>		Полисорб-1
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Гексан	68,7	86,2	2,0	2,3	1,5	2,7	1,7	2,3	1,5	2,7	1,5	2,3	1,3	2,6	1,6	2,4	2,5
Гексен-1	63,5	84,2	2,2	2,0	1,5	2,7	1,9	3,4	1,6	2,8	1,5	2,3	1,5	2,6	1,7	3,8	2,2
n-Гексан	81,4	84,2	2,2	2,1	2,0	2,7	2,0	3,2	2,0	3,0	1,5	2,7	2,0	3,0	1,6	3,0	3,1
n-Гексен	83,0	82,1	2,3	2,5	2,0	3,7	2,3	4,0	2,2	3,5	1,7	3,3	2,3	3,4	3,0	5,4	3,3
Бензол	80,1	78,1	5,5	4,3	2,5	4,3	6,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,3	5,3	4,4	5,0	6,8	2,9
Октан	125,7	114,2	4,5	9,7	4,0	14,3	5,0	11,3	4,0	14,0	4,0	12,3	3,3	6,4	3,0	16,6	—
Октен-1	121,3	112,2	5,0	17,0	4,0	14,6	7,0	11,2	5,0	14,3	4,0	13,3	3,0	7,2	6,0	21,6	—

A—G-Gel-40-91-SP при  $t=150^{\circ}\text{C}$ ,B—G-Gel-15-91-SP при  $t=150^{\circ}\text{C}$ .



в основном значения относительных времен удерживания для полимерного сорбента G-Gel-15-91-SP, обладающего большей удельной поверхностью, по сравнению с G-Gel-10-91-SP.

Для характеристики эффективности колонок рассчитаны экспериментальные значения ВЭТТ для молекул веществ различных классов. Значения этих величин (0,3—5,0 см) указывают на достаточно высокую эффективность хроматографических колонок, причем эти значения несколько меньше для полимера, обладающего большей удельной поверхностью.

При разделении на макропористых катионитах вещества элюируются в форме достаточно симметричных пиков. Коэффициенты асимметрии для большинства соединений равны 0,6—1,0.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и

органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 31.3.1983)

ფიზიკური ქიმია

თ. ანდრონიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
ი. გრაძილი, ნ. გობიტიძე, ფ. შვეცი

კათიონური მოდიფიკაციის გავლენა ფორიანი პოლიმერული  
სორბენტების ქრომატოგრაფიულ თვისებაზე

რეზიუმე

შესწავლილია გლიციდილმეტაკრილატისა და ეთილენდიმეტაკრილატის საფუძველზე მიღებული მაკროფორიანი პოლიმერებისა და მათი  $H^+$ ,  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$  და  $Ag^+$  კათიონმიმოცვლითი ფორმების ქრომატოგრაფიული თვისებები.

ნაჩვენებია, რომ საკვლევი სორბენტები ხასიათდება მაღალი პოლარობით, რომელიც დამოკიდებულია პოლიმერის კათიონის ბუნებაზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. G. ANDRONIKASHVILI, J. HRADIL, N. M. GOGITIDZE, F. SVEČ  
INFLUENCE OF CATION MODIFICATION ON THE  
CHROMATOGRAPHIC PROPERTIES OF POROUS POLYMER  
SORBENTS

Summary

Chromatographic properties of macroporous copolymers, based on glycidylmethacrylate and ethylenedimethylacrylate and their  $H^+$ ,  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$  and  $Ag^+$  cation modified forms have been investigated. The investigated sorbents are shown to be characterized by high polarity, depending to a certain extent on the nature of the cation involved in the polymer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. И. Сакодынский, Л. И. Панина. Полимерные сорбенты для молекулярной хроматографии. М., 1977, 165.
2. R. F. Hirsch *et al.* Anal. Chem., 52, № 4, 1980, 713-718.
3. R. F. Hirsch *et al.* Anal. Chem., 45, № 12, 1973, 2100-2105.
4. L. D. Glazunova *et al.* Danube Symp. Chromatogr., Siofok, 31 Aug.-4 Sept., 1981, 247-248.
5. С. М. А. Ribeiro *et al.* Angew. Macromol. Chem., 87, 1980, 119.
6. J. Hradil, F. Sveč. Polymer Bulletin, 6, 1982, 565-570.



А. Н. АТАНОВ, И. Н. ВЬЮННИК, Т. Н. ИВАНОВ, А. М. ШКОДИН

### ПОЛИТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИССОЦИИАЦИИ ИОДИСТОГО НАТРИЯ В МЕТАНОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 31.1.1983)

Исследования по термодинамике диссоциации электролитов в широком интервале температур в низших *n*-спиртах, несмотря на практическую и теоретическую значимость, отсутствуют.

Ниже приводятся результаты расчета свободной энтальпии ( $\Delta G_d$ ), энтальпии ( $\Delta H_d$ ), энтропии ( $\Delta S_d$ ), теплоемкости ( $\Delta C_p$ )<sub>d</sub> и энтропийной теплоемкости ( $\Delta I_p$ )<sub>d</sub> диссоциации иодистого натрия в метиловом спирте в интервале температур 5—190°C.  $\Delta G_d$  рассчитывали по уравнению

$$\Delta G_d = -RT \ln K_d \quad (1)$$

на основании данных о константах диссоциации ( $K_d$ ), полученных из кондуктометрических данных по методу Шидловского. Электропроводность измеряли в модифицированной высокотемпературной ячейке, описанной ранее [1], на образцовой кондуктометрической установке УОК-1М класса 0,15. Ячейку помещали в автоклав, давление в котором создавали с помощью аргона. Термостатирование автоклава осуществлялось с точностью  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Метанол использовали квалификации «х. ч. для хроматографии» по ТУ 6—09—17—09—77 с аттестованным содержанием воды, равным 0,055%. NaI был квалификации «ос. ч.». При обработке экспериментальных данных учитывали изменение концентрации раствора с температурой. Максимальная погрешность измерения электропроводности не превышала  $\pm 0,51\%$ .

Зависимость  $\Delta G_d$  от температуры носит нелинейный характер. По характеру изменения на зависимости  $\Delta G_d$ —*T* можно выделить два участка: а)  $\Delta G_d$  с ростом температуры практически не меняется в интервале температур 5—50°C; б) экзотермичность  $\Delta G_d$  резко падает при температурах выше 50°C.

Изменение  $\Delta S_d$  находили дифференцированием аналитической зависимости  $\Delta G_d = f(T)$ . Для ее получения рассчитанные значения  $\Delta G_d$  были аппроксимированы полиномом третьей степени

$$\Delta G_d = A_1 + A_2 T + A_3 T^2 + A_4 T^3. \quad (2)$$

Вычисленные коэффициенты аппроксимирующего полинома имели следующие значения:  $A_1 = 165,5486$ ;  $A_2 = -1,35439$ ;  $A_3 = 0,003663$ ;  $A_4 = 0,00000303$ . Используя известные термодинамические соотношения [2] и уравнение (2), получили уравнения

$$\Delta S_d = \frac{\partial \Delta G_d}{\partial T} = -A_2 - 2A_3 T - 3A_4 T^2, \quad (3)$$

$$\Delta H_d = \Delta G_d + T \Delta S_d = A_1 - A_3 T^2 - 2A_4 T^3, \quad (4)$$

$$(\Delta C_p)_d = \frac{\partial \Delta H_d}{\partial T} = -2A_3 T - 6A_4 T^2, \quad (5)$$

$$(\Delta I_p)_d = \frac{\partial(-T \cdot \Delta S_d)}{\partial T} = A_2 + 4A_3 T + 9A_4 T^2. \quad (6)$$

Абсолютная погрешность не превышает для  $\Delta G_d$  0,06 кДж/моль;  $\Delta S_d = 1$  кДж/моль·К;  $\Delta H_d = 0,4$  кДж/моль;  $(\Delta C_p)_d$  и  $(\Delta I_p)_d = 2$  Дж/моль·К; Политермы  $\Delta H_d - T$  и  $\Delta S_d - T$  описываются кривыми с максимумом (рис. 1). Температура в точке максимума равна 125°C. При этой температуре меняют знак  $(\Delta C_p)_d$  и  $(\Delta I_p)_d$ . Знакопеременность  $(\Delta C_p)_d$  и  $(\Delta I_p)_d$  может быть объяснена на основании уравнения Кирхгофа [3], в соответствии с которым знак  $(\Delta C_p)$  определяется разностью суммарных теплоемкостей продуктов реакции (сольватированных ионов) и исходных веществ (сольватированных недиссоциированных частиц).

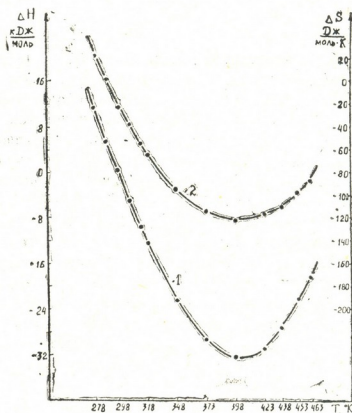


Рис. 1. Политермы  $\Delta H_d - T$  (1) и  $\Delta S_d - T$  (2) для иодистого натрия в метаноле

Обнаруженные закономерности могут быть объяснены изменением ассоциации метанола с ростом температуры. Анализ литературных данных по вязкости и плотности [4], проведенный на основании уравнения Бачинского, свидетельствует об изменении структуры метанола в исследованном интервале температур. Зависимость текучести



( $1/v$ ) от плотности нелинейна. Отклонение от линейности наблюдается в области температур  $\sim 125^\circ\text{C}$ . Изменение ассоциации метанола отра-

Термодинамические характеристики диссоциации иодистого натрия в метаноле

$T^\circ\text{K}$	$\Delta G_d$ кДж/моль	$\Delta H_d$ кДж/моль	$\Delta S_d$ Дж/моль·К	$(\Delta C_p)_d$ Дж/моль·К	$(\Delta I_p)_d$ Дж/моль·К
278	6,97	12,69	20,4	611	-631
288	7,22	6,52	-13,5	603	-602
298	7,30	0,67	-21,3	584	-568
308	7,43	-4,83	-39,5	571	-531
318	7,24	-9,94	-55,8	547	-491
323	7,23	-12,34	-63,3	532	-469
348	10,39	-22,59	-93,9	441	-347
373	13,67	-29,51	-113,2	316	-203
398	15,85	-32,53	-121,1	156	-35
423	18,14	-31,08	-117,6	-37	155
438	20,13	-27,82	-110,1	-169	280
453	21,42	-22,64	-98,4	-315	413
463	23,58	-18,04	-88,4	-418	506

жается на сольватационных эффектах и на диссоциации иодистого натрия.

Всесоюзный научно-исследовательский институт автоматизации средств метрологии  
Тбилиси

Харьковский государственный университет  
им. А. М. Горького

(Поступило 3.2.1983)

ფიზიკური ქიმია

ა. ატანოვი, ი. ვიუნნიკი, თ. ივანოვი, ა. შკოდინი

ნატრიუმის იოდიდის მეთანოლში დისოციაციის თერმოდინამიკური მახასიათებლის პოლითერმული გამოკვლევა

რეზიუმე

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად მიღებულ ელექტროგამტარობათა საშუალებით გამოთვლილია თერმოდინამიკური მახასიათებლები  $\text{NaI}$ -ის მეთანოლში დისოციაციისას  $5-190^\circ\text{C}$  ტემპერატურულ ინტერვალში. ნაჩვენებია დისოციაციის თერმოდინამიკური მახასიათებლების პოლითერმულ დამოკიდებულებათა რთული კანონზომიერი კავშირი გამხსნელის სტრუქტურულ ცვლილებასთან.

PHYSICAL CHEMISTRY

A. N. ATANOV, I. N. VYUNNIK, T. N. IVANOV, A. M. SHKODIN  
POLYTHEMAL INVESTIGATION OF THERMODYNAMIC PARAMETERS  
OF NaI DISSOCIATION IN METHANOL

Summary

The thermodynamic characteristics of NaI dissociation in methanol at the temperature range  $5-190^\circ\text{C}$  have been estimated from experimental conductivity data. The complex character of polythermal dependences of



thermodynamic parameters of dissociation is shown. The variations of NaI dissociation thermodynamic parameters in methanol are connected with the structural variations in the solvent.

ЛИТЕРАТУРА — LITERATURE — REFERENCES

1. П. А. Крюков, Б. С. Смоляков, В. И. Синкин. Изв. СО АН СССР, сер. хим. наук, № 7, 1966, 149.
2. Г. А. Крестов. Термодинамика ионных процессов в растворах. Л., 1973, 303.
3. М. Х. Карапетьянц. Химическая термодинамика. М., 1975, 583.
4. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Под ред. Н. Б. Варгафтика. М., 1972, 404—422.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. ГОГИЧАДЗЕ, В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ РЕАКЦИЙ  
В ПРОЦЕССЕ СОВМЕСТНОГО ОБЖИГА ХАЛЬКОПИРИТНОГО  
КОНЦЕНТРАТА И КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 6.2.1983)

В работе проведена термодинамическая оценка процесса совместного обжига халькопиритного концентрата и кальцийсодержащего сырья с целью определения преимущественно протекающих реакций и управление ими.

Исходные термодинамические константы веществ взяты из работ [1, 2]. Значения энтальпий ( $\Delta H$ ) вычислялись по уравнению

$$\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p \cdot dT,$$

энергия Гиббса и константы равновесия реакции — по М. И. Темкину и А. А. Шварцману [2]

$$\Delta G^0_T = \Delta H^0_{298} - T\Delta S^0_{298} - T(M_0\Delta a + M_1\Delta b + M_2\Delta C').$$

Коэффициенты  $M_0$ ,  $M_1$  и  $M_2$  взяты из работы [2]. Константы равновесия рассчитывались по уравнению

$$\lg K = \frac{\Delta G}{T} : 4,575.$$

Были проанализированы несколько типов равновесных реакций, ведущих к получению сульфатов, сульфидов и окислов меди, кальция и железа: окисление сульфидов меди и железа (при расчете халькопирит условно принимался состоящим из простых сульфидов железа и меди, так как в литературе отсутствуют теплофизические характеристики халькопирита [3]); взаимодействие окислов меди, кальция и железа с сернистым ангидридом; взаимодействие сульфидов меди и железа с оксидами этих же металлов, оксидами кальция и карбонатом кальция; взаимодействие сульфатов меди, железа и кальция с оксидами этих же металлов.

Рассчитанные величины по предлагаемому реакциям приведены в таблице. Из данных таблицы следует, что окисление сульфидов меди и железа (реакции 1—5) возможно преимущественно при низких температурах ( $\Delta H$  и  $\Delta S$  — отрицательные величины). Расчет показывает, что интервал температур (673—873°K) выбранный нами для исследования процесса обжига, характеризуется отрицательным значением  $\Delta G$ , что указывает на возможность протекания процессов окисления сульфидов в вышеуказанном интервале температур. Поскольку  $\Delta G$  для реакции окисления сульфида железа более отрицательна, чем  $\Delta G$  для реакции окисления сульфида меди, следует предполагать преимущественное протекание реакции окисления сульфида железа.

Термодинамические данные возможности реакции в процессе совместного обжига халькопиритного концентрата и известняка

№№	Реакции	$\Delta H_{298}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta S_{298}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta H_{473}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta H_{773}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta H_{973}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta G_{473}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta G_{773}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\Delta G_{973}^{\circ}, \text{K}$ , Дж/моль	$\lg K_{473}^{\circ}, \text{K}$	$\lg K_{773}^{\circ}, \text{K}$	$\lg K_{973}^{\circ}, \text{K}$
1	$2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{O}_2$	-812080	-166,9	-712841	-685658	-658357	-744899	-751583	-761814	241,9	212,5	190,7
2	$\text{CuS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4$	-718250	-367,6	-717702	-716411	-718325	-470462	-433812	-397242	152,8	122,7	99,5
3	$\text{CuS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{SO}_2$	-243930	-9,6	-197164	-184524	-171849	-258802	-268936	-280647	84,1	76,0	70,3
4	$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$	-3369000	-307,8	-2966872	-2855115	-2742000	-3320678	-3408964	-3487641	1078,5	963,9	873,2
5	$2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2$	-2552500	-1010,9	-2516140	-2508117	-2500532	-1890335	-1797789	-1633405	614	508	409
6	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	-178433	160,7	-165180	-164910	-164678	-286530	-302492	-318418	93,1	85,5	79,7
7	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	-198020	-187,9	-297036	-322386	-347400	-25116	17152	62629	8,2	-4,8	-15,7
8	$\text{CuO} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4$	-213200	-190,2	-212736	-212354	-211688	-85517	-66640	-47826	27,8	18,8	12,0
9	$2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaSO}_4$	-987160	-769,5	-1084100	-1106534	-1127393	-422714	-322847	-220148	137,3	91,3	55,1
10	$\text{CuO} + \text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4$	-312200	-284,2	-36075	-373521	-385357	-98244,2	-58050	-16496,6	31,9	16,9	4,1
11	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-570970	-575,1	-601261	-611904	-622571	-180314	-101442	-33673	158,6	28,7	78,4
12	$\text{CuS} + \text{CaO} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CuO}$	-891843	-365,7	-897376	-894892	-891594	-65,515	-617450	-581753	212,3	174,6	145,7
13	$\text{CuS} + \text{CaCO}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2$	-721190	-205	-722484	-721476	-719784	-582020	-561216	-540580	189	159	135
14	$2\text{FeS}_2 + 4\text{CuO} + 7\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuSO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	-2933340	-1290,6	-2930785	-2924401	-2915275	-2063164	-1934678	-1807170	670	570	453
15	$4\text{FeS}_2 + 8\text{CuO} \rightarrow 8\text{CuS} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{O}_2$	-120690	359,9	-1152144	-112292,2	-108084,6	-365853,9	-402979,6	-440896,4	118,8	113,9	110,4
16	$2\text{FeS}_2 + \text{CuO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-2864710	141,2	-2795580	-2776970	-2757994	-2991974	-3022479	-3055460	971,7	854,7	765,0
17	$2\text{FeS}_2 + \text{CaO} + 7\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CaSO}_4$	-3046490	-1293,1	-5351577	-5354645	-5357395	-2172309	-2040494	-1908365	705,5	577,0	477,8
18	$2\text{FeS}_2 + 4\text{CaO} + 7\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CaSO}_4$	-3658820	-1282,7	-3646874	-3635463	-3620154	-2794149	-2663041	-2547665	908	753	638
19	$2\text{FeS}_2 + 4\text{CaCO}_3 + 7\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CaSO}_4 + 4\text{CO}_2$	-5890200	-1279,9	-5257450	-5151711	-5039215	-5021895	-4892952	-4765689	1631	1384	1193
20	$2\text{FeS}_2 + \text{CaCO}_3 + 7\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2$	-2867650	-1132,6	-2891331	-2896822	-2901910	-2100551	-1983265	-1867453	682	561	468
21	$\text{CuSO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CuO} + \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2$	-2940	162,7	-4782,9	-5065,5	-5174,7	-111600	-127417	-143273	36,2	36,0	35,9
22	$\text{CuO} + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{CaO}$	181370	-2,0	179606	178407	176905	183095	183696	184470	-59,5	-51,9	-46,2
23	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CaO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CaSO}_4$	-612740	10,4	-589856	-575369	-557301	-625594	-631833	-640239	203	179	160
24	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2$	-77450	492,5	-65382	-55339	-42105	-406816	-452510	-498323	132	128	125
25	$3\text{CuSO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CuO}$	68630	-4,4	51016	40126	26566	76235	80689	86876	-24,8	-22,8	-21,8
26	$\text{CuSO}_4 + \text{CaS} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$	95830	200,7	-17050,2	-42918	-68394	-274379	-317685	-364337	89,1	89,9	91,2
27	$\text{CuS} + 3\text{CuSO}_4 \rightarrow 4\text{CuO} + 4\text{SO}_2$	-530590	769,1	-333871	-283417	-234260	-1139490	-1262758	-1390992	370,1	357,1	349



Анализ термодинамических данных предполагаемых реакций сульфатизации окислов меди, кальция и железа (реакции 8—11) показывает, что указанные реакции также протекают преимущественно при относительно низких температурах в интервале 673—873°K. Сульфатирующая способность этих окислов, определяемая величиной и знаком энергии Гиббса, растет в ряду  $\text{CuO} < \text{Fe}_2\text{O}_3 < \text{CaO}$ .

Взаимодействие сульфида меди с  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  происходит (реакции 12—13) также при низких температурах и величины энтропии, энтальпии и энергии Гиббса одного порядка. Взаимодействие сульфида железа с окислом меди (реакция 16) с образованием сульфатов этих катионов происходит при любых температурах ( $-\Delta H$ ,  $+\Delta S$ ). То же самое можно сказать о реакции между сульфидом железа и окислом меди с образованием сульфида меди и окисла железа (реакция 15). Однако в исследуемом интервале температур преимущественно должна протекать реакция образования сульфатов (реакции 14—16). В указанных пределах температуры могут протекать также реакции взаимодействия сульфида железа с  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  (реакции 17—20).

Следует отметить, что образовавшиеся сульфаты меди и железа взаимодействуют с  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  при любых температурах ( $-\Delta H$ ;  $+\Delta S$ ;  $-\Delta G$ ), наиболее вероятны реакции взаимодействия сульфата железа с  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  (реакции 21—24). Как видно из таблицы, окись железа не обладает таким же свойством, как  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  и протекающие реакции между  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (реакция 25) невозможна при любых температурах. Согласно таблице, реакция между сульфатом и сульфидом меди с образованием окисла меди должна протекать при любых температурах.

Из вышеизложенных соображений можно сделать заключение, что при совместном обжиге халькопиритного концентрата и известняка происходит окисление сульфидов меди и железа с получением  $\text{SO}_2$ , который взаимодействует с окислами металлов с образованием сульфатов меди, железа и кальция. Кроме того, происходит взаимодействие непрореагировавших сульфидов с окислами с образованием сульфатов. Избыточные количества  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  могут взаимодействовать с сульфатами меди и железа с образованием сульфата кальция (реакции 21, 23, 24).

Таким образом, при совместном обжиге халькопиритного концентрата и известняка в интервале температур 673—873°K более вероятно образование сульфата кальция окислов меди (II) и железа (III) (см. реакции 1, 4, 9, 13, 14 и 19), что подтверждается технологическим испытанием [4].

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 25.2.1983)

შიზიკური ჰიგია

ლ. გოგიჩაძე, ვ. ბაზრინაშვილი

ქალკოპირიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი ნედლეულის ერთობლივი გადოვის პროცესის თერმოდინამიკური ანალიზის შესაძლებელი რეაქციების თერმოდინამიკური ანალიზი

რ ე ზ ი მ ე

შესრულებულია ქალკოპირიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი ნედლეულის ერთობლივი გადოვის პროცესის თერმოდინამიკური ანალიზი უპირატესად მიმდინარე რეაქციების განსაზღვრისა და მათი მართვის მიზნით. სავარაუდო რეაქციების თერმოდინამიკური ანალიზის საფუძველზე წარ-

ვენებია, რომ ქალკობირიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი ნედლეულის ერთობლივი გამოწვისას  $673-973^{\circ}\text{K}$  ტემპერატურულ ზღვრებში მოსალოდნელია უპირატესად კალციუმის სულფატის, სპილენტის (II) და რკინის (III) ჟანგეულების წარმოქმნა.

PHYSICAL CHEMISTRY

L. D. GOGICHADZE, V. N. GAPRINDASHVILI

THERMODYNAMIC ESTIMATION OF THE POSSIBLE REACTIONS  
IN THE COURSE OF JOINT ANNEALING OF CHALCOPYRITE  
CONCENTRATE AND Ca-CONTAINING RAW MATERIALS

Summary

The process of joint annealing of chalcopyrite concentrate and Ca-containing raw materials has been assessed thermodynamically in order to determine the predominant reactions, and to control them. A thermodynamic analysis of the presumed reactions showed that at joint annealing of chalcopyrite concentrate and the  $\text{CaCO}_3$  in the temperature range  $673-873^{\circ}\text{K}$  the formation of  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CuO}$ , and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , is more probable.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. П. Владимиров. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. М., 1970.
2. В. А. Рябин, М. А. Остроумов, Г. Ф. Свит. Термодинамические свойства веществ. М., 1977.
3. В. С. Спитченко, М. Ю. Калашников, И. А. Онаев. Цветная металлургия, № 4, 1981.
4. В. Н. Гаприндашвили, Л. Д. Гогичадзе. Авт. свид. № 358393, 1972. Бюллетень открытия, изобретения, промышленные образцы и товарные знаки, № 34, 1972, 91.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. С. БЕЗАРАШВИЛИ, Д. Н. ЛОРДКИПАНИДZE, З. Г. ДЗОЦЕНИДZE,  
М. Д. МУСЕРИДZE

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РУНГЕ—КУТТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ  
ПРЯМЫХ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 22.3.1983)

Под термином «прямая кинетическая задача» подразумевается, как правило, решение известной системы дифференциальных уравнений, описывающей ход химического процесса. В общем случае такая система нелинейна и ее решение точными аналитическими методами невозможно, поэтому необходимо применять приближенные численные методы [1].

Для численного решения систем дифференциальных уравнений первого порядка широко применяются методы Рунге—Кутта [2]. Однако непосредственное применение этих классических методов для решения задач химической кинетики встречает большие затруднения, поскольку кинетические уравнения относятся к категории «жестких» систем [3], вследствие чего приходится использовать очень малый шаг интегрирования. При использовании электронной вычислительной машины это связано со слишком большим расходом машинного времени. Такая ситуация заставляет искать новые алгоритмы решения исходных уравнений (см. [1]).

В данной работе сделана попытка регуляризовать систему кинетических уравнений, к которой затем можно применять обычные процедуры Рунге—Кутта.

Рассмотрим задачу Коши:

$$\frac{dc_i}{dt} = f_i, \quad i = 1, 2, \dots, l, \quad (1)$$

при

$$t = 0 \quad c_i = c_i^0$$

где  $c_i$  — концентрация частиц  $i$ ;  $f_i$  — соответствующая скорость накопления;  $l$  — число типов реагирующих частиц;  $t$  — физическое время. Аппроксимируем уравнения (1) неявной разностной схемой:

$$\frac{(c_i)_{m+1} - (c_i)_m}{h} = (f_i)_{m+1}, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

Здесь  $m$  отвечает нумерации счетных точек по оси  $t$ ;  $h$  — шаг интегрирования. Разложим функцию  $f_i$  в ряд Тейлора в окрестности точки  $(c_i)_m$ , сохранив при этом линейные члены:

$$(f_i)_{m+1} \approx (f_i)_m + (D_i)_m [(c_i)_{m+1} - (c_i)_m], \quad (3)$$

где

$$(D_i)_m = (\partial f_i / \partial c_i)_m. \quad (4)$$



На основе выражений (2) и (3) получим

$$\frac{(c_i)_{m+1} - (c_i)_m}{h} = (f_i)_m [1 - h(D_i)_m]^{-1} \quad (5)$$

$$m = 0, 1, 2, \dots; i = 1, 2, \dots, l.$$

Эти выражения были использованы нами для расчета кинетических уравнений, описывающих воспламенение смеси следующего состава:  $[(2 \text{ H}_2 + \text{O}_2) + 0,5\% \text{ C}_3\text{H}_8] + X\% \text{ NO}_2$ . В качестве механизма этого процесса (при давлениях, близких к нижнему пределу воспламенения) была принята последовательность элементарных реакций (0) — (XIII) [4, 5], представленных в таблице. Там же приведены соответствующие константы скорости ( $k_i$ ). Физические условия: давление — 9–13 торр, температура — 873 К.

Номер стадии, $j$	Стадии	$k_i$ , см., моль, с	Литература
0	$\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{OH}$	$4,48 \cdot 10^3$	[6]
I	$\text{OH} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}$	$1,13 \cdot 10^{12}$	[7]
II	$\text{H} + \text{O}_2 = \text{OH} + \text{O}$	$1,14 \cdot 10^{10}$	[6]
III	$\text{O} + \text{H}_2 = \text{OH} + \text{H}$	$9,28 \cdot 10^{10}$	[7]
IV	H — гибель*	$8499/P^{**}$	[5]
V	$\text{H} + \text{C}_3\text{H}_8 = \text{H}_2 + \text{C}_3\text{H}_7$	$6,84 \cdot 10^{11}$	[5]
VI	$\text{C}_3\text{H}_7 + \text{O}_2 = \text{C}_3\text{H}_6 + \text{HO}_2$	$8,37 \cdot 10^{10}$	[9]
VII	$\text{C}_3\text{H}_7 + \text{O}_2 \rightarrow$ обрыв	$5,58 \cdot 10^{10}$	[5]
VIII	$\text{HO}_2 + \text{NO} = \text{NO}_2 + \text{OH}$	$3,04 \cdot 10^{12}$	[5]
IX	$\text{HO}_2$ — гибель*	$2125/P^{**}$	[8]
X	$\text{O} + \text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}_2$	$9,98 \cdot 10^{12}$	[6]
XI	$\text{H} + \text{NO}_2 = \text{NO} + \text{OH}$	$1,97 \cdot 10^{14}$	[6]
XII	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	$2,52 \cdot 10^9$	[6]
XIII	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$	$7,53 \cdot 10^5$	[6]

\* Гетерогенная гибель протекает в диффузионной области.

\*\* P — давление.

На основе представленного кинетического механизма была составлена соответствующая разностная схема типа (5) (заметим, что множитель  $[1 - h(D_i)_m]^{-1}$  выполняет функцию регуляризатора). Для решения этой схемы был использован метод Рунге—Кутты четвертого порядка [2]. Параметры  $f_i$  рассчитывались на основе линейной комбинации скоростей стадий (0) — (XIII). Для вычисления производных  $D_i$  принималась формальная независимость всех  $c_i$  друг от друга.

Решение разностной схемы производилось на ЭВМ БЭСМ-6. В результате расчетов устанавливалась зависимость теоретического времени задержки воспламенения ( $\tau$ ) от давления ( $P$ ) при различных составах исходной реакционной смеси. Коммерческое время машинного счета одного варианта задачи (т. е. воспламенения смеси заданного состава при определенном давлении) не превышало 3 мин при  $h = 10^{-4}$  (с). Полученные кривые представлены на рис. 1.

Кроме математического моделирования, воспламенение вышеуказанных смесей изучалось также экспериментально на статической вакуумной установке. Регистрация воспламенения смеси в реакторе

производилась по хемилюминесценции и изменению давления. Результаты эксперимента приведены на рис. 2. Как видим, результаты машинного расчета (рис. 1) хорошо согласуются с соответствующими экспериментальными данными. Это указывает на то, что проведенная

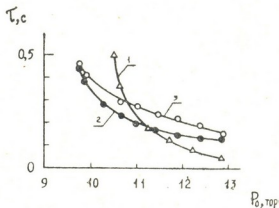
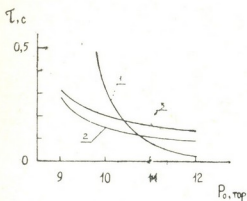


Рис. 1. Теоретическая зависимость времени задержки воспламенения от давления при различных составах реакционной смеси: 1— $(2H_2+O_2)+0,5\% C_3H_8$ ; 2— $[(2H_2+O_2)+0,5\% C_3H_8]+0,5\% NO_2$ ; 3— $[(2H_2+O_2)+0,5\% C_3H_8]+1,0\% NO_2$

Рис. 2. Экспериментальная зависимость времени задержки воспламенения от давления при различных составах реакционной смеси: 1— $(2H_2+O_2)+0,5\% C_3H_8$ ; 2— $[(2H_2+O_2)+0,5\% C_3H_8]+0,5\% NO_2$ ; 3— $[(2H_2+O_2)+0,5\% C_3H_8]+0,9\% NO_2$

нами регуляризация кинетических уравнений является правомерным и ее можно использовать при реализации математических моделей химических процессов на ЭВМ. Следует отметить, что без регуляризации уравнений (1) для параметра  $h$  пришлось бы взять величину  $\sim 10^{-6}$  (с), что повысило бы время машинного счета примерно на два порядка.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.4.1983)

ფიზიკური კიბია

ბ. ბაზარაშვილი, ღ. ლორთქიფანიძე, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსაელიძე

რუნგე — კუტას მეთოდის გამოყენება პირდაპირი კინეტიკური ამოცანების ამოხსნისათვის

რეზიუმე

ტილორის მწკრივის დახმარებით ნაშრომში ჩატარებულია კინეტიკურ განტოლებათა რეგულარიზაცია. მიღებული სისტემის ამოხსნისათვის გამოყენებულია რუნგე—კუტას მეთოდი. ელექტრონულ-გამომოვლელი მანქანის დახმარებით მგრავინავი ნარევის ინჰიბირებული აალების მოდელირების მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ განტოლებათა რეგულარიზაცია მნიშვნელოვნად ამადლებს რუნგე—კუტას მეთოდის ეფექტურობას.

G. S. BEZARASHVILI, D. N. LORDKIPANIDZE, Z. G. DZOTSENIDZE,  
M. D. MUSERIDZE

APPLICATION OF THE RUNGE-CUTTA METHOD TO THE SOLUTION  
OF A DIRECT KINETIC PROBLEM

Summary

The regularization of kinetic equations was carried out by means of Taylor series. The equations were solved by the Runge-Cutta method. It is shown that the regularization procedure significantly increases the effectiveness of the method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Димитров. Простая кинетика. Новосибирск, 1982.
2. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., 1978.
3. К. И. Бабенко. Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов задач математической физики. М., 1979.
4. Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., 1958.
5. Д. Н. Лордкипанидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1982.
6. В. Н. Кондратьев. Константы скорости газофазных реакций. М., 1971.
7. D. L. Baulch *et al.* Evaluated Kinetic Data for High Temperature Reactions. London, 1972.
8. В. В. Азатян и др. Кинетика и катализ, 16, вып. 3, 1975, 577.
9. R. R. Baker *et al.* Trans. Faraday Soc. 66, part 1, 1970, 189.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Д. С. НЕБИЕРИДЗЕ,  
 Р. А. ДЕМЕТРАШВИЛИ

ПЕРЕРАБОТКА КАРБОНАТНОГО ФЛОТОКОНЦЕНТРАТА  
 РАСТВОРАМИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ДИТИОНАТА АММОНИЯ

Необходимость увеличения производства металлов требует вовлечения в производство новых источников сырья, переработка которых известными ранее методами неэффективна. С этой точки зрения определенный интерес представляет карбонатный флотоконцентрат Чиа-турского месторождения, считающийся бедной и некондиционной рудой для производства электролитического марганца.

Для переработки низкосортного сырья, наряду с другими методами обогащения, в настоящее время большое значение приобретают химические способы [1—4].

Цель работы — изучение процесса химической переработки карбонатного флотоконцентрата для получения растворов сульфата марганца, которые могут быть использованы в производстве электролитического марганца.

Карбонатный флотоконцентрат относится к рудам смешанного типа, в котором марганец находится как в виде карбоната марганца, так и в виде двуокиси марганца (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав карбонатного флотоконцентрата, %

Мп общ.	MnO <sub>2</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P	H <sub>2</sub> O	п.п.п.
22,51	7,48	11,2	19,2	2,5	2,6	1,9	0,35	13,82	18,44

Использованный нами процесс химической переработки флотоконцентрата состоит из следующих основных операций: 1) выщелачивание флотоконцентрата кислыми растворами, 2) выщелачивание шламов растворами дитионата аммония.

Все опыты проводились на одной и той же партии флотоконцентрата. (состав: Мп общ. — 22,51%, MnO<sub>2</sub> — 7,48%).

Кислое выщелачивание флотоконцентрата производилось растворами серной кислоты и отработанным анализом электролизной ванны.

Условия проведения этой стадии процесса следующие: состав выщелачивателя: серная кислота — 70 г/л или анолит (г/л): Mn<sup>+2</sup>—10—15, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>—17—20, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>—140—150, стехиометрическое соотношение

$$\frac{\text{Мп руды}}{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{2}{1}, \text{ время выщелачивания—3 часа.}$$

Результаты кислого выщелачивания флотоконцентрата приведены на рис. 1 и в табл. 2.

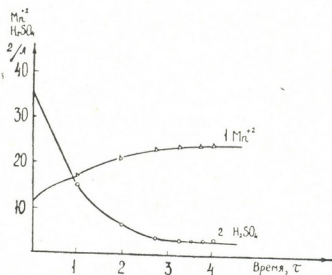


Рис. 1. Выщелачивание карбонатного флотоконцентрата анолитом электролизной ванны; 1—содержание  $Mn^{2+}$ , г/л; 2—содержание  $H_2SO_4$ , г/л

Как видно из рис. 1, максимальное извлечение марганца в раствор кислым выщелачивателем в условиях проведения процесса достигается в течение 3 часов и общее содержание его в полученном шламе составляет 7,48%.

Таблица 2

Химический состав шлама после кислого выщелачивания, %

Мп общ.	$MnO_2$	CaO	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	MgO	$SO_2$	п. н. п.
7,48	10,86	18,2	23,47	2,32	2,36	2,23	25,01	8,07

Для извлечения оставшейся после кислого выщелачивания в шламах двуокиси марганца применялись растворы дитионата аммония — 250—300 г/л  $(NH_4)_2S_2O_6$ , время выщелачивания — 0,5 часа.

В табл. 3 приведены результаты, полученные после обработки шламов кислого выщелачивания растворами дитионата аммония.

Таблица 3

Химический состав шлама, полученного после обработки растворами дитионата аммония, %

Мп общ.	CaO	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	MgO	$SO_2$	п. н. п.
0,45	22,4	29,01	4,32	3,39	3,0	33,6	3,83

Как видно из табл. 3, применение растворов дитионата аммония позволяет увеличить степень извлечения марганца в раствор от 66,8 до 98%. При этом отпадает необходимость применения процесса



предварительного восстановления шламов для перевода марганца в растворяющуюся в серной кислоте форму MnO.

После промывки и прокаливания при 180°C шламы удовлетворяли нормам, предъявляемым строительством к гипсу третьего сорта, ГОСТ 125—70 и штукатурной гаше ТУ-66—25, ГССР 04—75. (Шламы подвергались испытанию в Институте строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР).

Электролит, полученный после переработки карбонатного флотоконцентрата, очищался от примесей (сульфидная очистка), отстаивался, фильтровался и подвергался электролизу для получения электролитического марганца.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 31.3.1983)

ქიმიური ტექნოლოგია

რ. აბლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიოსი),  
დ. ნიბერიძე, რ. დემეტრაშვილი

კარბონატული ფლოტოკონცენტრატის გადამუშავება  
გოგირდშავისა და ამონიუმის დითიონატის ხსნარების საშუალებით

რ ე ზ ი უ მ ე

ფლოტოკონცენტრატის გადამუშავებით მიღებულ შლამში მანგანუმის შემცველობაა 0,45%: ამონიუმის დითიონატის ხსნარების გამოყენებით შლამებიდან მანგანუმის ამოღება იზრდება 66,8%-დან 98%-მდე. მიღებული შლამები სათანადო დამუშავების შემდეგ აკმაყოფილებს მესამე ხარისხის სამშენებლო თაბაშირისა და შესაღესი გაჯისათვის წყენებულ ნორმებს.

კარბონატული ფლოტოკონცენტრატის გადამუშავებით მიღებული ხსნარები მინარევებისაგან გაწმენდის შემდეგ ვარგისია ელექტროლიტური მანგანუმის მისაღებად.

CHEMICAL TECHNOLOGY

R. I. AGLADZE, D. S. NEBIERIDZE, R. A. DEMETRASHVILI

THE PROCESSING OF CARBONATE FLOTATION CONCENTRATE  
WITH SOLUTIONS OF SULPHURIC ACID AND AMMONIUM  
DITHIONATE

Summary

The study of the title problem involved the flotation concentrate of the Chiatura deposit (Georgian SSR.)

The use of ammonium dithionate solutions permits to increase the extraction of manganese into the solution from 66.8 to 98%, there being no need of preliminary reduction of slimes.





The slimes obtained by processing the flotation concentrate following special treatment meet the norms set to grade III gypsum and plaster. The electrolyte resulting from the processing of flotation concentrate can be used—after the removal of impurities—for the production of electrolytic manganese.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Н. Федорова, Г. Н. Саморокова, А. И. Измеденов. Горный ж., 9, 1967.
2. Т. Г. Мясч, И. Г. Самойлов. Горный ж., 10, 1963.
3. В. М. Какабадзе. ЖПХ, 3, 1951.
4. Х. Г. Пурцеладзе. Труды Ин-та прикладной химии и электрохимии АН ГССР, т. III, 1962.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Т. Ш. БЕРИДЗЕ, Н. Б. КЛОПОНОВСКАЯ, М. Г. ТВАЛЧРЕЛИДZE

О ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ  
 ВЕРХНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В  
 ВЕРХОВЬЯХ р. БОЛЬШАЯ ЛИАХВИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 10.5.1983)

В истоках р. Большая Лиахви у с. Нижняя Кабуста обнажаются озерные отложения. Разрез находится в зоне нижнемелового флиша и вулканитов Кельского нагорья, в области проявления процессов, связанных с верхнеплейстоценовым оледенением. Отложения залегают на высоте 2000—2100 м н. у. м. в ущелье р. Дескохирдон. Его правый борт — склон Главного водораздельного хребта, абсолютной высотой здесь 3300—3500 м; левый склон относительной высотой 100—150 м в нижней части слагают озерные отложения, прислоненные к обнажающимся выше андезитам поздневерхнеплейстоценового [1] Ахубатского потока.

Мощность отложений более 20 м, нижние 5 м маскирует делювиальный чехол. Образцы взяты в девятиметровом интервале.

Таблица 1

ПЛОСТ. ВЫС. ПОС. М	Литологическая колонка	Средн. % CaCO <sub>3</sub>	Средние значения гранулометрии, %						Плотность
			>1.0 мм	1.0-0.25 мм	0.25-0.1 мм	0.1-0.05 мм	0.05-0.01 мм	<0.01 мм	
14	0	66.0	35.0	27.0	7.0	6.0	27.0	б	
13	1	50.0	2.0	8.0	28.0	29.0	53.0	δ	
12	2	50.0							
11	3	50.5	1.0	1.0	6.0	8.0	84.0	а	
10	4	55.5							
9	5	50.6	1.0	1.0	6.0	8.0	84.0	а	
8	6	45.8							
7	7	45.7	1.0	1.0	6.0	8.0	84.0	а	
6	8	39.6							
5	9	51.6							

- Песчито-песчаные породы с алевро-пелитовым заполнителем
- Алевро-песчаные породы
- Пелитоморфные породы

Исследованная часть разреза представлена довольно монотонной толщей, снизу вверх: а) серовато-палевые пелитоморфные породы, слабо сцементированные, по внешнему виду лессовидные (обр. 1—4), видимая мощность 3,15 м; б) палево-серые алевро-песчаные сыпучие породы (обр. 5—9), мощность 4,95 м; в) палево-серая несортированная порода — щебень с песчано-алеврито-пелитовым заполнителем (обр. 10), мощность 6 м; обрыв вершает современная маломощная почва.

Во всех породах изученной части разреза кластический материал олигомиктовый — он принадлежит обломкам известковых глинистых сланцев. Продукты механической дезинтеграции сланцев составляют все гранулометрические фракции пород, вплоть до пелитовой (<0,01 мм).

В целях изучения гранулометрии пород в разрезе определялись карбонатность каждой фракции и общая карбонатность породы. Ока-



залось, что во всех фракциях  $>0,01$  мм, где преобладают неразрушенные обломки известковых сланцев, содержание  $\text{CaCO}_3$  достигает 57%, а остальная часть фракций состоит из алевритовых и песчаных частиц кварца, полевых шпатов, слюд и других некарбонатных компонентов (в том числе и аксессуаров) сланцев. Карбонатность фракции  $<0,01$  мм обычно не превышает 38%, а нерастворимый остаток представлен пелитоморфными глинами. Именно поэтому в породе, где много пелитового материала (обр. 1—4), общее количество  $\text{CaCO}_3$  составляет в среднем 46%, а в породах с явным преобладанием фракций  $>0,01$  мм, где доминируют обломки сланцев, общее содержание карбоната — в среднем 60%. Поэтому при удалении из породы карбоната granulометрия нерастворимой части соответствует в данном случае не granulометрии кластического материала породы, а усредненной granulометрии нерастворимого остатка от обломков глинистых сланцев.

Полное отсутствие в осадках следов диагенетических преобразований глинистого вещества (отчего даже пелитовые породы сохранили рыхлое сложение), а также отсутствие в них малейших признаков озерной органики и привноса с суши растительных макроостатков свидетельствуют о холодных и сухих климатических условиях. Это косвенно подтверждает и совершенно незначительное содержание в пелитовой породе (обр. 1—4) примеси материала с частицами  $>0,01$  мм (не более 6%) и отсутствие какой-либо сортировки обломков среди этого материала по величине.

Осадки озера формировались из делювиального материала, который смещался по склонам, сложенным известково-глинистыми сланцами. Условия холодного и сухого климата благоприятствовали физическому выветриванию на обнаженных участках коренных пород, а слабая задернованность обрывистых склонов не препятствовала свободному движению по склонам продуктов механической дезинтеграции сланцев.

Смена фаций отражает активизацию процессов поверхностного смыва и осадконакопления: илстые осадки с содержанием фракции  $<0,01$  мм от 75 до 94% сменились песчано-алеврито-глинистыми осадками, в которых содержание этой фракции составляет в среднем около 34%. Алевро-песчито-псаммитовый материал распределяется в известково-глинистой массе породы неравномерно (вероятно, он разносился в зоне пелитовых осадков в мерзлом состоянии). Несортированная же грубообломочная порода верхнего слоя, возможно, и не связана генетически с субкавальными условиями седиментации.

Интерпретация результатов палинологического изучения отложенной определяется местоположением разреза на дне глубокого ущелья. Такие условия не благоприятствовали разносу пыльцы и поэтому в отложениях водоема захоронялась главным образом пыльца растений с обращенных к нему склонов и принесенная сюда по долине снизу [2]. Характер рельефа позволяет судить и об ограниченных размерах озера — его площадь определялась шириной ущелья.

Принимая во внимание эти два момента, можно заключить, что концентрация пыльцы служит в данном случае косвенным показателем характера растительного покрова. Так, низкая концентрация пыльцы и спор в осадках свидетельствует о развитии на склонах группировок из растений небольшой пылевой продуктивности, что исключает вероятность существования в окрестностях озера лесных ценозов. Состав пыльцы и спор согласуется с таким выводом. Преобладает пыльца травянистых растений, находки пыльцы древесных пород и спор папоротниковых единичны. Ныне эта местность находится в зоне верхнего предела распространения лесной растительности, повсюду в Юго-Осетии искусственно пониженного человеком [3]. Здесь произрастают разре-



женные буковые леса, местами ель и сосна, субальпийские березняки. Взятая близ обнажения поверхностная проба характеризуется крайне высокой концентрацией пыльцы и спор. По соотношению основных групп спектр верно отражает принадлежность пункта взятия пробы к полосе лесов, чередующихся с послелесными лугами. 83% от общего числа подсчитанных в трех препаратах зерен составляет пыльца сосны и сложноцветных. Если исключить эти два компонента из состава соответствующих групп, то содержание пыльцы древесных пород и пыльцы травянистых растений составит соответственно 36 и 37%, что отвечает положению пункта формирования спектра в зоне верхней опушки

Таблица 2

Состав пыльцы и спор в озерных отложениях у с. Нижняя Кабуста

№ образца	Поверхн. обр.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Число просмотренных препаратов	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Общее число подсчитанных зерен	1715	%	25	87	25	27	20	74	48	86	26	92
Abies	4	<1								1		
Picea	69	7		1								1
Pinus	927	90				5	1		3	6	1	2
Tilia	1	<1										
Betula	9	1		1					2		1	
Alnus	7	1				3		1	2	1		
Fagus	6	1			1							
Ulmus	1	<1										1
Corylus	4	<1				2						
Пыльца древесных пород	1028	60		2	1	10	1	1	7	8	2	4
Rosaceae	2	1										
Leguminosae	14	2		2	2		2	1	4	1	1	5
Geraniaceae											1	
Onagraceae										1		
Umbelliferae	9	1		3				3	4	9	1	14
Labiatae							4					
Compositae	504	83	15	10	11	6	3	52	10	26	13	37
Artemisia	11	2	2	32	1			1	4	11		5
Ericaceae			1									
Caryophyllaceae	4	1										
Chenopodiaceae	28	5	2	4	1	1	2	3		5	1	1
Polygonaceae			1	1		2	1		1	1		13
Gramineae	3	1										
Неопределенные	34	6	4	33	6	7	6	11	10	23	5	13
Пыльца травянистых растений	609	35	25	85	21	16	18	71	33	77	22	88
Polypodiaceae	69	88			3	1	1	2	8	1	2	
Botrychium	6	8										
Lycopodium	3	4										
Сп о р ы	78	4			3	1	1	2	8	1	2	

леса. Список древесных пород, пыльца которых встречена в субрецентном спектре, включает все древесные растения, представленные в образцах озерных отложений, и только пыльца липы и вяза не найдена среди фоссильной пыльцы. Это позволяет заключить, что леса в верховьях р. Б. Лиавхи во время существования озера, по-видимому, не отличались по составу от современных. Однако их верхняя граница проходила гипсометрически значительно ниже. Последнее определялось, несомненно, условиями холодного климата, что согласуется с за-

ключениями, сделанными по результатам литологического изучения озерных отложений.

Исходя из характера залегания поздневерхнелейстоценового ( $Q_3^3$ ) Ахубатского лавового потока относительно озерных отложений, формирование последних имело место в заключительной стадии вюрмского оледенения —  $Q_4^4$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии им. Вахушти Геологический институт им. А. И. Джanelидзе

(Поступило 13.5.1983)

ფიზიკური გეოგრაფია

ბ. ბერიძე, ნ. კლოპოტოვსკაია, მ. თვალჩრელიძე

მდ. დიდი ლიახვის სათავეებში ზედაკლემისტოცენური ტბიური ნალექების სელიმენტაციის ლანდშაფტურ-კლიმატური პირობების შესახებ

რეზიუმე

მდ. დიდი ლიახვის სათავეებში (2000—2100 მზ. დ) გაშლელბული ტბიური ნალექების ლითოლოგიური და პალინოლოგიური შესწავლის და ახუბათის ლავებთან ( $Q_3^3$ ) მათი კორელაციის შედეგად ირკვევა, რომ ნალექდაგროვება ვიურმული გამყინვარების უკანასკნელ ფაზაში ( $Q_4^4$ ) თანამედროვესთან შედარებით ცივ და მშრალ კლიმატურ პირობებში მიმდინარეობდა.

PHYSICAL GEOGRAPHY

T. Sh. BERIDZE, N. B. KLOPOTOVSKAYA, M. G. TVALCHRELIDZE

ON THE LANDSCAPE-CLIMATIC CONDITIONS OF THE  
 SEDIMENTATION OF UPPER PLEISTOCENE LAKE DEPOSITS  
 IN THE GREATER LIAKHVI HEADWATERS (SOUTH-OSSSETIA)

Summary

Lithological and palynological study of the lake deposits exposed in the Greater Liakhvi headwaters (2000-2100 m abs. alt.), as well as their correlation with the Akhubat lavas ( $Q_3^3$ ), show that the sedimentation occurred under relatively colder and dryer climatic conditions of the last phase of the Würmian glaciation ( $Q_4^4$ ).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Короновский. Новейший вулканизм Центрального Кавказа. М., 1964.
2. Н. Б. Клопотовская. Основные закономерности формирования спорово-пыльцевых спектров в горных районах Кавказа. Тбилиси, 1973.
3. Н. А. Буш, Е. А. Буш. Совет по изучению производительных сил, сер. закавказская, вып. 18, Производительные силы Юго-Осетии, сб. V. М.—Л., 1936.



Т. И. ГОГЕЛИЯ

## ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ НА ПОДВИЖНЫЕ НАГРУЗКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 18.5.1983)

Характерной особенностью рассматриваемой задачи является то, что основная идея МКЭ [1], заключающаяся в дискретном представлении сплошной среды, в данном случае используется для получения адекватной математической модели нагрузки, непрерывно меняющейся во времени и пространстве. Согласно МКЭ внешние силы приложенные к конструкции, необходимо привести к узловым и, следовательно, для учета подвижности нагрузки необходимо разработать численные процедуры, реализующие такое приведение для каждого момента времени. Следствием такого приведения является то, что вместо нагрузки, имеющей непрерывную траекторию пути передвижения, получаем нагрузку с дискретным во времени изменением ее местоположения.

Предположим, что на некоторое тело действует передвигающаяся по некоторой траектории  $AB$  со скоростью  $V$  сосредоточенная сила  $P(t, x, y, z)$  (рис. 1,а). Разобьем заданное тело на конечные элементы, а непрерывную траекторию  $AB$  заменим дискретной  $\bar{A}\bar{B}$ . Последнее представим как совокупность дискретных точек, по которым скачкообразно передвигается заданная нагрузка. Эти точки условно назовем точками действия. На рис. 1,б приводится одна из возможных схем разбивки на конечные элементы с указанием точек действия (обозначены крестиками в отличие от узловых точек, которые обозначены кружками).

Как видно из рисунка, точка действия может совпасть с узловой точкой, с гранью элемента или же может находиться внутри элемента. Так как в МКЭ условия равновесия тела рассматриваются только для узловых точек, очевидно, что применение процедуры приведения заданной нагрузки к узловой, при различной схеме дискретизации, даст различного рода аппроксимацию реальных условий нагружения конструкций. Определив какой-нибудь, наиболее выгодный способ такой аппроксимации, используем известное дифференциальное уравнение движения [1]:

$$[M] \ddot{\{y\}} + [C] \dot{\{y\}} + [K] \{y\} = \{\bar{P}\}, \quad (1)$$

где  $[M]$  — матрицы масс;  $[C]$  — матрица демпфирования;  $[K]$  — матрица жесткости;  $\{y\}$ ,  $\dot{\{y\}}$ ,  $\ddot{\{y\}}$  — соответственно векторы перемещения,



скорости и ускорения;  $\{\bar{P}\}$  — узловая нагрузка, моделирующая заданную подвижную нагрузку.

Решить уравнение (1) возможно только методом пошагового интегрирования, т. к. только в этом случае возможно учитывать изменение местоположения узловых сил, представленных в правой части уравнения. В качестве метода пошагового интегрирования автором был использован  $\Theta$ -метод Вильсона [2].

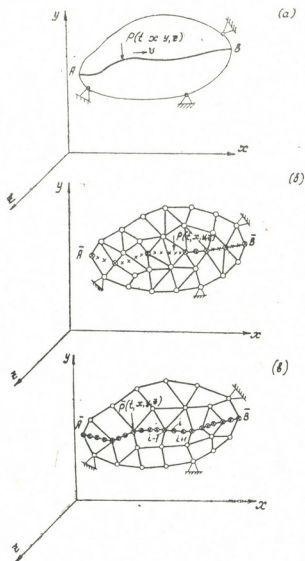


Рис. 1. Заданная непрерывная система, находящаяся под воздействием подвижной силы (а) и соответствующие конечноэлементные расчетные модели (б) и (в)

Как видно из изложенного, важнейшим этапом описанной методики является формирование узловой нагрузки  $\{\bar{P}\}$ , аппроксимирующей подвижную нагрузку  $P(t, x, y, z)$ . Решение этого вопроса возможно множеством различных способов, исследование достоверности и точности которых является предметом специальных исследований. Автор использовал один из возможных способов разрешения этой проблемы. Согласно этому способу, конечноэлементная сетка выбирается так, что все точки действия совпадают с узловыми точками сетки (рис. 1, в), т. е. траектория пути передвижения нагрузки проходит через узловые точки. Далее предположим, что график изменения нагрузки

$P(t, x, y, z)$  во времени имеет вид, показанный на рис. 2. Обозначим через  $t_{m_i}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ , где  $m_i$  — номера узлов конечноэлементной сетки по ломанной  $\bar{A}\bar{B}$ , а  $n$  — число узлов на этой линии) момент времени, когда сила находится в узле с номером  $m_i$ . Дискретные значения нагрузки, соответствующие этим моментам времени  $P(t_{m_i})$  на рис. 2 выделены отдельными ординатами. В промежуток времени  $t_{m_i} \leq t_k \leq t_{m_{i+1}}$  подвижная сила находится на пути между двумя узлами и в связи с этим встает вопрос о том, как смоделировать действие силы  $P(t_k)$  в этот промежуток времени. Наиболее простым и выгодным с точки зрения времени счета здесь можно считать два следующих способа. Так, можно предположить, что во всем указанном промежутке времени сила  $P(t_k)$  действует в узле  $m_i$ . Другим решением может послужить перераспределение силы  $P(t_k)$ , действующей в момент времени  $t_{m_i} \leq t_k \leq t_{m_{i+1}}$  по линейному закону между двумя соседними узлами, т. е. в момент времени  $t_k$  в узлах  $m_i$  и  $m_{i+1}$  приложить силы, соответственно равные

$$\bar{P}(t_{m_i}) = \frac{P(t_k)}{t_{m_{i+1}} - t_{m_i}} (t_{m_{i+1}} - t_k),$$

$$\bar{P}(t_{m_{i+1}}) = \frac{P(t_k)}{t_{m_{i+1}} - t_{m_i}} (t_k - t_{m_i}).$$

Очевидно, что точность обоих указанных способов аппроксимации нагрузки будет тем выше, чем меньше величина временного интервала  $\tau = t_{m_{i+1}} - t_{m_i}$ .

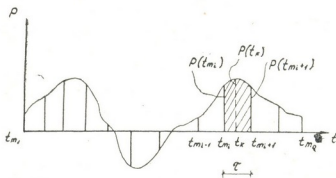


Рис. 2. Изменение величины подвижной нагрузки во времени

Описанная методика была реализована в рамках разработанного автором на базе МКЭ вычислительного комплекса «СИМСИ», предназначенного для решения статистических и динамических задач строительной механики (описание комплекса с инструкцией ее использования находится в фондах ИСМиС АН ГССР). Результаты конкретных расчетов конструкции на подвижную нагрузку будут опубликованы отдельно.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт строительной механики  
 и сейсмостойкости  
 им. К. С. Завриева

(Поступило 20.5.83)

თ. ზოგელია

კონსტრუქციის დინამიური ანგარიში მოძრავ დატვირთვაზე სასრული  
 ელემენტების მეთოდის გამოყენებით

რეზიუმე

სასრულო ელემენტების მეთოდის ძირითადი იდეა, რაც გამოიხატება უწყვეტი არის დისკრეტულად წარმოდგენაში, ართულებს დროსა და სივრცეში უწყვეტად ცვლადი დატვირთვის ასახვას მათემატიკურ მოდელში. ნაშრომში განიხილება აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტის უმარტივესი გზა.

STRUCTURAL MECHANICS

T. I. GOGELIA

DYNAMIC ANALYSIS OF STRUCTURES FOR MOVABLE LOADS  
 USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Summary

The basic idea of the FEM lying in a discrete representation of continua makes it difficult to reflect in a mathematical model loads continuously varying in time and space. The simplest way of solving this problem is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Зенкевич. Метод конечных элементов в технике. М., 1975.
2. Р. Клаф, Дж. Пензиен. Динамика сооружений. М., 1979.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

И. Я. ЛУЧКОВСКИЙ, О. Б. ТУТБЕРИДЗЕ

К РАСЧЕТУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 16.5.1983)

Как известно, ленточные фундаменты находят широкое применение в современной практике промышленного и гражданского строительства. При проектировании этих фундаментов используются различные модели грунтового основания, однако в существующих методах расчета игнорируется влияние изменения жесткости фундамента вследствие трещинообразования, что не позволяет выявить действительную несущую способность фундаментов.

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований железобетонных симметрично загруженных фундаментов предлагается принимать форму эпюры контактных давлений  $P_x$  в виде

$$p_x = a_0 + \sum_{k=1}^m a_k \left[ 1 - n_k \left( \frac{x}{l} \right)^k \right], \quad (1)$$

где  $a_0, a_k$  — неизвестные параметры, зависящие от жесткости фундамента, типа грунтового основания и характера загрузки;  $l$  — полу-длина ленточного фундамента;  $n_k$  — произвольные параметры, вычисляемые из условия самоуравновешенности добавочного отпора и равные

$$n_k = k + 1. \quad (2)$$

Параметр  $a_0$  принимается в виде основного отпора, удовлетворяющего условиям равновесия фундамента (рис. 1).

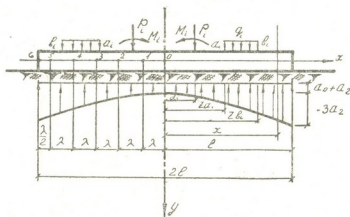


Рис. 1

Для практических расчетов ограничимся представлением отпора в виде квадратной параболы

$$P_x = \frac{F_l}{l} + a_2 \left[ 1 - 3 \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right], \quad (3)$$

где

$$F_e = \sum_{i=1}^i P_i + \sum_{i=1}^i q_i (z_{\delta_i} - z_{a_i}). \quad (4)$$

Таким образом, неизвестным является только значение метра  $a_0$ .

Для его определения составляем условие [1]

$$I_6 = Iy_{0_6} - \int_0^e y_{x_0} dx = Iy_{0_n} - \int_0^e y_{x_n} dx = I_n. \quad (5)$$

Используя известное дифференциальное уравнение изгиба балок на упругом основании

$$B \cdot y^{IV}(x) + P_x = \phi_x, \quad (6)$$

получаем для упругой стадии работы фундамента все элементы изгиба и значение интеграла  $I_6$ :

$$I_6 \cdot B = D_e - \frac{29}{840} a_2 l^5, \quad (7)$$

где

$$A_l = \sum_1^i P_l (l-d_l) + \sum_1^i M_l - \frac{1}{2} \sum_1^i q_l [(l-z_{6l})^2 - (l-z_{al})^2];$$

$$B_l = \frac{1}{24} \sum_1^i P_l (l-d_l)^4 + \sum_1^i M_l (l-d_l)^3 - \frac{1}{120} \sum_1^i q_l [(l-z_{6l})^5 - (l-z_{al})^5]; \quad (8)$$

$$D_l = \frac{1}{6} l^3 A_l - B_l - \frac{3}{40} l^4 F_l.$$

При расчете фундаментов с трещинами учтем физическую нелинейность работы изгибаемой железобетонной ленты с помощью упрощенной зависимости «жесткость-момент», предложенной в работе [2]

$$B = \frac{B_0}{1 + \bar{a} M^2}, \quad (9)$$

где  $B_0$  — начальная изгибная жесткость;  $\bar{a}$  — эмпирический коэффициент, зависящий от поперечного сечения, армирования и марки бетона.

Тогда дифференциальное уравнение изгиба железобетонного элемента с трещинами примет вид

$$B_0 Y''(X) = M(X) + \bar{a} [M(X)]^2. \quad (10)$$

Использование уравнения (10) позволяет решить ряд частных задач расчета ленточных фундаментов.

Наиболее важным для строительной практики является случай загрузки фундаментных блоков центральной нагрузкой  $P$ . Для этого нагружения нетрудно найти распределение изгибающих моментов вдоль фундамента

$$M(X) = \frac{1}{4} Pl(\bar{X}-1)^2 \cdot [1 - T(\bar{X}+1)^2], \quad (11)$$

где

$$T = \frac{a_2 l}{P}; \quad \bar{X} = \frac{X}{l}.$$

Подставив выражение (11) в уравнение (10), найдем

$$B_0 Y(X) = \frac{Pl^3}{4} \left[ \frac{\bar{X}^4}{12} - \frac{\bar{X}^3}{3} + \frac{\bar{X}^2}{2} - T \left( \frac{\bar{X}^5}{30} - \frac{\bar{X}^4}{6} + \frac{\bar{X}^2}{2} \right) \right] +$$

$$+ \bar{a} l^3 \left( \frac{Pl}{4} \right)^2 \left[ \frac{\bar{X}^8}{56} - \frac{\bar{X}^7}{7} + \frac{\bar{X}^6}{2} - \bar{X}^5 + \frac{5\bar{X}^4}{4} - \bar{X}^3 + \frac{\bar{X}^2}{2} - \right.$$



$$\begin{aligned}
 & -3T \left( \frac{\bar{X}^{10}}{90} - \frac{\bar{X}^9}{18} + \frac{\bar{X}^8}{14} + \frac{2\bar{X}^7}{21} - \frac{\bar{X}^6}{3} + \frac{\bar{X}^5}{5} + \frac{\bar{X}^4}{3} - \frac{2\bar{X}^3}{3} + \frac{\bar{X}^2}{2} \right) + \\
 & + 3T^2 \left( \frac{\bar{X}^{12}}{132} - \frac{\bar{X}^{11}}{55} - \frac{\bar{X}^{10}}{30} + \frac{\bar{X}^9}{9} + \frac{\bar{X}^8}{28} - \frac{2\bar{X}^7}{7} + \frac{\bar{X}^6}{15} + \frac{2\bar{X}^5}{5} - \right. \\
 & \left. - \frac{\bar{X}^4}{4} - \frac{\bar{X}^3}{3} + \frac{\bar{X}^2}{2} \right) - T^3 \left( \frac{\bar{X}^{14}}{182} - \frac{\bar{X}^{12}}{22} + \frac{\bar{X}^{10}}{6} - \frac{5\bar{X}^8}{14} + \frac{\bar{X}^6}{2} - \right. \\
 & \left. - \frac{\bar{X}^4}{2} + \frac{\bar{X}^2}{2} \right) \Bigg]; \quad (12)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_6 = \frac{Pl^4}{B_0} \Bigg[ & 0,025 - 0,0345T + \\
 & + \frac{\bar{a}}{4} \left( \frac{Pl}{4} \right)^2 (0,0555 - 0,203T + 0,2548T^2 - 0,1104T^3) \Bigg]. \quad (13)
 \end{aligned}$$

Для определения перемещений основания разделим условно фундамент на 11 равных участков длиной  $\lambda = \frac{2l}{11}$  (рис. 1).

Отпор постели выразится зависимостью

$$P_i = \frac{F_i}{l} + \alpha_i a_2; \quad (14)$$

где

$$\alpha_i = 1 - \frac{12}{121} i^2;$$

$i$  — порядковый номер участка.

Перемещения постели определяем численно, используя функции влияния, полученные Б. Н. Жемочкиным [3].

Для любой модели основания, нагруженной нагрузкой (14), можно представить перемещения  $i$ -й точки в следующем виде:

$$y_{in} = \bar{A} \left( \frac{F_i}{l} \rho_i + a_2 \gamma_i \right), \quad (15)$$

где  $\bar{A}$  — параметр, зависящий от модели упругого основания.

При этом правая часть условия (5) получит выражение

$$I_n = \lambda \bar{A} \left( \frac{F_i}{l} \nu + a_2 \beta \right). \quad (16)$$

Нами составлены таблицы значений коэффициентов  $\rho_i$ ,  $\gamma_i$ ,  $\nu$  и  $\beta$  для полупространства и плоской задачи.

Приравнивая выражения (16) и (13), получаем исходное кубическое уравнение для определения параметра  $T$  для железобетонного фундамента, симметрично нагруженного сосредоточенной в центре нагрузкой

$$T^3 - 2,307T^2 + m_1 T = m_2, \quad (17)$$

где

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 1,8385 + \frac{1}{\mu} (20,008 + 28,977 \beta t); \\
 m_2 &= 0,5031 - 14,488 \frac{(\nu t - 1)}{\mu}; \\
 \mu &= a(Pl)^2.
 \end{aligned} \quad (18)$$

При отсутствии трещин (при  $\bar{a}=0$ ) выражение для параметра  $T$  упрощается



$$T = \frac{1 - \nu t}{1,381 + 2\beta t}, \quad (19)$$

где  $t$  — показатель гибкости фундамента, равный

$$t = \frac{40 \bar{A} B_0}{11 l^4}. \quad (20)$$

Для абсолютно жестких фундаментов (при  $t \rightarrow \infty$ ) параметр  $T$  находится из выражения

$$t = -\frac{\nu}{2\beta}. \quad (21)$$

Для проверки предложенного инженерного метода расчета ленточных фундаментов были проведены испытания железобетонных блоков на песчаном основании в НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. В исследованиях было принято два типа размеров блоков в плане:  $2 l \times b = 260 \times 100$  (см) и  $2 l \times b = 160 \times 120$  (см). Кроме того, варьировалась толщина блоков  $h = 20, 30, 40$  (см) и процент армирования. Экспериментально изучены контактные давления, прогибы и напряжение в рабочей арматуре на всех стадиях нагружения. Проведенные испытания полностью подтвердили получаемую по разработанной методике трансформацию эпюры контактных давлений от седлообразной до параболической и подтвердили существенный эффект увеличения несущей способности фундаментов за счет перераспределения усилий и отпоров, вызванного трещинообразованием [4].

Харьковский ПромстройНИИпроект  
Всесоюзный заочный инженерно-  
строительный институт

(Поступило 20.5.1983)

საშენობლო მეცნიერება

ი. ლუჩკოვსკი, ო. თუთბერიძე

რკინაბეტონის ლენტური ფუნდამენტის ანგარიშისათვის

რეზიუმე

დამუშავებულია ლენტური ფუნდამენტების გაანგარიშების ინჟინრული მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს ფუნდამენტებში ბზარების წარმოქმნის შესაძლებლობას. ნაჩვენებია მისი გავლენა ფუნდამენტების ზიდვით უნარზე.

STRUCTURAL MECHANICS

I. Y. LUCHKOVSKY, O. B. TUTBERIDZE  
ON THE ANALYSIS OF R. C. STRIP FOUNDATIONS

Summary

Symmetrically loaded foundations have been considered. The rigidity of the foundation cross-section is in a nonlinear relation to the bending moment. Representing a contact pressure as a power series and using integral conditions of contact, a solution for any model of the base has been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. П. Винокуров. Прямые методы решения пространственных и контактных задач для массивов и фундаментов, Харьков, 1956.
2. И. Я. Лучковский, Г. Я. Биберман. Сб. «Сопротивление материалов и теория сооружений», в. XXVIII, Киев, 1974.
3. Б. Н. Жемочкин, А. П. Силицын. Практические методы расчета фундаментных балок и плит на упругом основании. М., 1962.
4. О. Б. Тутберидзе. ТИ, серия «Строительство и архитектура», № 3, Тбилиси, 1982.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Д. В. ТУРКИАН

СТРУКТУРНО-ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ СТРУКТУР

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 25.3.1983)

В настоящее время два фактора привели к практике повышения производительности систем путем объединения нескольких технологических каналов обработки в единую структуру: 1) невозможность увеличения скорости обработки системы в полной мере за счет увеличения быстродействия отдельных элементов; 2) невозможность обеспечения требуемой эффективности обработки при низкой надежности элементов без достаточного объема различных видов избыточности.

Общая задача построения надежных систем с высокой производительностью из элементов с ограниченной надежностью и невысокой производительностью решается в основном путем введения двух видов избыточности: структурной и временной.

Рассмотрим более подробно понятие «структурной избыточности». Суть ее заключается в том, что к ненадежному элементу вводятся избыточные элементы таким образом, чтобы выход из строя определенного числа любых элементов не приводил к отказу канала обработки в целом.

Разработан математический аппарат (структурный анализ), позволяющий анализировать надежность функционирования последовательно-параллельных избыточных структур [1].

Однако для произвольных многополюсных структур применение традиционных методов неэффективно.

Структурный анализ позволяет изучить объект в наиболее общем виде. Это обстоятельство побуждает использовать методы структурного анализа для оценки надежности функционирования вычислительных систем [2].

Будем полагать, что каждый элемент структуры и структура в целом могут находиться в двух состояниях: нормальное функционирование и отказ. Отказы элементов являются независимыми событиями.

В качестве математической модели исследуемых структур рассмотрим неориентированный граф. Ребрам графа сопоставляются элементы структуры. Каждому ребру графа приписывается вес, являющийся вероятностной характеристикой элемента. Суть метода заключается в аппроксимации структуры минимальными путями и сечениями.

Минимальный путь графа — минимально возможное множество элементов, которое обеспечивает нормальное функционирование структуры. Минимальное сечение — минимальное множество элементов, отказ которых приводит к отказу структуры.

Определим свойства монотонности и однородности структур.

Свойство монотонности заключается в том, что если  $H_a$  — состояние отказа структуры, то и  $H_a$  — также состояние отказа, когда  $\alpha^* \supseteq \alpha$ .

Прежде чем определить свойства однородности структуры, введем понятие полюса однородности структуры. Под полюсом структуры будем понимать элемент структуры, с которого начинается или которым

заканчивается технологический процесс обработки информации (канал обработки информации).

Структура будет называться алгоритмически однородной, если однородна технология обработки информации в каналах обработки информации.

В [1] получены оценки для надежности двухполюсной, монотонной структуры, состоящей из независимых элементов:

$$\prod_{k=1}^s \left[ 1 - \prod_{i \in B_k} (1 - p_i) \right] \leq p \leq 1 - \prod_{j=1}^r \left( 1 - \prod_{i \in A_j} p_i \right), \quad (1)$$

где  $A_j$ — $j$ -й минимальный путь;  $B_k$ — $k$ -е минимальное сечение;  $p_i$ —вес ребра графа.

Предлагаемые нами выводы позволяют получить оценки для надежности многополюсных, произвольных структур.

**Теорема 1.** *Надежность произвольной, алгоритмически однородной, монотонной многополюсной структуры, отказы элементов которой — независимые события, ограничена следующим неравенством:*

$$1 - \prod_{\alpha=1}^a \left\{ 1 - \prod_{k=1}^{S_\alpha} \left[ 1 - \prod_{i \in B_k} (1 - p_i) \right] \right\} \leq p \leq 1 - \prod_{\alpha=1}^a \left[ \prod_{l=1}^{r_\alpha} \left( 1 - \prod_{i \in A_l} p_i \right) \right], \quad (2)$$

где  $S_\alpha$  — число минимальных сечений для пары полюсов  $\alpha$ ;  $r_\alpha$  — число минимальных путей для пары полюсов  $\alpha$ ;  $a$  — число пар полюсов.

**Доказательство.** Для монотонных структур можно выделить множество минимальных путей  $A_l$  и множество минимальных сечений  $B_k$ .

С каждым минимальным путем  $A_l$ ,  $l=1, \dots, r_\alpha \cdot a$  можно связать двоичную функцию

$$\alpha_l(x) = \prod_{i \in A_l} x_i, \quad (3)$$

которая принимает значение 1, если все элементы в минимальном пути нормально функционируют, и 0 в противном случае.

Очевидно, что  $\alpha_l$  — структурная функция системы, у которой все элементы, принадлежащие  $l$ -му минимальному пути, соединены последовательно.

Аналогично каждому минимальному сечению  $B_k$ ,  $k=1, \dots, S_\alpha \cdot a$  можно поставить в соответствие двоичную функцию

$$\beta_k(x) = 1 - \prod_{i \in B_k} (1 - x_i), \quad (4)$$

которая принимает значение 0, если все элементы  $k$ -го минимального сечения неисправны, и 1 в противном случае, т. е. если нормально функционирует хотя бы один из элементов этого сечения. Таким образом,  $\beta_k$  — структурная функция системы, в которой все элементы, принадлежащие  $k$ -му минимальному сечению, соединены параллельно. Составим структурные функции  $\varphi(x)$  и  $f(x)$ :

$$\varphi(x) = 1 - \prod_{\alpha=1}^a \left\{ \prod_{l=1}^{r_\alpha} [1 - \alpha_l(x)] \right\}, \quad (5)$$

$$f(x) = 1 - \prod_{\alpha=1}^a \left[ 1 - \prod_{k=1}^{S_\alpha} \beta_k(x) \right]. \quad (6)$$



Согласно (5), структура функционирует нормально, если для всех возможных пар полюсов нормально функционирует по крайней мере один минимальный путь.

Согласно (6), сеть функционирует нормально, если нормально функционирует хотя бы один элемент в одном из возможных сечений (однородная система).

Основываясь на соотношениях (3, 4, 5, 6), получаем следующие оценки для надежности однородных монотонных структур:

$$1 - \prod_{\alpha=1}^a \left\{ 1 - \prod_{k=1}^{S_{\alpha}} \left[ 1 - \prod_{i \in B_k} (1 - p_i) \right] \right\} \leq p_c \leq 1 - \prod_{\alpha=1}^a \left[ \prod_{l=1}^{r_{\alpha}} \left( 1 - \prod_{i \in A_l} p_i \right) \right].$$

Выведем такое же соотношение для случаев алгоритмически неоднородных структур.

**Теорема 2.** *Надежность функционирования произвольной, алгоритмически неоднородной, многополюсной, монотонной структуры, отказы элементов которой — независимые события, определяется из соотношения:*

$$\prod_{\alpha=1}^a \left\{ \prod_{k=1}^{S_{\alpha}} \left[ 1 - \prod_{i \in B_k} (1 - p_i) \right] \right\} \leq p_c \leq \prod_{\alpha=1}^a \left[ 1 - \prod_{l=1}^{r_{\alpha}} \left( 1 - \prod_{i \in A_l} p_i \right) \right]. \quad (7)$$

**Доказательство.** Исходя из монотонности и алгоритмической неоднородности структуры составляем структурные функции  $\varphi(x)$  и  $f(x)$ :

$$\varphi(x) = \prod_{\alpha=1}^a \left\{ 1 - \prod_{l=1}^{r_{\alpha}} [1 - \alpha_l(x)] \right\}, \quad (8)$$

$$f(x) = \prod_{\alpha=1}^a \left[ \prod_{k=1}^{S_{\alpha}} \beta_k(x) \right]. \quad (9)$$

Двоичные функции  $\alpha_l(x)$  и  $\beta_k(x)$  определяются по формулам (3, 4).

Основываясь на выражениях (3, 4, 8, 9), составляем следующие оценки для надежности рассматриваемой структуры:

$$\prod_{\alpha=1}^a \left\{ \prod_{k=1}^{S_{\alpha}} \left( 1 - \prod_{i \in B_k} (1 - p_i) \right) \right\} \leq p_c \leq \prod_{\alpha=1}^a \left[ 1 - \prod_{l=1}^{r_{\alpha}} \left( 1 - \prod_{i \in A_l} p_i \right) \right].$$

$a = 1$

**Частный случай.** Очевидно, в случае двухполюсных структур условие однородности теряет свой смысл и выражения, оценивающие надежность структур (2, 7), должны в случае  $a=1$  сводиться к виду (1).

Процесс анализа произвольных многополюсных структур можно разделить на пять этапов:

1. Построение ориентированного графа структуры.
2. Анализ структуры на алгоритмическую однородность, выбор оценочных соотношений.



3. Построение множества минимальных путей и минимальных чений.
4. Расчет надежности по выбранным соотношениям.
5. Определение оценки среднего времени работы до отказа структуры

$$\left( T \leq \int_0^{\infty} p dt \right).$$

Таким образом, метод структурно-вероятностного анализа позволяет оценить показатели надежности произвольных структур, представленных в общем виде.

Подобный подход к анализу структур необходим на раннем этапе проектирования, при выборе структуры комплекса технических средств.

(Поступило 31.3.1983)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

დ. თურკიანი

ნებისმიერ სტრუქტურათა ფუნქციონირების საიმედოობის სტრუქტურულ-ალბათობითი ანალიზი

რეზიუმე

ნებისმიერ სტრუქტურათა ფუნქციონირების საიმედოობის სტრუქტურულ-ალბათობითი ანალიზის მეთოდი დაფუძნებულია სტრუქტურის აბრკისიმაციაზე მინიმალურ გზათა და მინიმალური კვეთების მრავლობითობით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

D. V. TURKIYAN

## STRUCTURAL-PROBABILISTIC ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF RANDOM STRUCTURES

### Summary

The method of structural-probability analysis of the reliability of random structures is based on the approximation of the structure by sets of minimal ways and minimal sections. Analytical expressions determining the values of reliability indices of multi-element structures are proposed.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Барлоу, Ф. Прошан. Математическая теория надежности. М., 1969, 301—306.
2. Д. В. Туркиян. Сб. «Проектирование технических средств АСУ». Киев, 1973, 25—26.
3. Методы введения избыточности для вычислительных систем. Под ред. В. С. Пугачева. М., 1966, 151—159.



Г. Ш. ТАТАРАШВИЛИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ СРЕДЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.4.1983)

Для определения влияния попеременного увлажнения и высыхания на прочностные и деформационные свойства бетона были изготовлены образцы размерами  $20 \times 30 \times 180$  мм из мелкозернистого бетона. Часть образцов испытывалась при длительном действии нагрузки. Часть образцов после пропарки была разделена на две серии. Образцы первой серии были помещены в эксикаторы над водой, а образцы второй серии — в эксикаторы над серной кислотой с плотностью раствора 1,42, чему соответствует относительная влажность среды 30%. После 30 суток, по достижении образцами равновесного влажностного состояния со средой, они были испытаны до разрушения при кратковременном действии нагрузки на изгиб двумя сосредоточенными силами в третях пролета. Половинки балочек после испытания на изгиб испытывались на сжатие в специальных пластинках (аналогично стандартным испытаниям половинок призм при определении активности цемента). При этих испытаниях определялся также максимальный прогиб при разрушении в середине пролета индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм и устанавливалась влажность образцов взвешиванием другой половинки и последующим ее высушиванием в сушильном шкафу до постоянного веса. Образцы в вышеописанных влажностных условиях находились в течение 2 недель. После каждых 14 суток влажность среды менялась со 100 на 30% и наоборот. При каждой замене влажности испытывалось по три образца из обеих серий, и каждый раз определялись все четыре параметра, т. е. влажность бетона, максимальный прогиб при разрушении, прочность на изгиб и на сжатие.

На рис. 1 даны усредненные значения всех параметров, определенные по трем образцам-близнецам первой серии при попеременном высушивании и увлажнении (три цикла), а на рис. 2 — то же самое для образцов второй серии.

Начальная влажность образцов первой и второй серий, равновесных со средой с относительной влажностью 100 и 30%, была соответственно 8,9 и 6,4%, т. е. образцы, находящиеся в 100% влажностной среде, имели влажность на 39% выше, чем образцы, находящиеся в 30% среде.

Вследствие этого прочность на изгиб образцов первой серии ниже, чем прочность образцов второй серии примерно на 20%, а максимальные прогибы при разрушении мало отличаются друг от друга. Меньшая прочность образцов первой серии объясняется сравнительно высокой влажностью этих образцов, так как вода является адсорбционно активной средой и понижает прочность бетона (эффект Ребиндера), но, как видно из графиков, эффект облегчения деформации не наблюдается.



С потерей влаги образцами первой серии (с 8,9 до 6,7%) на 14-е сутки в первом периоде высыхания на 14-е сутки наблюдается увеличение прочности как на изгиб, так и на сжатие. При сопоставлении этих данных с результатами испытания нагруженных образцов видно, что после первоначального спада прочности на изгиб нагруженных образцов происходит ее нарастание и на 20-е сутки они почти достигают первоначальной прочности, а ненагруженные образцы уже на 14-е сутки превосходят свою первоначальную прочность на 20%.

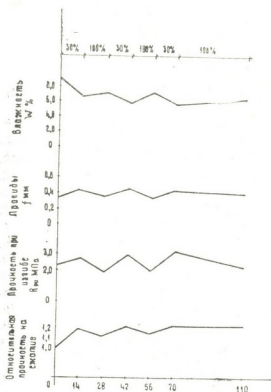


Рис. 1. Кривые изменения влажности, прогибов при разрушении, прочности на изгиб и на сжатие образцов первой серии

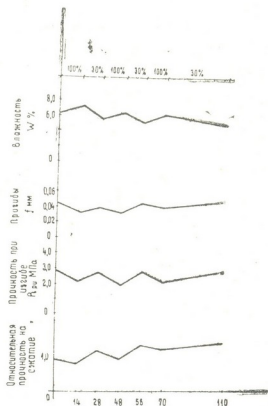


Рис. 2. Кривые изменения влажности, прогибов при разрушении, прочности на изгиб и на сжатие образцов второй серии

Влажность образцов второй серии в первом полуцикле (14-е сутки) увеличивается всего на 11%, что способствует уменьшению прочности на изгиб до 30%, а на сжатие — всего на 5%.

Периодическое изменение влажности в течение трех циклов приводит к уменьшению влажности образцов. Из приведенного экспериментального материала видно, что наблюдается тенденция монотонного нарастания прочности образцов как при изгибе, так и при сжатии. Прогобы образцов менее чувствительны к попеременным изменениям влажности среды в течение трех циклов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт строительной механики  
 и сейсмостойкости  
 им. К. С. Завриева

ბ. თათარაშვილი

ბეტონის სიმტკიცეში და დეფორმაციაში გარემოს ტენიანობის  
 ციკლური ცვალეზალოზის გავლენის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია ბეტონის ფიზიკური და მექანიკური თვისებები, გამოწვეული სხვადასხვა ტენიანი გარემოს მოქმედების შედეგად. მიღებული შედეგების ანალიზით შეიძლება დავასკვნათ, რომ გარემოს ტენიანობის ციკლური ცვალეზალოზის დროს ხდება ბეტონის სიმტკიცის მონოტონური ზრდა.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

G. Sh. TATARASHVILI

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE CYCLIC CHANGE  
 OF THE HUMIDITY OF THE MEDIUM ON THE STRENGTH  
 AND STRAIN PROPERTIES OF CONCRETE

Summary

The influence of an intermittent humidity change of the medium on the physico-mechanical properties of concrete is studied.

As seen from the experimental material analysis at a cyclic change of the humidity of the medium, a tendency to a monotonous increase of the concrete strength is observable.



Д. В. ЛОМИДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ КОРНЕЙ ДУБА НА ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

(Представлено членом-корреспондентом М. К. Дараселия 25.1.1984)

Большие площади горных районов, подверженные водной и ветровой эрозии, лишены растительного покрова. Только на небольших площадях обнаженных склонов встречаются отдельные представители древесных растений, которые растут и развиваются в неблагоприятных условиях. Облесение склонов гор, лишенных почвенного покрова, имеет большое природоохранное, средообразующее, водорегулирующее и, наконец, эстетическое значение.

Успехи лесокультурных работ в таких трудных условиях роста и развития древесной растительности зависят от физических свойств и состояния горных пород и экологически обоснованного подбора древесных пород.

В данной статье рассматривается вопрос влияния корней дуба на горные породы.

Крупные корни деревьев, внедряясь в трещины горных пород, приводят к ее разрыхлению. Разрыхленный слой отличается от основной горной породы окраской и пронизанностью мелкими корнями. В этом слое нами был определен количественный и качественный состав гумуса.

Объектами исследования служили наиболее распространенные почвообразующие породы дубового пояса Восточной Грузии: 1) глинистый песчаник (Триалетский хребет, с. Цодорети); 2) глинистый сланец (Триалетский хребет, с. Алгети); 3) известняк (Сурамский хребет, даба Сурами); 4) гранит (Сурамский хребет, с. Али); 5) базальт (Триалетский хребет, Боржомский район). Всего было взято пять образцов, соскобленных от глинистого песчаника, глинистого сланца, известняка, гранита и базальта.

Количество азота колеблется в пределах 0,04—0,08% от общей массы соскобленных образцов. Наибольшее количество отмечается в соскобленных образцах глинистого сланца, глинистого песчаника и известняка, а наименьшее — в образцах гранита. Такое различие в содержании азота в образцах, по-видимому, связано с более эффективным влиянием корней дуба на некоторые горные породы. Отношение углерода к азоту равно 10,0—13,8.

Во всех образцах наблюдается низкое содержание гуминовых кислот по сравнению с фульвокислотами. Содержание гуминовых кислот в образцах колеблется в пределах 15,05—20,42, при этом в их составе резко преобладает фракция 2, связанная с двухвалентными катионами (с кальцием и магнием).



Содержание вновь образованной рыхлосвязанной гуминовой кислоты (фракция 1) более низко и не превышает 4,41% от первоначального содержания углерода.

Самым высоким содержанием характеризуются фракции 1а, 3 и 4, что указывает на доминирующее положение среди фульвокислот фракций, связанных в основном с подвижными  $R_2O_3$ , глиной и устойчивыми  $R_2O_3$ . В силу того что фульвокислоты более агрессивны по сравнению с гуминовыми кислотами [1], они оказывают разлагающее влияние на минеральную часть горной породы и тем самым ускоряют их выветривание.

Среди фульвокислот самым низким содержанием характеризуются фракции 1 и 2. Их общее содержание не превышает 12,79%.

Состав гумуса в соскобленных образцах горных пород, % от общего органического С

Горная порода	% от массы			Гуминовые кислоты			
	С	N	C:N	Фракции			Сумма
				1	2	3	
Глинистый песчаник	0,84	0,07	12,0	2,34	9,51	4,56	16,41
Глинистый сланец	0,80	0,08	10,0	3,84	11,91	4,67	20,42
Известняк	0,79	0,07	11,26	4,41	10,79	2,83	18,00
Гранит	0,48	0,04	12,00	3,46	11,36	2,34	17,16
Базальт	0,69	0,05	13,80	1,11	8,69	5,27	15,05

Горная порода	Фульвокислоты					Сумма	Сумма всех фракций	Нерастворимый остаток
	Фракции							
	1а	1	2	3	4			
Глинистый песчаник	8,96	3,98	2,14	16,45	18,00	49,53	65,94	34,06
Глинистый сланец	9,09	3,67	4,11	9,17	17,52	43,56	63,98	36,02
Известняк	4,51	4,01	8,78	11,83	14,66	43,79	61,79	38,21
Гранит	9,74	1,88	6,41	10,72	14,04	42,79	59,95	40,05
Базальт	7,84	4,63	3,76	12,89	14,65	43,77	58,82	41,18

В исследуемых образцах отмечается высокое содержание нерастворимого остатка (34,06—41,18% от общего углерода). Как известно, в зависимости от биоклиматических условий гумусообразования он состоит из продуктов неполной гумификации растительных остатков [2]. Такое высокое содержание нерастворимого остатка, безусловно, объясняется низкой гумификацией растительных остатков в трещинах горных пород.

Таким образом, в процессе жизнедеятельности древесных растений на смытых и оголенных склонах, в местах соприкосновения корней с горными породами в трещинах разрыхленная масса обогащается гумусом, который имеет фульватный тип.

Институт горного лесоводства  
им. В. З. Гулишвили  
Минлесхоза ГССР

ჯ. ლომიძე

მუხის ფესვების მოკმელება მთის ქანებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ჰუმუსის შედგენილობა მთის ქანების ნაპრალებში გამავალ ფესვების ქანებთან შეხების ადგილებიდან ჩამოფხეკილ ნიმუშებში.

ჰუმუსის მკავეების შემცველობა მერყეობს სხვადასხვა ნიმუშებში 15,05—20,42% -მდე, ხოლო ფულვოკმაკავეებისა — 42,79—49,53%.

უხსნადი ნაშთი შეადგენს 34,06—41,18%.

SOIL SCIENCE

D. V. LOMIDZE

## THE INFLUENCE OF OAK FORESTS ON ROCKS

Summary

The composition of humus samples, scraped from some mountain rocks in the places of contiguity with the roots was investigated. The humic acids of the samples scraped from different mountain rocks total 15.05-20.42%. A substantial decrease of fulvoacids (42.79-49.53%) is observed. The insoluble deposit amounts to 34.06-41.18%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Возбуждая. Химия почвы. М., 1968.
2. Д. В. Хан. Почвоведение, № 11, 1950.



Н. Д. ДЖУГЕЛИ

## НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО КУЛЬТУРНОЙ ФЛОРЕ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцишвили 14.3.1983)

В настоящее время общепризнано, что первичный географический генцентр рода *Prunus* Mill приурочен к Закавказью, которое и представляет собой область широкой эволюции названного рода и отдельных его видов. [1—4]. Здесь сосредоточено наибольшее число видов и форм данного рода. В Грузии хорошо сохранились дикие виды, обильно представлены формы, переходные от диких к культурным, и, наконец, распространено множество культурных форм и сортов этого рода.

Сортовое богатство и многообразие видов рода *Prunus* Mill., аутохтонный характер происхождения целого ряда его форм, а также большое разнообразие диких и переходных форм в лесах нашей республики дают основание утверждать, что эволюция рода *Prunus* Mill. проходила, протекает в нашу эпоху и будет продолжаться в основном на территории Грузии, а также на ближайших соседних территориях.

В Грузии особенно широко распространены культурные и дикие представители вида *P. cerasifera* Ehrh. (ткемали), причем и те, и другие характеризуются большим полиморфизмом. *P. vachuschtii* Breg. (алуча), наоборот, мономорфное растение, и известны только культурные его формы [5, 6].

*P. vachuschtii* Breg. (алуча) как обособленный вид был выделен Н. Н. Брегадзе в 1948 г. В дальнейшем (1975 г.) им же была прослежена видовая дифференциация *P. cerasifera* Ehrh. (ткемали), а под видом *P. vachuschtii* Breg. были объединены все распространенные в Грузии алучи, причем был дан латинский диагноз этого нового вида [7, 8].

Народная селекция в Грузии уже с давних пор твердо различает алучу (*P. vachuschtii* Breg.) и ткемали (*P. cerasifera* Ehrh.) как отдельные плодовые формы, четко выделяя встречающиеся в природе и промежуточные между ними формы, давая им соответствующие наименования. Именно одной из таких промежуточных форм и является алучаткемали. Под названием «алучаткемали» грузинское население республики подразумевает сладкоплодные формы, которые по сладости, сочности и форме плода приближаются к алуче, но обладают также свойствами ткемали. В разных районах Грузии эти формы известны под различными названиями. Так, например, повсеместно в Восточной Грузии и в Квемо Имерети их называют алучаткемали, и



Земо Имерети — балткемали, в Мегрелии — алуцакомур, в Гурии — сладким ткемали, в районах Вани, Самтрედия, Цулукидзе — алучисбуши, что должно быть вызвано преимущественным сходством этого растения с алушой. Однако это название прямо указывает также на естественное скрещивание алучи не с алушой же, а с каким-то другим видом (буши по-грузински означает ублюдок, незаконнорожденный).

Изучение алучаткемали как одного из культурных плодовых растений имеет немалое значение в решении практических вопросов его использования, а исследование путей его становления, формирования и генетических взаимоотношений с другими представителями рода *Prunus* Mill. обогащает наши познания об эволюционном процессе в этом полиморфном роде.

Н. Н. Брегадзе [9, 10] в своих работах приводит грузинское описание алучаткемали без латинского диагноза. Этот пробел мы восполняем в данной работе. Ниже приводятся составленные нами описание и диагноз на латинском языке.

### Алучаткемали

Дерево 3—4 м высоты. Однолетние побеги голые, колючек нет. Листья яйцевидные или овальные, у основания клиновидные или ширококлиновидные, к верхушке заостренные, сверху голые, снизу по главной жилке у основания сильно опушенные, черешок голый. Плоды крупные (20,5 г), округлые с выпуклыми боками (31,4×31,4×33,2 мм), красные с белыми точечками, с неглубокой воронкой у плодоножки, брюшной шов отсутствует, вершина плода округлая, поверхность плода покрыта тонким восковым налетом. Кожица тонкая, мякоть красная, мягкой консистенции, очень сочная, сладкая, со слабой кислотностью у косточки. Мякоть от косточки не отделяется, плодонжка средней длины, утолщенная.

Косточка в среднем весит 0,54 г, овальная (17,8×11,8×6,9 мм), у основания суженная, верхушка ширококлиновидная, спинной шов с глубокой бороздкой, брюшной шов острый, с небольшим килем, боковые бороздки отсутствуют, имеются боковые ребра.

Тип: ГССР, окрестности Тбилиси — Дигоми, экспериментальная база Института ботаники АН ГССР.

Тип хранится в гербарии отдела культурной флоры Института ботаники АН ГССР.

Географическое распространение: по всей Грузии (в культуре) до высоты 800—900 м н. у. м.

*Prunus alutschatkemali* Brèg. et Dschug.-*Prunus cerasifera* Ehrh. × *P. vachuschtii* Breg.

Arbor 3-4 m inermis. Folia ovata vel elliptica basi cuneata vel late cuneata apicem versus sensim acuminata margine duplicato-serrata, supra glabra subtus ad nervum medium basi valde pubescentia, petiolus glaber. Drupa magna orbiculata lateribus convexis carnea albo-punctata, impressione pedunculi conspicua, crassa succulenta dulcis. Pedunculus haud longus incrassatus. Putamen circa 0,54 gr, 17,8×11,8×6,9 mm basi auqstatum, et truncatum, apex late-cuneata, sutura dorsalis valde sulcata, sutura ventralis subcarinata acuta.

Typus. Georgia in vicinitate app. Tbilisi, Digomi 17.VI.1970, leg. N. Dschugeli (TBI). Distributio geographica. Georgia in cultura.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 8.4.1983)

ბოტანიკა

ბ. ჯუღელი

ახალი მონაცემები საქართველოს კულტურული ფლორის შესახებ

რეზიუმე

ბიომორფოლოგიური ნიშნების შესწავლის საფუძველზე აღწერილია საქართველოში ფართოდ გავრცელებული *Prunus* Mill.-ის გვარის ერთ-ერთი ჰიბრიდული ფორმა ალუჩატყემალი (*Prunus alutschatkemali* Breg. et Dschug.-*P. cerasifera* Ehrh. x *P. vachuschtii* Breg.). მოცემულია მისი სინონიმები, მისი მნიშვნელობა *Prunus* Mill.-ის ფორმათა წარმოქმნა-ვევოლუციაში და ლათინური დიაგნოზი.

BOTANY

N. D. JUGELI

NEW DATA ON GEORGIAN CULTURAL FLORA

Summary

*Prunus alutschatkemali* Breg. x *Dschug.-Pr. cerasifera* Ehrh. x *Pr. vachuschtii* Breg. is described on the basis of a biomorphological study. It is a widely distributed form in the Georgian cultural flora of the genus *Prunus* Mill, originating from spontaneous hybridization. Its synonyms, significance in the formation of the representatives of the genus *Prunus*, and Latin diagnosis are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Т. Екимов. Труды Всесоюзного съезда по генетике, семеноводству и племенному животноводству, т. III. Л., 1929.
2. Н. И. Вавилов. Избранные труды. Л., 1965.
3. П. М. Жуковский. Культурные растения и их сородичи. М.—Л., 1964, 463—470.
4. Е. И. Синская. Историческая география культурной флоры, Л., 1969, 130—139.
5. ნ. ხომიზურაშვილი, ე. ერისთავი. საქართველოს ხილი, 1, თბილისი, 1939.
6. ნ. კეცხოველი. კულტურულ მცენარეთა ზონები საქართველოში. თბილისი, 1957.
7. ბრეგაძე. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები, XII, 1948, 175—199.
8. Н. Н. Брегадзе. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1975.
9. ნ. ბრეგაძე. სამეგრელოს ხეილმცენარეები, თბილისი, 1966, 80—81.
10. ნ. ბრეგაძე. საქართველოს ქლიავი, თბილისი, 1969, 41—42.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

О. К. ЦИЦИЛАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ КАЛИЙНОГО ГОЛОДАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ ВИНОГРАДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 31.5.1984)

В наших предыдущих исследованиях показано, что в вегетативных органах винограда иногда отмечается понижение содержания калия, оказывающее отрицательное влияние на урожай и качество продукции, что объясняется нарушением как поглотительной деятельности корней, так и образованием ассимилятов в листе и их транспортом в ягоды. На этот факт указывают и другие исследователи [1, 2].

Указанные вопросы в основном изучались на однолетних культурах.

Для создания глубокого калийного дефицита опытные растения выращивались на бескалийной среде с предварительным промыванием их сильным током воды под давлением. Благодаря использованию данного способа, из тканей было удалено до 90% калия, который, как нами установлено, не вызывает заметных повреждений тканей [3, 4].

В настоящем исследовании основное внимание мы уделяли изучению ассимиляции  $C^{14}O_2$  и метаболизации органических кислот и аминокислот в листьях винограда при калийном голодании.

Как сеянцы, так и промытые вышеуказанным способом побеги укоренились на дистиллированной воде, после чего часть этих растений была перенесена на полную питательную смесь (ППС), а другая часть — на питательную смесь без калия. Для компенсации хлора в этом случае  $KCl$  заменяли  $MgCl_2$ . На отмеченных питательных средах растения выращивали в течение 2 месяцев, при этом смену растворов проводили один раз в неделю. Использованные растением питательные растворы собирали, по окончании опыта выпаривали под вакуумом и параллельно с растительным материалом подвергали анализу.

Первую серию опытов проводили над растениями, выращенными из семян на полной питательной смеси и на среде, не содержащей калия. На указанных вариантах было изучено включение  $C^{14}O_2$  в продукты фотосинтеза [5]. Общая активность фотосинтетической камеры составляла 600 мккюри. Была рассчитана общая активность растения в целом, а также активность каждой фракции — аминокислот, органических кислот и сахаров. С помощью бумажной хроматографии были разделены аминокислоты и органические кислоты [6], аммиачный азот определяли по А. Д. Лашхи [7].

В опытах, в которых были использованы сеянцы, содержащие калий, значительных изменений в интенсивности ассимиляции  $CO_2$  в листьях при недостатке калия не было обнаружено, но менялось распределение  $C^{14}$  в различных группах ассимилятов и тормозился отток последних из листьев в стебли и корни винограда.

Следующая серия опытов была поставлена на растениях, выращенных из промытых побегов, на ППС и на ПС (без калия). На бескалийном варианте содержание калия в листьях уменьшилось до 80% (составляло 180 мг/100 сухой массы), в побегах и корнях — до 85—95% (составляло 80—85 мг/100 сухой массы). Это привело к торможению роста растений — корней на 50—60%, а надземной массы на 40—50%; в этом случае был создан более глубокий калийный дефицит, что, в свою очередь, способствовало более сильному изменению механизма фотосинтетического аппарата, который выразился в изменении содержания хлорофилла в листьях. Так, у растений на полной питательной среде содержание хлорофилла *a* (в мг/на сырую



массу) составляло 2,61, а хлорофилла *b* — 0,76, на бескалийной среде — 1,98 и 0,50 соответственно.

Необходимым компонентом системы синтеза хлорофилла является железо. Поэтому было изучено влияние дефицита калия на содержание железа, а также другого микроэлемента — молибдена в листьях растений. При этом было отмечено значительное понижение железа в листьях растений, не получавших калия.

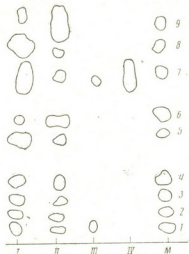


Рис. 1. Содержание органических кислот в листьях винограда и в питательной среде после нахождения на ней растений: I — листья, вариант NP, II — листья, вариант NPK, III — среда NP, IV — среда NPK, M — метки: 1 — щавелевая, 2 — глюконовая, 3 — глюкуроновая, 4 — винная, 5 — лимонная, 6 — яблочная, 7 — малоновая, 8 — янтарная, 9 — фумаровая кислоты

Дефицит калия значительно влияет на обмен веществ в клетках листьев винограда, в частности резко снижает содержание яблочной и фумаровой кислот, и, наоборот, увеличивает содержание янтарной,

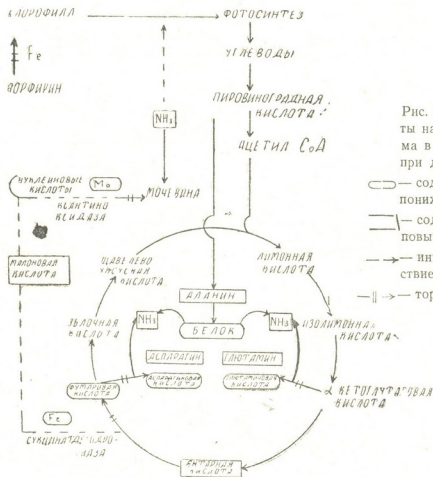


Рис. 2. Некоторые аспекты нарушения метаболизма в растении винограда при дефиците калия:

- содержание вещества понижается,
- содержание вещества повышается,
- - - ингибирующее действие,
- ||- торможение реакций

лимонной и малоновой кислот. Особый интерес вызывает содержание малоновой кислоты. Одной из причин такого накопления могло быть торможение ее выведения из растения через корневую систему. Анализ питательного раствора после нахождения на нем растений показал,





что на полной питательной среде малоновая кислота выделяется в среду, в то время как количество выделившейся малоновой кислоты при калийном дефиците значительно ниже (рис. 1).

Известно, что малоновая кислота является ингибитором сукцинатдегидрогеназы, участвующей в превращении янтарной кислоты в фумаровую. Сукцинатдегидрогеназа, кроме того, требует присутствия железа, содержание которого в листьях дефицитных растений также понижается. Торможение активности сукцинатдегидрогеназы в условиях накопления малата и понижения уровня железа вполне могло наблюдаться в листьях дефицитных растений. В пользу этого свидетельствуют отмеченные нами накопление янтарной кислоты и снижение содержания фумаровой кислоты. При этом возможно нарушение превращений и других кислот в цикле Кребса (рис. 2).

Образуемая с помощью сукцинатдегидрогеназы фумаровая кислота является важным звеном и в азотном обмене, акцептируя и, таким образом, обезвреживая аммиак, образующийся при диссимиляции белков и нуклеиновых кислот (рис. 2). Эту же роль играет и мочеви́на, одним из первых этапов образования которой является окисление пуриновых оснований с помощью ксантиноксидазы. Интересно, что, по некоторым данным, ксантиноксидаза (рис. 2), также чувствительна к присутствию малоната и требует молибдена, содержание которого понижено при недостатке калия. Можно было полагать поэтому, что накопление малоната и снижение содержания фумаровой кислоты могут повлиять и на азотный обмен.

В связи с этим мы изучили некоторые стороны азотного метаболизма и выявили, что при недостатке калия аммиак увеличивается в 3 раза, а содержание аминокислот — в 2 раза по сравнению с контролем. Эти изменения происходили на фоне общего накопления небелковых и снижения белковых форм азота, которые могли означать ингибирование синтеза или усиление распада белков при недостатке калия.

Изучение состава свободных аминокислот в листьях виноградской лозы при недостатке калия показало накопление основных аминокислот лизина, гистидина, аргинина. Одновременно происходило накопление из амидов — аспарагина и глутамина. Количество последних, являющихся первичными продуктами аминирования органических кислот цикла Кребса, при недостатке калия снижалось. Повидимому, это являлось следствием снижения содержания акцепторов аммиака — фумаровой и  $\alpha$ -кетоглутаровой кислот.

В этом случае увеличение содержания амидов могло быть адаптационным процессом, способствующим связыванию наибольших количеств аммиака при ограничении содержания кислот — акцепторов. Увеличение содержания аргинина могло быть следствием активации при калийном дефиците альтернативного пути — орнитинового цикла. Однако путем образования ами-

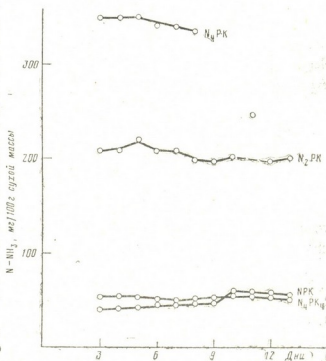


Рис. 3. Изменение содержания аммиачного азота в листьях винограда при разных соотношениях в среде азота и калия



дов растению не удается утилизировать весь аммиак, образующийся в результате нарушения процессов синтеза и активации распада белков, и поэтому аммиак в дефицитных по калию растениях накапливается. О тесной связи между накоплением аммиака и содержанием калия свидетельствуют опыты по изучению соотношения вносимых в среду азота в виде  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и калия в виде  $\text{KCl}$  (рис. 3). При увеличении содержания азота в 2 и 4 раза по сравнению с контролем (NPK) отмечалось пропорциональное увеличение содержания аммиачного азота в листьях уже на 3-й день эксперимента, и наоборот, при одновременном повышении содержания азота и калия в питательной среде избыток азота нивелировался, поэтому содержание аммиачного азота в листьях растений вариантов  $\text{N}_4\text{PK}_4$  и NPK было практически одинаковым на протяжении всего опыта и не превышало 60 мг на 100 г сухой массы.

Отмеченные выше нарушения метаболических процессов, вызванные недостатком калия, полностью обратимы. Добавление калия в среду усиливает выделение корнями малоновой кислоты, и ее содержание в тканях понижается. Позднее снижается содержание янтарной и повышается уровень фумаровой кислоты в листьях. Снижается содержание свободных аминокислот, усиливается синтез белка, активизируется рост, увеличивается вес растения.

Научно-исследовательский институт  
садоводства, виноградарства и  
виноделия Госкомсельхозпроизводства  
ГССР

(Поступило 31.5.1984)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ო. წიცილაშვილი

კალიუმის დეფიციტის გავლენა ვაზში ნივთიერებათა ცვლის  
ზომიერებებზე

რეზიუმე

ნივთიერებათა ცვლაზე განხილულია კალიუმის დეფიციტის გავლენის ორი შესაძლებლობა. ინჰიბიტორების დაგროვება რეაქციებისათვის — მალონის მეთილესა და ამილეს სახით და აქტივატორი მიკროელემენტების — რკინისა და მოლიბდენის — რაოდენობრივი შემცირება.

PLANT PHYSIOLOGY

O. K. TSITSILASHVILI

THE INFLUENCE OF K DEFICIENCY ON SOME ASPECTS  
OF METABOLISM IN VINE PLANTS

Summary

In the presence of K deficiency the content of chlorophyll in vine leaves was found to be reduced; the distribution of photosynthetically introduced  $\text{C}^{14}\text{O}_2$  changes in various groups of assimilates and inhibits their transport from leaves.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. И. Выхребенцева. Физиол. раст., т. 10, вып. 3, 1963.
2. А. Л. Курсанов и др. ДАН СССР, 162, № 1, 1965.
3. O. K. Tsitsilashvili. 8th Internat. Colloquium on plant analysis and Fertilizer Problems. In: "Plants Nutrition, 1978", New Zealand, 1978.
4. O. K. Цицилашвили. Физиол. раст., т. 25, вып. 4, 1978.
5. O. B. Зелинский и др. Методы применения радиоактивного углерода  $\text{C}^{14}$  для изучения фотосинтеза. М.—Л., 1955.
6. Л. А. Филиппова, Т. А. Глаголева. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.—Л., 1962.
7. А. Д. Лашхи. Сб. «Анализ виноградных продуктов». Тбилиси, 1955.





ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Д. ПАНЦХАВА, Н. З. КИПИАНИ

**СТРЕССОВЫЙ МЕХАНИЗМ СТИМУЛЯЦИИ  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИИ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 12.3.1983)

На протяжении многих лет нами исследовались изменения системы крови при самых различных состояниях животного организма, вызванных экстремальными условиями, эпизоотическими и экспериментальными инфекциями, инвазиями, сельскохозяйственными ядохимикатами, антибиотиками, сульфаниламидными препаратами [1], скормливанием лактогенно действующих кормовых растений и других стимуляторов [2, 3]. Постоянно встречающиеся гемодинамические и гемопоэтические изменения размерных распределений эритроцитов (РРЭ) и отклонения средней осмотической резистентности эритроцитов (УСОРЕ), естественно, были объяснены небольшим количеством типов изменений и ограниченностью реагирования самих эритроцитов, кровяных депо и кроветворных органов. Мысль об идентичности этих и стрессовых реакций пришла намного позже.

В 1981 г., исследуя механизмы лактогенного действия кормовых растений, постепенно вносимых в рацион сельскохозяйственных животных: козлятника восточного, сахарной свеклы и турнепса, мы убедились в широчайшей аналогии изменений системы крови при скормливании этих растений и воздействии обыкновенных стрессоров. В обоих случаях УСОРЕ и РРЭ при малой интенсивности раздражителя обнаруживали вначале гемодинамические, а потом гемопоэтические изменения, при большей интенсивности же гемодинамические изменения не наблюдались. ЛКК показывала ранний лимфоцитоз с последующей лимфо- и эозинопенией. Пересмотрев вышеупомянутый многолетний экспериментальный материал и судя по методам исследований аналогии и умозаключения, можно утверждать, что, помимо болезнетворных начал, все стимуляторы и многие лечебные средства должны быть признаны стрессорами широкого спектра.

В 1982 г., изучая сходства и различия между стрессовым действием известных стрессоров, с одной стороны, и самыми разнообразными воздействиями вышеупомянутых факторов, с другой, мы получили дальнейшие подтверждения, основанные на более обширной и глубокой аналогии. Например, табл. 1 показывает увеличение веса надпочечников у морских свинок, получавших подкожно скипидар и отвар листьев козлятника восточного, и меньшее увеличение веса этого органа при дате галеге, однако это увеличение является статистически достоверным ( $p < 0,05$ ).



В табл. 2 суммарные РРЭ из крови сонной артерии, взятой во время декапитации животных в день вскрытия, демонстрируют ярко выраженные макроцитарные отклонения ( $p < 0,01$ ), равномерное правое отклонение вершины распределения и увеличение среднего диаметра эритроцитов. Это и есть своего рода деструктивные изменения в системе крови.

Таблица 1

Средний вес надпочечников морских свинок на 8-й день опыта

Орган животного	Контрольные животные	Скипидар 0,4	Галега 0,6
Надпочечники морской свинки	0,47	0,57	0,53

Деструктивные изменения в желудочно-кишечном тракте в виде сильного припухания и гиперемии отсутствовали только у контрольных животных, изъязвление же было отмечено только в отдельных случаях в скипидарной группе белых мышей, более чувствительных к стрессорам. Типичные изменения наблюдались и в других органах, однако с сожалением отметим, что в наших данных отсутствует третий элемент триады Селье, т. к. нам не удавалось находить и взвешивать тимус подопытных животных. Микроструктура взятого материала также подтверждает сказанное. Таким образом, стрессорное влияние биотических веществ козлятника восточного несомненно, за ним в наших опытах следуют увеличение жирности молока и вообще улучшение его состава. Антибиотики, сульфаниламиды и другие препараты, наряду с их терапевтическим эффектом, проявляют стрессорное действие, которое отсутствует при предварительном введении дибазола, аминазина или новокаина.

Таблица 2

Средние РРЭ из сонной артерии белых мышей и морских свинок

Мкм	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2	7,5	7,7	8,0	8,2	Ми/Ма	М
Контрольные мыши		6	11	19	29	18	10	6	1	51/49	7,1
Скипидар	0,05	1	6	17	25	27	15	7	2	37/63	7,3
Галега	0,05	1	5	17	24	27	16	7	3	35/65	7,3
Галега	0,1	1	7	16	23	29	16	7	1	36/64	7,3
Мкм	7,5	7,7	8,0	8,2	8,5	8,7	9,0	9,2	9,5	Ми/Ма	М
Контрольные свинки		4	12	16	33	17	13	5		49/51	8,4
Скипидар	0,4	1	8	15	28	20	21	5	2	38/62	8,5
Галега	0,6	1	5	11	28	19	25	8	3	31/69	8,6

Аналогичность общего действия используемых нами раздражителей и признанных стрессоров, аналогичность вызываемых ими реакций, аналогичность изменений системы крови, аналогичность деструк-

тивных изменений во внутренних органах и отсутствие этих изменений при предварительном введении дибазола являются вескими доказательствами стрессового механизма стимуляции физиологических функций лактогенеза и стрессового действия всех надпороговых раздражителей.

Грузинский зоотехнико-ветеринарный  
 учебно-исследовательский институт

(Поступило 25.3.1983)

აღმავანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ფანცხავა, ნ. ჯიპიანი

ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა სტიმულაციის სტრესული მექანიზმი

რეზიუმე

სტრესორი სკიპიდარისა და მცენარეული ბიოტიკებისა თუ სტიმულატორების მოქმედების შედარებითა შესწავლამ გვიჩვენა სისხლსა და შინაგან ორგანოებში მომხდარ მაკრო- და მიკროსტრუქტურულ ცვლილებათა სრული ანალოგიურობა. ამის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა სტიმულაცია სტრესული მექანიზმით უნდა ხორციელდებოდეს და ყველა ზეზღურბლოვანი გამღიზიანებელი შეიძლება წარმოადგენდეს შესაფერისი ძალის სტრესორს.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. D. PANTSKHAVA, N. Z. KIPIANI

## THE STRESS MECHANISM OF THE STIMULATION OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS

Summary

A comparative study of the stressor-turpentine and vegetative biotics, i. e. stimulators, showed a complete analogy in their activity. On this basis it is suggested that stimulation of physiological functions must be effected by the stress mechanism and that all the above-threshold stimulators are stressors of a corresponding force.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Панцхавა. Качественные изменения форменных элементов крови. Типы изменений и методы исследования. Тбилиси, 1969, 214.
2. Н. З. Кипиани, А. Д. Панцхавა. Материалы V Респ. науч. конф. физиологов вузов Грузии. Батуми, 1981, 193—198.
3. Н. З. Кипиани, А. Д. Панцхавა. Труды ГрузЗВУИИ, № 5 (127), 1982, 103—107.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. Ш. ЛАБАХУА, З. Г. КОКАЯ, М. Г. КОКАЯ

### ДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ КОШКИ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 16.6.1983)

Метод вызванных потенциалов (ВП) широко применяется для определения функциональных состояний ЦНС [1], однако о происхождении некоторых компонентов ВП (в частности, медленного отрицательного потенциала — МОП) нет единого мнения. Одни авторы считают, что МОП и отрицательный сдвиг потенциала являются отражением деполаризации клеток глии, которая обусловлена накоплением ионов  $K^+$  в межклеточных щелях вследствие возбуждения нервных элементов [2]. Согласно второй гипотезе, МОП является дипольным отражением на корковой поверхности гиперполяризации пирамидных нейронов нижних слоев коры [3, 4].

Недостаточно исследовано также нейрофармакологическое действие искусственного аналога глутаминовой кислоты — каиновой кислоты. Известно, что она вызывает селективное разрушение сомы и дендритов нейронов ЦНС [5].

Цель нашего исследования — изучить действие пенициллина на отдельные компоненты прямого коркового ответа (ПКО) и первичного ответа (ПО) коры и сравнить фармакологические эффекты глутаминовой и каиновой кислоты на эти ВП.

Опыты проводились на кошках под средним нембуталовым наркозом (30—40 мг/кг). Для вызова ПКО сенсомоторная кора раздражалась трехполюсным электродом [6], а для вызова ПО производилось раздражение вентро-латерального ядра (ВЛЯ) таламуса (координаты были: 11; 4; 2; по атласу Джаспера и Аймоне-Марсана [7]). ВП регистрировались хлор-серебряным электродом, который сокрикасался с препаратом с помощью фитилька, смоченного физиологическим раствором, и агарового мостика. Отведение было монополярным. Отводящий электрод соединялся с усилителем постоянного тока УПТ-2. Усреднение сигналов производилось на лабораторной ЭВМ Анопс-101.

Поверхностно-корковая аппликация осуществлялась ватным шариком, смоченным в растворах пенициллина (250 000—500 000 ед. в 3 мл физиологического раствора), глутамата и каината (50 мМ).

Стимуляция поверхности коры и ВЛЯ таламуса вызывала возникновение ПКО (рис. 1, А, 2, А, 3, А, фон) и ПО (рис. 1, Б, 2Б, 3Б, фон). Вслед за дендритным потенциалом (ДП) ПКО и положительно-отрицательным колебанием ПО возникал МОП (рис. 1, 2, 3, фон).

Поверхностная аппликация пенициллина вызывала увеличение амплитуды и длительности ДП ПКО и положительно-отрицательного колебания ПО (рис. 1). Одновременно происходило угнетение соответствующих МОП. Тенденция к восстановлению амплитуды ДП и отрицательного колебания ПО проявлялась раньше по сравнению с МОП.

Однако длительность этих компонентов значительно превышала первоначальную.

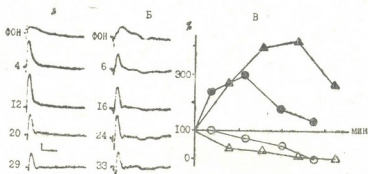


Рис. 1. Влияние поверхностной аппликации пенициллина на ВП сенсомоторной коры: А — ПКО; Б — ПО; фон — ВП до нанесения пенициллина; цифры слева (здесь и на остальных рисунках) — время (мин) после аппликации; В — графическое выражение изменений отдельных компонентов ВП на А и Б; ордината (здесь и на остальных рисунках) — амплитуда ДП ПКО (черные кружки), отрицательного колебания ПО (черные треугольники) и соответствующих МОП (открытые кружки и треугольники), % по отношению к исходному уровню; абсцисса — время (каждое деление 10 мин) после начала аппликации. Калибровка: 2 мВ; 100 мс

Поверхностная аппликация глутамата вызывала уменьшение амплитуды ДП ПКО и отрицательного колебания ПО (рис. 2).

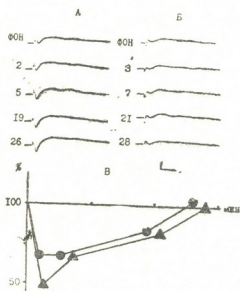


Рис. 2. Влияние поверхностной аппликации глутамата на ВП сенсомоторной коры: А — ПКО; Б — ПО; фон — ВП до нанесения глутамата; В — графическое выражение изменений ДП ПКО и отрицательного колебания ПО на А и Б. Все обозначения те же. Калибровка: 2 мВ; 100 мс

Сходные изменения происходили при поверхностной аппликации каиновой кислоты, с той лишь разницей, что эффект был более выражен и восстановление исходных величин отдельных компонентов ВП не происходило до конца эксперимента (рис. 3). МОП вначале увеличивался, а затем уменьшался в амплитуде (рис. 3, В).

Как уже отмечалось, по данным некоторых авторов [3, 4], МОП ПКО и ПО является дипольным отражением гиперполяризации (ТПСП) тел пирамидных нейронов нижних слоев коры. Пенициллин блокирует постсинаптическое торможение корковых нейронов [8]. Поэтому можно предположить, что угнетение МОП является результатом



блокирования ТПСР пирамидных нейронов, а увеличение амплитуды ДП ПКО и отрицательного колебания ПО — следствием возникновения в дендритах добавочных отрицательных колебаний из-за увеличения возбуждающих влияний из нижних слоев коры. Более выраженная тенденция к восстановлению амплитуды ДП ПКО и отрицательного колебания ПО по сравнению с МОП ПКО и ПО может быть результатом деполяризации верхушечных дендритов из-за смещения  $E_{\kappa}$  мембраны в положительную сторону под действием пенициллина [9].

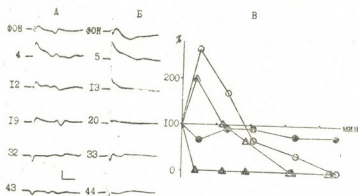


Рис. 3. Влияние поверхностной аппликации кайната на ВП сенсомоторной коры: А — ПКО; Б — ПО; фон — ВП до нанесения кайната; В — графическое выражение изменений отдельных компонентов ВП на А и Б. Все обозначения те же. Калибровка: 0,5 мВ; 100 мс

Кайновая кислота является структурным аналогом глутаминовой кислоты [10], которая осуществляет функцию природного возбуждающего нейромедиатора в разных частях ЦНС [11]. Уменьшение амплитуды ДП ПКО и отрицательного колебания ПО при поверхностной аппликации этих аминокислот, вероятно, связано с деполяризацией верхушечных дендритов пирамидных нейронов коры [12, 13], а временное увеличение амплитуды МОП ПКО и ПО (рис. 3) — с деполяризацией клеточных тел, что вызывает увеличение амплитуды ТПСР и числа отвечающих на стимуляцию пирамидных нейронов. Дальнейшее угнетение МОП, вероятно, является следствием чрезмерной деполяризации корковых нейронов и пресинаптических окончаний (деполяризационная инактивация).

Более сильное и длительное действие кайновой кислоты на ВП коры можно объяснить отсутствием в ЦНС механизма утилизации этой аминокислоты.

В заключение можно сказать, что данное исследование подтверждает мнение о постсинаптическом генезе отдельных компонентов ВП, в частности МОП, и свидетельствует в пользу синаптической природы происхождения ЭЭГ [14].

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили



თ. ლაბახუა, ზ. კოკაია, მ. კოკაია

ზოგიერთი ფარმაკოლოგიური ნივთიერების მოჰმედება კატის  
 სენსორიმოტორული ქერქის გამოწვეულ პასუხებზე

რეზიუმე

კატებზე ნემბუტალის საშუალო ნარკოზის მოქმედებისას (30—40 მგ/კგ) მწვავე ცდაში პენიცილინის ქერქის ზედაპირზე დატანა თრგუნავს ქერქის პირდაპირი და პირველადი პასუხების დროს აღმოცენებულ ნელ უარყოფით პოტენციალს. ამავე დროს იზრდება ქერქის დენდრიტული პოტენციალისა და პირველადი პასუხის უარყოფითი რხევის ამპლიტუდები. გლუტამინისა და კაინის მჟავების ქერქზე დატანა იწვევდა ამ უკანასკნელი პოტენციალების ამპლიტუდების შემცირებას, ამასთან კაინის მჟავას მოქმედება უფრო მკვეთრად იყო გამოხატული. ქერქის გამოწვეული პასუხების ცალკეული კომპონენტები, კერძოდ ნელი უარყოფითი პოტენციალი, პოსტსინაფსური წარმოშობისაა და ადასტურებს ევგ-ს სინაფსურ ბუნებას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. Sh. LABAKHUA, Z. G. KOKAIA, M. G. KOKAIA

EFFECTS OF SOME PHARMACOLOGICAL AGENTS ON THE EVOKED POTENTIALS IN THE CAT'S SENSORIMOTOR CORTEX

Summary

In acute cats, under moderate nembutal anesthesia (30-40mg/kg) superficial application of penicillin was shown to depress slow negative potentials evoked during direct cortical and primary responses. At the same time, dendritic potentials and a negative component of the primary response were augmented. Superficial application of glutamate and kainate reduced the amplitude of the latter components, the effect of kainate being more pronounced. These data lend support to the suggestion, that individual components of evoked potentials, particularly slow negative potentials, are postsynaptic in origin, confirming the synaptic genesis of EEG.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Матвеева. Психофизиологические исследования восприятия и памяти. М., 1981, 118.
2. А. И. Ройтбак, В. В. Фанарджян, Д. С. Мелконян, А. А. Мелконян. Нейрофизиол., 14, 1982, 76.
3. Т. Ш. Лабахуа, Г. Л. Бекая, В. М. Окуджава. Нейрофизиол., 14, 1982, 115.
4. И. А. Мжавия. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1982.
5. В. П. Бамбиндра, Г. П. Демяненко. ДАН СССР, 246, 1979, 1493.
6. W. M. Landau. EEG and Clin. Neurophysiol., 43, 1980, 1296.
7. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. Electrical Stimulation of the Brain. University of Texas-Press. Austin, 1961, 203.
8. H. Van Djin *et al.* Brain Res., 53, 1973, 470.
9. P. C. Schwindt, W. E. Crill. J. Neurophysiol., 43, 1980, 1296.
10. A. Constanti, A. Nistri. Brit. J. Pharmacol., 57, 1976, 347.
11. J. L. Johnston. Brain Res., 37, 1972, 1.
12. В. М. Окуджава. Активность верхушечных дендритов в коре больших полушарий. Тбилиси, 1963, 111.
13. А. И. Ройтбак. ДАН СССР, 182, 1968, 483.
14. Дж. Экклс. Физиология синапсов. М., 1966, 395.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. С. РИЖИНАШВИЛИ, Г. А. МАРСАГИШВИЛИ, В. М. МОСИДЗЕ

О РАЗДЕЛЬНОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МОЗГОВЫХ ПОЛУШАРИИ У ЦЫПЛЯТ В РАННЕМ ПЕРИОДЕ ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 24.10.1983)

Структурно-функциональная организация комиссуральных путей играет важную роль в интегративной деятельности мозга [1—6]. Изучение формирования и функционирования мозговых комиссур в раннем онтогенезе представляет большой интерес.

Известно, что у птиц, особенно у молодых, межполушарные связи развиты слабо [7]. Периоды формирования отдельных мозговых комиссур у цыплят в онтогенезе совершенно не исследованы.

Учитывая то, что созревание комиссуральных путей в онтогенезе происходит гетерохронно [8], мы задались целью изучить у цыплят в раннем периоде постэмбрионального развития функциональные взаимоотношения мозговых полушарий при монокулярном обучении.

Первые исследования, проведенные нами в 1976 г., показали, что у цыплят в раннем онтогенезе мозговые полушария функционируют раздельно [9, 10]. В последующих экспериментах был установлен ряд фактов, подтверждающих это положение [11—13].

Эксперименты проводились на 28 цыплятах породы белый леггорн с применением методики импринтинга.

Согласно представлению исследователей, импринтинг (запечатлевание) является самой ранней формой обучения и образной долговременной памяти [14, 15]. Запечатлевание происходит только в сенситивном периоде, который длится у цыплят 32—36 часов со времени их вылупления и проявляется в реакции следования за импринт-объектом.

Монокулярное импринтирование цыплят производилось в сенситивном периоде (13—18 часов после вылупления) в аппарате Гесса [14]. Импринт-объектом служил красный шар диаметром 18 см, который был подвешен на рычаге и вращался по манежу аппарата. Показателем запечатлевания служила реакция следования за импринт-объектом. В период монокулярного импринтирования «контрольный» глаз был закрыт черной пластмассовой капсулой. Необходимо отметить, что для монокулярного импринтирования цыплята представляют собой удобный объект, так как у них имеется полный перекрест зрительных нервов в хиазме — каждый глаз связывается только с контралатеральным полушарием [16].

После монокулярного импринтирования цыплята «обученным» полушарием хорошо осуществляли реакцию следования за шаром, которая сохранялась в течение многих дней, и при этом издавали звуки низкого тона — звуки «довольства». Тестирование «контрольного» глаза производилось после прохождения сенситивного периода (с 3-го дня после вылупления) ежедневно.

Исследования показали, что у цыплят до 8—13-го дня жизни не происходила передача следов памяти из «обученного» полушария в «необученное», т. е. предъявление «контрольному» глазу импринт-объекта не вызывало реакции следования, цыплята в нескольких пер-



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. С. РИЖИНАШВИЛИ, Г. А. МАРСАГИШВИЛИ, В. М. МОСИДЗЕ

О РАЗДЕЛЬНОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МОЗГОВЫХ  
ПОЛУШАРИИ У ЦЫПЛЯТ В РАННЕМ ПЕРИОДЕ  
ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 24.10.1983)

Структурно-функциональная организация комиссуральных путей играет важную роль в интегративной деятельности мозга [1—6]. Изучение формирования и функционирования мозговых комиссур в раннем онтогенезе представляет большой интерес.

Известно, что у птиц, особенно у молодых, межполушарные связи развиты слабо [7]. Периоды формирования отдельных мозговых комиссур у цыплят в онтогенезе совершенно не исследованы.

Учитывая то, что созревание комиссуральных путей в онтогенезе происходит гетерохронно [8], мы задались целью изучить у цыплят в раннем периоде постэмбрионального развития функциональные взаимоотношения мозговых полушарий при монокулярном обучении.

Первые исследования, проведенные нами в 1976 г., показали, что у цыплят в раннем онтогенезе мозговые полушария функционируют раздельно [9, 10]. В последующих экспериментах был установлен ряд фактов, подтверждающих это положение [11—13].

Эксперименты проводились на 28 цыплятах породы белый леггорн с применением методики импринтинга.

Согласно представлению исследователей, импринтинг (запечатлевание) является самой ранней формой обучения и образной долговременной памяти [14, 15]. Запечатлевание происходит только в чувствительном периоде, который длится у цыплят 32—36 часов со времени их вылупления и проявляется в реакции следования за импринт-объектом.

Монокулярное импринтирование цыплят производилось в чувствительном периоде (13—18 часов после вылупления) в аппарате Гесса [14]. Импринт-объектом служил красный шар диаметром 18 см, который был подвешен на рычаге и вращался по маневру аппарата. Показателем запечатлевания служила реакция следования за импринт-объектом. В период монокулярного импринтирования «контрольный» глаз был закрыт черной пластмассовой капсулой. Необходимо отметить, что для монокулярного импринтирования цыплята представляют собой удобный объект, так как у них имеется полный перекрест зрительных нервов в хиазме — каждый глаз связывается только с контралатеральным полушарием [16].

После монокулярного импринтирования цыплята «обученным» полушарием хорошо осуществляли реакцию следования за шаром, которая сохранялась в течение многих дней, и при этом издавали звуки низкого тона — звуки «довольства». Тестирование «контрольного» глаза производилось после прохождения чувствительного периода (с 3-го дня после вылупления) ежедневно.

Исследования показали, что у цыплят до 8—13-го дня жизни не происходила передача следов памяти из «обученного» полушария в «необученное», т. е. предъявление «контрольному» глазу импринт-объекта не вызывало реакции следования, цыплята в нескольких пер-



вых пробах отвечали лишь реакцией страха — избеганием и при этом издавали звуки высокого тона — звуки «недовольства». Со временем сильная реакция избегания у цыплят угасала и они оставались по отношению к импринт-объекту совершенно безразличными — отворачивались от него. Только после 8—13-го дня жизни происходила межполушарная передача следов памяти, т. е. реакцию следования за шаром цыпленка осуществляли «обоими полушариями». Эти данные указывают на то, что совместная деятельность мозговых полушарий начинается с этого возрастного периода.

Тот факт, что цыплята до 8—13-го дня жизни «обученным» и «необученным» полушариями в ответ на предъявление импринт-объекта реагировали диаметрально противоположными эмоциональными реакциями, говорит о том, что в этот ранний период жизни у цыплят мозговые полушария функционируют независимо друг от друга, в результате чего и происходит «раздвоение эмоциональной сферы».

На основании вышеприведенных данных можно заключить, что у цыплят в раннем онтогенезе при монокулярном запечатлевании происходит латерализация энграммы и мозговые полушария функционируют раздельно.

Необходимо отметить, что сравнительное исследование у цыплят «обученного» и «необученного» полушарий (при монокулярном запечатлевании) открывает широкие перспективы в познании структурных и нейрохимических основ обучения и памяти [12, 13].

Раздельная деятельность мозговых полушарий у цыплят в раннем периоде постэмбрионального развития, надо полагать, обусловлена недоразвитием комиссуральной системы. Наше предположение согласуется с морфологическими данными, указывающими на то, что у животных и у человека на различных этапах пре- и постнатального онтогенеза каждая из мозговых комиссур формируется, согласно системогенезу функций, в разные возрастные периоды развития [8, 17]. Установлено, что у котят миелинизация волокон мозолистого тела происходит не ранее 4-й недели после рождения, а у человека миелинизация мозолистого тела обнаружена только на 2-м месяце постнатального развития, притом в слабой степени. Полагают, что нормальное функционирование комиссуральных путей возможно лишь в том случае, когда миелинизация достигает определенной степени зрелости [18, 19].

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

им. И. С. Бернташвили

(Поступило 27.10.1983)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

რ. რიჯინაშვილი, გ. მარსაგიშვილი, ვ. მოსიძე

ადრეულ კოსტემბრიონალურ განვითარების პერიოდში თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების განვალკვებული მოქმედების შესახებ ფიზიოლოგია

რეზიუმე

ადრეულ ონტოგენეზში მყოფ წიწილებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებით (იმპრინტინგის მეთოდის გამოყენებით) დადგენილია, რომ გამოჩეკიდან





მე-8—13 დღემდე, მონოკულარული დასწავლის დროს, მეხსიერების კვალი არ გადაეცემა თავის ტვინის ერთი ჰემისფეროდან მეორეში — ხდება ენგრამის ლატერალიზაცია და ემოციური სფეროს „გაორება“.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

R. S. RIZHINASHVILI, G. A. MARSAGISHVILI, V. M. MOSIDZE

ON THE SEPARATE FUNCTIONING OF THE CHICKENS' BRAIN HEMISPHERES IN THE EARLY PERIOD OF POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT

Summary

Experiments were carried out in chickens by the imprinting method. No transmission of memory trace from one brain hemisphere to another was found to occur in 8-13 day chickens. During monocular learning a lateralization of the engram and “split emotional sphere” occur in chickens in the period of early ontogenesis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Sperry. Science. 133, № 3466, 1961, 13.
2. В. Л. Бианки. Эволюция парной функции мозговых полушарий. Л., 1967.
3. В. М. Мосидзе, Р. С. Рижинашвили, Н. К. Тотებაдзе, З. Ш. Кеванишвили, К. К. Акбардия. Расщепленный мозг. Тбилиси, 1972.
4. В. М. Мосидзе, Р. С. Рижинашвили, З. В. Самадашвили, Р. И. Турашвили. Функциональная асимметрия мозга. Тбилиси, 1977.
5. M. Gazzaniga, a. J. Le Doux. The Integrated Mind. New York and London. 1978.
6. С. Спрингер и Г. Дейч. Левый мозг, правый мозг. М., 1983.
7. M. Corner *et al.* In: Progress in Brain Research. 26, 1967, 145.
8. С. Б. Дзугаева. Проводящие пути головного мозга человека. М., 1975.
9. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили. Материалы Всесоюз. конф. «Функциональная асимметрия и адаптация человека». М., 1976, 291.
10. Р. С. Рижинашвили. XIII съезд Всесоюз. физиол. о-ва им. И. П. Павлова. т. I (реф. докл. на симпозиумах). Л., 1979, 12.
11. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили. Проблемы нейрокибернетики. Ростов, 1983, 234.
12. Д. И. Джохадзе, Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, Л. Д. Джохадзе. Сообщения АН ГССР, 102, № 2, 1981, 457.
13. Н. Д. Джапаридзе, Р. С. Рижинашвили, И. К. Сванидзе, В. М. Мосидзе, Г. А. Марсагишвили. Сообщения АН ГССР, 104, № 1, 1981, 189.
14. А. Г. Понугаева. Импринтинг (запечатлевание). Л., 1973.
15. А. Д. Слоним. Среда и поведение. Л., 1976.
16. В. М. Бехтерев. Избр. произв. М., 1954, 23.
17. С. Б. Дзугаева. В кн.: «Вопросы морфологии нервной системы» М., 1966, 7.
18. O. Langworthy. Arch. Neurol. Psych. 28, 1932, 1365.
19. Ю. М. Жаботинский. В кн.: «Общая физиология нервной системы». Л., 1979, 584.



Н. З. НАМОРАДЗЕ

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЛАВНОГО ЗАВОРОТА МАКРОМОЛЕКУЛЫ ДНК В СУПЕРСПИРАЛЬ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 22.3.1983)

В предыдущей работе [1] были получены уравнения, определяющие углы внутреннего вращения остова спиральной макромолекулы при ее плавном сворачивании в суперспираль. Разложением содержащихся в них выражений по степеням изменений углов внутреннего вращения и при ограничении линейным приближением данные уравнения были сведены к системе алгебраических уравнений с постоянными коэффициентами.

В компактной форме эта система имеет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^p A_j^{(1)} [(\Delta\varphi_j)_k - (\delta_{1j} + \delta_{2j}) (\tilde{\Delta\varphi_j})_k] + \sum_{j=1}^2 A_j^{(2)} (\tilde{\Delta\varphi_j})_{k+1} = C^{(1)},$$

$$\sum_{j=1}^p B_j^{(1)} (\Delta\varphi_j)_k + \sum_{j=1}^2 B_j^{(2)} (\tilde{\Delta\varphi_j})_{k+1} = C^{(2)}. \tag{1}$$

Здесь индекс  $j=1,2...p$  нумерует звенья макромолекулы в структурной единице исходной спирали (малой структурной единице, МСЕ), индекс  $k=0,1...n$  нумерует малые структурные единицы в структурной единице суперспирали (большой структурной единице, БСЕ);  $(\Delta\varphi_j)_k = ((\varphi_j)_k - \varphi_j^0)$  — искомые отклонения углов внутреннего вращения, возникающие при переходе макромолекулы из спирального состояния в суперспиральное;  $(\tilde{\Delta\varphi_j})_k$  — изменения углов в  $k$ -той структурной единице вследствие искажения остова макромолекулы в предыдущей,  $(k-1)$ -й структурной единице (здесь  $j=1, 2$ ).  $A_j^{(i)}$ ,  $B_j^{(i)}$ ,  $C^{(i)}$  — коэффициенты, представляющие собой трехкомпонентные величины, определяемые параметрами суперспирали, а также спиральными и внутримолекулярными параметрами исходной макромолекулы [1]. Ввиду громоздкости этих коэффициентов их явный вид здесь не приводится.

В случае спиральной молекулы ДНК  $p=6$  и, согласно выражениям (1), для каждого значения  $k$  имеем шесть уравнений с восьмью неизвестными. В [1] данная система решалась численным методом и для каждого  $k$  полученное решение оптимизировалось за счет вариации значений двух переменных,  $(\tilde{\Delta\varphi_1})_{k+1}$  и  $(\tilde{\Delta\varphi_2})_{k+1}$ , с целью минимизации значений остальных шести переменных  $(\Delta\varphi_j)_k$ . При этом всем шести углам  $(\varphi_j)_k$  в равной степени было разрешено искажаться.





Как показали, однако, последующие теоретические оценки (1) в случае суперспирального искажения ДНК комплементарные пары оснований остаются расположенными в плоскостях перпендикулярных сечений деформированной спирали. В настоящей работе сделана попытка учесть данное обстоятельство и определить наборы значений  $(\Delta\varphi)_k$  при условии наименьшего возмущения ориентации комплементарных пар оснований. С этой целью решение системы уравнений (1) ищется в предположении, что  $(\Delta\varphi_1)_k = (\tilde{\Delta\varphi}_1)_k$  и  $(\Delta\varphi_2)_k = (\tilde{\Delta\varphi}_2)_k$ , где под  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  подразумеваются углы вращения вокруг единичных связей  $(P-O_1)$  и  $(O_1-C_3)$  соответственно (т. е.  $\varphi_1 = \Phi$  и  $\varphi_2 = \omega$  в обозначениях работы [4]).

Соответствующие расчеты были проведены в рамках следующих предположений: правоспиральная макромолекула сворачивается в левую большую спираль, каждая БСЕ содержит 10 МСЕ, диаметр большой спирали равен  $100 \text{ \AA}$ , а ее период идентичности —  $120 \text{ \AA}$ . Число витков суперспирали в периоде идентичности варьировалось. Были рассмотрены случаи числа витков  $M=1, 2, 4$  и случай тора. Исходная

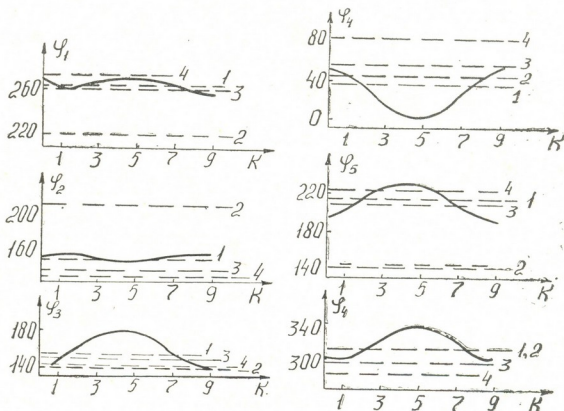


Рис. 1. Изменение углов внутреннего вращения в МСЕ при плавном завороте макромолекулы в суперспираль с шагом  $30 \text{ \AA}$ : сплошные кривые — результаты расчетов; пунктирные прямые — значения соответствующих углов в недеформированных макромолекулах ДНК В-семейства: 1 — В-форма, 2 — С-форма, 3 — Д-форма, 4 — Т-форма

макромолекула бралась в форме В-ДНК и описывалась соответствующими значениями молекулярных параметров [5].

Результаты расчетов показали следующее. Налагаемые ограничения на вариацию углов внутреннего вращения, фиксирующие задан-

ные положения первых двух звеньев в каждой МСЕ, не изменили ранее [1] полученные зависимости характера деформации МСЕ от плотности витков суперспирали. Из рассмотренных четырех случаев для различных  $M$  наиболее близко к модели нуклеосомы, обоснованной экспериментально в работе [6], подходит форма суперспирали с  $M=4$  (шаг суперспирали  $30 \text{ \AA}$ ). Для этого случая наибольшие отклонения углов вращения  $(\Delta\varphi_j)_k$  не превышают  $30^\circ$ . Отметим, что в [1] в предположении допустимости свободной вариации всех углов вращения в МСЕ было получено  $(\Delta\varphi_j)_{\max} \approx 28^\circ$ . Этот результат еще раз подтверждает принципиальную возможность плавного заворота молекулы ДНК в суперспираль даже в условиях ограничения возможных ориентаций комплементарных пар оснований.

На прилагаемом рисунке показаны изменения  $\varphi_j$  ( $j=1, \dots, 6$ ) в БСЕ для случая  $M=4$ . Здесь же пунктиром отмечены значения углов для  $B$ -,  $C$ -,  $D$ - и  $T$ -форм недеформированной ДНК [5, 7—9]. Как видим, при  $k=2$  и  $7$  значения  $(\varphi_j)_k$  близки к их значениям в исходной В-ДНК. В случае  $k=0, 1, 8, 9$  (область растянутых МСЕ — внешняя сторона суперспирали) углы  $(\varphi_j)_k$  оказываются в окрестности значений соответствующих углов в D-ДНК (среднее отклонение  $(\varphi_j)_k$  от  $\varphi_j(D)$  равно  $\approx 9^\circ$ ). В случае же  $k=3, 4, 5, 6$  (область сжатого состояния МСЕ — внутренняя сторона суперспирали) получаемые значения  $(\varphi_j)_k$  оказываются «аномально» отклоненными от интервалов значений соответствующих углов в В-семействе ДНК. Последний результат можно истолковать как указание на то, что на данном участке БСЕ ориентация комплементарных пар оснований, по видимому, не соответствует В-форме макромолекулы ДНК.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 24.3.1983)

ბიოფიზიკა

ბ. ნაშრომაძე

დნმ მაკრომოლეკულის სუპერსპირალურ მდგომარეობაში უწყვეტად  
გადასვლის შესაძლებლობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია დნმ მოლეკულის სპირალური მდგომარეობიდან სუპერსპირალურ მდგომარეობაში გადასვლის საკითხი ფუძეთა კომპლემენტალური წყვილების ორიენტაციის გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ ეს პირობა პრაქტიკულია და შეესაბამება ბუნებრივ დნმ-ს შესაძლებლობებს.

ные положения первых двух звеньев в каждой МСЕ, не изменили ранее [1] полученные зависимости характера деформации МСЕ от плотности витков суперспирали. Из рассмотренных четырех случаев для различных  $M$  наиболее близко к модели нуклеосомы, обоснованной экспериментально в работе [6], подходит форма суперспирали с  $M=4$  (шаг суперспирали  $30 \text{ \AA}$ ). Для этого случая наибольшие отклонения углов вращения  $(\Delta\varphi_j)_k$  не превышают  $30^\circ$ . Отметим, что в [1] в предположении допустимости свободной вариации всех углов вращения в МСЕ было получено  $(\Delta\varphi_j)_{\max} \approx 28^\circ$ . Этот результат еще раз подтверждает принципиальную возможность плавного заворота молекулы ДНК в суперспираль даже в условиях ограничения возможных ориентаций комплементарных пар оснований.

На прилагаемом рисунке показаны изменения  $\varphi_j$  ( $j=1, \dots, 6$ ) в БСЕ для случая  $M=4$ . Здесь же пунктиром отмечены значения углов для  $B$ -,  $C$ -,  $D$ - и  $T$ -форм недеформированной ДНК [5, 7—9]. Как видим, при  $k=2$  и 7 значения  $(\varphi_j)_k$  близки к их значениям в исходной В-ДНК. В случае  $k=0, 1, 8, 9$  (область растянутых МСЕ — внешняя сторона суперспирали) углы  $(\varphi_j)_k$  оказываются в окрестности значений соответствующих углов в D-ДНК (среднее отклонение  $(\varphi_j)_k$  от  $\varphi_j(D)$  равно  $\approx 9^\circ$ ). В случае же  $k=3, 4, 5, 6$  (область сжатого состояния МСЕ — внутренняя сторона суперспирали) получаемые значения  $(\varphi_j)_k$  оказываются «аномально» отклоненными от интервалов значений соответствующих углов в В-семействе ДНК. Последний результат можно истолковать как указание на то, что на данном участке БСЕ ориентация комплементарных пар оснований, по видимому, не соответствует В-форме макромолекулы ДНК.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 24.3.1983)

ბიოფიზიკა

ბ. ნამორაძე

დნმ მაკრომოლეკულის სუპერსპირალურ მდგომარეობაში უწყვეტად გადასვლის შესაძლებლობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია დნმ მოლეკულის სპირალური მდგომარეობიდან სუპერსპირალურ მდგომარეობაში გადასვლის საკითხი ფუძეთა კომპლემენტალური წყვილების ორიენტაციის გათვალისწინებით. ნაჩვენებია, რომ ეს პირობა პრაქტიკულად არ ზღუდავს მაკრომოლეკულის გლუვად დახვევის შესაძლებლობას.

N. Z. NAMORADZE

ON THE POSSIBILITY OF SUPERHELIX FORMATION BY THE  
DNA MACROMOLECULE CONTINUOUS COILING

## Summary

It is shown that in helix-superhelix transformation the restrictions imposed on the orientation variation of the base pairs does not rule out the possibility of superhelix formation by a continuous coiling of the DNA macromolecule.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Z. Namoradze *et al.* Biophys. Chem., 7, 1977, 59.
2. M. Levitt, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 75, 1978, 640.
3. J. I. Sussman, E. Trifonov. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 75, 1978, 103.
4. S. Arnott, D. W. L. Hukins. Nature, 224, 1969, 886.
5. S. Arnott, D. W. L. Hukins. Biochem. Biophys. Res. Commun., 47, 1972, 1504.
6. J. T. Finch *et al.* Nature, 269, 1977, 29.
7. S. Arnott. Progr. Biophys. Mol. Biol., 21, 1970, 256.
8. S. Arnott *et al.* J. Mol. Biol., 88, 1974, 523.
9. М. А. Мокульский, К. А. Капитонова, Т. Д. Мокульская. Мол. биол., 6, № 1, 1972.

Е. М. ШИЛАКАДЗЕ, Э. А. КВЕЗЕРЕЛИ, А. П. ЛЕЖАВА,  
Н. Г. ДЖОРБЕНАДЗЕ, А. Г. ГРИГОЛИЯ

## ИСПЫТАНИЕ АНТИТУБЕРКУЛЕЗНОЙ АКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЕРМАНИЯ С ГИДРАЗИДОМ ИЗОНИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЛАРУСАНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 12.6.1983)

В сообщениях [1—3] на основании опытов *in vitro* были получены результаты, свидетельствующие о повышенной противотуберкулезной активности некоторых комплексных соединений переходных металлов с гидразидом изоникотиновой кислоты (ГИНК) и ларусаном (Лар.) по сравнению с исходными чистыми противотуберкулезными химиопрепаратами. В настоящем сообщении обсуждаются результаты исследования антитуберкулезной активности координационных соединений германия с ГИНК и Лар.

Было испытано противотуберкулезное действие координационных соединений галогенидов, тиоцианатов и смешанных галоген-тиоцианатов германия с ГИНК и Лар.

Испытание проведено *in vitro*. Готовились серийные разведения препаратов на полусинтетической жидкой питательной среде Е. А. Школьниковой с 10% человеческой плазмой. В опыте ставились следующие концентрации испытанных препаратов: 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,062; 0,031; 0,015; 0,007; 0,003 мкг на 1 мл питательной среды. Такие же разведения готовились для контроля из исходных препаратов (ГИНК и Лар.).

Тест-микробом служил лабораторный штамм микобактерий туберкулеза человеческого вида  $H_{37}P_v$ , полмиллионная суспензия которого в физиологическом растворе наливалась в каждую пробирку в объеме 0,2 мл. После двухнедельной инкубации в термостате при соответствующем режиме проводили оценку роста микроба по трехбалльной микроскопическим методом сравнивая с контрольным ростом (+ + +).

По наименьшей концентрации испытуемого препарата, дающие остановку роста микроба, судили об их противотуберкулезном действии, рассматривая их по сравнению с активностью исходных препаратов (ГИНК и Лар.).

Результаты опытов приводятся в таблице.

Как видно из таблицы, координационные соединения галогенидов и галогенидотиоцианатов германия с ГИНК не проявляют повышения туберкулоостатической активности; принимая во внимание их молекулярные массы, они только сохраняют исходную активность ГИНК.

Что касается координационных соединений германия с ларусаном, следует отметить, что иодидные, а также смешанные хлоридо- и бро-





მიდოთიციანატные комплексы германия показали повышенные туберкуло-статической активности более чем в два раза по сравнению

№	Препараты	Разведение препаратов в мкг/мл									
		1	0,5	0,25	0,125	0,062	0,031	0,015	0,007	0,003	Конт.
1	GeBr <sub>4</sub> ·4ГИНК	—	—	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++
2	GeBr <sub>4</sub> (NCS) <sub>2</sub> ·4ГИНК	—	—	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++
3	Ge(NCS) <sub>4</sub> ·4ГИНК	—	—	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++
4	GeI <sub>4</sub> ·4ГИНК	—	—	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++
5	GeCl <sub>2</sub> (NCS) <sub>2</sub> ·4ГИНК	—	—	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++
6	ГИНК	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	GeCl <sub>4</sub> ·4Лар	—	—	—	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
8	GeBr <sub>4</sub> ·2Лар	—	—	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
9	GeI <sub>4</sub> ·2Лар	—	—	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10	GeCl <sub>2</sub> (NCS) <sub>2</sub> ·2Лар	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+
11	GeBr <sub>2</sub> (NCS) <sub>2</sub> ·2Лар	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+
12	Лар	—	—	—	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++

с исходным противотуберкулезным препаратом (Лар.). Остальные два соединения приблизительно сохраняют исходную активность лару-сана.

НИИ туберкулеза  
МЗ ГССР

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 16.6.1983)

ბიოქიმიის

მ. შილაკაძე, ე. კვიციანი, ა. ლეჟავა, ნ. ჯორბენაძე, ა. გრიგოლია

ბერმანეუმის იზონიკოტინის მზავას ჰიდრაზინიანი და ლარუსანიანი კომპლექსური ნაერთების გამოცდა ანტიტუბერკულოზურ აქტივობაში

რეზიუმე

გერმანეუმის კოორდინაციული ნაერთები იზონიკოტინჰიდრაზინთან და ლარუსანთან გამოცდილ იქნა *in vitro* პირობებში ანტიტუბერკულოზურ აქტივობაზე. ლარუსანთან კოორდინაციული ნაერთები უფრო მაღალ ანტიტუბერკულოზურ თვისებებს ამჟღავნებს, ვიდრე კოორდინაციული ნაერთები იზონიკოტინჰიდრაზინთან.

BIOCHEMISTRY

E. M. SHILAKADZE, E. A. KVEZERELI, A. P. LEZHAVA,  
N. G. JORBENADZE, A. G. GRIGOLIA

ANTITUBERCULOUS ACTIVITY TEST OF GERMANIUM COMPLEX  
COMPOUNDS WITH ISONICOTINIC ACID HYDRAZIDE AND  
LARUSAN

Summary

Germanium coordination compounds with isonicotinic acid hydrazide and larusan were tested *in vitro* for their antituberculous activity. Coordination compounds with larusan were found to possess higher antituberculous properties than those with isonicotinic acid hydrazide.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Шилакадзе, О. Г. Батишвили, А. П. Нариманидзе, А. Р. Махарадзе, Н. В. Квалишвили. Сообщения АН ГССР, 82, № 1, 1976, 185—187.
2. Е. М. Шилакадзе, О. Г. Батишвили, Г. В. Цинцадзе, Г. М. Манвелидзе, М. А. Мдивани, Ж. Д. Петришвили. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976, 713—715.
3. О. Г. Батишвили, Е. М. Шилакадзе, Г. В. Цинцадзе, А. П. Нариманидзе, Г. М. Манвелидзе, К. С. Таргамадзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., 5, № 3, 1979, 277—280.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Д. Т. ПАТАРЯЯ, Л. Г. ЦИРЕКИДЗЕ, Н. Н. НУЦУБИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

К ИЗУЧЕНИЮ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВОБОДНОЖИВУЩИХ АКТИНОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ ГРУЗИИ

Актиномицеты составляют обширную группу микроорганизмов, которые в процессе жизнедеятельности выделяют биологически активные вещества, широко применяемые в медицине, ветеринарии, растениеводстве, пищевой промышленности и других областях народного хозяйства.

Полученные от актиномицетов антибиотические вещества подавляют бактерии, грибы, дрожжи, риккетсии, некоторые вирусы и рост ряда злокачественных опухолей.

Мнение многих исследователей о способности свободноживущих актиномицетов фиксировать молекулярный азот неодинаково. В литературе есть указания на то, что некоторые актиномицеты могут фиксировать молекулярный азот [1—3]. Американский ученый Ваксман отрицает это свойство. Японский исследователь Шинобу [4] в разных условиях обследовал большую коллекцию актиномицетов (500 штаммов) в течение 3 лет и не обнаружил у них способность фиксировать азот.

Н. А. Красильникову [5] в лабораторных условиях не удалось отметить фиксации азота культурами лучистых грибов.

Данная работа посвящается изучению азотфиксирующей способности свободноживущих актиномицетов, выделенных из разных типов почв Грузии и ризосферы растений.

Летом в 1980—1982 гг. нами исследовались характерные и контрастные почвы: каштановые, горно-луговые и подзолистые.

Актиномицеты выделялись из ризосферы кукурузы с дигомской экспериментальной базы.

Сорт кукурузы — Аджаметис тетра.

Высев почвы, изучение культурально-морфологических и других свойств проводились по методам, описанным в руководстве [6].

С целью выявления в почве и ризосфере активных штаммов образцы высевались трехкратно на десяти разных средах. Употреблялись известные в литературе органические, синтетические и модифицированные нами питательные среды. Каждая выросшая в чашках Петри колония актиномицета пересевалась в пробирки на среду Эшби и картофельный агар. Всего было выделено и исследовано около 200 культур. Азотфиксирующая способность определялась у свежевыделенных культур ацетиленовым методом.



Активность исследовалась у 1, 3, 5, 7 и 14-суточных культур, но на данном этапе опыта не были выявлены актиномицеты, фиксирующие молекулярный азот. Далее исследовались штаммы, хорошо развивающиеся на безазотистой среде Эшби. Надо отметить, что на безазотистой среде хорошо росли представители рода *Streptomyces*, которые на основании исследования морфолого-культуральных свойств отнесены к следующим группам: *Griseus*, *Violaceus*, *Globisporus*, *Albus* и *Aurantiacus*.

Культуры актиномицетов выращивались в каждой питательной среде, на качалке при 28—30°, на двух безазотистых средах, в четырех разных вариантах и в условиях голодания: 1) среда Берки, 2) среда Берки +  $KNO_3$ , 3) среда Торри, 4) дистиллированная вода.

С целью выявления у актиномицетов азотфиксирующей способности культуры выдерживались в экстремальных условиях, которые выражались в длительном голодании. Исследуемые штаммы культивировались в течение 6 часов на картофельном отваре + 1 мл сусло. Проростки спор центрифугировались, стерильно промывались 3 раза дистиллированной водой и вносились в среду Берки и Торри. Биомасса 3-суточных культур получалась методом центрифугирования, и посевной материал вносился в стерильную дистиллированную воду.

Способность фиксировать молекулярный азот у исследуемых культур в вышеуказанных вариантах опыта определялась в процессе длительной экспозиции у 1, 2, 3, 5, 7, 9, 14, 28, 48, 72-суточных культур.

На основании проведенных работ у свободноживущих актиномицетов в лабораторных условиях не была выявлена способность фиксировать молекулярный азот. Однако в естественных условиях не исключено, что актиномицеты фиксируют азот, но, вероятно, в малом количестве и этот признак для них не является основным биологическим свойством.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 20.5.1983)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

დ. პატარაია, ლ. ცირეკიძე, ნ. ნუცუბიძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად.  
წევრ-კორესპონდენტი)

საქართველოს ნიადაგებიდან გამოყოფილი თავისუფლად  
მცხოვრები აქტინომიცეტების აზოტფიქსაციის უნარის  
შეფასებისათვის

რეზიუმე

აქტივების მეთოდით შესწავლილია თავისუფლად მცხოვრები აქტინომიცეტების აზოტფიქსაციის უნარი. ჩვენი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ აქტინომიცეტებს არ გააჩნია აზოტფიქსაციის უნარი. მიუხედავად ამისა, არ არის



გამორიცხული, რომ ბუნებრივ პირობებში აქტინომიცეტები აფიქსირებს აზოტს, მაგრამ უმნიშვნელო რაოდენობით და ეს თვისება მათ ძირითად ბიოლოგიურ თავისებურებას არ წარმოადგენს.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

D. T. PATARAIA, L. G. TSIREKIDZE, N. N. NUTSUBIDZE

TOWARDS THE STUDY OF THE NITROGEN-FIXING POWER OF FREE-LIVING ACTINOMYCETES ISOLATED FROM GEORGIAN SOILS

Summary

The nitrogen-fixing power of free-living actinomycetes, isolated from Georgian soils and plant rhizosphere, has been studied by the acetylene method. Free-living actinomycetes in laboratory conditions were found to lack the power of fixing molecular nitrogen. However, it is not excluded that in natural conditions actinomycetes fix nitrogen, but probably in a very small quantity, this feature not being their basic biological property.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Velich. Ref. Zbl. Bacteriol. 1. Bd, 80, 1929, 120.
2. G. Metcalfe, M. Brown. J. Gen. Microbiol. v. 17. 1957, 568.
3. З. П. Карамуш. Микробиология, т. XIV, вып. 2, 1976, 347.
4. R. Shinobu. Mem. Osaka Univ. Lib. Arts and Educ. № 7, 1958, 1.
5. Н. А. Красильников. Лучистые грибки. М., 1970.
6. Н. А. Красильников. Актиномицеты — антагонисты и антибиотические вещества. М., 1950.

Л. Г. ЧРЕЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ПЕРЕЗИМОВКИ ГРИБА  
*PLASMOPARA VITICOLA BERE ET DE TONI*,  
ВЫЗЫВАЮЩЕГО МИЛЬДЬЮ ВИНОГРАДА

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 28.4.1983)

Бесспорно, что для осуществления планомерной и эффективной борьбы против всех видов грибных заболеваний растений, в том числе и мильдью винограда, важное значение имеет знание механизма их перезимовки и обновления инфекции.

В настоящее время многие авторы считают, что гриб, вызывающий мильдью винограда, зимует в почве в тканях опавших листьев в виде ооспор; описан также механизм возобновления инфекции [1, 2].

Однако данные ряда авторов относительно сроков образования ооспор, прорастания и первого проявления болезни значительно расходятся.

Опыты и наблюдения показали, что в условиях Грузии ооспоры, зимующие в почве, не являются единственной формой перезимовки гриба, его перезимовка происходит в основном в виде мицелия, распространенного в самом растении.



Рис. 1. Распространение мицелия в ссудах

Мнение о возможности перезимовки гриба, вызывающего мильдью винограда, в тканях растений впервые было высказано в прошлом столетии немецким исследователем Кубином. Однако в дальнейшем по этому вопросу исследования почти не проводились.



С 1971 г. нами регулярно проводились наблюдения над первоначальным проявлением милдью в разных географических зонах Грузии. Эти наблюдения показали, что проявление первых признаков заболевания всегда тесно связано с фенологической фазой растения, которая значительно отличается от тех сроков, которые прогнозируются на основе метеорологических показателей (кривая Мюллера) [3].

С целью установления возможности перезимовки гриба в самом растении осенью нами были помечены сильно пораженные милдью побеги виноградной лозы. В январе из таких побегов готовили аналитические срезы и путем их микроскопирования было установлено распространение мицелия гриба в тканях (рис. 1).

В таблице приводятся результаты микроскопического анализа зимующих побегов.

Частота встречаемости мицелия гриба в растениях

Количество срезов пораженных побегов	10	10	10	10	10
Обнаружен мицелий	1	0	2	1	3

Как видно из таблицы, почти во всех анализируемых растениях был обнаружен мицелий гриба. Однако надо полагать, что наличие мицелия гриба не в каждом срезе обусловлено незначительным развитием мицелия в данной фазе либо распространением гриба не в каждом препарате пораженного побега. Но наличие в таком виде мицелия гриба в растении достаточно для возобновления инфекции при наступлении соответствующей фенологической фазы.

НИИ садоводства, виноградарства  
и виноделия МСХ ГССР

(Поступило 29.4.1983)

ფიზიკალური მეთოდები

ლ. ზრედაშვილი

პანის ჰრამის გამომწვევი სოკო PLASMOPARA VITICOLA  
BERE ET DE TONI ბალახამთრების საკითხისათვის

რეზიუმე

მოცემულია მიკროსკოპული ანალიზის შედეგები საქართველოს პირობებში ჰრამის გამომწვევი სოკოს Plasmopara viticola Bere et de Toni მცენარის ტოტებსა და მოზამთრე კვირტებში მიცელებით გადაზამთრების შესახებ.



L. G. CHRELASHVILI

TOWARD THE WINTERING OF THE MILDEW-CAUSING  
*FUNGUS PLASMOPARA VITICOLA* BERE ET DE TONI

Summary

The paper deals with the results of microscopic analysis of mycelium wintering of mildew-causing *Plasmopara Viticola* Bere et de Toni on branches and fruit-bearing buds in Georgia

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Вердеревский, К. Войтович. Мильдю винограда. Кишинев, 1970.
2. А. Нацарашвили. Мильдю и ондиум винограда и борьба с ними. Тбилиси, 1955.
3. Л. Г. Чрелашвили. Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1978.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. С. ГИГИНЕЙШВИЛИ, Дж. М. МЕТРЕВЕЛИ, С. А. ТЕВЗАДЗЕ,  
Н. В. КВАЧАДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ  
ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С АДНЕКСИТОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 22.6.1983)

Как известно, надпочечники играют чрезвычайно важную роль в жизненных процессах организма. Гипофункция коры надпочечников оказывает отрицательное влияние не только на развитие общих защитно-приспособительных реакций, но и на течение самого воспалительного процесса в половых органах [1]. Под влиянием глюкокортикоидов резко уменьшаются воспалительные явления, проницаемость сосудов, задерживается развитие соединительной ткани [2].

Нами исследовано содержание нейтральных 17-кетостероидов (КС) в суточной моче [3] при лечении больных с аднекситом. Лечение проведено разработанным нами способом, на который Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам открытий и изобретений выдано Авторское свидетельство № 625715.

Разработанный нами способ применяется следующим образом. Электрофорезом одновременно вводим 3%-ный салицилат натрия, 5%-ный хлористый литий и 2%-ную сернистую медь. Одновременно назначаем реопирин (внутри по 1 таблетке 3—4 раза в день или внутримышечно 5 мл 1 раз в день) и витамин «У» (по 1 таблетке 3 раза в день).

Исследование нейтральных 17-кетостероидов проведено у 59 больных. Из них первичное острое воспаление придатков матки диагностировано у 22 больных, а обострение хронически протекающего аднексита у 37 больных.

По возрасту больные, у которых воспаление возникло впервые, распределялись следующим образом: от 21 года до 26 лет — 8 больных, от 28 до 30 лет — 6, от 32 до 35 лет — 5, от 38 лет до 41 года — 3 больных.

Среди больных с обострением хронически протекающего аднексита в возрасте от 21 года до 24 лет было 11 больных, от 27 до 31 года — 13, от 33 до 36 лет — 5, от 38 до 43 лет — 8 больных.

Так как средние величины содержания 17-КС в суточном количестве мочи колеблются в широких пределах, нами в целях контроля эти показатели первоначально были определены у 22 практически здоровых женщин различного возраста (в среднем  $10,8 \pm 0,65$  мг/сутки).

У обследованных нами 22 больных, первично заболевших острым воспалением придатков матки, при изучении суточной экскреции 17-КС с мочой, выявлено значительное увеличение выделения 17-КС в сравнении с таковыми у здоровых женщин.

У больных с первичным острым аднекситом количество 17-КС в суточной моче в процессе лечения во всех случаях уменьшалось и при наступлении клинического выздоровления доходило до нормальных величин.

До начала лечения среднее содержание 17-КС равнялось  $44,55 \pm 1,22$  мг/сутки, а по окончании лечения —  $11,97 \pm 0,84$  мг/сутки. Снижение содержания 17-КС в суточном количестве мочи оказалось статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

У больных с обострением хронического аднексита по сравнению с практически здоровыми женщинами суточная экскреция 17-КС с мочой была повышена, однако у этих больных в связи с длительностью заболевания наблюдались некоторые особенности в изменении содержания 17-КС в суточном количестве мочи.

У больных с длительно протекающим воспалительным процессом придатков матки с давностью воспаления от одного года до двух лет, до лечения содержание 17-КС в суточной моче было увеличено. В результате проведенного лечения предложенным нами способом при наступлении клинического выздоровления установлено статистически достоверное снижение ( $P < 0,001$ ) количества 17-КС в суточной моче до нормальных величин. До лечения количество 17-КС в среднем составляло  $38,6 \pm 0,55$  мг/сутки, к концу лечения —  $11,2 \pm 1,26$  мг/сутки.

При поступлении к нам в клинику у больных с давностью заболевания 3 года среднее содержание 17-КС в суточном количестве мочи равнялось  $28,12 \pm 1,071$  мг/сутки, а после окончания лечения в тех случаях, когда наступало клиническое выздоровление средний уровень 17-КС составлял  $12,8 \pm 1,43$  мг/сутки, т. е. и здесь отмечено понижение, что было статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

При длительности воспалительного процесса 4 года средний показатель суточной экскреции с мочой 17-КС был равен  $3,3 \pm 0,25$  мг/сутки, а к концу лечения при выздоровлении он достигал нормального уровня. В данном случае повышалось суточное содержание 17-КС, выделяемых с мочой, однако повышение это оказалось статистически недостоверным ( $P < 0,01$ ).

Увеличение выделения 17-КС в суточной моче мы наблюдали и у больных 5-летней давности аднексита. До начала лечения средний показатель их равнялся  $2,13 \pm 0,52$  мг/сутки, по окончании —  $13,8 \pm 0,6$  мг/сутки. Увеличение оказалось статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

Повышение суточной экскреции с мочой 17-КС установлено также у больных с длительностью воспаления 6—7 лет при клиническом выздоровлении. До лечения количество 17-КС в суточной моче в среднем составляло  $1,85 \pm 0,18$  мг/сутки, а после лечения —  $10,8 \pm 1,24$  мг/сутки. Разница эта оказалась статистически достоверной ( $P < 0,001$ ).

Таким образом, у больных с первичным острым аднекситом после лечения предложенным нами способом при наступлении клинического выздоровления наблюдалось понижение содержания 17-КС в суточной моче до нормальных величин. При обострении хронического аднексита в результате проведенного лечения при клиническом выздоровлении наблюдалось как снижение (если исходный уровень был высоким), так и увеличение (если до лечения отмечены низкие показатели) суточного содержания 17-КС, выделяемых с мочой, до нормальных величин.

მ. გიბინიშვილი, ჯ. მებრეველი, ს. თევზაძე, ნ. კვაჩაძე

თირკმელზედა ჯირკვლის ფუნქციის ცვლილება ადნექსიტის  
 მკურნალობის დროს

რეზიუმე

ადნექსიტის ახალი მეთოდით მკურნალობის დროს დღე-ღამის შარღში ჩვენ გამოვიკვლიეთ ნეიტრალური 17-კეტოსტეროიდები. მკურნალობის მეთოდი შევიმუშავეთ ჩვენ. მწვავე ადნექსიტის მკურნალობის შემდეგ კლინიკური გამოჯანსაღების შემთხვევაში 17-კეტოსტეროიდების რაოდენობა დაქვეითდა. ქრონიკული ადნექსიტის გამწვაების დროს მკურნალობა იწვევდა 17-კეტოსტეროიდების რაოდენობის როგორც დაქვეითებას (თუ მკურნალობამდე მომატებული იყო), ისე მომატებას (თუ მკურნალობამდე დაკლებული იყო).

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. S. GIGINEISHVILI, J. M. METREVELI, S. A. TEVZADZE,  
 N. V. KVACHADZE

CHANGES IN THE FUNCTION OF THE ADRENAL GLAND CORTEX  
 DURING THE TREATMENT OF PATIENTS WITH ADNEXITIS

Summary

The content of neutral 17-ketosteroids was studied in the diurnal urine during the treatment of patients with adnexitis. The treatment was carried out by a method developed by the authors. In patients with primary acute adnexitis at clinical recovery following treatment, a decrease in 17 KS was observed in the diurnal urine to normal values.

At clinical recovery following treatment of an acute condition of chronic adnexitis the diurnal content of 17 KS was found to decrease (if the initial level was high) and to increase to normal values if the pre-treatment indices were low.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Бодяжина. Хронические неспецифические воспалительные заболевания женских половых органов. М., 1978.
2. Г. Селье. Очерки об адапционном синдроме. М., 1960.
3. Я. М. Мирославский. Справ. «Биохимические методы исследования в клинике». М., 1969.



М. Н. БЕЖАНИШВИЛИ

### ТЕОРЕТИКО-МОДЕЛЬНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АПОДИКТИЧЕСКОЙ СИЛЛОГИСТИКИ АРИСТОТЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. З. Чавчавадзе 9.12.1983)

Средствами теории моделей в работе дается адекватное воспроизведение аподиктической силлогистики Аристотеля [1], основанное на выявлении «аподиктического предположения» общих категорических суждений о необходимо присущем.

Системы AS 1 и AS 2. Ассерторические силлогистические атомы (СА) имеют вид  $AxB$ , где  $A$  и  $B$  — произвольные общие термины, а  $x$  — одна из аристотелевых констант  $a, e, i$  или  $o$ . Аподиктические СА имеют вид  $Ax^L B$ , где  $A$  и  $B$  — нетождественные общие термины<sup>(1)</sup> (это ограничение, исключающее выражения вида  $Ax^L A$  из языка AS 1 (AS 2), можно надлежащим образом обосновать). Формулы AS 1 (AS 2) строятся из (ассерторических и аподиктических) СА с помощью пропозициональных связок  $\sim$  и  $\supset$  (отрицания и импликации). Остальные пропозициональные связки вводятся надлежащими определениями. Если  $a$  — ассерторический СА с нетождественными терминами, то  $a^L$  будет означать соответствующий аподиктический СА.

Аксиомами AS 1 являются аксиомы полного классического пропозиционального исчисления, аксиомы системы ассерторической силлогистики Я. Лукасевича [2] и следующие формулы:

$$Ax^L B \supset Ax B, AaB \wedge Ba^L C \supset Aa^L C (Ba^L rbara^L), AaB \wedge Be^L C \supset Ae^L C \\ (Ce^L iare^L nt), AiB \wedge Ba^L C \supset Ai^L C (Da^L rii^L), AiB \wedge Be^L C \supset Ao^L C (Fe^L rio^L).$$

Правила вывода: если  $\vdash a$ , то  $\vdash S_{B^L}^A a$ , где никакой аподиктический СА формулы  $a$ , содержащий термин  $A$ , не содержит  $B$  (правило подстановки), если  $\vdash a \supset \beta$  и  $\vdash a$ , то  $\vdash \beta$  (правило модус поненс), если  $\vdash \alpha_1 \wedge \dots \wedge \alpha_k \supset \beta$ , где  $\alpha_1, \dots, \alpha_k, \beta$  — ассерторические СА с нетождественными терминами и  $k > 0$ , то  $\vdash \alpha_1^L \wedge \dots \wedge \alpha_k^L \supset \beta^L$  (правило необходимости).

Система AS 2 получается из AS 1 опусканием аксиомы  $Ax^L B \supset Ax B$ . Она формализует спорную трактовку аподиктической силлогистики Аристотеля, связанную с [1], I, 12, 32aб—10.

Аристотелевы доказательства аподиктических формул посредством выделения ( $\xi\chi\theta\epsilon\sigma\zeta$ ) можно объяснить по образцу [2] с использованием квантора существования или в манере [3] с использованием правила, аналогичного правилу удаления квантора существования. В частности, в обеих системах допустимым является следую-

(<sup>1</sup> Можно избежать такого ограничения в языке, если в семантике допустить возможность «ненормальных» миров.



шее правило вывода: если  $\vdash CaA \wedge CeB \supset \alpha$ ,  $[\alpha]^L$  имеет вид  $\alpha_k^L \wedge \dots \wedge \alpha_n^L$ ,  $\alpha_k^L \supset \beta^L$  с  $CA \alpha_1, \dots, \alpha_n, \beta$ , не содержащими  $C$  и удовлетворяющими условию правила необходимости с  $k \geq 0$ , то  $\vdash A\alpha^L B \supset [\alpha]^L$ .

Интерпретация AS 1 и AS 2. Интерпретацией AS 1 является упорядоченная четверка  $\langle W, R, M, \varphi \rangle$ , где  $W$  — непустое множество («возможных миров»),  $R$  — двуместное рефлексивное отношение, определенное на  $W$ ,  $M$  — непустое множество непустых множеств, а  $\varphi$  — двуместная оценочная функция, удовлетворяющая следующим условиям:

$$\varphi 0. \varphi(A, w) \in M, w \in W.$$

Для всяких  $A, B$  и  $C$  таких, что  $A \neq C$  и  $B \neq C^1$ ,

$$\varphi 1. \varphi(A, w) \subseteq \varphi(B, w) \Rightarrow \{ \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(B, w') \subseteq \varphi(C, w')] \Rightarrow \\ \Rightarrow \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(A, w') \subseteq \varphi(C, w')] \} \wedge \{ \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(B, w') \cap \varphi(C, w') = \emptyset] \Rightarrow \\ \Rightarrow \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(A, w') \cap \varphi(C, w') = \emptyset] \}.$$

$$\varphi 2. \varphi(A, w) \cap \varphi(B, w) \neq \emptyset \Rightarrow \{ \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(B, w') \subseteq \varphi(C, w')] \Rightarrow \\ \Rightarrow \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(A, w') \cap \varphi(C, w') \neq \emptyset] \} \wedge \{ \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(B, w') \cap \\ \cap \varphi(C, w') = \emptyset] \Rightarrow \forall w' [wRw' \Rightarrow \varphi(A, w') \setminus \varphi(C, w') \neq \emptyset] \}.$$

Для всяких  $A$  и  $B$

$$\varphi 3. \varphi(AaB, w) = I \iff \varphi(A, w) \subseteq \varphi(B, w).$$

$$\varphi 4. \varphi(AeB, w) = I \iff \varphi(A, w) \cap \varphi(B, w) = \emptyset.$$

$$\varphi 5. \varphi(AiB, w) = I \iff \varphi(A, w) \cap \varphi(B, w) \neq \emptyset.$$

$$\varphi 6. \varphi(AoB, w) = I \iff \varphi(A, w) \setminus \varphi(B, w) \neq \emptyset.$$

Для всяких  $A$  и  $B$  таких, что  $A \neq B^1$ ,

$$\varphi 7-10. \varphi(Ax^L B, w) = I \iff \forall w' (wRw' \Rightarrow \varphi(Ax B, w') = I).$$

Условия для формул, содержащих пропозициональные связи, задаются стандартно, согласно их классическому пониманию. Общезначимость формул AS1 определяется обычным образом.

В этой интерпретации общезначимыми оказываются все формулы, принимаемые Аристотелем, и опровергаются все формулы, отвергаемые им.

Интерпретация AS2 отличается от интерпретации AS 1 лишь тем, что на  $R$  не налагается никакое условие.

Семантические таблицы. Рассмотрение всех интерпретаций для установления общезначимости формул можно ограничить построением модифицированных диаграмм Крипке [4] в манере, изложенной в [5]. Правила таблиц для пропозициональных связей формулируются стандартно. Далее, в каждой таблице  $t$  значение И принимают все  $CA$ , выводимые согласно правилам контрадикторности обращения и модусам первой фигуры из асертторических  $CA$ , принимающих в  $t$  значение И. Все понятия, необходимые для описания диаграмм, определяются по образцу [4] или [5]. Множество таблиц упорядочивается отношением  $R$ , связанным с отношением  $R$  интерпретаций AS 1 и AS 2.

(<sup>1</sup> Это ограничение выразимо в терминах интерпретации.



Правила для аподиктических СА:

$x^L \perp (x = a, e, i, o)$ . Если в таблице  $t$  формуле  $Ax^L B$  приспано значение  $\perp$ , то составляется новая таблица  $t'$  такая что  $tRt'$  и в ней формуле  $AxB$  приспывается значение  $\perp$ .

$a^L I$ . Если в таблице  $t$  формуле  $Aa^L B$  приспано значение  $I$ , то для всякого термина  $C$ , входящего в СА таблицы  $t$  и отличного от  $B$ , когда формуле вида  $CaA$  в таблице  $t$  приспано значение  $I$ , в каждой таблице  $t'$  такой, что  $tRt'$ , формуле  $CaB$  приспывается значение  $I$ , и когда формуле вида  $CiA$  в  $t$  приспано значение  $I$ , в  $t'$  формуле  $CiB$  приспывается значение  $I$ .

$i^L I$ . Если в таблице  $t$  формуле  $Ai^L B$  приспано значение  $I$ , то в каждой таблице  $t'$  такой, что  $tRt'$ , формуле  $AiB$  приспывается значение  $I$ .

Правила  $e^L I$  и  $o^L I$  формулируются аналогично.

Теорема 1. Если  $\vdash \alpha$  в AS 1 (AS 2), то  $\alpha$ —общезначимая формула AS 1 (AS 2).

Теорема 2. Если  $\alpha$ —общезначимая формула AS 1 (AS 2), то  $\vdash \alpha$  в AS 1 (AS 2).

Доказательство следует из правил интерпретации и построения диаграмм. Так как для всякой формулы построение диаграммы завершается в конечное число шагов, справедлива также

Теорема 3. AS 1 (AS 2) разрешима.

Погружающие операции. Учительная [2], § 32, погружающие операции здесь достаточно определить только для формул вида  $\alpha = \alpha_1 \wedge \dots \wedge \alpha_k \supset \beta$ , где  $k \geq 0$  и  $\alpha_1, \dots, \alpha_k, \beta$ —СА или их отрицания.

$$\pi(AaB) = \forall x (A(x) \supset B(x)), \quad \pi(AiB) = \exists x (A(x) \wedge B(x)),$$

$$\pi(AeB) = \forall x (A(x) \supset \sim B(x)), \quad \pi(AoB) = \exists x (A(x) \wedge \sim B(x)),$$

$$\pi(\sim \alpha) = \sim \pi(\alpha), \quad \pi(\sigma \supset \beta) = \pi(\alpha) \supset \pi(\beta),$$

$$\pi(Ax^L B) = \square \pi(AxB).$$

Пусть  $\zeta(\alpha)$ —формула, получаемая из  $\alpha$  добавлением к ее посылкам всех СА (без повторений), выводимых согласно правилам конрадикторности обращения и модусам первой фигуры из ассерторических посылок  $\alpha$  (число таких следствий всегда конечно).

$$\theta(\alpha) = \beta_m \wedge \dots \wedge \beta_1 \supset \alpha,$$

где  $\beta_i$  ( $1 \leq i \leq m$ ) есть  $Aa^L C$ ,  $Ai^L C$ ,  $Ae^L C$ ,  $Ae^L B$ ,  $Ao^L C$  или  $Ao^L B$  при условии, что  $\beta_{i-1} \wedge \dots \wedge \beta_1 \supset \zeta(\alpha)$  содержит отрицательные вхождения двух соответствующих СА:  $AaB$  и  $Va^L C$ ,  $AiB$  и  $Va^L C$ ,  $AaB$  и  $Ve^L C$ ,  $AaC$  и  $Ve^L C$ ,  $AiB$  и  $Ve^L C$  или  $AiC$  и  $Ve^L C$ . Если же  $\zeta(\alpha)$  не содержит отрицательных вхождений никаких таких пар СА, то  $\theta(\alpha) = \alpha$ .

$$\rho(\alpha) = \square \exists x A_1(x) \wedge \dots \wedge \square \exists x A_n(x) \supset \pi(\theta(\alpha)),$$

где  $A_1, \dots, A_n$ —все предикатные буквы, входящие в  $\pi(\theta(\alpha))$ .

$\sigma(\alpha)$  получается из  $\rho(\alpha)$  заменой всех ее различных атомов  $A_1(x), \dots, A_n(x)$  различными пропозициональными переменными  $p_1, \dots, p_n$ , а  $\forall x$  и  $\exists x$  модальными операторами  $\square$  и  $\diamond$ .

Теорема 4.  $\vdash \alpha$  в AS 1 (AS 2) тогда и только тогда, когда  $\vdash \rho(\alpha)$  в одноместной модальной системе  $T$  Фейса—фон Вригта (в минимальной нормальной одноместной модальной системе  $K$ ).

Из теорем 4 и 3, согласно Крипке [6], следует, что по выразительным способностям AS1 (AS 2) не может быть сильнее модальной пропозициональной логики. И действительно, справедлива

Теорема 5.  $\vdash \alpha$  в AS 1 (AS 2) тогда и только тогда, когда  $\vdash \sigma(\alpha)$  в модальной пропозициональной системе T Фейса—фон Вригта (в системе  $K + \{\Box p \supset \Diamond p\}$ ).

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт философии

(Поступило 13.12.1983)

ფილოსოფია

მ. ბეჟანიშვილი

არისტოტელეს აპოდქტიკური სილოგისტიკის ინტერპრეტაცია  
 მოდელების თეორიით

რეზიუმე

შრომაში მოცემულია არისტოტელეს აპოდქტიკური სილოგისტიკის ადეკვატური რეკონსტრუქცია მოდელების თეორიის საშუალებით და დადგენილია მისი მეტათეორიული თავისებურებანი.

PHILOSOPHY

M. N. BEZHANISHVILI

## A MODEL-THEORETIC INTERPRETATION OF ARISTOTLE'S APODICTIC SYLLOGISTIC

### Summary

The purpose of the present study has been to give an adequate reconstruction of Aristotle's apodictic syllogistic by means of a model theory and to establish its metatheoretical peculiarities.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Аристотел. Сочинения, т. 2. Первая аналитика, кн. I, гл. 3, 8—12. М., 1978.
2. Я. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., 1959.
3. Л. И. Мchedlishvili. Тезисы докладов Симпозиума по логике Аристотеля. Тбилиси, 1983, 36—38.
4. S. A. Kripke. ZMLGM, 9, 1963, 67-96.
5. G. E. Hughes, M. J. Cresswell. An Introduction to Modal Logic. London, 1968.
6. S. A. Kripke. ZMLGM, 8, 1962, 113-116.

Л. Д. НАПЕТВАРИДZE

## РЕГИОНАЛЬНО-ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЖАНРОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗВИТИЯ ФУТУРУМА В XII—XV вв. НА МАТЕРИАЛЕ НЕМЕЦКОГО ЯЗЫКА

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 28.2.1983)

На протяжении нескольких веков в немецком языке в значении будущего синонимично функционировали разные структуры: презенс (индикатив актив и пассив), сочетания глагола «werden» с причастием настоящего времени и с инфинитивом, перфект и сочетание модальных глаголов «wollen» и «sollen» с инфинитивом.

В выработке единой нормы употребления форм будущего времени в немецком литературном языке определенную роль играют лингво-географические факторы. Процесс нивелирования в употреблении форм будущего времени мы рассматриваем в двух планах: в регионально-хронологическом и в жанровом. В хронологическом плане ограничиваемся двумя периодами: XII—XIII и XIV—XV вв. Что касается региональных особенностей, то мы рассматриваем функционирование синонимичных форм будущего времени в восточных и западных регионах [1], внутри которых различаем нижне-, средне- и южно-немецкие области, так как анализ материала показал, что продвижение категориальной формы «werden+инфинитив» происходит не с юга на север, а с востока на запад.

Жанровая характеристика памятника меняется от периода к периоду и теснейшим образом связана с расширением сферы функционирования немецкого литературного языка.

### I. XII—XIII вв.

Данный период считается эпохой расцвета феодальной культуры и характеризуется значительным расширением сфер функционирования немецкого языка: наряду с религиозной литературой немецкий язык начинает использоваться и в светской художественной литературе, а с конца XIII в. проникает и в деловую письменность, где до того господствовала латынь [2].

Данный период в предлагаемой статье представлен в жанровом аспекте религиозной литературой (проповедями Бертольда Регенсбургского и Давида Аугсбургского) и рыцарским эпосом («Эрек Гартмана фон Ауэ», «Парцифаль» Вольфрама фон Эшенбаха, «Морант и Галия» и «Песня о Нибелунгах»).

Статистический анализ показал, что в религиозной литературе для передачи будущего времени превалирует футуральный презенс (Б. Рег. 72,3%: Д. Аугс. 70%); эти памятники относятся к восточно-южнонемецкому региону (северно- и среднебаварский). Будущее, выраженное с модальными глаголами «wollen» и «sollen» с инфинитивом, в частности уступает футуральному презенсу (Б. Рег. 14%: Д. Аугс. 16,7%).

В распределении синонимичных форм будущего времени эти памятники проявляют приблизительно одинаковую тенденцию. «Werden+инфинитив» в мистике Д. Аугсбургского вообще не встречается,



тогда как у Б. Регенбургского эта форма составляет 5,5% («werden + причастие настоящего времени», наоборот, встречается у Д. Аугсбургского почти в два раза чаще (13,4%:7%). В памятниках рыцарского эпоса замечаются некоторые расхождения в употреблении футурального презенса и модального будущего: западносредне-немецкий регион (рипуарский), представленный памятником «Морант и Галия», обнаруживает для передачи будущего времени тенденцию преобладания употребления модальных глаголов (56,6%), футуральный презенс составляет 41,5%. Западноюжнонемецкий регион (швабско-алеманский), представленный памятником «Эрек», обнаруживает преобладающее употребление футурального презенса — 83,8% (модальное будущее — 12,1%). Восточноюжнонемецкий регион (австро-баварский), представленный памятником «Песня о Нибелунгах», характеризуется также преобладанием футурального презенса — 62%, хотя разрыв между футуральным презенсом и модальным будущим не так велик: 62%:35,9%. Южнофранкская область (з/срн) показывает промежуточную ступень в употреблении обеих форм: футуральный презенс — 54%, модальное будущее — 44% («Парцифаль»).

Сочетание «werden + причастие настоящего времени» почти не встречается в указанных памятниках (только в «Песне о Нибелунгах» 0,5%); также минимальна частотность употребления модели «werden + инфинитив» («Морант и Галия» — 1,9%, «Эрек» — 4,1%, «Парцифаль» — 2%). Количество футурального перфекта минимально («Морант и Галия» — 0%, «Эрек» — 0%, «Нибелунги» — 1,6%).

Следовательно, основными конкурирующими средствами являются для данного периода футуральный презенс и сочетания модальных глаголов с инфинитивом. В этом проявляется становление самого содержания будущего, мыслимого как нечто объективное, с одной стороны, и как намерение или же как нечто неизбежное, с другой.

## II. XIV—XV вв.

Данный период характеризуется развитием средневековой городской культуры. Новым для этого периода в жанровой системе является интенсивное развитие прозаических жанров [3]. В предлагаемой статье данный период представлен следующими основными жанрами: религиозная литература (Герман фон Фритцлар, Восточная история апостолов, Первая немецкая библия, Нижне немецкие переводы библии — восточно- и западнофранкские и любекский варианты и «Евангелистар»); художественная и занимательная проза («Путешествие Марко Поло», Немецкие рассказы средневековья, Ланцелот); хроники городов: Базеля, Франкфурта-на-Майне, Майнца, Нордгаузена, Лейпцига, Аугсбурга и Саксонское зеркало.

В религиозно-дидактической литературе употребление футурального презенса превалирует в западносредне немецком (в рейнско-франкском) (Фритцлар — 60,9%), в восточноюжнонемецком (юго-восток) — (Первая немецкая библия — 91,9%), в восточнижнонемецком (берлинская рукопись «Евангелистар» — 44,2%); в этих же памятниках сочетание «werden + инфинитив» употребляется с разной частотностью: в/юн — 4,7%, з/срн — 0%, в/нн — 22,4%; с футуральным презенсом в этих памятниках конкурируют в з/срн (Фритцлар) модальное будущее (36,8%), а в в/нн — как модальное будущее (26,6%), так и «werden + инфинитив» (22,4%). Юго-восток следует южной традиции. Нижне немецкие переводы библии резко расходятся в употреблении этих форм (западно- и восточнофранкские варианты — 23,3% футурального презенса, любекский вариант — 5,1%), в первых футуральный презенс уступает модальному будущему (68,7%), сочетание «werden + инфинитив» составляет 5,9%, а «werden + причастие настоящего времени» — 1,2%; в любекском варианте преобладает



употребление сочетания «werden+причастие настоящего времени» (74,7%), а модальное будущее употребительно в большей степени, чем футуральный презенс (17,3%:5,1%).

В художественной прозе, несмотря на региональные различия, преобладает футуральный презенс («Марко Поло» — в срн — 66,7%, Немецкие рассказы средневековья — в/срн. — 56,6%, Ланцелот — з/вн — южнофранкский — 55,7%), конкурентом которого выступает модальное будущее (соответственно: 22,2; 18,8; 41,4%). Разница в этих памятниках констатируется в употреблении сочетания «werden + инфинитив»: Немецкие рассказы средневековья (в/срн) — 18,9%, более южные («Марко Поло») — 11,1%, а з/юн (южнофранкский) ограничивается лишь единичными случаями употребления этого сочетания (Ланцелот) — 1,1%.

В деловой прозе во всех регионах преобладает футуральный презенс, а модальное будущее отстает в связи с употреблением модальных глаголов «wollen» и «sollen» преимущественно в их основной функции. Что касается сочетания «werden+инфинитив», то употребление данной модели в в/срн является узуальным: Нордгаузен — 16,3%, Лейпциг — 17,7%, Аугсбург — 16,3%. Это сочетание встречается также и в рейнско-франкском: Майнц — 12,5%, Франкфурт — 4,5%; «werden+причастие настоящего времени» почти не употребляется. Сочетание «werden+инфинитив II» не прослеживается вовсе.

В деловой прозе рост употребления сочетания «werden+инфинитив» можно объяснить смысловой нагрузкой текста: появляется потребность передать объективное отношение к фактам в документах. При таком обстоятельстве, естественно, малопримодными являются футуральный презенс и модальное будущее, которые для реализации значения будущего времени нуждаются в широком контексте.

Закрепление модели «werden+инфинитив» происходит на уровне письменного литературного языка. Основными конкурирующими формами передачи будущего времени остаются футуральный презенс и модальное будущее; «werden+инфинитив», хотя все еще и находится на периферии в системе форм выражения будущего времени, но воспринимается уже как объективная категориальная форма, распространение которой колеблется и продвигается с центральной полосы востока к западу, правда не сплошным фронтом.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.3.1983)

ენათმეცნიერება

ლ. ნაშბუკარიძე

ფუტურუმის განვითარების რეგიონალურ-ჰრონოლოგიური და  
 ჟანრობრივი მახასიათებლები XII—XV სს. გერმანული ენის  
 მასალაზე

რეზიუმე

მომავალი დროის გამომხატველ სინონიმურ სტრუქტურათა ხმარების განვითარების პროცესი განხილულია ორი ასპექტით: რეგიონალურითა და ჟანრობრივით. ა) რეგიონების თვალსაზრისით გამოყოფილია დასავლეთ და აღმოსავლეთი ზონა, რომლებიც, თავის მხრივ, იყოფიან ზემო, შუა და ქვემოგერმანულ რაიონებად; ბ) ლიტერატურული ძეგლებს ჟანრობრივი თავისებურება უკავშირდება სალიტერატურო ენის ფუნქციონირების სფეროს გაფართოებას.

L. D. NAPETVARIDZE

 REGIONAL-CHRONOLOGICAL AND GENRE CHARACTERISTICS  
 OF THE DEVELOPMENT OF THE GERMAN FUTURE TENSE  
 IN THE 12th-15th CENTURIES

## Summary

The developmental process of the synonymic structures expressing the Future in German is discussed in two aspects: regional and genre. From the regional viewpoint the Western and Eastern zones have been identified, which in turn are subdivided into High-, Middle-, and Low German regions. The genre specificity of literary monuments is related to the expansion of the functioning of the literary language.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Шильдт. Сб. «Актуальные проблемы языкознания ГДР». М., 1979, 226.
2. М. М. Гухман, Н. Н. Семенюк. История немецкого литературного языка IX—XV вв. М., 1983, 131—132.
3. М. М. Гухман. От языка немецкой народности к немецкому национальному языку, ч. 1. М., 1955, 128.





3. ჯანბიძე

ინზილოური დიალექტის კაკური კილოკავისა და აზერბაიჯანულის  
კახური მიტყველების ფონეტიკურ-ფონოლოგიური ურთიერთობიდან  
(კახურ-კაკური ინტერფერენცია)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 8.6.1983)

აზერბაიჯანული ენის კახური მეტყველების ზემოქმედებით გამოწვეული ენობრივი ინტერფერენცია კაკურ-ინგილოურში დასტურდება როგორც გრამატიკულ და ლექსიკურ, ისე ფონეტიკურ-ფონოლოგიურ დონეზე, რაც წარმოადგენს ამ ორი სხვადასხვა სისტემის დიალექტური ერთეულის ხანგრძლივი პროქსიმალური კონტაქტის შედეგს.

შრომაში გამოვლენილი და ახსნილია კაკურში აზერბაიჯანული ენის გავლენით წარმოქმნილი სტრუქტურული ხასიათის ფონეტიკურ-ფონოლოგიური ცვლილებები ანუ კახურ-კაკური ინტერფერენცია, რაც გამოიხატა ქართული ბეგრითი სისტემის შეცვლაში. კაკურის ვოკალიზში წარმოდგენილია ათი ხმოვნით (ა, ა, ე, ი, ი, ი, უ, რ, უ, რ, უ). ქართლისგან განსხვავებული ა, ი, ე, ი, უ ხმოვნებიდან მხოლოდ ორი უკანასკნელი (რ, უ) არის ფონოლოგიური ღირებულების მატარებელი: ვრლ 'ველი'—ველ 'მგელი'—ველ 'გული', ზრლ 'ძველი'—ზალ 'რძალი'—ზელ 'ძელი'—ზილ 'ძილი'—ზოლ 'ძელი', ტრრ 'მტვერი'—ტარ 'თითისტარი'—ტერ 'მტერი'—ტურ 'კოყრი კანზე ან ხეზე', შრლ 'შველი'—შალ 'შალი'—შულ 'ვაეიშვილი', შოლაჲ 'შველა'—შოლაჲ 'შემის კონა'—შილაჲ 'წითელი ფერის ბამბის ქსოვილი', ყრლ 'ყველი'—ყელ 'ყელი'—ყილ 'თხის ნაპარსი'; ზურ 'ძერი'—ზარ 'ქსოვილზე ბორცვებად ამოყრილი'—ზირ 'ძირი'—ზორ 'ძალა', წყულ 'წყვილი'—წყალ 'წყალი'—წყილ 'რწყილი', გჟუჲ 'ძალა'—გიჲ 'გიეი', კჟუჲ 'კვიცი'—კაც 'ქმარი' ტჟნ 'ტენი'—ტონ 'კაბა', შჟლ 'შვიდი'—შაღ 'მხიარული', შჟლოვაჲ 'მშვიდობა'—შაღოვაჲ 'მხიარულება'.

კონსონანტიზმში კახური აზერბაიჯანულის მინტერფერირებელი გავლენა გამოიხატება ინგილოურის თანხმოვანთა სისტემიდან აზერბაიჯანულისთვის უცხო ძ ენაკბილისმიერი აფრიკატის ამოვარდნაში. იგი ყველა პოზიციაში გემარტივებულია ზ ფრიკატივ კომპონენტად [1]: ზიმაჲ 'ძმა', ზონჲ 'ძონძი', ბიზაჲ 'ბიძა'.

აზერბაიჯანულის გავლენით სპორადულად თავს იჩენს  $\phi$  და  $\alpha$  თანხმოვნები. ენაკბილისმიერი ყრუ ფრიკატივი  $\phi$  გვევლინება ვ ფონემის პოზიციურ ალოფონად, ხოლო შუაენისმიერი მჟღერი სპირანტი  $\alpha$  შეინიშნება მხოლოდ აზერბაიჯანულში და, ცხადია, არც იგი წარმოადგენს ფონემას.

ცნობილია, რომ თურქული ენები, გარდა მცირე გამოწვევისა, პირველი მარცვლის შემდეგ ვერ ჰგულობენ ღია ბაგისმიერი  $\text{O}$ ,  $\text{O}$  ხმოვნებს, ამიტომ ნასესხები სიტყვების  $\text{O}$  ხმოვანი მეორე და მომდევნო მარცვლებში გადადის დახურულ ბაგისმიერ  $\text{u}$  ხმოვანში. ინგილოურში  $\text{u} > \text{u}$ ,  $\text{r} > \text{r}$  აზერბაიჯანულში გარდა თავს იჩენს ქართულ სიტყვებშიც: კალოები > კალუევი, კოლოფი > კულუფი, იყრა? > ეყრა? ტანისამოსი > ტამსუმუზ, ფოხობა > ფოხუხობა, ყანყრატო >



ყერყანტუა, ძირხევა>ზირზონა>ზირზუნა>ზურზუნა. ამის გამო ვაგვრდებიან ლექსი ზოგჯერ მეორე მარცვალში მოსალოდნელი ო ხმოვნის ნაცვლად გვაძლევს უ ხმოვანს: გაყუნა>გაყუნა. ამავე მიზეზითაა რ/<ო/>ე-ში: ღვინო>ღუნოა//ღუნეა. ო-ს სუბჟარცია პირველი მარცვლის შემდგომ ხდება მეტათეზისისა და რედუქციის საშუალებითაც: ლაღოზა>ლოღაზ, კდობანი>კდმანი.

აზერბაიჯანულ ენაში საერთო დიალექტოლოგიურ მოვლენას წარმოადგენს  $b > v$  მონაცვლეობა, რაც უფრო მეტად არის გავრცელებული დასავლური და ჩრდილო ჯგუფის დიალექტებში [2], მათ შორის ნუხის დიალექტსა და ზაქათალა-კახის კილოკავებში. ამ უკანასკნელთა ზეგავლენით კაკურში აფიქსისებული ბ თანხმოვანი, როგორც წესი, ვ თანხმოვანშია გადასული: კაცეც, აჩემევაჲ, შუღოვაჲ, ვიწყრვთ, იყურეც, აკოცევენ, ამბოცს, ნაცნოვ... ისიც აღსანიშნავია, რომ I ჭრილში (წიწასა და მ. ჯანაშვილის მიერ შეკრებილ მასალებში) ბ>ვ არ დასტურდება, ფიქსირებულია ბ თანხმოვნიანი აფიქსები: არტახეც, კაცეც, აგეზაჲ, გადაბიჭევაჲ, ალუზეზა...

თურქულ ენებს საკუთრივ თურქული სიტყვებისთვის ახასიათებთ განსაკუთრებული ანლაუტური თავისებურებანი: 1) შეუძლებელია ანლაუტი იწყებოდეს r (რ) თანხმოვნით, 2) უჩვეულო და შეზღუდულია III (მ) თავკიდურიანი ანლაუტი. 3) დაუშვებელია ერთზე მეტი კონსონანტიანი თანხმოვნური ანლაუტი.

თურქული ანლაუტის ზემოაღნიშნული თავისებურებანი აზერბაიჯანული ენის მეშვეობით ფუნქციონირებს კაკურ კილოკავშიც, შედეგად თანხმოვნის წინა პოზიციაში იკარგება რ და მ კონსონანტები: რბილი>ბილ, რძალი>ზალ, რკინა>კინაჲ, რჯული>ჯულ, რქა>ქაჲ; მგელი>გელ, მდიდარი>დიდარ, მზე>ზეჲ, მძივი>ზივი, მთვარე>თორეჲ, მკვანე>კვანეჲ, მსუნავი>სუნაჲ, მშიერი>შერი და ა. შ.

კაკურში თანხმოვნურ ანლაუტში თანხმოვანთა თავმოყრის სუბჟარცია ხდება: 12 ვიწრო ხმოვანთა პროთეზით (ისკამ, ისტავლაჲ, ისპირტ, უშკოლ), 2) ანაპტიქსის საშუალებით. ხდება როგორც ვიწრო (ი, უ, უ), ისე ღია (ა, ე, ო) ხმოვნების ანაპტიქსი: ბრმა>ბრიმაჲ, ღრღნა>ღირღნაჲ, შტო>შიტოჲ, ძმა>ზიმაჲ; ქვა>ქვევაჲ; რვა>რღვაჲ, ხვალ>ხღვალ; კრაზანა>კარაზანაჲ, სველი>სეველ, შრომანი>შორმან, 3) მეტათეზისით: ღრუბელი>ღურბელ, ზღმარტლი>სიმარტლ, 4) თანხმოვანთა რედუქციით: ბრტყელი>ტყელ, ბრწყინვა>წყინვაჲ, ბრწყალი—წყალ, ფრჩხილი>ჩხილ, ფრთა>ფთაჲ, რვეული>რეული, ჭრიჭინა>ჭიჭინაჲ, 5) ანაპტიქსითა და თანხმოვანთა რედუქციით: ღრძილი>ღიზილ.

აზერბაიჯანული ენის დიალექტებისთვის დიდად არის დამახასიათებელი ფშინივიერ-ხმოვნური ანლაუტი, რომელიც განსაკუთრებით ზაქათალა-კახის კილოკავებშია გავრცელებული [2]. ეს ფონეტიკური მოვლენა მოქმედებს კაკურშიც, გვხვდება როგორც ნასესხებ, ისე ქართულ სიტყვებში: ჰაბა, ჰარაჲიჲ, ჰეგ, ჰომობდნენ, ჰოდენ, ჰუთხრა, ჰუმდერის, ჰუც 'ვიცი', ჰუცუნუ 'ვიცინი'.

ფშინივიერი შემართვა ანუ ხმოვნური ანლაუტის ასპირაცია [3], ვფიქრობთ, ისტორიული თურქული ფონეტიკური მოვლენაა. იგი უნდა უკავშირდებოდეს ექსპირატორულ (ექსპირაციულ) მახვილს, რომელიც მოდიოდა პირველ მარცვალზე და რომელმაც გამოიწვია თანხმოვნური ანლაუტის დაყრუება თურქულ ენებში [4]. ამჟამად „პროთეტული h“, როგორც მას თურქოლოგიაში უწოდებენ, უფრო მეტად გავრცელებულია დასავლურ თურქულ ენებში — ოღუზურ და ყარლუხურ-უიღურულ ჯგუფებში [5]. ხმოვნური ანლაუტის ასპირაცია კაკურში აზერბაიჯანულის გავლენის შედეგია.



აზერბაიჯანული ენის გავლენითვე კაცური ვერ გუობს თანხმოვანთა თავ-  
მოყრას აგრეთვე ინლაუტსა და აუსლაუტში. სუპერაცია ხდება: 1) ანაპტიჰსით:  
გოგრა>გუგურაჲ; სირმე>სირუმეჲ, ჩაკუწვა>ჩაკუწვეჲ, ჩალუმვა>ჩალუმ-  
პეჲ; ცრემლი>ცრმელ. 2) თანხმოვანთა რედუქციით: ამოხვევა>ამოხვეჲ,  
გაცხრილა>გაცხივაჲ. სიგრძე>სიგზეჲ, ნეკნები—ნეკეჲ, მაჰკანალი>მაჰკალ, შარ-  
შანდელი—შარანდელ, გაფქვენა>გაქენაჲ, დაფხრწილი>დაფრწულ; ნავსი>ნას,  
ფინთი>ფინ, თეთრი>თეთ, დათვი>დათ. თავგი>თავ, მარწყვი>მარწყ, 3) თუ  
წინამავალი ან მომდევნო მარცვლი შეიცავს ე ან ი ხმოვანს, მაშინ ვ-ნი რედუქ-  
ციის ნაცვლად ვადანაცვლებს ამ ხმოვნებს წინ და თანხმოვანთა დაჯგუფების სუ-  
პერაციასთან ერთად წარმოქმნის რ ან უ ხმოვნებს: ფეტვი>ფრტ, ხეწვი>ხრწ,  
კენტი>კნტ, ჩხიკვი>ჩხტკ, 4) ანაპტიჰსითა და თანხმოვანთა რედუქციით: და-  
ქებნა>დაზებეჲ.

თურქულ ენებს, განსაკუთრებით აზერბაიჯანულს, ახასიათებს ლაბიალუ-  
რი თანხმოვნების გამაბაგისმიერებელი ზემოქმედება მეზობელ არალაბიალურ  
ხმოვანზე. ეს თურქული ფონეტიკური პროცესი ორივე მიმართულებით ამოქმე-  
დდა კაცურ კილოკავშიც. მასიმილირებელია ვ კბილბაგისმიერი თანხ.: ვაგლახ  
>ვოგლახ, ვასხამთ>ვოსხამთ, ვირი>ვურ; გაწვე>გოწვე, დავკალით>დოვკა-  
ლით, ყურება>ყუროვაჲ, ცხლება>ცხლოვაჲ, თევზი>თრვზ, ჩადებული—ჩადო-  
ვულ, აჟური>აჟერ>აჟერ, ღივი>ყუტე.

მასიმილირებელია ბ წყვილბაგისმიერი თანხმოვანი: ბანგურა > ბონგუ-  
რაჲ, ბეგრი>ბოგარ, დაბიება>დაბუქეჲ, ჯბე>ჯბუბეჲ; მასიმილირებელია მ  
წყვილბაგისმიერი თანხ.: მეზობელი>მოზობელი, მემცხვარე>მომცხროჲ, ლამფურ  
>ლომფურ>ლუმფურ 'გაუფალი ლაფი', ტანისამოსი>ტანსომოზ>ტუნსუმოზ,  
ცრემლი>ცრმელ.

თანხმოვანთა ასიმილაციიდან აღსანიშნავია ასევე აზერბაიჯანული მოვლე-  
ნა — ნაზალი ნ-არის მიერ ბ|ვ-ს ნაზალიზაცია: კილობანი > კილმან, ვინ>  
მინ, ვენახი > მენაჲ, ორნი > ორნიმ.

შეინიშნება აზერბაიჯანულისთვის დამახასიათებელი ნ-ზე ბ-ანის გამაბა-  
გისმიერებელი ზემოქმედების შემთხვევაც; ბანი (ხმა) > ბამ.

ხმოვანთა ასიმილაციიდან უნდა გამოიყოს თურქული ფონეტიკური პრო-  
ცესის — ხმოვანთა ჰარმონიის კანონის ზემოქმედებით გამოწვეული ხმოვანთა  
ასიმილაცია ორივე მიმართულებით: 1) პროგრესული: გაღღვა > გაღღაჲ,  
ფქილის>ფქული>ფქულუ, ყვირილი>ყურლი>ყურულ, ღვინო>ღუნოჲ>ღუ-  
ნოჲ; 2) რეგრესული: წელი>წალან, მყევე>ყევეჲ. საბელი>სებელ, დადექ>დედექ.  
კიდე>კედემ, სოველი>სეველ, ჩონგური>ჩუნგურ, მოხვერი>მოზორ>მოზორ.

რაც შეეხება მეტათეზისს, აქ აზერბაიჯანულში წარმოადგენს ვ-ნის გადა-  
ნაცვლება ორივე მიმართულებით ე და ი ხმოვნების წინ პირველ შემთხვევაში  
წარმოიქმნება რ ხმოვანი (ვე>რ), მეორე შემთხვევაში კი — უ (ვი>უ): ხენე-  
შა>ჰნეშაჲ>ჰნოშა, ნამცვრევი >ნამცრევე>ნამცროგ; ექესი>ექეს>რქს, ლეღი  
>ლეველ>ლრლ, ნესვი>ნევეს>ნრს, ქეძვი>ზევეზ>ზოზ; სიკვლილი>სიკვლილ>  
სტკდულ, ძირკვი>ზვირკ>ზურკ, ციყვი>ციყ>ცუყ, ცხვრის>ცხვრი>ცხრუ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გ. წერეთლის სახ. აღმოსავლეთმცოდნეობის  
ინსტიტუტი

В. И. ДЖАНГИДЗЕ

ИЗ ФОНЕТИКО-ФONOЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМООТНОШЕНИЯ  
 КАКСКОГО ГОВОРА ИНГИЛОЙСКОГО ДИАЛЕКТА И  
 АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО КАХСКОГО НАРЕЧИЯ  
 (КАХСКО-КАКСКАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ)

Резюме

Выявлены и изучены те структурные фонетико-фонологические изменения в какском говоре ингилойского диалекта грузинского языка, которые являются результатом влияния какского азербайджанского наречия, т. е. какско-какской интерференции и, которые наличествуют как в звуковой системе, так и в фонетических явлениях какского говора.

LINGUISTICS

V. T. JANGIDZE

ON THE PHONETIC AND PHONOLOGICAL INTERRELATIONS OF  
 THE KAK SUBDIALECT OF THE INGILO DIALECT AND THE  
 KAKH DIALECT OF THE AZERBAIJANIAN LANGUAGE  
 (THE KAKH-KAK INTERFERENCE)

Summary

The structural, phonetic and phonological changes resulting from the influence of the Kakh subdialect of the Azerbaijanian language have been established and studied, involving the Kakh-Kak interference occurring in the sound system and in the phonetic phenomena of the Kak subdialect.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ვრ. იმნაიშვილი. ქართველურ ენათა სტრუქტურის საკითხები, 3. თბილისი, 1963, 85.
2. М. Ширэлијев. Азарбајчан диалектоლოგიјасынын ғаслары. Бақы, 1962, 85, 100.
3. ნ. ქუთელია. მაცნე, ვნისა და ლიტერატურის სერია, № 2, 1980, 115.
4. Н. З. Гаджиева. Проблемы тюркской ареальной лингвистики. М., 1975, 257.
5. А. М. Щербак. Сравнительная фонетика тюркских языков. Л., 1970, 181.





მ. ბუჟია

### უარყოფით ფორმათა წარმოება ქართულში

(წარმოდგინა აკადემიოსმა შ. ძიძიგურმა 10.2.1984)

უარყოფის, უქონლობის შინაარსის გადმოსაცემად ქართულ ენაში გამოიყენება უ-ო, უ-ურ, -უ აფიქსები [1].

უ-ო ზემოჩამოთვლილ აფიქსთაგან ქართულში ყველაზე მრავალრიცხოვანი და გავრცელებულია. აღნიშნული კონფიქსით იწარმოება ქართული და უცხო წარმომავლობის ერთ-, ორ- და მრავალრიცხოვანი ფუძეები: უ-სა-ბაბ-ო, უ-ზნე-ო, უ-ხიფათ-ო, უ-ლამაზ-ო, უ-ჩემ-ო...

უ-ო დაერთვის ნებისმიერ ხმოვანზე დაბოლოებულ ფუძეს. ფუძის ბოლოკიდურად დასტურდება ყველა თანხმოვანი მ-ს გარდა.

უ-ურ კონფიქსი მხოლოდ ქართული წარმოშობის ერთმარცვლიან ძირებს დაერთვის: უ-წვერ-ულ-ი, უ-თა-ურ-ი, უ-წიგნ-ურ-ი, უ-ბედ-ურ-ი...

უ-ურ აწარმოებს მხოლოდ ა და ე ხმოვნებზე დაბოლოებულ ფუძეებს: უ-ცნა-ურ-ი, უ-დღე-ურ-ი. ფუძის ბოლოკიდურ თანხმოვანთაგან ხშირია რ, მ, ს, იშვიათი — დ, ზ, თ, ლ, ნ, ყ, ც, ძ, წ, ხ, ჯ.

უ-ურ არ დაერთვის უცხო წარმომავლობის სახელებს.

უ-ო და უ-ურ კონფიქსიან ფორმათა ხვედრითი წონა ფუძეებთან მათი განაწილებისა თუ გავრცელებულობის თვალსაზრისით, სხვადასხვანაირია. უ-ო წარმოების ჯგუფი განსაკუთრებით მოქმედი და დამკვიდრებულია. ასეთივე მდგომარეობა იყო ძველ ქართულშიც [2].

საკითხი იმის: უ-ურ მაწარმოებლიან სახელთა შედარებითი სიმცირე აღინდელ ვითარებას ასახავს თუ მეორეულია. სპეციალურ ლიტერატურაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ უ-ო და უ-ურ მაწარმოებლები საერთო წარმოშობისაა, მაგრამ „მათი გამოყენება ქართული სალიტერატურო ენის ხაზით განსხვავებულია ქრონოლოგიურად: უფრო ძველია უ-ურ, მაგრამ ამ წარმოების მაგალითებიდან მხოლოდ ნაშთია მოღწეული“ [1]. მაგრამ ირკვევა, რომ უ-ურ მაწარმოებელი დაერთვის მხოლოდ უმარცვლო ან ერთმარცვლიან ქართული წარმომავლობის სახელებს. ხმოვანთაგან კი ფუძის დაბოლოებად შეიძლება იყოს მხოლოდ ა და ე. ამიტომ შეუძლებელი იყო უ-ურ-ს ეწარმოებინა უქონლობის აღმნიშვნელი ყველა სახელი. უ-ო კონფიქსიანი მოდელი კი ძველთაგანვე უფრო გავრცელებული უნდა ყოფილიყო იმის გამო, რომ იგი ყოველგვარ სახელს დაერთვოდა.

ზოგიერთ სახელში უქონლობა მხოლოდ უ-ურ კონფიქსითაა გამოხატული. მათ შესაბამისი მნიშვნელობის უ-ო მაწარმოებლიანი ბარალელური ფორმები არ მოეპოვებათ. ამდენად ისინი ერთადერთი შესაძლებელი ფორმებია ამ ფუძეთაგან უქონლობის აღსანიშნავად: უ-მარ-ულ-ი, უ-რჩხ-ულ-ი, უ-ცნა-ურ-ი, უ-წმინდ-ურ-ი, უ-ხდ-ურ-ი, უ-თაგვზ-ურ-ი, უ-კეთ-ურ-ი, უ-ხელთ-ურ-ი, უ-ამ-ურ-ი, უ-ყამ-ურ-ი, უ-გემ-ურ-ი, უ-სუს-ურ-ი, უ-ძუძ-ურ-ი, უ-წმაწ-ურ-ი, უ-ჯმაჯ-ურ-ი, უ-ნდა-ურ-ი, უ-ნებ-ურ-ი, უ-რდ-ულ-ი, უ-ხვა-ურ-ი.



უ-ურ კონფიქსის დართვა ზოგჯერ ფუძისეული ხმოვნის რედუქციას იწვევს მაშინ, როცა ამავე შინაარსის უ-ო მაწარმოებლიანი ფორმა ურედუქციოა. შდრ. უ-ძალ-ო და უ-ძლ-ურ-ი, უ-ფსკერ-ო და უ-ფსკრ-ულ-ი. ფუძის სახეცვლილება ზოგჯერ შინაარსის შეცვლასაც იწვევს. მაგ. უ-ჟამ-ო // უ-ჟამ-ურ-ი (ძვ. უღროთ) და უ-ჟმ-ურ-ი (1. მიუკარებელი, ძნელად შესაგუბებელი ადამიანი, 2. უსიამოვნო (დღე), 3. საზარელი სიზმარი, 4. ერთგვარი სენი).

უ-ო და უ-ურ აფიქსების ერთსა და იმავე ფუძეზე დართვით ზოგჯერ იდენტური შინაარსის სახელია ნაწარმოები: მაგ. უ-ბედ-ო—უ-ბედ ურ-ი, უ-ღლე-ო—უ-ღლე-ურ-ი, უ-პირ-ო—უ-პირ-ულ-ი ...

ორი ერთგვარი შინაარსის სახელთა არსებობას ხშირად თან სდევს სემანტიკური ცვლაც. სემანტიკური გადახრები ზოგჯერ უმნიშვნელო ხასიათისაა, ზოგჯერ საკმაოდ დაცილებულია ამოსავალ მნიშვნელობას. შდრ. უ-დაბ-ო და უ-დაბ-ურ-ი.

უ-: უქონლობა ოდენპრეფიქსითაც გადმოიცემა ქართულში: უ-ცნობ-ი, უ-ვიც-ი, უ-კმარ-ი, უ-რცხვ-ი, უ-რჯულ-ი, უ-ბირ-ი, უ-გბილ-ი, უ-მგბარ-ი, უ-ღირს-ი, უ-წვი (სპევ. ცეკხლაიმპლე), უ-ზავ-ი, უ-ზვი, უ-კუნ-ი, უ-კადრ-ი, უ-ღრან-ი, უ-შმი, უ-ცბ-ი, უ-ნჭი, უ-რეკ-ი, უ-სრულ-ი, უ-ქმ-ი, უ-ტყვი, უ-რჩხ-ი, უ-ხამს-ი... ძვ. ქართულიდან: უ-შიში, უ-მწყ-ი (უხედნი, უწყრთნელი); უ-რჩი (არამორჩილი), უ-სხ-ი (მსუქანი).

ქართველურ ენათა უარყოფითი ფორმების განხილვამ თ. გამყრელიძესა და გ. მაჭავარიანს ავარაუდებინა, რომ უ- მომდინარეობს ვე—(უე) უარყოფითი ნაწილაკისაგან. ამ ნაწილაკის ნულ-საფეხურიანი ვარიანტი უარყოფის უ- პრეფიქსის სახით დასტურდება ყველა ქართველურ ენაში: ქართ: უ-ქმ-ელ-ი, მეგრ. უ-ჭკომ-ურ-ი, ჰან. უ-გუბ-ე, სვან. უ-ში-ა [3].

უარყოფითი ფორმებია განხილული ვ. თოფურიას შრომაშიც [4]. ქართველურ ენათა მონაცემების გაანალიზებამ მკვლევარი იმ დასკვნამდე მიიყვანა, რომ ქართველურ ენებში საგნის უქონლობა გადმოიცემოდა სუფიქსური წარმოებით და უქონლობის გამომხატველი იყო საერთო ბოლოსართი — ურ“ [4].

უქონლობის სახელთა მაწარმოებლები ქართველურ ენათა მიხედვით ასეთ სურათს გვიჩვენებს:

ქართ. უ-ო, უ-ურ,  
მეგრ. უ-ო, უ-ე, უ-ურ, უ-ოლ;  
სვან. -ურ;  
ჰან. უ-უ, უ-ე; [4].

როგორც ვხედავთ, ქართულ-ზანურ უარყოფითი ფორმათა მაწარმოებლებში საერთო ელემენტია თავართი უ-; (სვანური წარმოება კი განსხვავებულია). ამიტომ, საფიქრებელია, რომ დასახელებულ კონფიქსებში (უ-ო, უ-ურ, უ-ე, უ-ოლ, უ-უ) უქონლობის აღნიშვნელია პრეფიქსი უ-, სუფიქსების დანიშნულება კი საკვლევი. მაგ. უ-ცნა-ურ ფორმაში ცნობის უარყოფას მხოლოდ უ-გამოხატავს, -ურ კი საპირისპირო დადებითი შინაარსის ფორმაშიც რჩება (სა-ცნა-ურ-ი). ან კიდევ: უ-თა(ვ)-ურ-ში უარყოფა-უქონლობას უ-პრეფიქსი აღნიშნავს და არა -ურ სუფიქსი. მაგრამ ეგვე ურ ჩანს თა(ვ)-ურ, მე-თა(ვ)-ურ ფორმებშიც, მაგრამ არ იგრძნობა, რომ -ურ სუფიქსს ზემოდასახელებულ სახელებში უარყოფის, უქონლობის შინაარსი აქვს. ე. ი. ისტორიულად უქონლობა უ-პრეფიქსით აღინიშნება, -ურ, -ო კი თვით საწარმოებელი ფუძის კუთვნილებაა. თავის მხრივ, ეს საწარმოებელი ფუძე წარმოქმნილია, ოღონდ განსხვავებუ-



ლი შინაარსისაა. როგორც ჩანს, უქონლობის აღმნიშვნელ კონფიქსებში სუფიქსის დანიშნულება სხვა იყო. მას შემდეგ, რაც ამ სუფიქსის ფუნქცია მიიჩქმალა, პრეფიქსთან ერთად მან ახალი კონფიქსი შეადგინა და ეს უკანასკნელი გააზრიანდა დამოუკიდებელ აფიქსად; შემდეგ იგი სხვა ფუძეებთანაც იქნა გადატანილი და ახალი ფუნქციით მოგვევლინა.

**უ-არ:** საგნის უქონლობა იშვიათად **უ-არ** კონფიქსებითაც გადმოიცემა: უ-ეც-არ-ი, უ-შიშ-არ-ი, უ-ჩუმ-არ-ი, უ-მეკ-არ-ი, უ-სუ-არ-ი (ძვ. ყრმა) უ-ტყუ-არ-ი, უ-წყინ-არ-ი.

უარყოფითი შინაარსის სახელთა განხილვა ასეთი ზოგადი დასკვნების გამოტანის საშუალებას იძლევა: საგნის უქონლობის აღსანიშნავად ყველაზე გავრცელებულია **უ-ო** კონფიქსიანი მოდელი. იგი დაერთვის ყოველგვარ სახელს და შეუზღუდავია ფუძეთა შერჩევის თვალსაზრისით. **უ-ურ** მაწარმოებლის დართვა განსაზღვრულ პირობებს მოითხოვს. ოდენპრეფიქსული წარმოება უძველესი ვითარების წარმომჩენია. თანამედროვე ქართულში იზრდება ამგვარი წარმოების ფორმათა რიცხვი, რაც ძირითადად სახელზმნურ ფორმათა გასუბსტანტივების შედეგი უნდა იყოს.

უარყოფითი შინაარსის აღმნიშვნელი უძველესი ფორმანტია თავსართი **უ-**.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 23.3.1984)

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

М. М. ТУСКИА

### ОБРАЗОВАНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ФОРМ В ГРУЗИНСКОМ ЯЗЫКЕ

#### Резюме

Отрицательные формы в грузинском языке образуются при помощи аффиксов: **უ-ო** u-o, **უ-ურ** u-ur, **უ** u.

**უ-ო** u-o является активным конфиксом: он присоединяется к односложным, двусложным, трехсложным и многосложным основам с любым звуком на исходе кроме  $\text{ჰ}$  h.

**უ-ურ** u-ur присоединяется к односложным основам исключительно грузинского происхождения. Из гласных в исходе встречаются  $\text{ა}$  a,  $\text{ე}$  e, среди согласных часто встречаются  $\text{რ}$  r,  $\text{მ}$  m,  $\text{ს}$  s, редко:  $\text{დ}$  d,  $\text{თ}$  t,  $\text{ლ}$  l,  $\text{ბ}$  b...

Отрицательные формы в грузинском языке могут образовываться одним лишь префиксом **უ-** u-.

В грузинских и занских отрицательных аффиксах общим элементом является префикс **უ-** u-. Следовательно, можно предположить, что в конфиксах (**უ-ო** u-o, **უ-ურ** u-ur, **უ-ე** u-e, **უ-ოლ** u-ol) отрицательная семантика выражается префиксом **უ-** u-, функция суффиксов же требует дальнейшего изучения.

M. M. TUSKIA

## DERIVATION OF NEGATIVE FORMS IN THE GEORGIAN LANGUAGE

## Summary

Negative forms in Georgian are produced by means of the affixes უ-*u-*ო, უ-ურ *u-ur*, უ-*u-*.

უ-ო *u-o* is an active confix: it is added to monosyllabic, disyllabic, trisyllabic and polysyllabic stems ending in any sound except *ჰ h*.

უ-ურ *u-ur* is added to monosyllabic stems of exclusively Georgian origin. Among the ending vowels there are *ა a*, *ე e*; among the ending consonants there often occur: *რ r*, *მ m*, *ს s*, and seldom, *დ d*, *თ t*, *ლ l*, *ნ n*...

Negative forms in Georgian can be produced only by means of the prefix უ *u*.

In Georgian and Zanian negative affixes the prefix უ *u* is a common element.

Consequently, it can be assumed that negative semantics of confixes (უ-ო *u-o*, უ-ურ *u-ur*, უ-ე *u-e*, უ-ოლ *u-ol*) is expressed by means of the prefix უ *u*, the function of suffixes requiring further study.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკის საფუძვლები. თბილისი, 1973, 126.
2. ივ. იმნაიშვილი. სახელთა ბრუნება და ბრუნვათა ფუნქციები ძველ ქართულში. თბილისი, 1956, 431.
3. თ. გამყრელიძე, გ. მაკავარიანი. სონანტთა სისტემა და აბლაუტი ქართულურ ენებში. თბილისი, 1964, 323.
4. ე. თოფურიანი. ენიმკის მოამბე, ტ. V—VI. 1940, 537—538.

ა. ფუთურია

თრიალეთური კულტურის ლოკალური ვარიანტები

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. აფაქიძემ 26.8.1983)

შუაბრინჯაოს ხანის განვითარებულ ფაზაში ცენტრალური და აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის დიდ ნაწილს მოიცავდა ერთიანი მატერიალური კულტურა, ცნობილი თრიალეთური კულტურის სახელით. საერთო იერის მიუხედავად მისი გავრცელების სხვადასხვა რაიონისათვის დამახასიათებელი თავისებურებები იმდენად თვალსაჩინოა, რომ საშუალება გვაქვს თრიალეთური კულტურის შიგნით გამოვყოთ ლოკალური ვარიანტები.

ლოკალური თავისებურებების განმსაზღვრელად უპირატესად კერამიკული მასალაა მიჩნეული [1]. თრიალეთური კულტურისათვის დამახასიათებელი კერამიკისა და ლითონის ნაწარმის არსებითად ყველა ძირითადი ტიპის შედარებითმა ანალიზმა სრულიად ნათლად წარმოაჩინა, რომ ისინი ერთნაირად დამახასიათებელი არ ყოფილა ამ კულტურის გავრცელების მთელი რეგიონისათვის და ზოგან საერთოდ არ გვხვდება. ამასთან, ერთი სახის კერამიკისა და ლითონის ნიმუშები ყველგან ერთნაირი სტილისა არ არის და ცალკეულ ოლქებში მათი სულ სხვადასხვა ვარიანტია წარმოდგენილი. ზოგიერთი რაიონისათვის მაპროფილებელი ტიპი სხვაგან ნაკლებად ან საერთოდ არ გვხვდება.

თრიალეთური კულტურის პირველად აღმოჩენილი ძეგლები, რომლებიც წალკა-თრიალეთის მაღალმთიან ზოლშია თავმოყრილი, სრულიად თვალსაჩინო სხვაობას ამჟღავნებს ამ კულტურის დანარჩენი რაიონების კომპლექსებისაგან. არსებული რეგიონული განსხვავება საკვლევი კულტურის კომპლექსებს შორის ამ რაიონს თავისებურ იერს აძლევს და მისი დამოუკიდებელ ვარიანტად გამოყოფის საშუალებას იძლევა, რომელსაც პირობითად I ვარიანტს ვუწოდებთ.

თრიალეთური კულტურის ერთ-ერთი, უკვე გამოყოფილი „მესხური“ ვარიანტისათვის [2] დამახასიათებელი კერამიკული მასალის დიდი ნაწილი თითქმის მთელი სიზუსტით იმეორებს ამავე ტიპის ჭურჭლებს შიდა ქართლის მთელი რიგი ძეგლებიდან (წალკელი, ნული, თრელიგორების № 156, მენკალისის № 11 სამარხები და სხვა), რაც საფუძველს გვაძლევს აღნიშნული კომპლექსები თრიალეთური კულტურის ერთ ვარიანტს მივაკუთვნოთ და დავუშვათ, რომ იგი მხოლოდ მესხეთში კი არ არის წარმოდგენილი, არამედ მოიცავს სხვა ოლქებსაც. აღნიშნულ თვალსაზრისს კიდევ ერთხელ ცხადყოფს მოხატული კერამიკის წარმოდგენილობა ქართლის და კახეთის მასალებში (გარდა თითო-ორი-ლა გამოწკიცისა). რაც შეეხება მესხეთს, მან აქ თავი იჩინა სწორედ იმ ყორღანებში, რომლებშიც ტიპური თრიალეთური ნიმუშები იყო და განსხვავდებოდა ე. წ. „მესხური“ სახის სამარხებისაგან. ამდენად, მოხატული კერამიკის შიდა ქართლში არარსებობა გასაგები ხდება. მისი კომპლექსები, რომლებიც თრიალეთური კულტურისადმი აშკარა კუთვნილების მიუხედავად გარკვეულ სპეციფიკურ იერს ატარებს, ყველაზე მეტად სწორედ მესხეთის იმ ყორღანთა ნაწარმთან დგას ახლოს, რომლებიც ადგილობრივის თრიალეთურ კულტურას-



თან შერევის შედეგად წარმოშობილად იქნა მიჩნეული და რომელთათვისაც არ არის დამახასიათებელი „წმინდა“ თრიალეთური სპეციფიკური ელემენტი— მოხატული კერამიკა.

კახეთის კერამიკული ნიმუშები უახლოესი პარალელებია თრიალეთური ნაწარმისა. ამასთანავე ზოგიერთი კერამიკული კომპლექსი (ზემო ალვანის მასალა) სიახლოვეს ამჟღავნებს „მესხური“ ვარიანტის კერამიკასთან. ამრიგად, შიდა ქართლის, კახეთის და უკვე შესწავლილი მესხეთის ყორღანებში გავლენილი მასალების შედარებითი ანალიზი წალკა-თრიალეთისა და, მეორეს მხრივ, სომხეთის კომპლექსებთან შესაძლებელს ხდის ისინი გამოიყოს თრიალეთური კულტურის II ვარიანტად. ამ ვარიანტს ყველაზე რთული და სპეციფიკური სახე აქვს, რაც ძირითადად კახეთის მასალებითაა გაპირობებული. ამ რეგიონის კომპლექსებში ყველაზე მძლავრადაა წარმოდგენილი „წმინდა“ თრიალეთური ნაკადი. იმდენად, რომ ზოგიერთი კერამიკული ფორმა რომ არა, იგი შეიძლება ცალკე ლოკალურ ვარიანტად არც გამოგვეყო. რაც შეეხება მესხეთისა და ქართლის ძეგლებს, აქ ამგვარი „წმინდა“ თრიალეთური ნაკადი შედარებით უფრო სუსტად იგრძნობა. ყოველივე ამის გამო, II ლოკალურ ვარიანტში შემაჯავლ ქართლის, მესხეთის და კახეთის მატერიალური წარმოების ნიმუშებს სრულიად ერთგვაროვანი სახე მიიწვ არა აქვს. პირველ ორ რაიონში უფრო სუსტადაა წარმოდგენილი თრიალეთური ნაწარმი და გარკვეულად თავს იჩენს სომხეთის რეგიონის მასალებისათვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. კახეთის ნიმუშები კი უფრო იმ შთაბეჭდილებას ტოვებს, რომ მესხეთისა და ქართლისათვის დამახასიათებელი ნაწარმი ამ რაიონში თანაარსებობდა საკუთრივ თრიალეთური ყორღანებისათვის წამყვან ნიმუშებთან ერთად. ეს კი II ვარიანტში თითქოს ერთგვარ გათიშულობასაც წარმოშობს. მიუხედავად ამისა, ამ სამი ოლქის მატერიალური წარმოების ნიმუშების და მათ მიღმა დამალული სამეურნეო ტიპებს შორის არსებული უდავო სიახლოვე მათი ერთ ვარიანტად გაერთიანების საფუძველს გვაძლევს. ცხადია, მომავალი კვლევა-ძიებითი სამუშაოების შედეგად გამოვლენილმა მასალებმა შესაძლებელია მეტი დეტალიზაცია შეიტანოს ამ საკითხში.

საკვლევ კულტურაში, უდავოდ, ცალკე ვარიანტს ქმნის სომხეთში გათხრილი კომპლექსები. სწორედ ამ რეგიონშია წარმოდგენილი ყველაზე მრავლად მონოტიპური მოხატული კერამიკის ნიმუშები, რაც აშკარად გამოარჩევს მას თრიალეთური კულტურის სხვა ოლქებისაგან. ამიერკავკასიის ამ რაიონში ლოკალური ვარიანტის არსებობა დისტურბდება, რა თქმა უნდა, არა მარტო მოხატული კერამიკის, არამედ კიროვაციანის რაიონში და არარატის დაბლობზე გათხრილი ძეგლებიდან წარმომდგარი სხვა კერამიკული და ლითონის ნიმუშების მიხედვითაც. თრიალეთური კულტურის გავრცელების ამ რაიონის შესახებ მკვლევარები მხოლოდ იმას აღნიშნავენ, რომ სომხეთის მთიანეთში საკვლევ კულტურას თავისებურება ახასიათებს და აქ თავს იჩენს იმგვარი ნიშნები, რაც თრიალეთის ყორღანების კერამიკისათვის არ არის დამახასიათებელი და პირიქით [3]. უპირველეს ყოვლისა, ყურადღებას იქცევს სომხეთში მოხატული კერამიკის არაჩვეულებრივი სიმრავლე, ხოლო, მეორეს მხრივ, თრიალეთის ყორღანებში კარგად წარმოდგენილი ნაპრიალები ორნამენტით შემკული კერამიკის აქ არარსებობა. აღნიშნული რეგიონისათვის ასევე არ არის დამახასიათებელი სხვა კერამიკული მასალა, რომლებიც ფართოდაა წარმოდგენილი თრიალეთური კულტურის II ვარიანტში და შეიძლება ითქვას, რომ მისი მაპროფილებელი ნიშნებია. სომხეთის ძეგლებს ახასიათებს კიდევ ერთი თავისებურება, მათ კერამიკაზე რელიეფური ორნამენტი გვხვდება ყოველთვის სხვა ტექნიკით შეს-





რულებულ სახეებთან კომბინაციაში და როგორც დამოუკიდებელი ორნამენტული თემა არ არის წარმოდგენილი. ამრიგად, თრიალეთური კულტურის დამოუკიდებელი III ლოკალური ვარიანტი შექმნეს სომხეთის სამარხეულმა კომპლექსებმა, რომელთა სპეციფიკა უფრო თვალსაჩინოა II ვარიანტის მასალათა მიმართ, ვიდრე საკუთრივ თრიალეთის კომპლექსებისადმი.

უნდა აღვნიშნოთ სომხეთის ცენტრალური ნაწილის ძეგლების რამდენადმე თავისებური სახე კიროვაციანის ყორღანის მასალებთან შედარებით, რაც, ვფიქრობთ. განაპირობა მეზობელი სევან-უზერლიკის კულტურასთან სიახლოვემ. ცენტრალური სომხეთის დასავლეთი ნაწილი ჩვენ ამ ორი თანადროული (მხოლოდ გარკვეულ ქრონოლოგიურ ჩარჩოებში) კულტურების შეხვედრის რაიონად გვესახება. სრულიად მოსალოდნელია ისიც, რომ მომავალი კვლევა-ძიებითი საწუშაოების შედეგად გამოვლენილმა მასალებმა (განსაკუთრებით ეს ითქმის ჩრდილო-დასავლეთ სომხეთის შესახებ) მეტი განმასხვავებელი თავისებურება გვიჩვენოს ცენტრალური სომხეთის მასალებისაგან, მაგრამ ჭერჯერობით მათი ცალკე ლოკალურ ვარიანტებად გამოყოფა არ ხერხდება.

ცენტრალური ამიერკავკასიის სამხრეთ-აღმოსავლეთი რაიონის მასალების მიხედვით შესაძლებელი ხდება კიდევ ერთი, IV ლოკალური ვარიანტის გამოყოფა. ეს ძეგლები ჩრდილო-დასავლეთ აზერბაიჯანშია თავმოყრილი, რომელიც უშუალოდ ეკერის აღმოსავლეთ საქართველოს და ამდენად ამ რეგიონში საკვლევი კულტურის არსებობა მოსალოდნელიც იყო. ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ ჩრდილო-დასავლეთი აზერბაიჯანის სათანადო არქეოლოგიური შეუსწავლელობის გამო ამჟამად არ ხერხდება მისთვის დამახასიათებელი ყველა სპეციფიკური ნიშანის წარმოჩენა, მაგრამ უკვე ამჟამად თვალში საცემია, რომ თრიალეთური კულტურის ეს რეგიონი ხასიათდება მისთვის დამახასიათებელი ნიმუშების არასრული ნაკრებით. კერძოდ, აქ ძალზე თვალსაჩინოდა წარმოდგენილი „წყლის სქემის“ მოტივით მონატული კერამიკა, მაგრამ არ ჩანს საკვლევი კულტურისათვის დამახასიათებელი სხვა ნაწარმი. ცხადია, ეს მხარის ცუდი შესწავლელობითაც უნდა იყოს გამოწვეული, მაგრამ ის, რომ გათხრილ კომპლექსებში იშვიათია სხვა დანარჩენი რეგიონებისათვის დამახასიათებელი კოპებიანი, რელიეფური და სხვა ტიპის ორნამენტაცია და სხვა კერამიკული ფორმები, უკვე მხარის სპეციფიკურობას უნდა მოწმობდეს.

ცნობილია, რომ კულტურას, მით უმეტეს, თუ იგი გეოგრაფიული თვალსაზრისით ძალზე დიდ რაიონს მოიცავს, სრულიად ერთგვაროვანი სახე იშვიათად აქვს და მასში თავს იჩენს ცალკეული რეგიონებისათვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. სწორედ რეგიონულმა სპეციფიკურობამ, რომელმაც თავი იჩინა მატერიალური წარმოების მრავალფეროვან ნიმუშებში, საშუალება მოგვცა თრიალეთურ კულტურაში გამოგვეყო ზემოაღნიშნული ლოკალური ვარიანტები.

ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის არქეოლოგიური კვლევის ცენტრი

(შემოვიდა 2.9.1983)

АРХЕОЛОГИЯ

М. Ш. ПУТУРИДЗЕ

## ЛОКАЛЬНЫЕ ВАРИАНТЫ ТРИАЛЕТСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Резюме

Триалетская культура, охватывающая обширную территорию центрального и юго-восточного Закавказья, характеризуется рядом особенностей в отдельных районах ее распространения.



Сравнительный анализ всех основных типов керамической и металлической продукции, представленной в отдельных областях, совершенно в разных вариантах дает возможность внутри единой триалетской культуры выделить следующие локальные варианты: I вариант образуют комплексы, раскопанные в Цалка-Триалети, которые являются классическими памятниками изучаемой культуры. II вариант, представленный материалами Картли, Кахети и Месхети, является самым сложным и специфическим вариантом. III вариант охватывает северо-западную и центральную Армению; а IV локальный вариант — северо-западный Азербайджан.

ARCHAEOLOGY

M. Sh. PUTURIDZE

### LOCAL VARIANTS OF THE TRIALETI CULTURE

#### Summary

A comparative analysis of the varied materials of the title culture has enabled the author to distinguish three local variants within the Trialeti culture, comprising various regions of central and Eastern Transcaucasia.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Бочкарев. Автореферат канд. дисс., Л., 1973.
2. თ. ჭაფარიძე, ი. კიკვიძე, გ. ავალიშვილი, ა. წერეთელი. მესხეთ-ჯავახეთის არქეოლოგიური ექსპედიციის მუშაობის შედეგები. თბილისი, 1981.
3. თ. ჭაფარიძე. არქეოლოგიური გათხრები თრიალეთში. თბილისი, 1969.

## საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

### სესიები, კონფერენციები, თათბირები СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ

მიმდინარე წლის აპრილში ქ. ბათუმში სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმთან არსებული კატალიზის სამეცნიერო საბჭოს, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პ. მეღვიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტისა და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის თაოსნობით ჩატარდა სკოლა-სემინარის „ობტიკური სპექტროსკოპიის გამოყენება ადსორბციასა და კატალიზში“ მორიგი VIII საკავშირო შეკრება. სკოლა-სემინარის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო საბჭოთა კავშირის 30 ქალაქის 120-მდე მეცნიერმა.

სემინარის მუშაობა მიეძღვნა მეტალური, ოქსიდური და ცეოლითური კატალიზატორებისა და ადსორბენტების აქტიური ცენტრების ბუნების კვლევის საკითხებს, კატალიზური პროცესების ელემენტარულ აქტს, ახალი ობტიკური მეთოდებისა და აპარატურის გამოყენების შესაძლებლობების გამოვლენას.

სემინარზე მოისმინეს აგრეთვე სტენდური მოხსენებები, რომლებშიც განხილული იყო ობტიკური სპექტროსკოპიის (ახლოველი და შორეული ინფრაწითელი, ულტრაიისფერი, არეკვლითი და სხვ.) გამოყენების საკითხები, დაკავშირებული მრეწველობაში ფართოდ გამოყენებული კონკრეტული ქიმიური რეაქციების შესწავლასთან.

მიღებულ რეზოლუციაში აღინიშნა, რომ სემინარის მუშაობა ხელს შეუწყობს ზედაპირული მოვლენების ფიზიკა-ქიმიის შემდგომ განვითარებას და სახალხო მეურნეობისათვის მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური პროცესების მექანიზმის გაღრმავებულ კვლევას.

В апреле текущего года в Батуми состоялась встреча участников VIII Всесоюзной школы-семинара «Применение оптической спектроскопии в адсорбции и катализе». Семинар был организован Советом по катализу при президиуме АН СССР, Институтом физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР и Тбилиским гос. университетом. В работе школы-семинара приняло участие около 120 ученых из 30 городов Советского Союза.

Работа семинара была посвящена вопросам исследования природы активных центров металлических, оксидных и цеолитных катализаторов и адсорбентов; элементарному акту каталитических процессов; раскрытию возможностей применения новых оптических методов и аппаратуры.

На семинаре были обсуждены также стендовые доклады. В них рассматривались вопросы применения оптической (близкой и далекой



инфракрасной, ультрафиолетовой, отражательной и др.) спектроскопии для изучения ряда конкретных химических реакций, широко применяемых в промышленности.

В принятой резолюции отмечено, что работа семинара будет способствовать дальнейшему развитию физико-химии поверхностных явлений и углубленному изучению механизма ряда важных для народного хозяйства технологических процессов.

2—8 აპრილს აბასთუმანსა და მცხეთაში შედგა საერთაშორისო ასტრონომიული კავშირის პლანეტური სისტემის სხეულთა ნომენკლატურის მუშა ჯგუფის სხდომები, რომელთაც თაოსნობდნენ აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია და სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ასტრონომიული საბჭო.

2—8 апреля в Абастумани и Мцхета состоялись заседания рабочей группы по номенклатуре тел планетной системы Международного астрономического союза, организованные Абастуманской астрофизической обсерваторией и Астрономическим советом АН СССР.

23—26 აპრილს ქ. თბილისში საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. ზაერევის სახ. სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომედეგობის ინსტიტუტმა ჩაატარა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტთან არსებული სეისმოლოგიისა და სეისმომედეგი მშენებლობის საბჭოს სატრანსპორტო და სხვა ქსელური ნაგებობების სეისმომედეგობის კომისიის თათბირი.

თათბირის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო კოორდინაციაში შემავალი 20 ორგანიზაციის 100-მდე წარმომადგენელმა. მოსმენილ იქნა 27 მოხსენება სატრანსპორტო და სხვა ქსელური ნაგებობების ზემოქმედებაზე გაანგარიშების თეორიისა და ახალი ეფექტური სეისმომედეგი კონსტრუქციული ღონისძიებების დამუშავების საკითხებზე.

23—26 апреля в Тбилиси Институтом строительной механики и сейсмостойкости им. К. С. Завриева АН ГССР было проведено координационное совещание Комиссии по сейсмостойкости транспортных и других сетевых сооружений Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при президиуме АН СССР.

В работе совещания приняло участие около 100 представителей 20 координируемых организаций. Было заслушано 27 докладов по вопросам теории расчета транспортных и других сетевых сооружений на сейсмические воздействия и создания новых эффективных конструкций антисейсмических устройств.

4—8 მაისს ბათუმში ჩატარდა ახალგაზრდა მეცნიერთა საკავშირო სკოლა-სემინარი თემაზე: „სეისმომედეგ მშენებლობაში სამშენებლო მასალებისა და კონსტრუქციების საიმედოობა და ხარისხი“. სემინარის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 120-მა ახალგაზრდა მეცნიერმა.

სემინარი შესავალი სიტყვით გახსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. ზაერევის სახ. სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომედეგობის ინსტიტუტის დირექტორმა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ნაფცვა-რიძემ.

სემინარის მუშაობაში მონაწილეობდნენ და მოხსენებები გააკეთეს სამუშაო დარგის ცნობილმა სპეციალისტებმა, ტექნ. მეცნ. დოქტორმა, პროფესორმა ლ. მალინიძმა, ი. ზაიცევმა, გ. კიზირიამ, ზ. წილოსანმა, ა. ზალესოვმა და სხვა.

4—8 мая в Батуми проводился Всесоюзный семинар молодых ученых на тему: «Качество и надежность строительных материалов и конструкции в сейсмостойком строительстве». В работе семинара приняли участие 120 молодых ученых.

Семинар вступительным словом открыл директор Института строительной механики и сейсмостойкости им. К. С. Завриева АН ГССР, чл.-корр. АН ГССР Ш. Г. Напетваридзе.

В работе семинара приняли участие и с докладами выступили видные ученые в области строительства: д. т. н., профессора А. Малинини, И. Зайцев, Г. Кизирия, З. Циლოსани, А. Залесов и др.

18 მაისს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სხდომათა დარბაზში ჩატარდა ი. ქუთათელაძის სახ. ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტის შექმნის 50 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო სხდომა, რომელიც გახსნა აკადემიის პრეზიდენტმა ე. ხარაძემ. ინსტიტუტის მოღვაწეობის და ამოცანების შესახებ მოხსენება გააკეთა ინსტიტუტის დირექტორმა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა, პროფ. ე. ქემერტელიძემ.

ინსტიტუტის კოლექტივს მიესალმა და საქ. კომუნისტური პარტიის ცენტრალური კომიტეტის, საქ. სსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის და საქ. სსრ მინისტრთა საბჭოს მილოცვა სხდომას გააცნო საქ. კპ ცკ მეცნიერების და უმაღლესი სასწავლებლების განყოფილების გამგემ ა. საყვარელიძემ.

საიუბილეო სხდომაზე მოსმენილ იქნა საბჭოთა კავშირის მრავალი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტისა და დაწესებულების ნოლოცვები.

18 мая в зале заседаний Академии наук ГССР было проведено юбилейное заседание, посвященное 50-летию Института фармакохимии им. И. Г. Кутателадзе АН ГССР.

Собрание открыл президент АН ГССР Е. К. Харадзе. С докладом о достижениях Института фармакохимии и задачах, стоящих перед ним, выступила директор института, член-корреспондент АН ГССР, профессор Э. П. Кемертелидзе.

Зав. отделом науки и учебных заведений ЦК КП Грузии А. П. Сакварелидзе, поздравив коллектив института, ознакомил его с приветствием ЦК КП Грузии, Президиума Верховного Совета ГССР, Совета Министров ГССР.

На юбилейном собрании были заслушаны приветствия от многих научно-исследовательских институтов и учреждений Советского Союза.

28 მაისს პათუმში ჩატარდა VI რესპუბლიკური სკოლა-სემინარი „ინტერაქტიური სისტემები“.

სკოლა-სემინარის მუშაობაში მონაწილეობდა 250 მეცნიერი საბჭოთა კავშირის 30 ქალაქიდან.

სკოლა-სემინარზე წაკითხულ იქნა 12 პლენარული ლექცია-მოხსენება და 75 მოხსენება.





სკოლა-სემინარზე მუშაობდა 4 სექცია: 1. დიალოგის სისტემური უზრუნველყოფა, 2. განოყენებით დიალოგური სისტემები, 3. ტექსტის დამუშავება და მანქანური გრაფიკა, 4. დიალოგის ლინგვისტიკური ასპექტები. მონაცემთა ბაზა.

28 мая в Батуми была проведена VI межреспубликанская школа-семинар «Интерактивные системы».

В работе школы-семинара приняли участие 250 человек из 30 городов Советского Союза.

Было заслушано 12 пленарных лекций-докладов и 75 докладов.

В школе-семинаре работали четыре секции: 1) системная поддержка диалога; 2) прикладные диалоговые системы; 3) обработка текстов и машинная графика; 4) лингвистические аспекты диалога; базы данных.

2—9 ივნისს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტში შედგა სამუშაო სემინარი სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიისა და გდრ-ის მეცნიერებათა აკადემიებს შორის ორმხრივი სამეცნიერო თანამშრომლობის ფარგლებით გათვალისწინებულ პრობლემაში „დისკრეტული მათემატიკა და მისი გამოყენება კიბერნეტიკაში“.

სემინარის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 10-მა მეცნიერმა გდრ-იდან გდრ-ის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ლოტარ ბუდახის ხელმძღვანელობით და 15-მა საბჭოთა მეცნიერმა.

სემინარზე მოსმენილი იქნა 23 მოხსენება, მათ შორის 4 მოხსენება ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტიდან.

2—9 июня в Институте вычислительной математики им. Н. И. Мухелишвили АН ГССР состоялся очередной рабочий семинар в рамках двустороннего научного сотрудничества между академиями наук СССР и ГДР по проблеме «Дискретная математика и ее применение в кибернетике».

В работе семинара приняли участие 10 ученых из ГДР во главе с академиком АН ГДР, профессором Лотаром Будахом и 15 ученых из СССР. На семинаре было заслушано 23 доклада, в том числе четыре — от Института вычислительной математики им. Н. И. Мухелишвили АН ГССР.

5—8 ივნისს ქ. თბილისში საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ალ. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტში მუშაობდა სსრკ—საფრანგეთის სიმბოზიკური თეორიაზე „პრო- და ეუკარიოტების უჯრედების პათომორფოლოგია“.

სიმბოზიკურში მონაწილეობა მიიღო შვიდმა ფრანგმა და 25 საბჭოთა მეცნიერმა. მოსმენილ იქნა 18 პლენარული, აგრეთვე 27 სტენდური მოხსენება.

სიმბოზიკურის დახურვისას შემაჯამებელი სიტყვით გამოვიდა საფრანგეთის დელეგაციის მეთაური, მსოფლიო ციტოლოგთა საზოგადოების პრეზიდენტი მ. ბუტეი, რომელმაც აღნიშნა სიმბოზიკურის დიდი სამეცნიერო მნიშვნელობა და განხილული პრობლემის აქტუალობა.





С 5 по 8 июня в Тбилиси в Институте экспериментальной морфологии им. А. Н. Натишвили АН ГССР работал советско-французский симпозиум на тему «Патоморфология клеток про- и эукариотов».

В симпозиуме приняли участие 7 французских и 25 советских ученых. Было заслушано 18 пленарных докладов.

Были также представлены 27 стендовых докладов.

При закрытии симпозиума выступил глава французской делегации, президент Всемирного общества цитологов М. Бутей, отметивший большое научное значение симпозиума и актуальность его проблемы.

12—14 ივნისს თბილისში ჩატარდა პარაზიტოლოგიისადმი მიძღვნილი IV ამიერკავკასიის კონფერენცია, რომლის ორგანიზატორები იყვნენ საქართველოს სსრ, აზერბაიჯანის სსრ და სომხეთის სსრ მეცნიერებათა აკადემიების ზოოლოგიის ინსტიტუტები, სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის „ცხოველთა სამყაროს ათვისების, რეკონსტრუქციისა და დაცვის ბიოლოგიური საფუძვლები“ პრობლემის სამეცნიერო საბჭო და საქართველოს ჰელმინთოლოგთა საზოგადოება. კონფერენციის მუშაობის პერიოდში ჩატარდა სამი პლენარული და 10 სექციური სხდომა.

კონფერენციის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღეს ბულგარეთის, უნგრეთის, პოლონეთის, ჩეხოსლოვაკიის მეცნიერებმა. ამის გარდა მოსმენილ იქნა 60-ზე მეტი მოხსენება, მიძღვნილი პარაზიტული უმარტივესებისა და ჰელმინთების სისტემატიკის, ფაუნისტიკის, მორფოლოგიის, ევოლუციის, ეკოლოგიის, ბიოქიმიის, ბიოლოგიისა და სასიცოცხლო ციკლების საკითხებისადმი, დიაგნოსტიკის, პარაზიტებს ეპიზოოტოლოგიისა და ეპიდემიოლოგიის პრობლემებისადმი, აგრეთვე ფრინველების, მღრღნელებისა და სხვა ძუძუმწოვრების ექტოპარაზიტების შესწავლის შედეგებისადმი.

12—14 июня в Тбилиси состоялась IV Закавказская научная конференция по паразитологии, организованная институтами зоологии академий наук Грузинской, Азербайджанской и Армянской республик, научным советом по проблеме «Биологические основы, освоения, реконструкции и охраны животного мира» АН СССР и Обществом гельминтологов Грузии.

В работе конференции приняли участие ученые Болгарии, Венгрии, Польши, Чехословакии. Было заслушано свыше 60 докладов, посвященных вопросам систематики, фаунистики, морфологии, эволюции, экологии, биохимии, биологии и жизненных циклов паразитических простейших, гельминтов; проблемам диагностики, эпизоотологии и эпидемиологии паразитов, а также результатам изучения эктопаразитов птиц, грызунов и других млекопитающих.

В принятой конференцией резолюции отмечается, что в республиках Закавказья в итоге многолетних исследований фауны важнейших групп паразитических организмов к настоящему времени накоплены значительные данные о видовом составе, особенностях биологии, распространении, эпизоотологии и эпидемиологическом значении многих протозойных паразитов, гельминтов и эктопаразитов.

16—17 ივნისს ბორჯომში ჩატარდა საქართველოს მეცნიერ-ისტორიკოსთა ტრადიციული VI შეხვედრა. შეხვედრა შესავალი სიტყვით გახსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტმა ე. ხარაძემ.

განხილულ იქნა განვითარებული სოციალიზმის პრობლემების მრავალი ასპექტი, სსრ კავშირის დიდ სამამულო ომში გამარჯვების 40 წლისთავისათვის რესპუბლიკის ისტორიკოსთა მზადების მიმდინარეობა, ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნების ისტორიის კვლევის პრობლემები და პერსპექტივები, პროფესიონალიზმისა და კომპეტენტურობის საკითხი ქართულ ისტორიოგრაფიაში, სსრ კავშირის ხალხებთან საქართველოს ურთიერთობის ისტორიის პრობლემების შესწავლის საკითხი ქართულ ისტორიოგრაფიაში, ახალშენებლობათა ტერიტორიებზე არქეოლოგიურ სამუშაოთა პერსპექტიული გეგმა 1985—2000 წწ., ერთობლივი არქეოლოგიური და ეთნოგრაფიული კვლევის შედეგები და პერსპექტივები. შემუშავდა რეკომენდაციები განვითარებული სოციალიზმის აქტუალური პრობლემების კვლევის შემდგომ გასაძლიერებლად, შეჯამდა გეორგიევსკის მეგობრული ხელშეკრულების 200 წლისთავის აღსანიშნავად შესრულებული სამუშაოები, განხილულ იქნა საზოგადოებრივ მეცნიერებათა დარგში სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების 1981—1985 წწ. საყოორდინაციო გეგმის შესრულების მიმდინარეობა, შემუშავდა რეკომენდაციები კოორდინაციის შემდგომ გასაუმჯობესებლად საქართველოს კომპარტიის ისტორიის, საქართველოს ისტორიისა და არქეოლოგიის, საქართველოს და კავკასიის ეთნოგრაფიის დარგებში.

დასკვნით პლენარულ სხდომაზე ვრცელი სიტყვით გამოვიდა საქართველოს კომპარტიის ცენტრალური კომიტეტის მდივანი ანხ. გ. ენუქიძე.

16—17 июня в Боржоми состоялась традиционная VI встреча ученых-историков Грузии. Со вступительным словом выступил президент Академии наук Грузинской ССР Е. К. Харадзе.

Были рассмотрены многие аспекты проблем развитого социализма, ход работы историков республики по подготовке к 40-летию победы в Великой Отечественной войне Советского Союза, проблемы и перспективы изучения истории стран Ближнего Востока, вопросы профессионализма и компетентности в грузинской историографии, вопросы изучения проблем истории взаимоотношений Грузии с народами СССР в грузинской историографии, перспективный план археологических работ на территориях новостроек на 1985—2000 гг., результаты и перспективы совместных археологических и этнографических исследований. Были разработаны рекомендации по дальнейшему усилению исследований актуальных проблем развитого социализма, подытожена работа, осуществленная в связи с 200-летием Георгиевского дружественного договора, рассмотрен вопрос о ходе выполнения координационного плана научно-исследовательских работ по общественным наукам на 1981—1985 гг., а также разработаны рекомендации по улучшению координационной работы по проблемам истории Компартии Грузии, истории, археологии, этнографии Грузии и Кавказа.

На заключительном пленарном заседании с большой речью выступил секретарь ЦК КП Грузии товарищ Г. Н. Енукидзе.

19—25 ივნისს თბილისსა და ყაზბეგში საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტმა და ევროპის ქვეყნების ეკოლოგიურმა ასოციაციამ ჩაატარეს საერთაშორისო სიმპოზიუმი „მაღალმთიანეთის ეკოლოგია“. სიმპოზიუმის მუშაობაში, საბჭოთა მეცნიერებთან ერთად, მონაწი-

ღობა მიიღეს სპეციალისტებმა ავსტრიიდან, ამერიკის შეერთებული შტატებიდან, ბულგარეთიდან, გერმანიის ფედერაციული რესპუბლიკიდან, დანიიდან, ჩეხოსლოვაკიიდან და სხვ. სიმბოზიუმზე განხილული იყო მალაქმთიანი ეკოსისტემების დაცვისა და რაციონალური გამოყენების საკითხები.

19—25 июня в Тбилиси и Казбеги Институтом ботаники АН ГССР и Экологической ассоциацией европейских стран был организован Международный симпозиум «Экология высокогорий». В работе симпозиума вместе с советскими учеными принимали участие ученые из Австрии, Болгарии, Дании, США, ФРГ, Чехословакии и др. На симпозиуме были рассмотрены актуальные вопросы охраны и рационального использования высокогорных экосистем.





მეცნიერთა იუბილეები  
ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს ვახტანგ ვუკოლის ძე ბერიძეს 70 წელი შეუსრულდა.

Академику АН ГССР Вахтангу Вуколовичу Беридзе исполнилось 70 лет.

ვახტანგ ბერიძე აღიზარდა ცნობილი ქართველი მეცნიერის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის ვუკოლ ბერიძის ოჯახში. I საცდელ-საჩვენებელი შრომითი სკოლის დამთავრების შემდეგ ვახტანგ ბერიძე სწავლას განაგრძობს საქართველოს ინდუსტრიულ ინსტიტუტში; სტუდენტობის წლებში ვახტანგ ბერიძე არ იფარგლება მხოლოდ არქიტექტურის სპეციალობისათვის დაგეგმილი კურსით. იგი ახალგაზრდა პედაგოგთა ჯგუფთან ერთად მუშაობს არქიტექტურის ტერმინოლოგიის შედგენაზე, მოგზაურობს და ეცნობა ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლებს. სწორედ ამ მოგზაურობებში იჩინა თავი ვ. ბერიძის მიდრეკილებამ ქართული ხუროთმოძღვრების კვლევისადმი, რამაც განსაზღვრა მისი შემდგომი სამეცნიერო გზა. 1938 წ. ვ. ბერიძემ დამთავრა თბილისის სამხატვრო აკადემიის ასპირანტურა ხელოვნების ისტორიის განხრით. 1941 წ. ვ. ბერიძე მუშაობას იწყებს ვ. ჩუბინაშვილთან. სწორედ აქ დაუკავშირდა საბოლოოდ ქართულ ხელოვნებათმცოდნეობას და ამ დარგის ფუძემდებელთან — ვ. ჩუბინაშვილთან ერთად განვლო ძნელი და რთული გზა ახალი დისციპლინის — ქართული ხელოვნებათმცოდნეობის დამკვიდრებისა და აღიარებისა. ვ. ბერიძე ახლადდაარსებული ინსტიტუტის სწავლულ მდივანად აირჩიეს; შემდეგ ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე იყო, ხოლო 1973 წლიდან ამავე ინსტიტუტის დირექტორია.

ვახტანგ ბერიძის სამეცნიერო შრომების რიცხვმა სამ ასეულს გადააჭარბა.

ვახტანგ ბერიძის საგანგებო კვლევის საგანი ქართული ხუროთმოძღვრებაა. მის შრომებში არქიტექტურული ძეგლები განხილულია ხალხისა და ქვეყნის ისტორიის, სოციალური განვითარების ფონზე, მოცემულია ძეგლების მხატვრული და ხუროთმოძღვრულ-ისტორიული ანალიზი და განსაზღვრულია მათი ადგილი მსოფლიო ხუროთმოძღვრების განვითარების ისტორიაში.

ქართული ხუროთმოძღვრების განვითარების ზოგად საკითხებს ეხება მისი მონოგრაფიული ნაშრომები: «ძველი ქართული ხუროთმოძღვრება», «Архитектура Грузии», «Древнегрузинская архитектура», «Грузинская архитектура с древнейших времен до начала XX века», «Некоторые аспекты Грузинской купольной архитектуры», «სამცხის ხუროთმოძღვრება».





XVII—XVI სს.“, ორტომეული „XVI—XVIII საუკუნეების ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორია“, „ტაო-კლარჯეთის ძეგლების ადგილი ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორიაში“.

ვახტანგ ბერიძე წლების მანძილზე აგროვებდა მასალას ძველ ქართველ ხელოვანთა შესახებ. ენციკლოპედიური ლექსიკონები — „ძველი ქართველი ხუროთმოძღვრები“ და „ძველი ქართველი ოსტატები“ ქართველ მშენებელ-ოსტატთა, ოქრომქანდაკებელთა და კალიგრაფთა შესახებ — ამ კვლევის შედეგია.

მეცნიერის შრომებში სათანადო ადგილი უკავია ძველი თბილისის თემას (ლურჯი მონასტერი, თბილისის მეტეხი, ნარიყალა და სხვ.). იგი ქალაქის განვითარების ზოგად საკითხებს იხილავს ნაშრომებში: „თბილისი საუკუნეთა მანძილზე“, „XVIII საუკუნის თბილისი ვახუშტის გეგმის მიხედვით“, „XIX საუკუნის თბილისის ისტორიიდან“ და ორტომიანი გამოკვლევა „თბილისის ხუროთმოძღვრება 1801—1917 წლებში“.

ქართული ხელოვნებათმცოდნეობის სკოლა მოწოდებულია იკვლოს ხუროთმოძღვრების განვითარების ჭეშმარიტი გზა. სწორედ ეს მიმართულება არის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იუბილარის მოღვაწეობაში. ვ. ბერიძე გ. ჩუბინაშვილის მხარდამხარ იბრძოდა ქართული ხელოვნების ისტორიის დამახინჯების წინააღმდეგ. მრავალ კრიტიკულ ნაშრომთა შორის ყურადღებას იპყრობს რუსულ ენაზე გამოცემული წიგნები «Против искажения истории грузинского искусства», სადაც მეცნიერული სიღრმით და პრინციპულობით არის განხილული უცხოური ლიტერატურა ქართული ხელოვნების შესახებ, XIX საუკუნის დასაწყისიდან XX საუკუნის 30-იან წლებამდე.

ვ. ბერიძეს ეკუთვნის თვალსაჩინო გამოკვლევები ქართული საბჭოთა და შუა საუკუნეების დეკორატიული ხელოვნების საკითხებზე («საქართველოს სსრ ხელოვნება (ფერწერა, გრაფიკა, ქანდაკება)», «Искусство советской Грузии» (ნ. ეზერსკიას თანაავტორობით), «ლადო გუდიაშვილი», «ნიკო ფიროსმანიშვილი», «დავით კაკაბაძე» და სხვ.).

დიდი ღვაწლი მიუძღვის ვ. ბერიძეს ქართული ხელოვნების პოპულარიზაციის საქმეში. ამ მიზანს ემსახურება მისი შრომების პუბლიკაციები უცხოეთში, საზღვარგარეთ წაკითხული ლექცია-მოხსენებები.

ჩვენი კულტურის ისტორიაში მნიშვნელოვანია ქართული ხელოვნებისადმი მიძღვნილი სიმპოზიუმები. 1974 წ. იტალიის ქალაქ ბერგამოში მოეწყო პირველი საერთაშორისო სიმპოზიუმი, რომელიც მთლიანად ქართულ ხელოვნებას მიეძღვნა. 1977 წ. თბილისი და გელათი მასპინძლობდნენ სხვადასხვა ქვეყნის ისტორიკოსთა თავყრილობას. 1980 წ. ისევ იტალიის ქალაქებში ბარიმ და ლეჩემ იტვირთეს მასპინძლობა, ხოლო 1983 წ. რიგით IV საერთაშორისო სიმპოზიუმი საქართველოში გაიმართა. განუზომლად დიდია ამ შეხვედრების მნიშვნელობა ქართული ხელოვნების ისტორიის კვლევისა და პოპულარიზაციის დარგში. ამ საერთაშორისო ფორუმთა წარმატება მნიშვნელოვნად აკად. ვ. ბერიძის სახელთან არის დაკავშირებული.

ვ. ბერიძე სკკპ წევრია 1953 წლიდან.

უაღრესად თვალსაჩინოა მეცნიერის პედაგოგიური მოღვაწეობაც.

იგი ყურადღებას არ აკლებს ჩვენი მწერლობის, თეატრის, კინოს, მუსიკის უმნიშვნელოვანეს მოვლენებს.

ვ. ბერიძე თავისი მასწავლებლის, აკადემიკოს გ. ჩუბინაშვილის დაწყებული საქმის ღირსეული გამგრძელებელია — მასწავლებლისა, რომლის ერთგულება ქართული ხელოვნებისადმი, მიზანსწრაფული მეცნიერული ცხოვრება არ შეიძლება სამაგალითო არ გამხდარიყო მისი მოწაფისათვის.





Вахтанг Беридзе вырос в семье известного грузинского ученого члена-корреспондента АН ГССР Вукола Беридзе.

После окончания I показательной трудовой школы Вахтанг Вуколович Беридзе продолжал учебу в Индустриальном институте.

В. В. Беридзе не ограничивался установленной программой для будущих архитекторов. Вместе с группой молодых педагогов он разрабатывает грузинскую архитектурную терминологию, путешествуя по Грузии, знакомится с архитектурными памятниками. Именно при этих путешествиях выявляется интерес В. В. Беридзе к исследованиям проблем грузинской средневековой архитектуры. В 1938 г. он кончает аспирантуру при Тбилисской академии художеств. В 1941 г. начинает работать в Институте истории грузинского искусства. Там же он сблизился с основоположником грузинской школы искусствоведения Г. Н. Чубинашвили и вместе с ним прошел трудную дорогу становления и развития грузинской школы искусствоведения. Вначале он был избран ученым секретарем вновь основанного института, затем работал заместителем директора, а с 1973 г., после кончины Г. Н. Чубинашвили, Вахтанг Беридзе является директором Института истории грузинского искусства.

Первый научный труд В. В. Беридзе опубликовал в 1934 г., а в течение полувека количество его печатных работ превысило три сотни. Сегодня трудно представить грузинское искусствоведение без трудов В. В. Беридзе.

Средневековая грузинская архитектура — основная тема исследований В. В. Беридзе. В его трудах архитектурные памятники Грузии рассмотрены на фоне истории и социального развития страны. Дан их художественно- и историко-архитектурный анализ, установлено их место в истории развития мирового зодчества.

Общих вопросов развития грузинской архитектуры касаются монографии В. В. Беридзе «Старое грузинское искусство», «Архитектура Грузии», «Древнегрузинская архитектура», «Грузинская архитектура с древнейших времен до начала XX века», «Некоторые аспекты грузинской купольной архитектуры», «Архитектура Самцхе XIII—XVI вв.», двухтомник «История грузинской архитектуры XVI—XVII вв.», «Место архитектурных памятников Тао-Кларджети в истории грузинской архитектуры».

В течение ряда лет В. В. Беридзе собирал данные о старогрузинских мастерах. Энциклопедические словари «Древние грузинские зодчие» и «Древние грузинские мастера» о грузинских мастерах-строителях, златокузнецах и каллиграфях — результат данного исследования.

В трудах ученого особое место уделяется теме старого Тбилиси («Лурджи монастыри», «Тбилисский Метехи», «Нарикала» и др.). Он рассматривает также общие вопросы развития города в трудах «Тбилиси в течение веков», «Тбилиси XVIII века по плану Вахушти», «Из истории Тбилиси XIX века», двухтомное издание «Архитектура Тбилиси 1801—1917 гг.».

Грузинская школа искусствоведения призвана исследовать истинный путь развития искусства. В. В. Беридзе вместе с Г. Н. Чубина-

швили боролся против ошибочных суждений об истории грузинского искусства. Среди многих критических работ В. В. Беридзе следует отметить книгу «Против искажения истории грузинского искусства», где принципиально, с глубоко научной точки зрения, критически рассмотрена зарубежная литература о грузинском искусстве с начала XIX века до 30-х годов XX столетия.

В. В. Беридзе принадлежат исследования вопросов советского изобразительного и средневекового декоративного искусства («Искусство Советской Грузии (живопись, графика, скульптура)», «Искусство Советской Грузии» в соавторстве с Н. Езерской, «Ладо Гудиашвили», «Нико Пиросманашвили», «Давид Какабадзе» и др.).

В истории грузинской культуры значительную роль играли международные симпозиумы по грузинскому искусству. В 1974 г. в Бергамо (Италия) был проведен первый международный симпозиум, посвященный грузинскому искусству. В 1977 г. Тбилиси и Гелати принимали историков искусства ряда стран. В 1980 г. в городах Бари и Лече (Италия) состоялся международный симпозиум. В 1983 г. четвертый международный симпозиум был проведен в Грузии. Эти симпозиумы стали популяризаторами проблем грузинского искусства и культуры за рубежом, и их успех в большой степени обязан академику В. В. Беридзе.

В. В. Беридзе член КПСС с 1953 г.

Значительна деятельность Вахтанга Беридзе и на педагогическом поприще.

В. В. Беридзе с живым интересом отзывается на события культурной жизни страны (литературы, театра, кино, музыки).

Он — достойный продолжатель дела своего учителя — академика Г. Н. Чубинашвили, целеустремленность жизни которого не могла не служить примером для его учеников.





საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს გიორგი ალქაშის ძე ძიძარას 70 წელი შეუსრულდა.

Члену-корреспонденту АН ГССР Георгию Алексеевичу Дзидзария исполнилось 70 лет.

გ. ძიძარია დაიბადა 1914 წ. 23 აპრილს აფხაზეთის ასსრ გუდაუთის რაიონის სოფელ ლიხნში, გლეხის — ბოლშევიკური საბრძოლო რაზმის „კიარაზის“ წევრის ოჯახში. სოხუმის აფხაზური საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ გ. ძიძარია შევიდა ისტორიის, ფილოსოფიისა და ლიტერატურის მოსკოვის სახელმწიფო ინსტიტუტში, რომელიც 1939 წ. დაასრულა.

შრომითი საქმიანობა მან ჯერ კიდევ სტუდენტობის წლებში დაიწყო; 1936—1938 წწ. ასწავლიდა ისტორიის მოსკოვის ერთ-ერთ საშუალო სკოლაში. აფხაზეთში დაბრუნების შემდეგ გ. ძიძარიამ დაიწყო სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობა. 1939—1957 წწ. იგი მუშაობდა აფხაზეთის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში უმცროს, შემდეგ კი უფროს მეცნიერ თანამშრომლად და დირექტორის მოადგილედ სამეცნიერო ნაწილში. 1957—1966 წწ. გ. ძიძარია სოხუმის ა. მ. გორკის სახელობის სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტის რექტორია, ხოლო 1966 წლიდან დღემდე სათავეში უდგას საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის დ. გულიას სახ. აფხაზეთის ენის, ლიტერატურისა და ისტორიის ინსტიტუტს. ამავე დროს კითხულობს XIX—XX სს. აფხაზეთის ისტორიის კურსს აფხაზეთის ა. მ. გორკის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში.

1946 წ. გ. ძიძარიამ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, ხოლო 1958 წ.— სადოქტორო, 1960 წ. მას მიენიჭა პროფესორის წოდება, 1974 წ. იგი აირჩიეს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად.

გ. ძიძარია ავტორია 360-ზე მეტი გამოქვეყნებული ნაშრომისა, მათ შორის 40-მდე მონოგრაფიისა და წიგნისა, რომლებიც ეძღვნება XIX—XX სს. აფხაზეთის, საქართველოსა და კავკასიის ისტორიის აქტუალურ პრობლემებს. მეცნიერის ფუნდამენტურმა შრომებმა ფართო საზოგადოებრივი აღიარება პპოვა. მის მონოგრაფიას „მუჰაჯირობა და აფხაზეთის XIX ს. ისტორიის საკითხები“ მიენიჭა საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემია (1979 წ.), ხოლო მეორეს — „რევოლუციამდელი აფხაზური ინტელიგენციის ფორმირება“ — დ. გულიას სახ. აფხაზეთის ასსრ სახელმწიფო პრემია (1980 წ.).

გ. ძიძარიას კალამს ეკუთვნის აფხაზეთში რევოლუციური მოძრაობის ისტორიისა და საბჭოთა ხელისუფლების გამარჯვებისათვის ბრძოლის პრობლემებისადმი მიძღვნილი მნიშვნელოვანი ნაშრომები, რომელთა შორის აღსანიშნავია: „აფხაზეთში საბჭოთა ხელისუფლებისათვის ბრძოლის ისტორიის



ნარკვევები. 1917—1918 წწ.“, „აფხაზეთის ისტორიის ნარკვევები. 1910—1921 წწ.“, „ბრძოლა საბჭოთა ხელისუფლებისათვის აფხაზეთში 1918 წელს“, „საბჭოებისა და „კიარაზის“ როლი აფხაზეთის რევოლუციური ბრძოლის ისტორიაში (1917—1921 წწ.)“, „კიარაზი“ და სხვა. გ. ძიძარია მთავარი რედაქტორი და ერთ-ერთი ძირითადი ავტორია „აფხაზეთის ასსრ ისტორიის ნარკვევებისა“, თანავტორი და პასუხისმგებელი რედაქტორი „აფხაზეთის ასსრ ისტორიისა (1917—1937 წწ.)“. აკად. წევრ-კორ. ი. კაპარავასთან ერთად მან გამოსცა წიგნი „ქართველი და აფხაზი ხალხების ერთობლივი ბრძოლის ისტორიიდან“, რომელშიც გაშუქებულია მოძმე ხალხების ბრძოლა სოციალური და ეროვნული ჩაგვრის წინააღმდეგ XIX ს. და XX ს. დასაწყისში.

გ. ძიძარია ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწევა. მის მოწაფეთა შორის 20-ზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატი და დოქტორია.

ნაყოფიერ სამეცნიერო-პედაგოგიურ მუშაობას გ. ძიძარია წარმატებით უთავსებს საზოგადოებრივ-პოლიტიკურ საქმიანობას. იგი სხვადასხვა დროს არჩეული იყო სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოსა და აფხაზეთის ასსრ უმაღლესი საბჭოს დეპუტატად, აფხაზეთის ასსრ უმაღლესი საბჭოს თავმჯდომარედ, სკკპ XXVI ყრილობისა და საქართველოს კომპარტიის XVIII—XXVI ყრილობათა დელეგატად. გ. ძიძარია არის საქართველოს კომპარტიის აფხაზეთის საოლქო კომიტეტის წევრი, საქართველოს სსრ საზოგადოება „ცოდნის“ აფხაზეთის ორგანიზაციის გამგეობის თავმჯდომარე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნიერებათა განყოფილების ბიუროს წევრი, საქართველოს საისტორიო საზოგადოების აფხაზეთის ორგანიზაციის თავმჯდომარე, ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის მთავარი სარედაქციო კოლეგიის წევრი და სხვა.

გ. ძიძარიას დამსახურება ღირსეულად დააფასა პარტიამ და მთავრობამ. იგი დაჯილდოებულია შრომის წითელი დროშის ორდენით, „საპატიო ნიშნის“ ორდენით, ხალხთა მეგობრობის ორდენით, მედლებითა და საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმისა და აფხაზეთის ასსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის საპატიო სიგელებით.

Г. А. Дзидзария родился 23 апреля 1914 г. в с. Лыхны Гудаутского района Абхазской АССР в семье крестьянина — члена большевистской боевой дружины «Киараз». После окончания Сухумской абхазской средней школы Г. А. Дзидзария поступил в Московский государственный институт истории, философии и литературы, который закончил в 1939 г.

Трудовую деятельность он начал еще в студенческие годы — в 1936—1938 гг. преподавал историю в одной из московских школ. Вернувшись в Абхазию, Г. А. Дзидзария занялся научно-педагогической деятельностью. В 1939—1957 гг. он работал в Абхазском научно-исследовательском институте младшим, а затем старшим научным сотрудником и заместителем директора по научной части. В 1957—1966 гг. Г. А. Дзидзария — ректор Сухумского государственного педагогического института им. А. М. Горького. С 1966 г. по сей день возглавляет работу Абхазского института языка, литературы и истории им. Д. И. Гулия АН ГССР. Одновременно читает курс истории Абхазии XIX—XX вв. в Абхазском гос. университете им. А. М. Горького.

В 1946 г. Г. А. Дзидзария защитил кандидатскую диссертацию, а в 1958 г. — докторскую; в 1960 г. ему присвоено звание профессора,



в 1974 г. он избран членом-корреспондентом Академии наук Грузинской ССР.

Г. А. Дзидзария — автор свыше 360 опубликованных работ, в том числе 40 монографий и книг, посвященных актуальным проблемам истории Абхазии, Грузии и Кавказа XIX—XX вв. Фундаментальные труды ученого получили широкое общественное признание. Его монография «Махаджирство и проблемы истории Абхазии XIX столетия» удостоена Государственной премии Грузинской ССР (1979 г.), другая — «Формирование дореволюционной абхазской интеллигенции» — Государственной премии Абхазской АССР им. Д. И. Гулиа (1980 г.).

Среди работ Г. А. Дзидзария, посвященных проблемам истории революционного движения и борьбы за победу Советской власти в Абхазии, особое место занимают: «Очерки истории борьбы за Советскую власть в Абхазии в 1917—1918 гг.», «Очерки истории Абхазии 1910—1921 гг.», «Советская власть в Абхазии в 1918 году», «Роль Советов и «Киараза» в истории революционной борьбы в Абхазии (1917—1921 гг.)», «Киараз» и др. Г. А. Дзидзария является главным редактором и одним из основных авторов «Очерков истории Абхазской АССР», соавтором и ответственным редактором «Истории Абхазской АССР (1917—1937 гг.)». Совместно с членом-корреспондентом АН ГССР Ю. М. Качарава он издал книгу «Из истории совместной борьбы грузинского и абхазского народов», в которой освещена борьба братских народов против социального и национального гнета в XIX — начале XX вв.

Г. А. Дзидзария ведет плодотворную педагогическую работу. Среди его учеников более 20 кандидатов и докторов наук.

Плодотворную научно-педагогическую работу Г. А. Дзидзария успешно сочетает с общественно-политической деятельностью. Он в разное время избирался депутатом Верховного Совета СССР и Верховного Совета Абхазской АССР, председателем Верховного Совета Абхазской АССР, делегатом XXVI съезда КПСС и XVIII—XXVI съездов Компартии Грузии. Г. А. Дзидзария является членом Абхазского обкома КП Грузии, председателем правления Абхазской организации Грузинского общества «Знание», членом бюро Отделения общественных наук АН ГССР, председателем Абхазской организации Исторического общества Грузии, членом главной редакции Грузинской Советской Энциклопедии и др.

Заслуги Г. А. Дзидзария высоко оценены партией и правительством. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», Дружбы народов; медалями, Почетными грамотами Президиума Верховного Совета ГССР и Президиума Верховного Совета Абхазской АССР.





**ქრონიკა, ინფორმაცია**  
**ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ**

სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის ბრძანებულებით ხელოვნებათმცოდნეობის განვითარებაში, მეცნიერთა კადრების მომზადებაში დამსახურებისა და დაბადების სამოცდაათ წლისთავთან დაკავშირებით საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი ვახტანგ ვუკოლის ძე ბერიძე დაჯილდოვდა შრომის წითელი დროშის ორდენით.

Указом Президиума Верховного Совета СССР за заслуги в развитии искусствоведения, подготовке научных кадров и в связи с 70-летием со дня рождения академик Академии наук Грузинской ССР Вахтанг Вуколович Беридзе награжден орденом Трудового Красного Знамени.

სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის ბრძანებულებით ისტორიის მეცნიერების დარგში, სამეცნიერო კადრების მომზადებაში დამსახურებისათვის და დაბადების სამოცდაათ წელთან დაკავშირებით საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი გიორგი ალექსის ძე ძიძარია დაჯილდოვდა ხალხთა მეგობრობის ორდენით.

Указом Президиума Верховного Совета СССР за заслуги в области исторической науки, подготовке научных кадров и в связи с 70-летием со дня рождения член-корреспондент Академии наук Грузинской ССР Георгий Алексеевич Дзидзария награжден орденом Дружбы народов.

საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის ბრძანებულებით საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი რაფიელ რაფიელის ძე დვალი მრავალი წლის ნაყოფიერი სამეცნიერო-პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობისათვის დაჯილდოვდა საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის საპატიო სიგელით.

За долголетнюю плодотворную научно-педагогическую деятельность Указом Президиума Верховного Совета Грузинской ССР академик Академии наук Грузинской ССР Рафаэл Рафаэлович Двали награжден Почетной грамотой Президиума Верховного Совета Грузинской ССР.





**პეტრე ანტონის ძე კომეთიანი**  
**ПЕТР АНТОНОВИЧ КОМЕТИАНИ**

ქართულმა საბჭოთა მეცნიერებამ მძინე დანაკლისი განიცადა — 83 წლისა გარდაიცვალა გამოჩენილი საბჭოთა მეცნიერი, საქართველოს ბიოქიმიური საზოგადოების თავმჯდომარე, საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, სკკპ წევრი 1954 წლიდან, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, პროფესორი პეტრე ანტონის ძე კომეთიანი.

პეტრე კომეთიანი დაიბადა 1901 წ. ქ. ქუთაისში მოსამსახურის ოჯახში. გიმნაზიის დამთავრების შემდეგ იგი შედის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო განყოფილებაზე. ჯერ კიდევ სტუდენტობის დროს იწყებს შრომით და მეცნიერულ საქმიანობას საქ. სსრ მიწათმოქმედების სახალხო კომისარიატის ცენტრალურ ბიოქიმიურ ლაბორატორიაში. 1928 წლიდან პ. კომეთიანი კითხულობს ლექციებს ბიოქიმიის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის სუბტროპიკულ ფაკულტეტზე, ერთდროულად ხელმძღვანელობს ცხოველთა ბიოქიმიის ლაბორატორიის მეცხოველეობის ინსტიტუტში. 1933 წლიდან პ. კომეთიანი ფიზიოლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომელია, აყალიბებს სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიას, რომელსაც უცვლელად ხელმძღვანელობდა თითქმის ნახევარი საუკუნე. პარალელურად კითხულობდა ლექციებს თბილისის უნივერსიტეტში, სადაც მან დააარსა ბიოქიმიის კათედრა, რომელსაც ხელმძღვანელობდა 1968—1973 წლებში.

აკადემიკოსი პ. კომეთიანი სამართლიანად ითვლება საბჭოთა ნეიროქიმიური და საქართველოს ბიოქიმიური სკოლის ერთ-ერთ ფუძემდებლად. მის სახელთანაა დაკავშირებული საქართველოში ნეიროქიმიური სკოლის დაარსება. მის კალამს ეკუთვნის ბიოქიმიის პირველი სახელმძღვანელო ქართულ ენაზე, მრავალი მონოგრაფია, სამასზე მეტი ნაშრომი ბიოქიმიის სხვადასხვა დარგში, სოფლის მეურნეობისა და კვების მრეწველობის გამოყენებითი სა-



კითხვებით დაწყებული და ნეიროქიმიისა და მოლეკულური ბიოლოგიის ფუნდამენტური პრობლემებით გათავებული. პ. ქომეთიანის აღზრდილთა შორის ბევრია მეცნიერებათა კანდიდატი და დოქტორი. აღსანიშნავია მისი დიდი წვლილი მეხსიერების ბიოქიმიური საფუძვლების შესწავლაში. მრავალ გამოკვლევაზე დაყრდნობით მან წამოაყენა მოსაზრება, რომ ინფორმაცია ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიიღება, ინახება და კვლავ წარმოებს დინამიკური პროცესის სახით, ამასთან არა ერთ განსაზღვრულ უჯრედში, არამედ ნერვული უჯრედების ანსამბლში. ამ ანსამბლის წარმოქმნაში კი წამყვანი როლი ენიჭება ნეიროგადაცემებს, რომლებსაც კავშირი აქვთ გენეტიკურ აპარატთან.

მეცნიერების მზურვალე პროპაგანდისტი აკადემიკოსი პ. ქომეთიანი იყო მრავალი საზოგადოებრივი და სამეცნიერო ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს წევრი. არაერთგზის იყო არჩეული საერთაშორისო ნეიროქიმიური საზოგადოების გამგეობის წევრად, იყო სსრკ ბიოქიმიური საზოგადოების პრეზიდიუმის წევრი, მთელი რიგი საქავშირო და უცხოური ჟურნალების რედკოლეგების წევრი.

კომუნისტურმა პარტიამ და საბჭოთა სახელმწიფომ დიდად დააფასეს პ. ქომეთიანის ნაყოფიერი სამეცნიერო, პედაგოგიური და საზოგადოებრივი საქმიანობა. იგი დაჯილდოებული იყო ლენინის, ოქტომბრის რევოლუციის, „საპატიო ნიშნის“ ორდენებითა და მედლებით.

გამოჩენილი საბჭოთა მეცნიერის, საზოგადო მოღვაწის პეტრე ქომეთიანის ხსოვნა არ წაიშლება მისი კოლეგების, მოწაფეებისა და მეგობრების ხსოვნაში.

Советская наука понесла тяжелую утрату — на 83-м году жизни скончался видный советский ученый, председатель Биохимического общества Грузии, заслуженный деятель науки Грузинской ССР, член КПСС с 1954 г., доктор биологических наук, академик Академии наук Грузинской ССР, профессор Петр Антонович Кометиани.

П. А. Кометиани родился в 1901 г. в Кутаиси в семье служащего. После окончания гимназии он поступает в Тбилисский гос. университет на физико-математическое отделение. Еще будучи студентом, начинает трудовую и научную деятельность в Центральной химической лаборатории Наркомзема Грузии. С 1928 г. П. А. Кометиани ведет активную педагогическую деятельность — читает лекции по биохимии на субтропическом факультете Сельскохозяйственного института, одновременно заведует лабораторией биохимии животных в Институте животноводства. С 1933 г. П. А. Кометиани организует лабораторию нейрхимии в Институте физиологии, которой неизменно руководил в течение полувека. Являясь заведующим кафедрой биохимии Тбилисского государственного университета, одновременно вел курс лекций по биохимии животных. Он являлся бессменным председателем Общества биохимиков Грузии.

Академик П. А. Кометиани по праву считается одним из основоположников советской нейрхимической и грузинской биохимической школ. С его именем связано основание нейрхимической школы Грузии. Его перу принадлежит первый учебник по биохимии на грузинском языке, множество монографий, более трехсот печатных работ по самым различным отраслям биохимии — от прикладных вопросов сельского хозяйства и пищевой промышленности до фундаментальных

проблем нейрхимии и молекулярной биологии. Среди его учеников много кандидатов и докторов наук.

Необходимо особо отметить исследования, проведенные им в области нейрхимических основ памяти. П. А. Кометиани выдвинул предположение о том, что получение, хранение и воспроизводство информации в центральной нервной системе происходят не в заранее запрограммированных молекулах, а путем динамического процесса, в ансамбле нейронов, ведущую роль в котором играют нейротрансмиттеры, связанные с генетическим аппаратом.

П. А. Кометиани был горячим пропагандистом научных знаний, членом многих общественных и научных организаций, ученых советов Института физиологии им. И. С. Бериташвили АН ГССР, Института биохимии растений АН ГССР, Института кардиологии МЗ ГССР и др. Он неоднократно избирался в состав правления Всемирного нейрхимического общества, президиума Биохимического общества СССР, являлся членом редколлегии ряда зарубежных и всесоюзных научных журналов.

За выдающиеся заслуги в научной и педагогической деятельности академик П. А. Кометиани был награжден орденом Ленина, орденами Октябрьской Революции «Знак почета» и медалями.

Светлая память о П. А. Кометиани, выдающемся ученом, общественном деятеле, обаятельном человеке, надолго сохранится в сердцах его коллег, учеников и друзей.







**რევაზ გრიგოლის ძე ნათაძე**  
**РЕВАЗ ГРИГОРЬЕВИЧ НАТАДЗЕ**

მძიმე დანაკლისი განიცადა ქართულმა საბჭოთა მეცნიერებამ — გარდაიცვალა გამოჩენილი ფსიქოლოგი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი, სსრ კავშირის პედაგოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, საქართველოს სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ფსიქოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოგადი ფსიქოლოგიის კათედრის გამგე, სკკპ წევრი 1952 წლიდან რევაზ გრიგოლის ძე ნათაძე.

რ. ნათაძე დაიბადა 1903 წ. 11 ნოემბერს ქ. თბილისში, ცნობილი ქართველი საზოგადო მოღვაწისა და პედაგოგის, პროფესორ გრიგოლ ნათაძის ოჯახში. თბილისის მე-18 ტექნიკუმის დამთავრების შემდეგ, 1922 წ. რ. ნათაძე შედის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, და ამთავრებს სიბრძნისმეტყველების ფაკულტეტს ფსიქოლოგიის სპეციალობით. 1927 წ. რ. ნათაძე თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასპირანტია, 1928 წ. — ასისტენტი, 1930 წ. — დოცენტი, 1940 წ. — პროფესორი, 1946—1955 წწ. — ფილოსოფიის ფაკულტეტის დეკანი; 1950 წლიდან სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე იგი ხელმძღვანელობდა ზოგადი ფსიქოლოგიის კათედრას.

1939 წ. რ. ნათაძე იცავს დისერტაციას თემაზე „ცნების შემუშავების გენეზისისათვის“. ეს იყო საქართველოში დაცული პირველი სადოქტორო დისერტაცია ფსიქოლოგიაში.

უნივერსიტეტში მუშაობასთან ერთად, რ. ნათაძე პედაგოგიურ და სამეცნიერო-კვლევით მოღვაწეობას ეწეოდა თბილისის ა. ს. პუშკინის სახ. პედაგოგიურ ინსტიტუტში, ქუთაისის ა. წულუკიძის სახ. პედაგოგიურ ინსტიტუტში, შ. რუსთაველის სახ. თეატრალურ ინსტიტუტში, ფიზკულტურის ინსტიტუტში. ოცი წლის განმავლობაში ხელმძღვანელობდა დ. უზნაძის სახ. ფსიქოლოგიის ინსტიტუტის გენეტიკური ფსიქოლოგიის განყოფილებას.



რ. ნათაძე 200-მდე მეცნიერული გამოკვლევის ავტორია ქართულ, რუსულ და უცხოურ ენებზე. მისმა მრავალმა ფუნდამენტურმა გამოკვლევამ მსოფლიო აღიარება მოიპოვა. რ. ნათაძის გამოკვლევებმა თვალსაჩინო წვლილი შეიტანეს ფსიქოლოგიის ისეთ მნიშვნელოვან დარგებში, როგორცაა ზოგადი, გენეტიკური, პედაგოგიური, შრომის, ხელოვნების ფსიქოლოგია და სხვ. დიდი დამსახურება მიუძღვის რ. ნათაძეს განწყობის ფსიქოლოგიის სფეროში. ამ მიმართულებით შესრულებული შრომები თვით დ. უზნაძის აღიარებით განწყობის ფსიქოლოგიის ახალ ეტაპს ქმნიან. მნიშვნელოვანი კვალი თანამედროვე ფსიქოლოგიურ მეცნიერებაში დატოვა მისმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა. რ. ნათაძის გამოკვლევების შედეგები აისახა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზიერ გამოცემულ ქრესტომათიებში. რ. ნათაძე მრავალი მეცნიერულ-პოპულარული შრომებისა და სამი სახელმძღვანელოს ავტორია. მისმა „ზოგადმა ფსიქოლოგიამ“ 1956 წ. უნივერსიტეტის პრემია დაიმსახურა.

უდიდესი წვლილი შეიტანა რ. ნათაძემ საქართველოს ფსიქოლოგთა კადრების მომზადების საქმეში.

სამეცნიერო-პედაგოგიურ მუშაობასთან ერთად რ. ნათაძე ათავსებდა ფართო საზოგადოებრივ მოღვაწეობას. იგი იყო თბილისის საქალაქო და ორჯონიძის რაიონის სახალხო დეპუტატთა საბჭოების დეპუტატი, ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის მთავარი სარედაქციო კოლეგიის წევრი, მთელი რიგი საკავშირო და რესპუბლიკური სამეცნიერო ჟურნალების სარედაქციო კოლეგიების წევრი, ფსიქოლოგთა საკავშირო საზოგადოების ცენტრალური საბჭოს წევრი, ფსიქოლოგთა საკავშირო საზოგადოების საპატიო წევრი, საქართველოს ფსიქოლოგთა საზოგადოების თავმჯდომარე; წლების განმავლობაში ხელმძღვანელობდა სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელ სპეციალიზებულ საბჭოს ფსიქოლოგიაში.

კომუნისტურმა პარტიამ და საბჭოთა სახელმწიფომ დიდად დააფასეს რ. ნათაძის ნაყოფიერი მეცნიერული, მეცნიერულ-ორგანიზაციული, პედაგოგიური და საზოგადოებრივი საქმიანობა. იგი დაჯილდოებული იყო ხალხთა მეგობრობის ორდენით, მედლებითა და საპატიო სიგელებით.

შესანიშნავი მეცნიერის, პატრიოტის, გულისხმიერი აღმზრდელისა და მოქალაქის რ. ნათაძის ნათელი ხსოვნა მარად დარჩება მისი მეგობრების, ახლობლებისა და მოწაფეების ხსოვნაში.

Грузинская советская наука понесла тяжелую утрату — скончался видный психолог, действительный член Академии наук Грузинской ССР, член-корреспондент Академии педагогических наук СССР, заслуженный деятель науки Грузинской ССР, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии Тбилисского государственного университета, член КПСС с 1952 г. Реваз Григорьевич Натадзе.

Р. Г. Натадзе родился 11 ноября 1903 г. в Тбилиси, в семье известного грузинского общественного деятеля и педагога, профессора Григория Натадзе. После окончания Тбилисского 18-го техникума, в 1922 г. Р. Г. Натадзе поступает в Тбилисский гос. университет и кончает факультет по специальности «психология» мудрой словесности. В 1927 г. Р. Г. Натадзе аспирант Тбилисского государственного университета, в 1928 г. — ассистент, в 1930 г. — доцент, в 1940 г. — профессор, в 1946—1955 г. — декан философского факультета; с

1950 г. до последних дней жизни он руководил кафедрой общей психологии.

В 1939 г. Р. Г. Натадзе защищает диссертацию на тему: «К генезису формирования понятия», которая была первой защищенной в Грузии докторской диссертацией по психологии.

Вместе с работой в университете Р. Г. Натадзе вел педагогическую и научно-исследовательскую деятельность в Тбилисском педагогическом институте им. А. С. Пушкина, в Кутаисском педагогическом институте им. А. Цулукидзе, в Тбилисском театральном институте им. Ш. Руставели, в Тбилисском институте физкультуры. В течение 20 лет он руководил отделом генетической психологии Института психологии им. Д. Н. Уznaдзе.

Р. Г. Натадзе — автор около 200 научных исследований на грузинском, русском и иностранных языках. Многие его фундаментальные исследования получили всемирное признание. Исследования Р. Г. Натадзе внесли значительный вклад в такие важнейшие отрасли психологии, как общая, генетическая, педагогическая психология, психология труда и искусства и др. Огромны заслуги Р. Г. Натадзе в области психологии установки. Труды, созданные им в этом направлении, по мнению самого Д. Н. Уznaдзе, являются новым этапом в развитии психологии установки. Значительный вклад в современную психологическую науку внесли его экспериментальные исследования. Исследования Р. Г. Натадзе нашли отражение в хрестоматиях, изданных Московским государственным университетом. Р. Г. Натадзе — автор ряда научно-популярных работ и трех учебников. Его «Общая психология» в 1956 г. получила университетскую премию.

Большой вклад внес Р. Г. Натадзе в подготовку кадров психологов в Грузии.

Наряду с научно-педагогической работой, Р. Г. Натадзе вел широкую общественную деятельность. Он являлся депутатом Тбилисского городского и Орджоникидзеевского районного Советов народных депутатов, членом Главной редакционной коллегии Грузинской Советской Энциклопедии, членом редколлегий многих всесоюзных и республиканских научных журналов, членом центрального совета Всесоюзного общества психологов, почетным членом Всесоюзного общества психологов, председателем Общества психологов Грузии; в течение ряда лет руководил специализированным советом по присуждению ученых степеней по психологии.

Коммунистическая партия и Советское государство высоко оценили научную, научно-организационную, педагогическую и общественную деятельность Р. Г. Натадзе. Он был награжден орденом Дружбы народов, медалями и почетными грамотами.

Светлая память о прекрасном ученом, патриоте, заботливом воспитателе и гражданине Р. Г. Натадзе навсегда сохранится в памяти его друзей, близких и учеников.



## 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. Подписные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-



ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.



6 1/2



ՔՅՆՈ 1 855. 90 ՃՃՃ.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.